C313
1336
P.2

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DE LOS DISCOS VERSÁTILES DIGITALES Y ANÁLISIS DE LA INCORPORACIÓN DE LA MISMA AL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CARRASCO MEDINA CÉSAR AUGUSTO

GONZÁLEZ ALMEIDA VÍCTOR ENRIQUE

DIRECTOR: Ing. Carlos Novillo

Quito, 21 de Febrero de 2002

DECLARACIÓN

Nosotros, César Augusto Carrasco Medina y Víctor Enrique González Almeida, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normatividad institucional vigente.

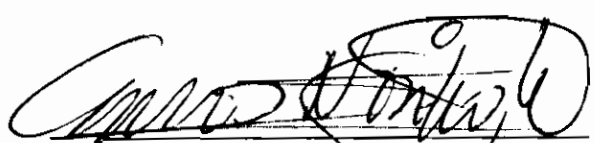
HALLELUJAH

César A. Carrasco Medina

Víctor E. González Almeida

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por César Augusto Carrasco Medina y Víctor Enrique González Almeida, bajo mi supervisión.



Ing. Carlos Novillo

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero sentimiento de gratitud, al Todopoderoso por habernos permitido culminar con este proyecto, al Ing. Carlos Novillo por su valiosa colaboración, y a Galería Digital, Edimpres y Asomavisión por la ayuda prestada.

DEDICATORIA

A la memoria de Lupita, por su ejemplo de bondad. A mis padres, César y Luz, por su ayuda constante. A Ginna, mi amada esposa, por estar siempre a mi lado. A María Belén, Shalom y Jerusalem, por ser un regalo de Dios. Pero por sobre todo a Jesús, mi Señor y Salvador, por ser mi guía y mi inspiración.

César Augusto.

A mis padres Lastenia y Víctor, a mi hermana María de los Ángeles, y a Sonia, por su paciencia y apoyo incondicional.

Víctor Enrique.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de alguna nueva tecnología, inmediatamente se la relaciona con aquellas que la precedieron. Se comprueba además que con el transcurso del tiempo, los cambios son cada vez más acelerados. Basta analizar cómo los antiguos discos de acetato, después de haber acompañado a muchas generaciones, desaparecieron con el nacimiento de los discos compactos. Lo mismo sucedió con los Betamax, totalmente desconocidos para las generaciones que llegaron sólo a la época del VHS. Y del mismo modo, este último equipo que ha sido disfrutado en muchísimos hogares, está siendo desplazado por lo más avanzado en la reproducción de video: el DVD.

Este nuevo medio de almacenamiento de información nació de la creciente necesidad de las industrias del entretenimiento y de la computación, de tener un disco óptico de gran capacidad que permitiera disfrutar con la mejor calidad, de películas, música, aplicaciones multimedia y programas interactivos. Nunca se esperó que en tan poco tiempo el DVD tuviera tanta aceptación a nivel mundial.

El propósito del presente proyecto de titulación, es dar a conocer los avances tecnológicos del DVD en el campo del almacenamiento y la reproducción de la información digital, la investigación está contenida en cinco capítulos.

En el capítulo 1 se da una visión general de la tecnología DVD, desde sus inicios hasta su establecimiento como medio de almacenamiento masivo de información. En particular se muestra una reseña histórica sobre su desarrollo, hasta llegar a sus formatos más recientes. Además en este capítulo se presentan las características generales del DVD y se realiza una breve comparación con otros medios de almacenamiento de audio y video.

En el capítulo 2 se estudian las especificaciones técnicas del disco DVD. Para esto, primero se habla sobre el "Forum DVD" y sus grupos de trabajo, quienes desarrollaron las especificaciones del DVD. Luego se mencionan los parámetros físicos del disco y se indica cómo se ha logrado incrementar su

capacidad. Se muestra la estructura en que se almacenan los datos. Además se da una descripción sobre los tipos de discos DVD, sus características y el proceso de fabricación hasta llegar al producto final. Se revisan los costos de producción de los discos y se da un resumen sobre el funcionamiento de un reproductor DVD, por último se habla sobre el mantenimiento y la vida útil de estos discos.

Los formatos y estándares del DVD se los trata en el capítulo 3, se cubren los formatos físicos (DVD-ROM y formatos grabables) y los formatos de aplicación (DVD-Video y DVD-Audio), con sus correspondientes requisitos industriales, características, alternativas y tendencias futuras.

En el capítulo 4, se describen algunos usos que tiene el DVD, tanto a nivel doméstico como profesional, en aplicaciones como son: Los "Cines en casa", los "PC-cinemas", los "Sistemas móviles de entretenimiento", las "Agencias de producción de videos", las "consolas de juegos de video", las "ediciones multimedia", los "cursos de formación", las "bobinas de anuncios publicitarios", la "multidifusión", las "bases de datos", el "respaldo de datos" , las "librerías virtuales digitales" y los "estudios de televisión". Se realiza además un análisis de factibilidad de la utilización de la tecnología DVD, en la implementación de una sala de audiovisuales con equipos de GALERÍA DIGITAL, en el respaldo de datos de la empresa EDIMPRES, y en la grabación y edición de videos en ASOMAVISIÓN (Canal 27 UHF).

El capítulo 5 contiene las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Este trabajo está orientado a las personas interesadas en incrementar sus conocimientos sobre el almacenamiento de la información digital en discos ópticos, particularmente en los discos versátiles digitales, que han demostrado ser confiables, versátiles y durables. Aún los más expertos en el tema pueden encontrarse con alguna novedad, ya que esta tecnología no está plenamente establecida, y sobretodo; en algunos formatos, habrá que esperar a que pase un buen tiempo para ver sus resultados.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES 1

1.1. PANORAMA GENERAL 1

1.2. HISTORIA DEL DVD 1

1.2.1. HISTORIA TEMPRANA DEL DVD 4

1.2.2. HISTORIA RECIENTE DEL DVD 7

1.2.3. ESTABLECIMIENTO DEL DVD EN EL MERCADO 9

1.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL DVD 12

1.3.1. EL DISCO VERSÁTIL DIGITAL 12

1.3.2. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL DVD 14

1.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL DVD 15

1.4.1. CONTROL PATERNO Y MULTICLASIFICACIÓN 15

1.4.2. ZONAS REGIONALES DEL USO DEL DVD 17

1.4.2.1. División del mundo en regiones 17

1.4.2.2. Códigos regionales 20

1.5. EL DVD CON RELACIÓN AL CD, LD, VIDEO-CD Y AL VCR 24

1.5.1. EL DVD EN RELACIÓN AL CD 24

1.5.2. EL DVD CON RELACIÓN AL LD (LASERDISC) 27

1.5.3. EL DVD EN RELACIÓN AL VIDEO-CD 30

1.5.4. EL DVD EN RELACIÓN AL VCR (VHS) 30

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 33

2.1. REFERENCIA DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 33

2.1.1. EL FORO DVD Y LOS GRUPOS DE TRABAJO 33

2.1.1.1. El Consorcio DVD 33

2.1.1.2. Foro DVD 34

2.1.1.3. Grupos de trabajo del Foro DVD 35

2.1.2. PANORAMA GLOBAL DE LOS LIBROS DVD 35

2.1.3. UNIDADES Y NOTACIÓN 37

2.2. PARÁMETROS DEL DVD 38

2.2.1. INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DEL DVD SOBRE LA DEL CD-ROM 38

2.2.1.1. Diferencias básicas entre un disco DVD y un CD 40

2.2.2. PARÁMETROS PRINCIPALES 41

2.2.2.1. Capacidad 41

2.2.2.2. Velocidad de transferencia de datos 42

2.2.2.3. Dimensiones de los "pits" 43

2.2.2.4. Movimiento mecánico 44

2.2.2.5. Características ópticas 45

2.2.2.6. Datos sobre la corrección de errores 47

2.2.2.7. Especificaciones de la estructura física del disco 48

2.2.3. ÁREAS DEL DISCO DVD 49

2.2.3.1. Trayectoria de la cabeza de lectura 51

2.2.3.1.1. *Disco DVD de capa única 51*

2.2.3.1.2. *Disco DVD de doble capa 51*

2.2.4. ESTRUCTURA DE LOS DATOS EN EL DVD 53

2.2.4.1. Configuración del sector de datos 54

2.2.4.2. Configuración del bloque ECC 56

2.2.4.2.1. *RSPC: Código Producto Reed-Solomon 59*

2.2.4.3. Configuración del sector de grabación 61

2.2.4.4. Configuración del sector físico 62

2.2.4.5. Área de la guía de entrada y de salida 64

2.2.5. MODULACIÓN EFM Y EFM+ 64

2.2.5.1. Modulación EFM 65

2.2.5.2. Modulación EFM+ 66

2.2.6. EL BUFFER DE PISTA 68

2.2.7. SISTEMA DE ARCHIVOS DEL DVD 70

2.2.7.1. ISO 9660 71

2.2.7.2. UDF (Universal Disc Format) 72

2.3. ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DISCOS DVD 73

2.3.1. EL DVD-5 76

2.3.2. EL DVD-9 76

2.3.3. EL DVD-10 78

2.3.4. EL DVD-18 78

2.3.5. EL DVD-BRIDGE 79

2.3.6. EL DVD-HÍBRIDO 80

2.4. FABRICACIÓN DEL DISCO DVD 82
2.4.1. PREMASTERIZACIÓN 83
2.4.2. MASTERIZACIÓN 85
2.4.3. REPLICACIÓN 91
2.4.4. PEGADO DE SUBSTRATOS 96
2.4.5. ETIQUETADO DEL DISCO 96
2.4.6. COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO 98
2.4.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL DVD 99

2.5. RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DEL LECTOR DVD 100
2.5.1. ETAPAS DEL FLUJO DE DATOS 102

2.6. VIDA ÚTIL DEL DISCO DVD 104
2.6.1. CUIDADOS DEL DISCO 105
2.6.1.1. Limpieza de los discos DVD 106

2.7. COMPATIBILIDAD 107

FORMATOS Y ESTÁNDARES DEL DVD 109

3.1. FORMATOS DEL DVD 109

3.2. EL DVD VIDEO 109
3.2.1. RECOMENDACIONES DE HOLLYWOOD 110
3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL DVD VIDEO 110
3.2.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA COPIA DEL DVD-VIDEO 111
3.2.3.1. Sistema de protección analógica (Macrovisión) 111
3.2.3.2. CGMS (Copy Generation Management System) 112
3.2.3.3. CSS (Content Scrambling System) 112
3.2.3.4. Protección contra copia digital 113
3.2.4. CARACTERÍSTICAS DEL DVD-VIDEO 114
3.2.4.1. Tiempo de reproducción 114
3.2.4.2. Codificación de video 115
3.2.4.3. Calidad de imagen 116
3.2.4.4. Formatos de pantalla 117
3.2.4.5. Ángulos de cámara 118
3.2.4.6. Reproducción en cámara lenta, rápida e imágenes estáticas 118
3.2.4.7. Subimágenes 119
3.2.5. CODIFICACIÓN DE AUDIO 120

3.2.5.1. Dolby Digital 120
3.2.5.2. MPEG-1 y 2 121
3.2.5.3. Audio LPCM 122
3.2.5.4. Formatos opcionales 122
3.2.5.5. Audio para los sistemas PAL y NTSC 123
3.2.5.6. Audio en varios idiomas 123
3.2.6. INTERACTIVIDAD
3.2.6.1. Estructura de un "titulo" DVD-Video 124
3.2.6.2. Controles del reproductor 125
3.2.7. ALTERNATIVAS AL DVD-VIDEO 126

3.3. EL DVD-ROM 126

3.3.1. REQUERIMIENTOS DEL DVD-ROM 127
3.3.2. HARDWARE Y SOFTWARE 127
3.3.2.1. Decodificadores MPEG-2 130
3.3.3. FUTURO DEL DVD-ROM 131

3.4. EL DVD-AUDIO 132

3.4.1. RECOMENDACIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL DVD-AUDIO 123
3.4.2. CODIFICACIÓN DEL AUDIO 136
3.4.2.1. Tiempo de reproducción 137
3.4.3. CONTENIDO ADICIONAL 138
3.4.4. HARDWARE Y SOFTWARE 139
3.4.5. ALTERNATIVAS AL DVD-AUDIO 139

3.5. FORMATOS GRABABLES DEL DVD 140

3.5.1. EL DVD-R 141
3.5.1.1. Parámetros del DVD-R 141
3.5.2. EL DVD-RAM 142
3.5.2.1. Parámetros del DVD-RAM 143
3.5.3. ALTERNATIVAS AL DVD-RAM 144
3.5.3.1. El DVD+RW y el DVD+R 144
3.5.3.2. EL DVD-RW 145
3.5.3.3. El formato MMVF 145
3.5.4. GRABACIÓN DE VIDEO EN DVD 146
3.5.5. COMPETENCIA DE LOS FORMATOS GRABABLES 146

4. APLICACIONES DEL DVD 148

4.1. INTRODUCCIÓN 148

4.2. APLICACIONES DE USO DOMÉSTICO 150

4.2.1. EL "CINE EN CASA" 150

4.2.1.1. El sonido de un "cine en casa" 150

4.2.1.1.1. La ubicación de los altavoces 151

4.2.1.2. La pantalla 152

4.2.1.3. El reproductor DVD 153

4.2.1.4. El Receptor de un "cine en casa" 153

4.2.1.5. El acondicionamiento de la sala 154

4.2.1.6. Conexiones 154

4.2.1.7. Implementación de una sala de audiovisuales en base a un sistema de "cine en casa" 154

4.2.2. PCINEMA 155

4.2.3. SISTEMA MÓVIL DE ENTRETENIMIENTO 157

4.2.3.1. Automóviles equipados con DVD 157

4.2.3.2. Componentes de un Sistema Móvil de Entretenimiento 158

4.2.3.2.1. Pantallas de televisión y sintonizadores 158

4.2.3.2.2. Selectores de señal 159

4.2.3.2.3. Reproductores de DVD 159

4.2.3.2.4. Procesadores digitales de audio 159

4.2.3.2.5. Juegos de video 159

4.2.3.2.6. Accesorios 159

4.2.4. AGENCIAS DE PRODUCCIÓN 160

4.2.4.1. Características de iDVD 161

4.2.4.2. Producción de discos DVD mediante iDVD 161

4.2.5. JUEGOS DE VIDEO 162

4.2.6. EDICIONES MULTIMEDIA 163

4.3. APLICACIONES DE USO PROFESIONAL 164

4.3.1. BOBINAS DE ANUNCIOS PUBLICITARIOS 164

4.3.2. MULTIDIFUSIÓN 165

4.3.3. CURSOS DE FORMACIÓN 166

4.3.3.1. La bilioteca Médica Digital 166

4.3.3.2. La simulación Virtual 167

4.3.4. BASES DE DATOS 168

4.3.5. RESPALDOS DE DATOS 168

4.3.5.1. El Back-up 168
4.3.5.2. Dispositivos de respaldo 169
4.3.5.3. Unidades de respaldo de datos DVD-RAM 170
4.3.5.4. Análisis del sistema de respaldo de datos de EDIMPRES 172
4.3.6. LIBRERIAS VIRTUALES DIGITALES 172
4.3.6.1. Aplicaciones de las "librerías virtuales digitales" 173
4.3.6.1.1. Diseño y administración de imágenes 173
4.3.6.1.2. Internet e intranets 174
4.3.6.1.3. Edición de video y Teledifusión 175
4.3.7. ESTUDIOS DE TELEVISIÓN 175
4.3.7.1. Equipos para grabación en DVD 176
4.3.7.1.1. Grabador DVD 176
4.3.7.1.2. Videocámaras DVD-RAM 177
4.3.7.1.3. Estudio Digital Vaio de Sony 178
4.3.7.1.4. El "DVD Studio Pro" 179
4.3.7.2. Análisis de la incorporación de la tecnologia DVD a los estudios de televisión de Asomavisión 183

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 185

5.1. CONCLUSIONES 185
5.2. RECOMENDACIONES 190

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 194

ANEXOS 196

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 PANORAMA GENERAL

La abreviatura "DVD" era interpretada como "Disco de Video Digital" porque inicialmente este medio de almacenamiento se usó para contener la integridad de una película para que pueda ser reproducida en el hogar con la calidad de una proyección cinematográfica. Actualmente las siglas "DVD" significan: "Disco Versátil Digital" (Digital Versatil Disc), ya que este formato cuenta además con una amplia variedad de otras aplicaciones potenciales, constituyéndose en la siguiente generación tecnológica para almacenamiento en disco óptico.

Por mucho tiempo, los técnicos predijeron que los equipos de audio, televisión y computación convergerían en un formato común para el almacenamiento de información. Siendo el DVD en esencia un disco óptico más rápido y con mayor capacidad que el CD, puede almacenar tanto video con calidad de cine como audio de muy alta fidelidad y grandes volúmenes de datos (figura 1.1). Puede usarse en multimedia, video interactivo, juegos, fotografía y más, integrando múltiples aplicaciones de uso doméstico y profesional en un único formato digital, de esta manera el DVD está cumpliendo con esa predicción. El DVD puede reemplazar y con muchas ventajas al CD de audio, al LaserDisc, al CD-ROM e incluso a la cinta de video.

El éxito de este nuevo formato se debe a los criterios seguidos en su desarrollo por la industria de la electrónica de consumo, tanto desde la perspectiva audiovisual como informática.

No sorprende el hecho de que en breve la gran mayoría de aparatos electrónicos sean digitales, ya que estos superan substancialmente la calidad ofrecida por los formatos analógicos, lo que implica la actualización del mercado.

Figura 1.1: Utilización de los discos DVD en el almacenamiento y reproducción de audio, video y datos.

La industria se ha unido en el desarrollo del DVD, un formato capaz de transportar al ámbito doméstico toda la espectacularidad del cine. Esta nueva clase de equipo multimedia requiere de algunos parámetros ineludibles, como son: la imagen digital de no menos de 500 líneas de resolución, el audio multicanal y la suficiente capacidad de almacenamiento de información.

Fue necesaria la colaboración de los principales fabricantes, para poder ofrecer al mercado un producto consensuado que satisfaga los requerimientos mencionados. Para llevar a cabo esta revolución, la industria electrónica ha dotado al DVD de características técnicas de alto nivel, por lo que desde su introducción, los formatos actuales se han vuelto obsoletos. Para esto se ha necesitado: nuevas tecnologías para producir láseres mejorados tanto para grabación como para lectura, la elaboración de nuevos sistemas de codificación y compresión de datos, mejores sistemas de control de errores, etc.

Nacido del CD, el DVD supone una evolución en el consumo de contenidos audiovisuales, gracias al desarrollo de técnicas que le permiten multiplicar su capacidad de almacenamiento por siete o catorce veces la de un CD convencional, con una calidad de contenido de audio y video comparable al original obtenido en un estudio profesional. Además se debe indicar que los lectores DVD son compatibles con el CD y todos sus formatos.

A pocos años después de su aparición, el DVD ya ocupa un lugar importante en el mercado de la electrónica de consumo, con más de ocho millones de reproductores vendidos y sobre los 15,000 títulos existentes en todo el mundo[1].

En el 10% de los hogares de los Estados Unidos (datos de Diciembre del 2000) se emplea el DVD-Video, esta cifra continúa incrementándose. Para el año 2003, se estima que más del 5% de los hogares europeos también dispondrán de estos aparatos. En 20 años el catálogo de películas en LaserDisc alcanzó los 10,000 títulos, mientras que en solo 5 años, el número de títulos de películas en DVD ha llegado a más de 15,000 lo que indica que este formato ha tenido acogida. En el mercado mundial ya existen más de 100 millones de discos DVD.

Por el momento el único inconveniente para una acogida total, es el precio de los equipos reproductores que oscila entre 200 y 500 dólares americanos, dependiendo de las marcas y de las prestaciones que dispongan. Los primeros reproductores DVD-Video, se comercializaban en más de 1,000 USD, estos precios siguen bajando según el mercado sigue creciendo, se predice que en un par de años, los precios se equipararán a los del VCR, y se estima para el año 2005 estén por debajo de los 150 USD.

Las películas en DVD-Video cuestan generalmente entre 10 y 30 dólares, según la calidad y las opciones que presenten. Los lectores DVD-ROM y kits de actualización para computadoras (figura 1.2) se venden entre 80 y 600 dólares, se espera que los precios bajen a los niveles del lector CD-ROM. Los discos DVD-ROM, son hoy en día, más caros que los discos CD-ROM, puesto que su fabricación es más compleja[2] y su mercado es más limitado. Pero una vez que los costos de producción caigan y la base instalada de lectores crezca, los discos DVD-ROM costarán casi lo mismo que los discos CD-ROM.

En el año 2000 se vendieron más de 46 millones de unidades de DVD-ROM en el mundo.

---

[1] Datos correspondientes a finales del año 2000. Fuente IDC: International Data Corporation
[2] Más información en el capítulo 2, numeral 2.4.7

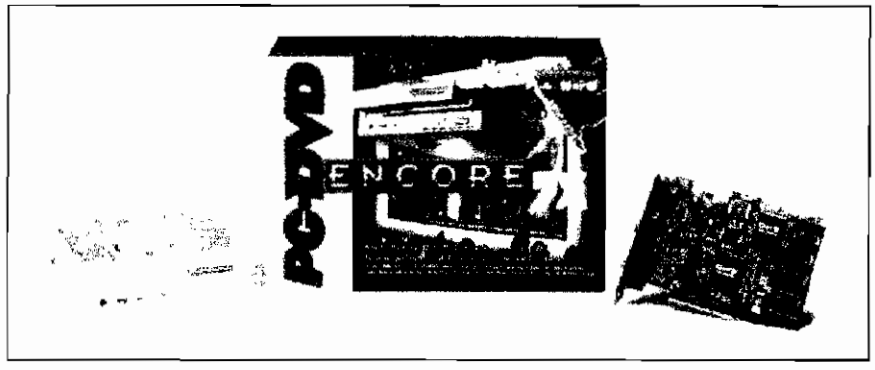


Figura 1.2: Kit DVD-ROM

Como información, la base instalada de lectores DVD-Video en los EE.UU. a mediados del año 2001 es cerca de 19 millones de reproductores. El DVD-ROM está reemplazando paulatinamente al CD-ROM en muchas computadoras, su desarrollo continuará según se necesiten mayores capacidades, y según el IDC (International Data Corporation), la tecnología DVD hará una transición gradual desde la tecnología de "solo lectura" a la tecnología del DVD grabable.

Actualmente las empresas requieren medios de almacenamiento con mayores capacidades para sus crecientes bases de datos, además cada día se acrecienta el interés por el universo multimedia, por lo que tanto en el ámbito doméstico como en el profesional, el DVD constituye una importante alternativa tecnológica.

1.2 HISTORIA DEL DVD

El disco compacto CD puede considerarse como predecesor del disco DVD, si bien existen importantes diferencias entre ambos formatos. Aún cuando los discos CD se utilizan ya desde 1982 aproximadamente, en el ambiente de la música y del buen audio, es el DVD quién proporciona por primera vez al usuario la oportunidad de alcanzar la mejor fidelidad tanto en audio como en video.

1.2.1 HISTORIA TEMPRANA DEL DVD.

1972: Philips y MCA presentaron un disco óptico con sonido y video analógico.

1978: Philips lanzó al mercado el VDP (Video Disc Player), también conocido como LV (LaserVision) o LD (LaserDisc), el cual es un disco óptico de 30 cm de diámetro, de doble lado y que contrariamente a la creencia popular, es enteramente analógico. Las versiones de velocidad lineal constante (CLV) pueden contener cerca de 60 minutos por lado y las de velocidad angular constante (CAV) unos 30 minutos por lado. Este formato ha madurado bastante desde su lanzamiento, en los años ochenta, el sonido digital fue añadido. Desde 1995, cada vez más de los LaserDiscs NTSC han incorporado además una pista de sonido Dolby Digital (AC-3).

1979: Philips mostró un disco óptico de 11.5 cm para audio digital con un muestreo de 14 bits a 44.05 Khz.

1980: Philips y Sony juntaron esfuerzos para crear el estándar *CD* (Compact Disc), el cual es un disco óptico de 12 cm para audio digital con un muestreo de 16 bits a 44.1kHz.

1981: RCA introdujo el CED (Capacitance Electronic Disc), también conocido como "SelectaVision". Fue un disco de 30 cm de diámetro y contenía 60 minutos de video y sonido analógico, por lado. La información fue codificada en ranuras sobre la superficie del disco, las que provocaban cambios de capacitancia detectados mediante un pequeño electrodo sostenido justo por encima de la superficie rotatoria. A pesar de los buenos resultados de encuestas y pruebas de campo y de los 500,000 equipos vendidos en 3 años, el formato fue retirado por RCA en 1984.

1982-1983: Sony y Philips presentaron el Disco Compacto o CD. Uno de los motivos del rápido éxito mundial de los discos compactos fue, además de su indiscutida calidad, la introducción en forma simultánea en todo el mundo de las normas para su fabricación y uso, desde el comienzo. Para el caso del casete de video, las normas no estaban estandarizadas al principio, motivo por el cual, el mercado estuvo dividido durante muchos años y se ofrecían diferentes formatos al público: El VHS y el Betamax, de los cuales predominó el primero de ellos. La

industria aprendió aparentemente la lección y al introducirse en 1982 el CD, las normas para este tipo de disco de lectura óptica estaban establecidas y en plena aplicación. Las especificaciones para este formato, conocido además como CD-DA (Digital Audio), quedaron fijadas en el Libro Rojo del CD.

1985: Se lanzó el CD-ROM (Read Only Memory), que sirve sólo para lectura. Este disco es usado para el almacenamiento general de datos y adicionalmente tiene mecanismos de corrección de errores. Puede guardar cerca de 650 MB, en comparación con los 742 MB del CD-DA. Este formato está especificado en el Libro Amarillo del CD.

1987: Se presentó el CD-V (CD-Video). Este disco debería ser considerado como un disco híbrido, ya que la parte más interna es como un CD-DA y en la parte menos profunda del disco, se almacena el video con el mismo formato analógico del LaserDisc. El CD-V se creó para incluir video musical en un CD. Con un reproductor estándar de CD se podía escuchar la música, pero con un equipo especial se podía además ver el video. Debido a su limitada capacidad, se realizaron versiones de 20 y 30 cm de diámetro. El formato se especificó en un Libro Azul. Luego este formato fue retirado. Otro Libro Azul se usó para describir al CD-EXTRA o "Enhanced Music CD" que fue lanzado en 1996, este formato también fracasó.

1988: Se lanzó el CD-R (Recordable). Es un formato grabable y está especificado en el Libro Anaranjado del CD.

1991: Se presentó el CD-I (Interactivo). Como indica su nombre, este disco fue diseñado para juegos y para presentaciones multimedia. Puede además contener video digital *MPEG*-1[3]. El formato está especificado en el Libro Verde del CD.

1993: En agosto se lanzó al mercado el Video-CD, es un disco compacto que puede guardar 60 o 70 minutos de video digital MPEG-1.

---

[3] MPEG (Motion Pictures Experts Group), sistema de compresión de video digital

El formato está especificado en el Libro Blanco del CD.

1993: Nimbus (fabricante de discos ópticos) presentó el "Double-Density CD" o CD de Doble Densidad. Es similar a un CD, pero con "*pits*"[4] más pequeños para poder almacenar el doble de datos. Debido a que la tecnología óptica ha progresado desde que se lanzó el CD, la mayoría de reproductores pueden leer el disco sin problemas. Nimbus propuso guardar en él, dos horas de video digital MPEG-1 y conectar la salida digital de un reproductor estándar a un decodificador MPEG separado. De esta manera se grabaría una película entera en el disco y el consumidor únicamente necesitaría comprar un decodificador barato. La empresa Philips, al ser propietaria de la patente del CD, no permitió la propuesta de este nuevo formato ya que podría generar a problemas de compatibilidad.

1.2.2 HISTORIA RECIENTE DEL DVD.

1994: Un comité de Hollywood define las características de las películas en CD. El DVD surgió tomando como base a dos formatos competidores:
El Super Disc (SD) y el CD Multimedia (MMCD).

1995: Se presentan el MMCD y el SD. El formato MMCD estuvo respaldado por Sony, Philips, y otros; mientras que el formato competidor SD estuvo respaldado principalmente por Toshiba, Matsushita, Time Warner y otros. Un grupo de compañías de computadoras liderados por IBM insistió en que los proponentes del DVD se pusiesen de acuerdo en un estándar único. Posteriormente el DVD resultará del acuerdo entre los dos campos en un solo estándar que reúna los requerimientos de todas las industrias involucradas. En Septiembre se anunció el formato combinado de ambos grupos, evitando por lo tanto, la confusión y repetición de gastos como en la batalla del VHS sobre Betamax o la del sonido *cuadrafónico*[5] de los años setenta. En Diciembre se realiza el acuerdo sobre el único formato estándar llamado DVD.

---

[4] Los "pits", son depresiones microscópicas en la superficie reflectiva del disco para representar a los datos.
[5] Sistema con 4 canales de sonido independientes, tanto para grabación como para reproducción, no tuvo un estándar definitivo por lo que no fue aceptado.

1996 Septiembre: Se publican las especificaciones de la versión 1.0 del DVD-ROM y del DVD-Video.

1996 Octubre: Se llegó a un acuerdo sobre la delineación del esquema de protección digital contra copia.

1996 Noviembre: Se vendieron en Tokio los primeros equipos DVD-Video.

1997 Marzo: Se lanzó el DVD en siete ciudades de los EE.UU.

1997 Agosto: El DVD estuvo disponible en todos los EE.UU.

1997 Octubre: El "Consorcio DVD" formado por las 10 empresas que desarrollaron este producto, expandió el número de miembros y se convirtió en el "Foro DVD". El Foro DVD es una asociación internacional que comprende a fabricantes de hardware, firmas de software, y otros usuarios del DVD. Este fue creado para que sus miembros puedan intercambiar y diseminar ideas e información acerca del formato DVD y de sus capacidades técnicas, mejoras e innovaciones.

1997 Diciembre: Se estableció la primera reunión general del Foro DVD con 120 miembros.

1998 Febrero: Se publicaron las especificaciones del DVD-Video versión 1.1 y del DVD-ROM versión 1.01.

1998 Marzo: El Foro DVD adopta al DVD-RW (Re-Writable) como un formato reescribible.

1998 Mayo: Se presentó el DVD en Europa Occidental. El Foro DVD anunció 7 nuevos miembros del Comité de Dirección del DVD.

1998 Junio: El Foro DVD publicó las especificaciones del DVD-Audio versión 0.9.

1998 Octubre: Se produjo el lanzamiento total del DVD en Europa. Un millón de equipos DVD-Video fueron vendidos en los EE.UU.

1998 Noviembre: Se lanzaron las especificaciones del DVD-R (Recordable) de 4.7 GB, que es un formato grabable una sola vez y las especificaciones del DVD-RAM versión 1.9.

1999 Abril: Se liberan las especificaciones de la versión 1.0 del DVD-Audio.

2000 Junio: El Foro DVD desarrolla un plan llamado "DVD Multi" para prevenir posibles conflictos entre los formatos DVD. El plan "DVD Multi" es diseñado para asegurar y mejorar la compatibilidad futura de los productos DVD. La certificación "DVD Multi" en una unidad DVD, significa que es compatible con los formatos DVD-R, DVD-RAM, y DVD-RW. La organización ha establecido los formatos DVD-Video, DVD-ROM, DVD-Audio, DVD-R, DVD-RW y DVD-Video Recording.

2000 Agosto: La empresa Hitachi presenta en Japón, la primera grabadora de video en DVD-RAM (DV-RX2000) y también la primera filmadora DVD-RAM (DZ-MV100). Estos productos son compatibles con los lectores de discos DVD-RAM. La filmadora utiliza al disco DVD-RAM 2.0 de 8 cm de diámetro y 1.46 GB. Se venden los primeros discos y reproductores DVD-Audio.

2000 Diciembre: Panasonic introdujo al mercado la grabadora de video en DVD, la DMR-E10.

1.2.3 ESTABLECIMIENTO DEL DVD EN EL MERCADO

Han pasado más de cinco años desde que el formato DVD se dio a conocer por primera vez. Durante los primeros dos años, el alto precio de los reproductores, el escaso soporte de software y la casi nula presencia de películas DVD, sirvieron

como excusa a los potenciales compradores para posponer la adquisición de un aparato de este tipo. En los siguientes dos años, todas estas trabas se han ido desmoronando una tras otra, el precio del hardware y del software DVD se equipararon al de su predecesor, el CD-ROM. Además el desarrollo de nuevos títulos de películas y software en DVD es creciente.

Las primeras ventas de reproductores DVD-Video y DVD-ROM, entre los años 1997 y 1998 no fueron tan elevadas como esperaban los fabricantes. Pues según las previsiones optimistas de compañías como Intel, Toshiba o Pioneer, durante estos dos años debieron haberse vendido, como mínimo dos millones de lectores DVD sólo en los Estados Unidos, pero la cifra apenas superó el millón de unidades. Sin embargo, esto es mucho mejor que el primer año de venta del CD-ROM, en el cual sólo se vendieron 300,000 unidades, pero solo un poco por debajo de lo esperado. Pese a ello, todo cambió en la Navidad de 1998, donde la tecnología DVD batió récords en todo el mundo.

En 1999, se asentó definitivamente el DVD. Los reproductores DVD-Video costaban un poco más que los reproductores VHS; para ese año ya existían más de 6,000 películas en todo el mundo, cuyo costo apenas superaba los 16.00 USD.

Los lectores DVD-ROM costaban casi igual que los lectores CD-ROM de buena calidad. Programas importantes como las enciclopedias "Encarta 99" y "Focus 99", o algunas aventuras gráficas como "Tex Murphy: Overseer", ya tenían su correspondiente versión en DVD, en ese año ya se disponía de más de 75 títulos en DVD-ROM y se anunciaron otros más en ese formato.

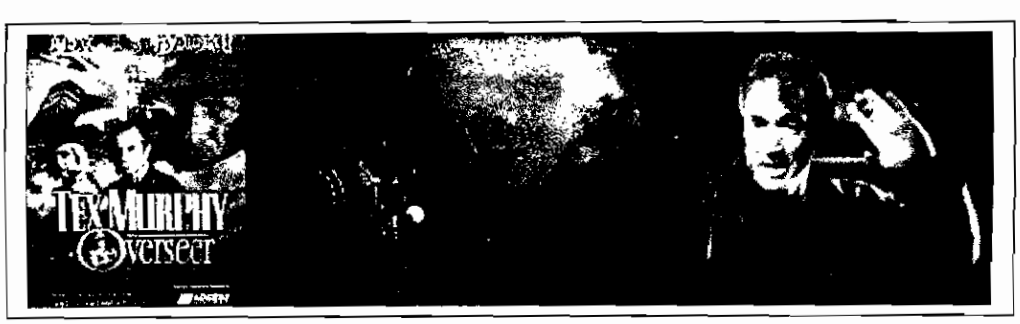


Figura 1.3: Imagen de unas escenas del juego "Tex Murphy"

Las escenas de video de los juegos DVD disponen de una calidad similar a la de una película convencional, como se muestra en la figura 1.3.

En la Figura 1.4 se indica una proyección optimista sobre la venta de unidades CD-ROM y DVD-ROM en ocho años a nivel mundial[6], en donde se señala que a mediados de 1999, las ventas de unidades DVD-ROM empiezan a superar a las de las unidades CD-ROM, luego a partir de esa fecha la producción de unidades CD-ROM decrece, mientras que la demanda de unidades DVD-ROM aumenta.

Actualmente en el mundo existe una base instalada de más de 170 millones de unidades DVD-ROM y DVD-Video, este dato es tomado de las estadísticas realizadas por la IDC.

Fabricantes de equipos electrónicos como Philips, Panasonic, Pioneer o Sony han frenado su producción de lectores de CD-ROM para dar prioridad al DVD.

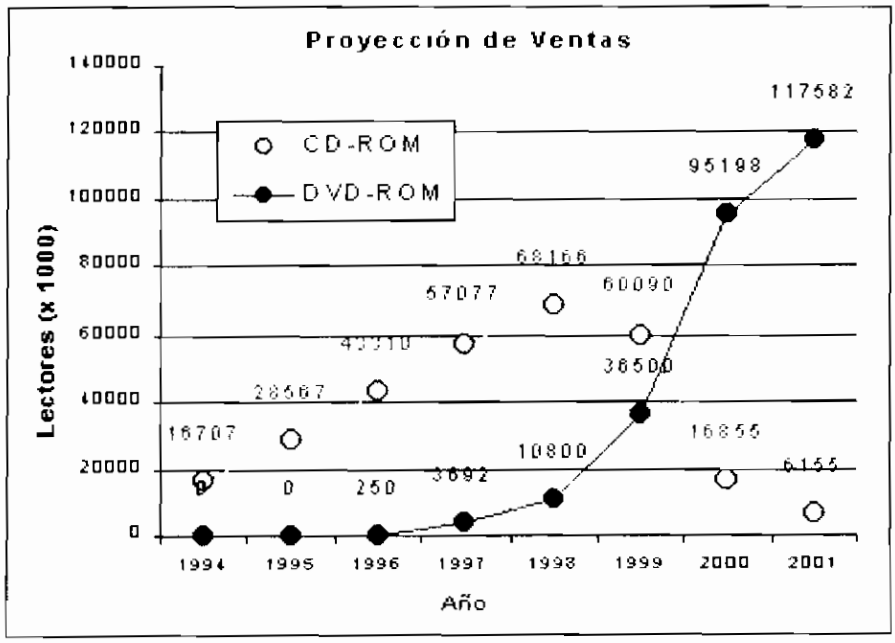


Figura 1.4: Proyección de ventas del CD-ROM y del DVD-ROM.

En la tabla 1.1, se muestra la cantidad de reproductores DVD-Video vendidos en los Estados Unidos por año y el número de titulos disponibles para DVD-Audio y

[6] Fuente IDC, corporacion que realiza proyecciones de ventas a nivel mundial

DVD-Video, los datos son de la *CEA*[7], empresa que realiza estadísticas de ventas en EE.UU. Los datos esta tabla fueron recopilados desde abril de 1997 hasta julio de 2001.

Año	Cantidad DVD-Video	# Títulos Audio y Video
1997	315,136	900
1998	1'089,261	3,000
1999	4'019,389	6,300
2000	8'498,545	10,000
2001	>5'103,806	No disponible

Tabla 1.1: Datos sobre la cantidad de reproductores DVD-Video vendidos cada año y los títulos disponibles, en los EE.UU.

La adopción de este nuevo producto aporta numerosas ventajas, tanto para las industrias informática y cinematográfica, como para los usuarios, por lo que no se puede retroceder. Actualmente, esta tecnología se ha extendido ampliamente por todo el mundo gracias al apoyo de importantes fabricantes de la industria electrónica, de hardware y software de computadoras y a los grandes estudios cinematográficos y musicales. Este soporte hizo que en apenas dos años después de su comercialización, el DVD represente el mayor éxito de ventas de la historia de la electrónica, ni siquiera el VHS experimentó semejante éxito en tan poco tiempo desde su introducción.

1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL DVD

1.3.1 EL DISCO VERSÁTIL DIGITAL

El DVD es un dispositivo de almacenamiento masivo de datos cuyo aspecto es idéntico al de un disco compacto, pero contiene hasta 26 veces más información y puede transmitirla a la computadora unas 9 veces más rápido que un CD-ROM. Los discos DVD, denominados también discos de Super Densidad (SD), tienen diferentes capacidades que van desde 4.7 gigabytes de datos o dos horas de video en discos de único lado y una sola capa, hasta 17 GB u ocho horas de

[7] CEA: Consumer Electronics Association

video en discos de doble cara y de doble capa. Si se reduce la resolución del video, el tiempo de reproducción aumenta.

Para almacenar tal cantidad de información, el DVD utiliza un láser de menor longitud de onda comparada con la del láser empleado en el CD convencional. Esta reducción de longitud de onda es necesaria para que el láser sea capaz de reconocer las marcas propias de un DVD, que son mucho más pequeñas y ubicadas con menor separación que las de un CD normal.

El DVD además protege la inversión de los consumidores del CD, ya que los lectores de DVD son capaces de reproducir todos los formatos existentes del CD, como son el CD-Audio, CD-ROM, etc.

La idea de los creadores del DVD, fue desarrollar una tecnología que remplazara por completo a la primera generación de discos ópticos, como son los: CD-Audio, Video-CD, CD-R, CD-ROM, CD-RAM y los LaserDisc.

El formato DVD provee una lista de nuevas características, que incluyen: múltiples pistas de sonido, video en varias *relaciones de aspecto*[8], subtítulos, diferentes versiones de una misma película en un mismo disco y control de censura. La figura 1.5, ilustra el uso de los formatos más conocidos del DVD.

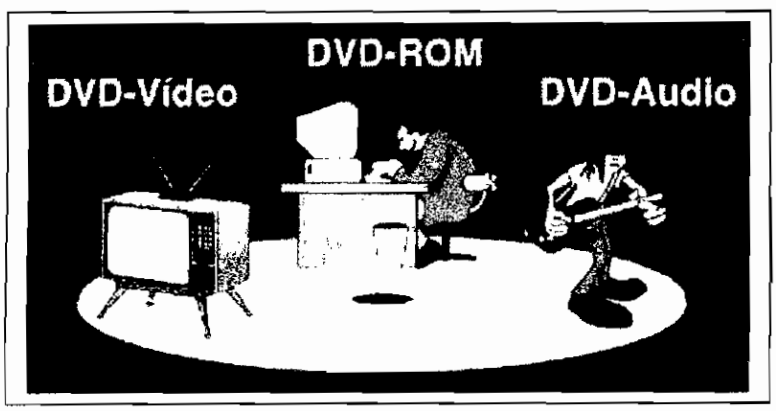


Figura 1.5: Formatos más conocidos del DVD.

[8] Formatos de pantalla 1.3 o 16:9

1.3.2 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL DVD

Las principales características de los formatos DVD son las siguientes:

- Las dimensiones físicas externas son idénticas a las del disco compacto.
- Es duradero ya que no se desgasta por la lectura, además no se altera por los campos magnéticos.
- Mantiene compatibilidad con el CD común, ya que todo hardware DVD puede reproducir CDs de audio y CD-ROMs.
- Tiene opciones de: capa única, doble capa, único lado y doble lado.
- Tiene gran capacidad de almacenamiento, 4.7 GB por capa y máximo 8.5 GB por lado.
- El DVD está diseñado para ser usado en video, audio y multimedia.
- Un solo disco DVD-Video puede almacenar películas completas con video de alta calidad.
- El DVD-ROM es creado para presentar aplicaciones mejoradas de multimedia y juegos.
- El DVD-Audio sirve para el almacenamiento de audio de la más alta calidad, con sonido envolvente, gráficos, video opcional y otras interesantes características.
- Todos los formatos usan un sistema común de archivos llamado UDF (Universal Disk Format).
- El DVD-Video incorpora protección digital y analógica contra copia.
- La familia DVD también tiene versiones grabables y reescribibles.

Características generales del DVD-Video:

- Ofrece una resolución horizontal de 500 líneas.
- Es compatible con las computadoras, a través de unidades DVD-ROM
- El sonido es Dolby Digital[9] (5.1).
- Permite un acceso rápido a los programas o capítulos.

[9] Más información en el capítulo 3.

- Puede presentar una misma escena vista desde múltiples ángulos de cámara, dependiendo de las características incorporadas a la película.
- Despliega subtítulos en hasta 32 idiomas y diálogos en hasta 8.

Tanto el hardware como el software del DVD-Video y del DVD-ROM están disponibles desde 1997. Las primeras versiones del DVD-R y del DVD-RAM aparecieron en 1998. Los discos y reproductores de DVD-Audio están disponibles desde la segunda mitad de 1999. Las versiones de mayor capacidad y otros formatos reescribibles empezaron a producirse después de 1999.

1.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL DVD

Se debe mencionar que desde el mismo instante de su concepción, se incorporan en el DVD dos tipos de protección contra el uso indebido:

- La protección temática según la edad del espectador y según el tema de la película grabada.
- La protección referente a un código regional impuesto por las empresas de filmación para mantener un control sobre la fecha de estreno de sus películas.

1.4.1 CONTROL PATERNO Y MULTICLASIFICACIÓN.

El DVD incluye características de control ya sea para seleccionar las diferentes versiones de una película en un mismo disco, como para bloquear total o parcialmente la lectura del disco, según el caso. En los lectores individuales o en las unidades incorporadas a una computadora, puede seleccionarse un nivel de restricción paterno usando los menús de configuración en pantalla. Si un disco con un nivel de censura superior al nivel de restricción seleccionado, se introduce en el lector, este no se leerá. En algunos casos, diferentes programas en el disco pueden tener diferentes clasificaciones. La configuración del nivel de restricción se puede proteger con una contraseña.

Además un disco puede ser diseñado para que se reproduzca una diferente versión de la misma película, dependiendo del nivel de control paterno que haya sido fijado en el lector. Sacando partido de la característica del salto sin parpadeo, las escenas censurables se saltan automáticamente o se reemplazan durante la lectura. Esto requiere que el disco sea cuidadosamente compuesto con escenas alternas y puntos de salto que no causen interrupciones o discontinuidades tanto en la trama como en la banda sonora. No hay un modo estándar de identificar qué discos tienen contenido con multiclasificación.

Desdichadamente, se han producido muy pocos discos con multiclasificación. Los estudios de Hollywood aparentemente no están muy convencidos de que exista una demanda suficientemente grande de discos con esta característica, como para justificar el trabajo extra que esto conlleva, como es: filmar escenas extra, grabar sonido extra, editar nuevas secuencias, crear puntos de salto, sincronizar la banda sonora entre los saltos, enviar nuevas versiones a la *MPAA*[10] para su clasificación (MPAA es el grupo de la industria del cine que determina las clasificaciones apropiadas para las películas), tratar con lectores que no manejan correctamente el salto por control paterno, etc.

Como ejemplo de discos con múltiple clasificación, se tienen a los siguientes títulos: "California", "Damage", "Embrace of the Vampire", "Poison Ivy" y "Species II". Como ejemplo de discos que usan saltos o ramificaciones *multi-historia*[11] para una edición especial o para un corte especial del director, se incluyen a: "Dark Star", "Stargate" versión 1999, "The Abyss", "Independence Day" y "Terminator 2" versión 2000. Una alternativa a la característica de control paterno, es usar una unidad DVD en una computadora con un software para reproducir DVDs, que pueda leer un archivo llamado "lista de reproducción" en el que se indica el lugar para saltar escenas o silenciar el audio. Estas listas pueden ser creadas para las miles de películas DVD que han sido producidas sin características de control paterno.

---

[10] MPAA: Motion Pictures American Association.
[11] Más información en: www.multipathmovies.com

Otra opción es el uso de "TV Guardián" o "Curse Free TV", que consisten de un aparato que se pone entre el lector DVD y la televisión para filtrar obscenidades y lenguaje vulgar. El dispositivo lee el texto en "*closed caption*"[12] y automáticamente silencia el audio y proporciona textos alternativos a esas palabras no correctas. Como información, el texto en "closed caption", puede ser visto mediante un televisor con un decodificador incorporado o separado. El "closed caption" puede ser incorporado en DVD, video cinta, transmisión de TV, o por televisión por cable.

1.4.2 ZONAS REGIONALES DEL USO DEL DVD.

Al adquirir un disco DVD, uno de los datos que se puede observar en la parte posterior de la caja, es la zona para la que es compatible la película.

Ante el lanzamiento del formato DVD, las productoras y distribuidoras de cine amenazaron con no usar el formato si no se ponían trabas a la exportación de películas. De esta manera se estableció un sistema de zonas, por las que una película comprada en una determinada región del mundo sólo pueda ser vista en un reproductor DVD que se haya fabricado para venderlo exclusivamente en esa misma zona.

1.4.2.1 División del mundo en regiones

El DVD, originalmente fue propuesto como un formato de video universal que podía ser transportado por todo el mundo sin tener que preocuparse por el tipo de televisión o reproductor.

En el caso de las cintas VHS, aparece el problema de que no se las puede comprar en diferentes partes del mundo debido a la incompatibilidad de los sistemas de video, pues grandes compañías cine han hecho que el mundo sea

[12] Closed Caption (CC), es un método estandarizado para codificar texto en una señal de televisión NTSC.

dividido por varios estándares de televisión como son: *NTSC*[13] usado en Norte América, en algunos países de América del Sur (entre ellos Ecuador) y en Japón; *SECAM*[14] en Francia, Rusia y paises de Europa Oriental; *PAL*[15] vigente en Alemania, España, Inglaterra e Italia, entre otros.

Las grandes industrias del cine empezaron a temer al DVD, pues al ser un medio digital, este no requiere usar diferentes estándares para que sea leído en varias regiones del mundo.

Por fines comerciales, los estudios cinematográficos necesitan controlar los estrenos locales en diferentes países ya que no son simultáneos, por ejemplo una película podría salir en formato de video en los Estados Unidos, cuando todavía es un éxito en los cines de Europa. Para esto, los estudios venden los derechos de difusión a los diferentes distribuidores extranjeros, garantizándose un mercado exclusivo. Además los estudios cinematográficos requieren que el DVD incluya códigos que se puedan usar para prevenir la reproducción de determinados discos en ciertas zonas geográficas. De esta manera las distribuidoras de cine se aseguran que por ejemplo, una película que salga en video en Estados Unidos no llegue a Europa antes de que se estrene en las salas comerciales de cine.

Como medida para proteger los intereses de los estudios de cine, la industria del entretenimiento ha hecho que el DVD se pueda leer sobre la base de un esquema de regiones. Para esto se ha dividido al mundo en 6 regiones o zonas que se pueden identificar en el mapa de la Figura 1.7, existen dos zonas adicionales, la una se emplea como reserva y la otra en situaciones especiales internacionales.

Sin embargo no todas las regiones fueron creadas con las mismas características, considerando que el 99% del mercado mundial de películas es generado en los Estados Unidos, país perteneciente a la región 1, todos los títulos de DVD-Video salen como región 1 y luego son transferidos a otras regiones. Sin embargo, no

[13] NTSC: National Television System Committee
[14] SECAM: Sequential Couleur Avec Memoire
[15] PAL: Phase Alternating Line

todos los títulos de la región 1 son transferidos a las otras zonas; incluso en algunos títulos, su contenido es modificado y en otros casos hasta se pierden algunos detalles que tienen los originales de la región 1, al ser transferidos a otras regiones. La región de los lectores y discos, se identifica con el número impreso en un plano del mundo (figura 1.6). Si un disco se lee en más de una región, este tiene más de un número en el mapa.

Figura 1.6: Logotipo de la región 4

El mapa del mundo queda distribuido de la siguiente manera:

Región 1: Canadá, Estados Unidos y sus territorios extra continentales, incluyendo a Puerto Rico.

Región 2 (NTSC): Japón

Región 2 (PAL): Europa, Groenlandia, Sudáfrica y Medio Oriente, se incluye a Egipto.

Región 3: Sudeste Asiático, Este de Asia (incluyendo Hong Kong).

Región 4: América Central, México, Sudamérica y el Caribe, Australia, Nueva Zelanda e Islas del Pacífico Sur.

Región 5: Territorios cubiertos por la antigua Unión Soviética, África, India, Corea del Norte y Mongolia.

Región 6: China.

Región 7: Reservado.

Región 8: Situaciones internacionales especiales (aviones, cruceros, etc.)

Aunque Japón y Europa pertenecen a la Región 2, los títulos japoneses trabajan en norma NTSC, y los europeos en PAL.

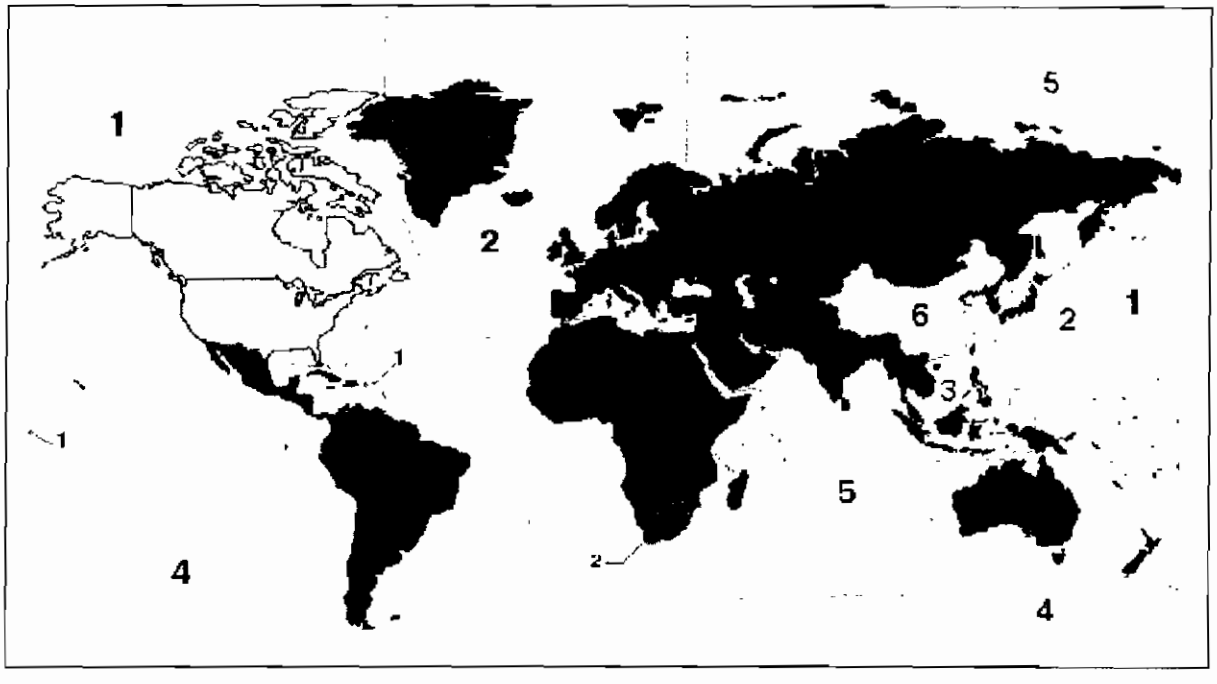


Figura 1.7: Zonas regionales[16] de uso del DVD.

1.4.2.2 Códigos regionales

Cada lector tiene un código de la zona en la que es vendido. El lector se niega a leer discos que no están permitidos en esa región, esto quiere decir que algunos discos comprados en un país no podrían leerse en lectores comprados en otro. El mayor uso de los códigos regionales es en el terreno cinematográfico, con el fin de evitar el pirateo mundial de los discos. Cada disco DVD es fabricado para una zona geográfica particular y sólo en determinados casos, para más de una.

[16] El mapa aparece en la página: http://www.unik.no/~robert/hifi/dvd/world.html

Cada región cuenta con un código único de identificación para impedir la exportación de un DVD de una región a otra.

La codificación regional es opcional para los dueños del contenido de los discos DVD, ya que ellos pueden elegir su utilización. Si desean que el disco se pueda reproducir en cualquier zona, utilizan la zona 0 para designar al disco como "sin código", estos discos permiten leer su contenido a cualquier reproductor de cualquier país. Este tipo de discos se emplean para videos musicales, conciertos, documentales, cursos, etc. Los DVD-Audio no se rigen por este sistema.

Los códigos regionales se aplican únicamente a las películas DVD-Video, y afortunadamente no a los discos DVD-Audio ni a los DVD-ROM que contengan software de computadora.

Algunos estudios originalmente anunciaron que solamente los estrenos tendrían códigos regionales. Los códigos regionales son parte permanente del disco y no se desbloquearán después de un período de tiempo.

Los reproductores comprueban el código regional del disco y lo comparan con el suyo. Si coinciden, el reproductor muestra el contenido, si no, el reproductor no leerá el disco y mostrará un error de zona.

El código regional no es un sistema de cifrado, es un byte de información del disco, en el que se almacena el código de zona. De este byte, los primeros 6 bits se usan para identificar las zonas geográficas, un bit para cada zona, como se indica en la tabla 1.2, los dos bits restantes se usan para fines especiales.

Así, para un DVD de la zona, 4 el valor del byte es 8. Un DVD que tenga el valor 20 en ese byte podrá reproducirse en lectores tanto de la zona 3 como de la 5 (ya que 20 = 10100 binario). Un DVD que se pueda reproducir en todas las zonas tendrá valor 0 ó 63.

ZONA	VALOR BINARIO	VALOR DECIMAL
1	00000001	1
2	00000010	2
3	00000100	4
4	00001000	8
5	00010000	16
6	00100000	32
7	01000000	64
8	10000000	128

Tabla 1.2: Contenido del byte para codificación de las zonas.

En el reproductor, el código regional se puede configurar a conveniencia del fabricante, pero siempre debe seguirse un estricto procedimiento después de leerlo de la memoria para asegurar la compatibilidad.

En el directorio raíz de todos los discos DVD-Video existe un archivo llamado "*VIDEO_TS.IFO*[17]", el cual contiene información importante entre la que se encuentra el código de zona.

Ya que existen sistemas para engañar a los lectores de DVD y cambiarles el código de zona que traen de fábrica al valor 0 para que puedan leer todos los discos, algunas productoras han incluido en sus películas un programa en el archivo "VIDEO_TS.IFO" que averigua la zona del reproductor y si encuentra que es la zona 0, sabrá que ese valor ha sido modificado y se obtendrá un error de zona incorrecta desde el disco en lugar del reproductor. Esta es una de las medidas para frenar la distribución de DVDs entre diferentes países. Así se tiene que algunos discos como los de las productoras Buena Vista, Touchstone, Miramax, MGM, Universal y Polygram incluyen este código de programa para detectar la región correcta, estos discos no se leen en lectores "sin código" (code free) o de región 0.

[17] Más información en el Capítulo 3.

Las personas que realizan estas modificaciones no se han rendido a este inconveniente y han ideado un aparato para incorporarse en algunos lectores que primero leen el código de zona del disco y mediante este elemento adaptan automáticamente al reproductor a esa zona. La productora Warner, para detectar también a estos reproductores modificados, deja que todas las comprobaciones las haga el disco. El disco viene codificado para la zona 0 por lo que el reproductor modificado o no, lee el disco. Luego un programa comprueba el código de zona que tiene el lector en ese momento (que será real si el lector no ha sido modificado por cualquiera de los dos métodos mencionados) y si este es 0, detiene la reproducción. De esta manera, los aparatos equipados con el sistema de auto detección no pueden saber a que zona pertenece el disco.

Las unidades DVD-ROM, también buscan primero los códigos de la región antes de reproducir un DVD-Video. Existen unidades DVD-ROM que permiten cambiar el código regional hasta unas cinco veces, una vez que se ha alcanzado el límite, el valor del código no puede cambiarse a menos que el fabricante o vendedor resetee al lector. Estos lectores tienen un control para la reproducción regional llamado "RPC2" (Regional Playback Control phase 2), existe una utilidad llamada "Drive Info" que indica si la unidad tiene el control RPC2, la utilidad "Drive Info" e información sobre las restricciones regionales se ofrecen en Internet en páginas como: Visual Domain y DVD Infomatrix.

Todos los discos de una zona, se podrán reproducir en los lectores de esa zona que no hayan sido modificados. Las *modificaciones*[18] de los lectores, aunque posiblemente no son ilegales, implican riesgos al equipo, además siempre existirán sistemas de protección más eficaces por parte de las productoras.

Muchas personas consideran que los códigos regionales son una restricción ilegal de comercio, pero no ha habido todavía casos legales que confirmen esto.

[18] Información sobre las modificaciones y reproductores sin código en http: // www. brouhaha.com/ ~eric / video/dvd/; Code Free DVD, etc.

1.5 EL DVD CON RELACIÓN AL CD, LD, VIDEO-CD Y AL VCR.

1.5.1 EL DVD EN RELACIÓN AL CD.

El disco óptico de 12 cm de diámetro, ya es líder tanto en audio (CD-DA) como en multimedia e informática (CD-ROM), pero tenía problemas con las imágenes en movimiento (cine, video, gráficos animados en 3D, etc.).

La digitalización de imágenes en movimiento con buena calidad y a pantalla completa, requiere de mucha capacidad de almacenamiento del disco, y los 650 MB de un CD-ROM no son suficientes como para poder almacenar una película de largometraje. Este era un reto y los creadores del DVD lo afrontaron, proponiéndose dos metas principales:

1. Conseguir mayor capacidad en el disco, creando pistas de datos más estrechas y posibilitar la lectura en doble capa y a doble cara.

2. Utilizar sistemas de compresión más eficientes.

Con estos requerimientos se pueden almacenar hasta 133 minutos de video y audio de alta calidad en un DVD de 4.7 GB, incluyendo gran cantidad de características adicionales.

Al cumplirse el primer objetivo, se ha dotado al disco óptico, de la capacidad suficiente para contener una película de cine. Así se tiene una gama de discos DVD para diferentes aplicaciones, compuesta por: DVD-Video, DVD-ROM y DVD-Audio. Cada uno de ellos con ventajas para un sector específico.

De la forma más simple, un disco DVD es un CD de alta densidad de datos. Externamente estos discos son similares, pero microscópicamente en el DVD las depresiones para almacenar la información son más pequeñas y por consiguiente más numerosas en una misma área. La Figura 1.8 permite comparar el aspecto físico de estos dos discos ópticos.

En el capítulo 2 se analizan las especificaciones técnicas del DVD en base al CD, puesto que el DVD es una mejora al CD.

Figura 1.8: Aspecto físico externo del DVD y del CD.

Las unidades DVD-ROM de la actualidad leen todos los formatos del CD, esto es beneficioso ya que casi todas las aplicaciones están disponibles en CD-ROM. En 1998, el 13% de los títulos de software ya estaba en DVD, este valor sigue incrementándose.

Pero, para muchas personas no existen razones lo suficientemente poderosas como para abandonar el antiguo formato de CD-ROM y por otra parte como las unidades DVD-ROM pueden también leer CD-ROMs, muchas compañías optan por ahorrarse los gastos adicionales que implica prensar sus productos en ambos formatos. Aunque la capacidad de almacenamiento es el lado fuerte del DVD, algunos fabricantes de software prefieren poner sus productos en CD antes que cambiarse al DVD, aunque requieran usar varios discos.

Además muchas aplicaciones previstas originalmente para el DVD-ROM, entre ellas el almacenamiento de gigantescas bases de datos, como los directorios telefónicos nacionales o el software de mapas, han decidido asentarse mejor en la Web.

Sin embargo, muchos títulos útiles han migrado hacia el DVD-ROM. Por ejemplo *DeLorme Software* ofrece sus aplicaciones de mapas y datos geográficos como: "Topo USA 2.0", "Xmap Business", y "Eartha Global Explorer", tanto en DVD como en CD-ROM. La edición en DVD de la colección completa de "National Geographic" consistente de la compilación de cada una de las páginas de cada uno de los números de todas las revistas que han sido impresas desde el comienzo, ocupa solo 4 discos, mientras que la versión en CD-ROM requiere 31 discos (figura 1.9).

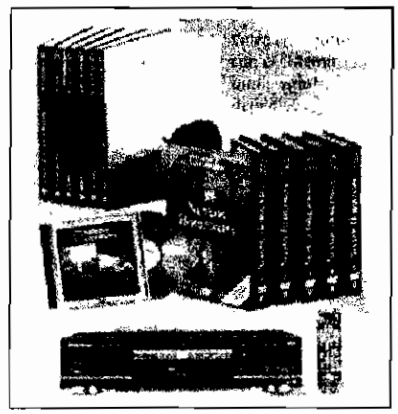


Figura 1.9: Compilación de National Geographic en DVD

Además la empresa de software *Interplay*, ya ofrece muchos de sus más extensos juegos en formato DVD. Los programas diseñados para DVD-ROM son aquellos títulos que requieren gran cantidad de espacio, como son los juegos, enciclopedias o programas multimedia con secuencias de video de alta calidad o abundantes animaciones, bandas sonoras de calidad cinematográfica, etc. Con la ventaja adicional de que se tiene menor número de discos que manipular.

Los fabricantes están adoptando la nueva tecnología pues todas las grandes compañías de ordenadores personales incluyen lectores DVD-ROM en su serie de productos, incluso en algunos de la gama más popular. Empresas como IBM y Compac, incluyen en algunos modelos de computadores portátiles de alta gama, lectores DVD-ROM y tarjetas descompresoras MPEG-2, facilitando a los clientes exigentes, todas las posibilidades multimedia que ofrece el DVD-Video.

Después de 1999, las ventas de unidades de DVD-ROM han empezado a superar a las del CD-ROM. Grandes empresas de duplicación de VHS y CD han realizado millonarias inversiones para adaptar sus plantas de estampado a este nuevo formato, lo que indicaría que es un camino sin retorno.

En síntesis, las principales ventajas del DVD sobre el CD son: la capacidad de almacenamiento de información y la velocidad de transmisión de los datos, como se indica a continuación:

- El DVD tiene mayor capacidad de almacenamiento, de 4.7 GB a 17 GB frente a los 700 MB del CD.
- La velocidad de transferencia del DVD es mayor a la del CD, de 11 Mbps frente a 1.4 Mbps del CD.

1.5.2 EL DVD CON RELACIÓN AL LD (LASERDISC)

A continuación se indican algunas características tanto del DVD como del LD:

- **Opciones:** El DVD tiene las mismas opciones básicas del LD tipo CLV (exploración, pausa y búsqueda) y del LD tipo CAV (congelado y cámara lenta), pero añade opciones como la elección de la trama, múltiples ángulos de cámara, control paterno, menús en la pantalla, interactividad, etc. Algunas de estas características no están disponibles en todos los discos.

- **Capacidad**: Los discos DVD de única capa almacenan más de 2 horas de video, los de doble capa más de 4 horas, mientras que los discos LD con velocidad CLV almacenan una hora por cara y se denominan de reproducción extendida. El disco LD con velocidad CAV almacena media hora por cara y es conocido como de reproducción estándar. Un LaserDisc CAV puede almacenar 104,000 imágenes estáticas. El DVD puede almacenar miles de imágenes estáticas con texto, acompañadas de muchas (cientos) horas de audio.

- **Conveniencia**: Una película entera cabe en un lado de un disco DVD, así que no hay necesidad de cambiar la cara del disco. Los DVDs son más pequeños y fáciles de manejar que los LDs. Los lectores DVD pueden ser portátiles, similares a los lectores de CD. Los discos se pueden enviar fácilmente y a buen precio por correo. Por otro lado, el LaserDisc tiene una cubierta más grande que permite mejores diseños y textos.

- **Ruido:** La mayoría de los lectores LD hacen un ruido chirriante que puede escucharse en tramos silenciosos de la película, mientras que la mayoría de los lectores DVD son tan silenciosos como los lectores de CD.

- **Audio:** El LD tiene mejor calidad en sonido no comprimido grabado en Dolby Surround. El DVD tiene mejor calidad de audio en Dolby Digital o en aplicaciones de solo música. El LD tiene 2 pistas de audio: una analógica y otra digital, en cambio el DVD tiene hasta 8 pistas de audio.

  El LD usa audio *PCM*[19] con muestras de 16 bits a 44 Khz. Mientras que el DVD usa audio LPCM con muestras de 16, 20 o 24 bits a 48 o 96 Khz. El sonido envolvente usado en el LD es en Dolby Surround, Dolby Digital y DTS (términos indicados en el Capítulo 3). El DVD usa sonido envolvente en el mismo sistema Dolby Digital pero a mayor velocidad (448 Kbps) para mejor calidad y puede opcionalmente incluir DTS (a 1536 Kbps en lugar de los 1411 Kbps del LD).

  Los reproductores DVD pueden convertir sonido de Dolby Digital a Dolby Surround, mediante un proceso llamado "*downmix*[20]", resultando en un sonido de menor calidad que el del Dolby Surround original del LD.

- **Video:** EL DVD generalmente tiene mejor calidad de vídeo. El LD sufre degradación propia del almacenamiento analógico, en la señal de video compuesto tanto NTSC como PAL. El DVD usa video digital, y aunque está

[19] PCM: Pulse Code Modulation; LPCM: Linear PCM.
[20] Proceso que convierte el sonido digital envolvente de 5.1 canales a sonido analógico de 2 canales (estéreo)

fuertemente comprimido, cuando está correctamente codificado es virtualmente indistinguible del máster de estudio. Se debe tomar en cuenta que los televisores normales son de calidad insuficiente como para poder mostrar muchas de las diferencias entre el DVD y el LD.

Los equipos de cine doméstico ("home theaters") o los televisores de alta definición HDTV, son necesarios para aprovechar totalmente esta mejora en calidad. La respuesta final en cuanto a la calidad del DVD y del LD se dará al compararlos cara a cara y al formarse su propia opinión, con las características indicadas el DVD puede ser mejor al LD.

- **Resolución:** En términos numéricos, el DVD tiene 345,600 píxeles (720x480), lo cual es 1.3 veces la resolución del LD con 272,160 píxeles (567x480). El DVD en modo panorámico tiene 1.7 veces los píxeles del LD en formato cine.

  Las líneas de resolución horizontal son aproximadamente 500 para el DVD, 425 para el LD.

- **Legado de Discos:** Hay miles de películas en LaserDisc que probablemente no aparezcan en DVD.

- **Disponibilidad:** Los lectores y los discos DVD están disponibles para compra y alquiler en muchos lugares y en la Internet, pero los discos y lectores LaserDisc están volviéndose difíciles de encontrar.

- **Precio:** Los lectores DVD son más económicos que el más módico de los lectores LD, y el éxito del DVD-ROM inevitablemente hará que el precio baje hasta el nivel de los lectores de CD-ROM, por debajo de los 100 USD. La mayoría de las películas en DVD cuestan menos que en LD.

- **Restricciones:** Para quienes viven fuera de los EEUU, la codificación por regiones es una desventaja definitiva para el DVD. Para ciertas personas la protección de contra copia llamada Macrovisión es muy incómoda. El

LaserDisc no tiene protección contra copia y no tiene diferencias regionales mas que el PAL y el NTSC.

1.5.3 EL DVD EN RELACIÓN AL VIDEO-CD

Cerca de los dos tercios de los reproductores DVD-Video pueden leer los Video-CDs, por ejemplo los modelos de Panasonic, RCA, Samsung y Sony. Ser compatible con el Video-CD no es un requerimiento de las especificaciones del DVD, pero esto puede darse ya que cualquier decodificador MPEG-2 puede decodificar también MPEG-1 del Video-CD. Además todas las unidades DVD-ROM con el software correcto, pueden leer Video-CDs.

El Video-CD propuesto por JVC y Philips, es un disco que puede almacenar de 72 a 74 minutos de video y audio digital (de dos canales), usando un decodificador MPEG-1. El Video-CD o VCD, ofrece una resolución de 325 x 240 píxeles en NTSC y 352 x 288 en PAL, resoluciones menores a las que permite el DVD (720x480).

El Video-CD no debe confundirse con el antiguo formato "CD-Video" (o CD-Single), que fue una implementación del CD para guardar 5 o 6 minutos de video analógico y cerca de 20 minutos de audio, venía en formatos de 20 y 30 cm de diámetro. Aunque es considerado obsoleto, algunos reproductores DVD multifunción, pueden soportarlo.

1.5.4 EL DVD EN RELACIÓN AL VCR (VHS)

Los reproductores DVD-Video y las unidades DVD-ROM ofrecen imágenes de una claridad y cantidad de detalles que sobrepasan con creces a las de un VCR, lo que hace a estos discos una amenaza para las cintas de video, hasta hace muy poco reinas del mercado.

El DVD-Video desplazó al LaserDisc, a los Video-CDs, y posiblemente en el futuro a las cintas VHS. Un desarrollo de casi diez años a permitido a este disco ofrecer una calidad de imagen superior a cualquier otro formato, con una serie de

especificaciones que permiten almacenar hasta 8 horas de video en alta definición, con subtítulos en hasta 32 lenguajes diferentes y hasta 8 pistas para audio en diferentes idiomas. Además se pueden tener extras como: Avances de los futuros estrenos, entrevistas a los protagonistas y muchas de otras posibilidades, como incluir video en formato panorámico 16:9 y en el formato estándar de televisión 4:3, en el mismo disco.

La evolución del DVD con respecto a la cinta VHS se puede comparar con el avance que supuso la invención del CD con respecto a la cinta de audio, el DVD no requiere rebobinaciones.

El VHS cuenta con 275 líneas de resolución horizontal mientras que el DVD con 500. Una de las ventajas del DVD es su carácter progresivo, con lo que podrá alcanzar hasta un máximo de 1,080 líneas de resolución en el futuro.

Se podría copiar una película DVD a una cinta analógica de video, pero se degradaría la excelente imagen digital del DVD, especialmente se perderían los menús interactivos y otras interesantes características, pero si aun así se desea hacer esto, se deberían conectar las salidas de audio y video del reproductor a las entradas de audio y video del VCR, y después grabar la imagen del disco en la cinta, sin embargo luego de esto se descubrirá que en la mayoría de las veces la cinta resultante mostrará una imagen mutilada que es imposible de verla, esto se debe al sistema de protección contra copia del DVD, llamado *Macrovisión*[21], el cual se ha diseñado para evitar que se realicen este tipo de copias.

Los VCRs superaban al DVD en cuanto a la capacidad de grabación de video, ya que inicialmente el DVD no permitía la grabación de video, únicamente la grabación de datos para computadora. Pero actualmente ya existen formatos grabables para video o televisión, lo que hace al DVD técnicamente superior al VHS en todos los campos. Sin embargo será necesario un tiempo antes de que los precios desciendan al costo de los VCRs, incluyendo también la reducción de

[21] En el Capítulo 3

los costos de fabricación. Como ejemplo de unidades que graban video, se tiene al equipo "DVD-RAM Video" de Panasonic, llamado DMR-E10, que permite excelente calidad de grabación y es capaz de realizar edición digitalizada, pero su precio es prohibitivo: 3,995 USD.

Si el DVD es un éxito comercial, podría reemplazar muchos VCRs dentro de unos pocos años. A continuación se indican algunas características de los formatos mencionados:

Parámetro \ Formato	DVD-Video	LaserDisc	Video-CD	VHS
Resolución	500 líneas	425 líneas	352 líneas	270 líneas
Audio	AC-3 y DTS	Dolby Digital	MPEG-1	Pro-Logic
Capacidad	8 horas	2 horas	2 horas	4 horas
Precio de reproductores en USD.	300	500	250	150
Precio por película en USD.	20	35	25	10
Tamaño	12 cm diámetro	30cm diámetro	12cm diámetro	18.8 x 10.3 x 2.5 cm
Películas disponibles	15,000	10,000	3,000	>30,000
Formatos de pantalla	16:9 y 4:3	16:9	16:9[22]	4:3[23]
Grabable	No	No	No	Si

Tabla 1.3: Tabla comparativa de los diferentes formatos de video.

[22] Formato panorámico de pantalla.
[23] Formato normal de televisión.

CAPÍTULO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

2.1 REFERENCIA DE LAS ESPECIFICACIONES.

Los primeros estándares y especificaciones oficiales del DVD se desarrollaron y emitieron por el *Consorcio DVD*, propietario de la marca registrada "DVD".

Figura 2.1 Logotipo DVD

2.1.1 EL FORO DVD Y LOS GRUPOS DE TRABAJO.

2.1.1.1 El Consorcio DVD.

El Consorcio DVD es el grupo industrial que desarrolló en 1995 las especificaciones del DVD, inicialmente estuvo conformado por diez compañías:

1. Hitachi
2. JVC (Japan Victor Company)
3. Matsushita (Compañía progenitora de Panasonic en EE.UU.)
4. Mitsubishi
5. Philips
6. Pioneer
7. Sony
8. Thompson
9. Time Warner
10. Toshiba

El Consorcio DVD requirió varios miembros para realizar grandes contribuciones de capital, con el fin de desarrollar el formato. Ahora admite nuevos miembros y continúa trabajando en las especificaciones. Además a través de sus miembros (principalmente Philips, Thompson y Toshiba), autoriza el uso de las especificaciones del DVD.

La mayoría de los miembros del Consorcio apoyan las especificaciones aprobadas del DVD, sin embargo algunos miembros siguen trabajando en otras

opciones técnicas no apoyadas por el Consorcio DVD.

2.1.1.2 El Foro DVD.

En Mayo de 1997, el Consorcio fue reemplazado por el Foro DVD (DVD Forum). Siete nuevos miembros han sido añadidos a los diez miembros originales, para formar el Comité de Dirección del DVD. Estos nuevos miembros son:

- IBM Corporation
- Industry Technology Research Institute of Taiwan
- Intel Corporation
- LG Electronics
- NEC Corporation
- Samsung Electronics
- Sharp Corporation

El Foro DVD se ha extendido para incluir a otras compañías involucradas con el DVD, ahora tiene alrededor de 220 miembros, el 12% de los cuales está en Europa. Las Reuniones Generales del Foro DVD tuvieron lugar inicialmente en Diciembre de 1997 y luego en Febrero de 1999 en Tokio. El Foro permite la membresía a todos los involucrados con la industria del DVD, así las tecnologías de encriptado (elaboradas por Matsushita), protección contra copia (*Macrovision*[1]) y otras tecnologías desarrolladas por el Consorcio, generalmente son autorizadas sin costo a fabricantes de hardware DVD. Otros fabricantes deben pagar por estas tecnologías, las especificaciones del DVD están disponibles por Toshiba a un costo de 5,000 USD bajo un estricto acuerdo de no-revelación y otras limitaciones de uso.

Existen dos categorías de miembros del Foro DVD:

- *Miembros Principales* o de categoría 'A', son quienes pueden votar en las reuniones generales.
- *Miembros Asociados* o de categoría 'B', los cuales pueden asistir pero no votar en las reuniones generales, por ejemplo la empresa Disctronics.

[1] Más información en el Capítulo 3.

2.1.1.3 Grupos de Trabajo del Foro DVD

El Foro DVD mejora y respalda las especificaciones, describe los varios estándares y lleva a cabo otros trabajos relacionados en apoyo a los formatos DVD. Esta tarea es realizada por los grupos de trabajo que se indican a continuación:

GRUPO (WG)	COMPAÑÍA LÍDER	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.	VERSIÓN VIGENTE Y FECHA
1	Toshiba	DVD – Video Crear el formato y desarrollar subconjuntos y extensiones para otros usos tales como DVD - RAM, DVD - R y HDTV.	1.11 (Mayo 1999)
2	Pioneer	DVD – ROM Crear las especificaciones físicas para los discos DVD de solo lectura.	1.02 (Septiembre 1999)
3	Matsushita	Sistema de Archivos Crear el sistema de archivos para los discos DVD	–
4	JVC	DVD – Audio Crear un formato, que cumpla con los requerimientos de la industria musical para audio de alta calidad.	1.0 (Abril 1999)
5	Hitachi	DVD – RAM Crear las especificaciones físicas para el formato de disco DVD reescribible.	2.0 (Octubre 1999)
6	Pioneer	DVD – R Crear las especificaciones físicas para el disco DVD grabable DVD - RW Crear las especificaciones físicas para el disco DVD regrabable	1.9 (Nov. 1999) 0.9 (Oct. 1999)
9	Toshiba	Protección contra Copia Ayudar al Grupo Técnico de Trabajo de Protección de Copia (CPTWG)	--
10	Pioneer	Uso Profesional Crear el formato de aplicación para el uso industrial y de difusión del DVD	--

Tabla 2.1: Grupos de trabajo DVD

Los grupos 7 y 8 están pendientes.

2.1.2 PANORAMA GLOBAL DE LOS LIBROS DVD

Las especificaciones técnicas del DVD están contenidas en cinco libros etiquetados desde la letra A hasta la E, estos se publican por el Foro DVD. Por otro lado, las especificaciones del CD se contienen en libros identificados mediante colores.

El Libro A, contiene las especificaciones para el DVD-ROM usado en aplicaciones

de solo lectura. El Libro B, contiene las especificaciones para el DVD-Video. El Libro C, contiene las especificaciones del DVD-Audio. El Libro D, contiene las especificaciones para el DVD-R (Recordable) o DVD-WO (Write Once), usado en aplicaciones de única escritura y muchas lecturas. El Libro E, tiene que ver con las especificaciones del DVD-E (Erasable) borrable o reescribible, aquí se incluye al DVD-RAM que es un formato de alta capacidad de reescritura. Además para el caso del DVD-Video y del DVD-Audio, existe una especificación en la capa de aplicación, la que define el software de aplicación y las funciones incorporadas en los reproductores de video y/o audio.

Los tres tipos de DVD: Video, Audio y ROM, se construyen sobre las mismas especificaciones físicas y sobre el mismo sistema de archivos. Se debe observar que el DVD-Video incluye audio multiplexado en el mismo instante de tiempo en que se presenta el video. El sonido del DVD-Audio, se codifica de diferente manera a la codificación de audio del DVD-Video.

LIBRO	NOMBRE	PARTE 1: ESPECIFICACIONES FÍSICAS	PARTE 2: SISTEMA DE ARCHIVOS	PARTE 3: APLICACIÓN	VERSIÓN
A	DVD-ROM	Formato físico para solo lectura	UDF- Bridge (M-UDF + ISO 9660)	No definida, depende del uso	1.01
B	DVD-Video	Formato físico para solo lectura	UDF-Bridge	Video MPEG-2 para peliculas, etc.	1.1
C	DVD-Audio	Formato físico para solo lectura	UDF-Bridge	Audio de alta calidad	0.9
D	DVD-R	Formato físico del disco para única escritura	UDF	No definida	1.0
E	DVD-RAM	Formato físico del disco reescribible	UDF	No definida	1.0

Tabla 2.2: Libros DVD

Nota:

- "Bridge" (puente), es un término que denota el enlace de una especificación con otra. En el libro B, un puente enlaza los formatos UDF con ISO 9660.
- Se están desarrollando las especificaciones físicas para la versión de láser azul para los libros A, D y E.
- *UDF*[2] : Formato Universal de Disco

[2] Ver el numeral 2.2.7

2.1.3 UNIDADES Y NOTACIÓN

Bit "b", es la abreviación de dígito binario en inglés ("binary digit"), puede valer 1 o 0 lógico, se lo usa generalmente para expresar velocidades de transmisión en bits por segundo (bps). El Byte "B" tiene 8 bits, se usa principalmente para hablar sobre capacidades de almacenamiento y tamaños de archivos, también se usa para indicar velocidades en bytes por segundo (Bps).

Se debe aclarar que los Gigabytes aplicados a la tecnología DVD, no corresponden exactamente con los Gigabytes informáticos, ya que los primeros utilizan múltiplos de 1000 = 10^3: K = 1000, M = 1000^2, G = 1000^3, mientras que en informática se utilizan múltiplos de 1024 = 2^{10}: K = 1024, M = 1024^2, G = 1024^3. Por ejemplo, los 4.7 GB de un disco DVD equivalen a 4.38 GB informáticos. Se usarán las dos nomenclaturas con sus respectivas aclaraciones, aunque la primera es muy utilizada por los fabricantes.

La constante de transformación de GB del DVD (GB_{DVD}) a GB informáticos (GB_{INF}) se calcula así:

$$\frac{1000^{3}}{1024^{3}} = \frac{1}{1.024^{3}} = 0.931$$

De igual manera se calcula la constante de transformación de MB_{DVD} a MB_{INF} resultando: $1/\ 1.024^2 = 0.954$, y así.

Por lo tanto:

$GB_{INF} = GB_{DVD} * 0.931$

$MB_{INF} = MB_{DVD} * 0.954$

$KB_{INF} = KB_{DVD} * 0.977$

Por ejemplo, no se podría grabar 4.7 GB_{INF} en un DVD de 4.7 GB_{DVD}, ya que este en realidad almacena 4.38 GB_{INF}. Puede existir confusión si por ejemplo se habla de velocidades de transferencia de datos en bits por segundo, ya que generalmente son múltiplos de 1000, pero cuando se miden en bytes por segundo, estas son a veces múltiplos de 1024.

En 1999 la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) para evitar estas confusiones, propuso nuevos prefijos para los múltiplos binarios: KiB (KibiBytes), MiB (MebiBytes), GiB (GibiBytes) y así. Estos prefijos pueden no ser aceptados por que pueden causar más confusión y suenan raros. Pero es un valiente esfuerzo para solucionar el problema. Se podría usar esta notación: $MB_{INF} = 1024^2$ bytes, $MB_{DVD} = 1000^2$ bytes, BB: Billón de Bytes = 1000^3 bytes.

2.2 PARÁMETROS DEL DVD

El DVD en esencia, emplea una tecnología similar a la de su antecesor el CD-ROM. Los discos ópticos poseen una o varias capas internas protegidas por un material transparente. En estas capas se graban los bits que son representados mediante una sucesión en espiral de hoyos llamados "*pits*", separados por espacios planos llamados "*lands*". Las superficies planas y los hoyos son leídos por un rayo láser incidente que los convierte en datos digitales, pues al reflejarse permite detectar variaciones microscópicas de las propiedades óptico reflexivas del disco.

A pesar de la similitud en el aspecto y en sus medidas externas, el DVD posee múltiples diferencias, las que permiten reemplazar con un solo disco DVD a 26 discos CD. Así un disco DVD puede contener hasta 17 GB de datos, mientras que un CD, solo unos 650 MB.

2.2.1 INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DEL DVD SOBRE LA DEL CD ROM

El incremento de la capacidad de almacenamiento del DVD con respecto a la del CD-ROM tradicional, se debe a los siguientes factores:

- El DVD ha mejorado su sistema de modulación de bits: de EFM (Eight to Fourteen Modulation o modulación 8 a 14) para el CD, a la modulación 8 /16 del DVD.
- Incremento del área de la superficie de uso: de 86.0 cm^2 del CD a 87.6 cm^2 en el DVD.

- Disminución en el código RS (Reed-Solomon): del 25% en el CD al 13 % en el DVD, el porcentaje representa la parte de la capacidad del disco que es usada para la detección y corrección de errores.
- Disminución de la separación entre pistas: de 1.6 micrómetros en el CD a 0.74 micrómetros en el DVD.
- Disminución de la longitud mínima del "pit": De 0.83 μm en el CD a 0.4 μm en el DVD, como se indica en la figura 2.2.
- Reducción en el encabezamiento del sector: de 2048 / 2352 bytes en el *CD*[3] a 2048 / 2064 bytes en el DVD.

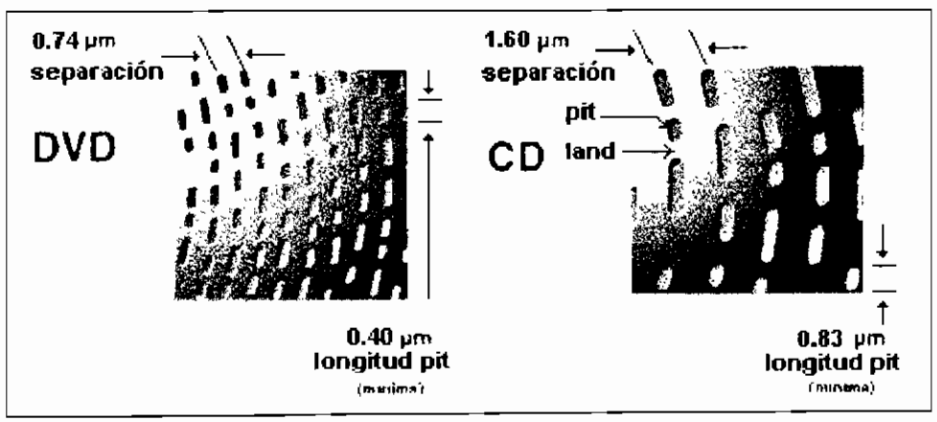


Figura 2.2: Detalle de las superficies del DVD y del CD.

Con lo anterior se han obtenido las siguientes ganancias (tabla 2.3):

PARÁMETRO	GANANCIA	RELACIONES
Incremento en área para los bits de canal	4.486	((1.6 * 0.83) / (0.74 * 0.40))
Reducción en encabezamiento del paquete	1.142	(2352 / 2060)
FEC (Corrección de Errores hacia adelante) más apretado	1.16	(0.87 / 0.75)
Incremento en el área utilizable del disco	1.019	(87.6 / 86)
Menor longitud para el Código de canal	1.0625	(17 / 16)
Ganancia en capacidad	7.2	4.7 / 0.65 GBytes

Tabla 2.3: Ganancia obtenida por el DVD respecto al CD

[3] Mas información en el Anexo A1

2.2.1.1 Diferencias básicas entre un disco DVD y un CD

A continuación se indican las características que diferencian al DVD de un CD convencional:

1. Un CD puede almacenar 650 MB, mientras que el DVD por lo menos 4.7 GB
2. El CD usa un láser con longitud de onda λ = 780 nm que corresponde al infrarrojo invisible. En cambio el DVD emplea un láser rojo visible con λ = 635 nm o λ = 650nm, que son valores permitidos por las normas oficiales del DVD.
3. La lente usada por el DVD para enfocar el láser, tiene una *apertura numérica* NA = 0.6 que es mayor a la del CD (NA = 0.45) y del LaserDisc (NA = 0.4), el aumento de NA es uno de los pasos para poder explorar las depresiones más pequeñas de la superficie de datos del disco.
4. La longitud mínima del *pit* del DVD (0.4 μm), es menor a la del CD y del LaserDisc (0.83 μm). Junto con esta reducción se produce también el cambio de las demás dimensiones de la superficie grabada del DVD, como se muestra en la figura 2.3.

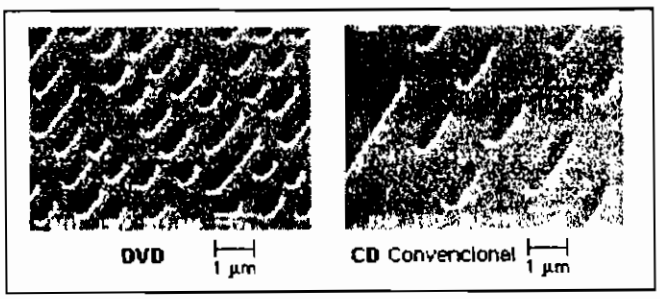


Figura 2.3: Microfotografía de la superficie del DVD y del CD

5. Para poder hacer frente a exigencias más severas en lo que se refiere al procesamiento de datos, en el DVD se ha modificado el sistema de modulación.
6. El DVD requiere medidas más severas para la detección y corrección de errores.
7. En el DVD existe mayor área para almacenamiento, que en un CD.
8. Una de las diferencias evidentes entre un CD y un DVD, es que los discos DVD pueden ser de grabación en doble capa y doble lado, dándole al formato

hasta unas 27 veces más capacidad de almacenamiento. El CD usa solo un lado y una capa para los datos. Además el DVD tiene mayor velocidad de transferencia de datos. Un disco DVD de solo una capa de datos y un solo lado de lectura equivale a unos 7 discos CD.

El resultado conjunto de todas estas medidas brinda un disco DVD de alta capacidad para aplicaciones de audio, video y computación.

2.2.2 PARÁMETROS PRINCIPALES

2.2.2.1 Capacidad

Uno de los atractivos del DVD es su capacidad de almacenamiento superior a la del CD y otros discos ópticos, por esto los discos DVD pueden acomodar el enorme volumen de información de una superproducción de cine de principio a fin. Los 650 MB_{INF} del CD, equivalen a 680 MB_{DVD}.

DVD	CD GB
Para una sola cara: En una capa: 4.7 GB_{DVD} En doble capa: 8.54 GB_{DVD} Para dos caras: En una capa: 9.4 GB_{DVD} En dos capas: 17.0 GB_{DVD}	0.650$_{INF}$ (modo 1) 0.742$_{INF}$ (modo 2)

Tabla 2.4: Capacidad de almacenamiento de datos

Nota:

Bajo la *ISO 9660*[4], un CD-ROM puede ser de modo 1 o modo 2 como se indica en el Anexo A1. El modo 1 asigna 2048 bytes para datos de usuario, más un campo de códigos para detección y corrección de errores, proveyendo así alta integridad de los datos de computador. El modo 2 asigna 2336 bytes para datos de usuario, no utiliza el campo para códigos de detección y corrección de errores, este modo es apropiado para segmentos de música, gráficos y video, es usado especialmente en el CD-ROM-XA (Arquitectura extendida), CD-I y Photo CD.

[4] Información en el numeral 2.2.7

2.2.2.2 Velocidad de transferencia

Generalmente esta es la velocidad de lectura de una unidad reproductora. Las primeras unidades de CD-ROM tenían una velocidad de transferencia de 150 KBps correspondientes a la referencia "1X". Las unidades CD-ROM, expresan sus velocidades como múltiplos de este índice de referencia original, los fabricantes siguen aumentando la velocidad de transferencia, ofreciéndose ahora unidades lectoras de CD, con velocidades mayores a 52X (7.8 MBps).

PARÁMETRO	UNIDADES	DVD	CD
Velocidad de bits de canal [v]	Mbps	26.16	4.3218
Velocidad FEC	Mbps	3.00	0.4704
Máxima velocidad de transmisión	Mbps	• Total de la combinación de audio y video = 9.8 • Suma máxima de flujos elementales + cabeceras de sistema = 11.08 (Velocidad DVD 1X)	(video, audio) = 1.44 (Velocidad CD 1X)
Velocidad de transferencia para datos de usuario.	MBps	1.385 (DVD 1X)	0.1536 (modo 1) (1X) 0.1764 (modo 2)
Velocidad multiplexada	Mbps	10.08	1.4112

Tabla 2.5: Velocidad de Datos

La velocidad de transferencia del DVD es mayor que la del CD. Para el caso del DVD, el valor de referencia "1X" representa a 1.385 MBps (11.08 Mbps). Se tienen unidades DVD de hasta 16X. El DVD-Video[5] especifica una velocidad multiplexada de 10.08 Mbps y máximo 9.8 Mbps para el flujo de video + audio.

La velocidad de bits de canal se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$v = s / l \qquad [1]$$

En donde, v: velocidad de bits de canal, s: velocidad lineal de barrido del disco (CLV), y l: longitud de bits de canal.

PARÁMETRO	VELOCIDAD (Mbps)
Velocidad de bits de canal (modulación 8/16 + palabras de sincronismo)	26.16
Velocidad después de la demodulación 8 / 16	13.00
Velocidad para bytes de corrección de error	2.00
Velocidad de transmisión para datos de usuario	11.08

[5] Ver capítulo 3

Velocidad para paquetes de Información de archivos + DSI	1.00
Mux_rate	10.08
Velocidad de la suma de video, audio y sub imágenes	9.8 (máx.)

Tabla 2.6: Resumen de la velocidad de transmisión para un equipo DVD con velocidad 1X

La velocidad multiplexada (*mux_rate*), es esencialmente la velocidad de datos de usuario (11.08 Mbps) menos 1.00 Mbps [velocidad para los paquetes de: Información de archivos + Información de búsqueda de datos (DSI)] = 10.08. Si a la velocidad multiplexada se le quita la información de control, se obtienen los 9.8 Mbps correspondientes a la suma del video, audio y subimágenes.

2.2.2.3 Dimensiones de los "pits"

En lo que se refiere a los "pits", estas microscópicas depresiones del disco generalmente tienen una profundidad de 1/4 de la longitud de onda del láser empleado. El "pit" está diseñado para producir una cancelación del rayo en ese punto. Los valores de la longitud del "pit" a lo largo de la pista, se indican en la tabla 2.7.

Figura 2. 4 : "Pit de datos"

En la figura anterior, se muestra una microfotografía electrónica de un "pit" del CD de audio, el cual es más grande que el "pit" del disco DVD. El menor tamaño de los "pits" del DVD, hace posible que este disco almacene mayor cantidad de información. En la tabla 2.7, la mínima longitud del "pit" se puede calcular así:

$$m = 3*l \qquad [2]$$

Siendo "l" la longitud de un bit de canal.

El área ocupada por un bit de canal, se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$a = \rho * l \qquad [3]$$

En donde, ρ es la separación radial entre pistas y "l" es la longitud del bit de canal.

PARÁMETRO	UNIDAD	DVD	CD
Ancho del "pit"	μm	0.5	0.5
Separación radial entre pistas: [ρ]	μm	0.74	1.6
Mínima longitud del "pit": [m]	μm	0.4 capa única 0.44 doble capa	0.833 (1.2 m/s) 0.972 (1.4 m/s)
Máxima longitud del "pit"	μm	1.87 capa única 2.13 doble capa	3.054 (1.2 m/s) 3.560 (1.4 m/s)
Longitud del bit de canal: [l]	μm	0.13	0.28
Densidad relativa tangencial: [τ]	--	0.74	0.97
Área usada por un bit de canal: [a]	μm^2/bit de canal	0.1	0.45

Tabla 2.7: Pistas y "pits"

El DVD es un disco de *alta densidad de área*, esta se refiere al número de bits almacenados por unidad de área. Por ejemplo los discos magnéticos ofrecen densidades cercanas a 200 Mbit / pulg^2, mientras que los discos ópticos ofrecen densidades de área mayores a 1 Gbit / pulg^2; El DVD tiene una densidad de área de 2.77 Gbit / pulg^2, con láseres mejorados se podrán lograr mayores densidades.

La longitud mínima de los "pits" de los discos DVD de doble capa, es un 10% mayor que la longitud de los "pits" de los discos DVD de capa única. Por consiguiente, los discos de doble capa tienen una densidad de área un 10% menor a la de los discos de capa única.

La densidad relativa tangencial, se la obtiene de la ecuación:

$$\tau = m / w \qquad [4]$$

En la que, "w" es el diámetro del punto láser, indicado en la tabla 2.9, y m es la mínima longitud del "pit".

2.2.2.4 Movimiento mecánico

En lo que se refiere al movimiento mecánico, los equipos de almacenamiento óptico y magnético pueden rotar con *velocidad angular constante* (CAV), o con *velocidad lineal constante* (CLV).

La velocidad CAV es usada mayormente por unidades magnéticas (y por los tocadiscos antiguos), se mide en RPM, e indica que la cabeza lectora barre el

mismo ángulo en la misma cantidad de tiempo. El *LaserDisc* usa la velocidad CAV para tomas en imagen detenida. Sin embargo, la velocidad CLV ofrece mayor capacidad de almacenamiento de datos y mayor tiempo de reproducción.

Tanto el DVD como el CD están grabados en CLV (tabla 2.8), que permite a la cabeza leer la misma longitud de pista en un mismo intervalo de tiempo. La velocidad lineal de barrido CLV, requiere que el disco gire despacio cuando la cabeza se mueve por el filo externo del disco; un CD-ROM por ejemplo, disminuye la velocidad de 539 rpm cuando la cabeza esta cerca del filo interno, a 210 rpm cuando la cabeza alcanza el filo externo. El DVD tiene una velocidad CLV de 3.49 m / s.

PARÁMETRO	UNIDAD	DVD	CD
Sentido de giro	--	Horario	Horario
N° Máximo de Rev. / seg.	Hz.	25.5 (Discos de 12 cm)	8 (Discos de 12 cm)
N° Mínimo de Rev. / seg.	Hz.	10.5	3.5
Velocidad CLV, [s]	m / seg.	3.49 capa única 3.84 doble capa	1.2 (650 MB) 1.4 (550 MB)

Tabla 2.8: Movimiento

Los dispositivos actuales de alta velocidad combinan CAV con CLV.

2.2.2.5 Características ópticas

PARÁMETRO	UNIDAD	DVD	CD
Longitud de onda del láser (λ)	nm	650 o 635 ± 5 (rojo)	780 ± 10 (infrarrojo)
Apertura numérica de la lente objetivo: [NA]	--	0.60 ± 0.01	0.45 ± 0.01
Índice de refracción: [i]	--	1.55	1.55
Tamaño del punto láser (λ / NA)	--	0.63	1
Profundidad de enfoque (λ / NA^2)	--	0.47	1
Aberración cromática (λ / NA^2)	--	0.35	1
Aberración esférica (λ / NA^4)	--	0.26	1
Reflexividad	%	• 70 (mínimo) capa única • 25 a 40 capa doble (semireflexiva)	70 (mínimo)
Potencia máxima del láser para lectura	mW	1.0	0.7
Diámetro del punto láser: [w]	µm	0.54	0.87
Densidad radial relativa: [r]	--	1.37	1.85

Tabla 2.9: Óptica

Nota: Los valores adimensionales de la tabla anterior, indican la relación entre los parámetros del DVD y los del CD, cuyos valores son proporcionales a los resultados calculados con las fórmulas entre paréntesis.

La longitud de onda es:

$$\lambda = c / f \qquad [5]$$

c: velocidad de la luz en el vacío = 300×10^6 m/s; f: frecuencia de la luz.

El índice de refracción es:

$$i = c / V \qquad [6]$$

c: velocidad de la luz en el vacío; V: velocidad de la luz en cierta sustancia.

La *apertura numérica* (NA) es un número que representa la capacidad de concentración de luz que tiene una lente o un sistema de lentes, lo que determina su profundidad de campo y poder de resolución. El valor de referencia es el del vacío, con un valor de NA = 1. El valor más alto de NA representa mejor calidad del sistema de lentes. El mayor valor de apertura numérica del DVD, permite formar un haz láser más fino, necesario para leer las depresiones microscópicas del disco.

El diámetro del punto láser (w), se obtiene de la relación:

$$w = \lambda / (2*NA) \qquad [7]$$

Así, el diámetro del punto láser enfocado en la superficie de datos del DVD, es:

$$w = 0.65\mu m / (2*0.60) = 0.54\ \mu m.$$

La densidad radial relativa (r), es la relación entre la separación radial entre pistas (ρ), y el diámetro del punto láser (w):

$$r = \rho / w \qquad [8]$$

El uso de un láser de menor longitud de onda, permite una ganancia en capacidad de 1.44 veces (proporcional a $1/\lambda^2$). Usando lentes con mayor valor de apertura numérica, se agrega un factor adicional de 1.78 veces (proporcional a NA^2). La

mayor densidad de datos del DVD, es posible gracias a la reducción del tamaño del punto láser a enfocarse sobre la capa de información (el área del punto láser es proporcional a λ/NA^2). Con la reducción de λ y el aumento de NA, se mejora la resolución óptica por un factor de 1.6.

2.2.2.6 Datos sobre la corrección de errores y codificación

Las medidas de protección de errores en el CD son de tipo CIRC (Cross Interleave Reed-Solomon Code) y en el DVD son de tipo *RSPC*[6] (Reed-Solomon Product Code). Un raspón en la superficie del disco daña los datos cubiertos por él, sin embargo esos datos pueden ser corregidos para ciertas longitudes de arañazo.

PARÁMETRO	--	DVD	CD
Corrección de errores	Método	RSPC	CIRC
Consumo FEC (Forward Error Correction)	%	13	25
Formato FEC	Bytes	(208,192,17) x (182,172,11)	(28/32)x(24/28)
Nº de Sectores contenidos en un bloque	--	16	1
Longitud de raspón corregible	mm	6.0 (capa única) 6.5 (capa doble)	2.5
3er nivel ECC (Código Corrector de errores)	--	No requiere	En CD-ROM

Tabla 2.10: Datos sobre la corrección de errores.

PARÁMETRO	--	DVD	CD
Modulación de la señal	Método	8 / 16 (EFM+)	8 / 14 + 3 bits de combinación. (8 a 17)
Longitud de Corrida	Bits	(2, 10)	(3, 11)
Frecuencia máx. EFM [E]	MHz	4.36	0.72
Eficiencia de codificación (e)	%	42.3	28.4
Velocidad de bits de datos de usuario [U]	Mbps	11.08	1.2289

Tabla 2.11: Codificación de canal

Más información sobre la modulación EFM+, en el numeral 2.2.5.

Longitud de Corrida o "Run Lenght".- En los discos ópticos, la "longitud de corrida" especifica el número máximo de ceros consecutivos en el byte óptico, grabado físicamente en el disco.

La frecuencia máxima de la modulación EFM (E), se la calcula de esta forma:

[6] Numeral 2.2.4.2

$$E = v / 6 \qquad [9]$$

En donde v es la velocidad de bits de canal.

La velocidad de bits de datos de usuario (U), es el producto entre la velocidad de bits de canal (v) y la eficiencia de codificación (e):

$$U = v^{*}e \qquad [10]$$

2.2.2.7 Especificaciones de la estructura física del disco

Los datos de la estructura física se muestran en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	UNIDAD	DVD	CD
Espesor del substrato	mm	0.6	1.2
Espesor del disco	mm	1.2	1.2
Masa del disco	gramos	13 a 20 (12 cm) 6 a 9 (8 cm)	14
Grosor del espacio entre capas, en discos de doble capa	µm	40 a 70	--
Número de substratos por lado	--	2 (de 0.6 mm) unidos	1
Capas de datos	--	1 o 2	1

Tabla 2.12: Estructura física del disco

El medio de soporte mecánico del disco se denomina substrato, está constituido por policarbonato transparente con un índice de refracción de 1.55, que permite pasar al láser para reflejarse en la capa de datos. El espesor del substrato es un parámetro crítico para el sistema óptico, por esto el formato original del CD nunca fue de doble lado, ya que esto requería usar pegamento y duplicar su espesor, lo que produjo errores de lectura en la década de 1980. El "LaserDisc" está conformado por dos discos pegados y tiene un espesor de 2.4 mm.

En la siguiente tabla se muestran las dimensiones del disco DVD y del CD:

DIÁMETRO	UNIDAD	DVD	CD
Exterior del disco	mm	120 ± 0.3 (12 cm) 80 ± 0.3 (8cm)	120
Del inicio de la guía externa	mm	117 (12 cm) 78 (8 cm)	117
Del extremo de datos	mm	116 (12 cm) 76 (8 cm)	116
Del inicio de datos	mm	48 (12 cm) 48 (8 cm)	50
Del inicio de la guía interna	mm	45 (12 cm) 45 (8 cm)	46

Del agujero central	mm	15 +0.15 (12 cm) 15 -0.00 (8 cm)	15

Tabla 2.13: Diámetros del DVD y del CD

En el DVD los datos empiezan a los 24 mm del centro del disco y terminan a 58 mm del centro del disco de 12 cm de diámetro y a 38 mm en el disco de 8 cm, mientras que en el CD estos empiezan a los 25 mm y terminan a 58 mm del centro.

Con lo anterior, se puede calcular el tamaño de la "área de datos" del disco, mediante la siguiente ecuación:

$$A = \pi * (Rmax^2 - Rmin^2) \qquad [11]$$

En donde A: área de datos
Rmáx: radio del extremo de los datos
Rmín: radio del inicio de los datos

Obteniéndose los siguientes valores para los discos de 12 cm de diámetro:

$$A_{DVD} = 87.59\ cm^2 \qquad A_{CD} = 86.05\ cm^2$$

Por lo tanto el área de datos del DVD, es mayor que la del CD.

La capacidad de almacenamiento, se puede calcular así:

$$C = (A / a) * e \qquad [12]$$

C: capacidad de almacenamiento, A: área de datos, a: área ocupada por un bit de canal y e: eficiencia de codificación.

Con lo que se obtienen las siguientes capacidades:

682 Mbytes para el CD y 4700 Mbytes para el DVD.

2.2.3 ÁREAS DEL DISCO DVD

El disco DVD se divide físicamente en cinco áreas, cuyos diámetros se indican en la tabla 2.13. Las áreas son las siguientes:

1. Guía de entrada: Es el espacio cercano al inicio del área de datos.
2. Área de datos: Contiene los datos propiamente dichos.
3. Guía de salida: Es el espacio ubicado al final del área de datos.
4. Área no utilizada: Es el área que está antes de la guía de entrada y después de la guía de salida. No contiene datos.
5. Área de sujeción: Lugar en donde se une al mecanismo de giro.

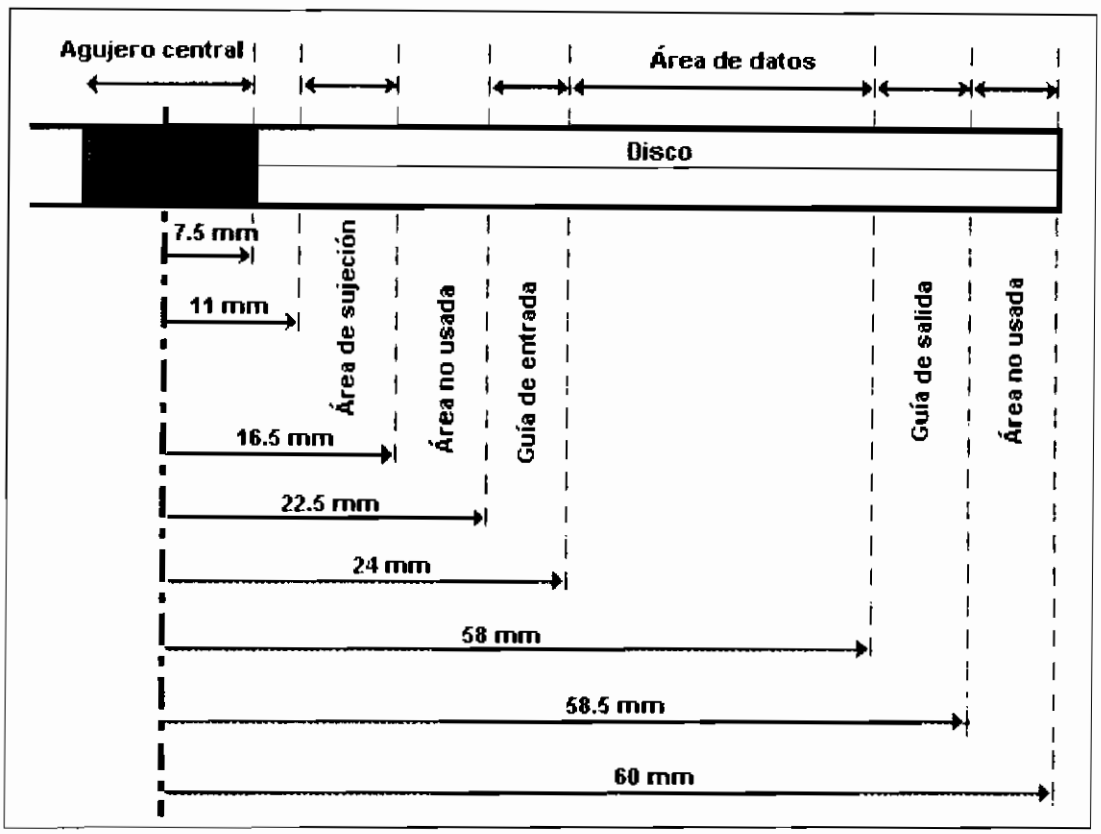


Figura 2.5: Radios de las áreas del disco DVD

Parte del área no usada del disco se reserva para el etiquetado y para la unión al motor de giro. La Guía de entrada ("lead-in") ocupa 1.5 mm de ancho en el DVD y puede incluir una tabla de contenidos, antecede a la zona de datos. El Área de datos es de 34 mm de ancho y está especificado por el sistema UDF (basado en ISO 13346), contiene sectores con datos de usuario, en el CD este espacio se especifica por la ISO 9660. Los datos de usuario incluyen video, audio, subimágenes, datos de navegación (menús), paquetes DSI (Información para búsqueda de datos), datos de administración de archivos y datos de sistema. Los datos de sistema sirven para identificar a los diferentes archivos y a su

correspondiente número de sector.

La Guía de salida ("lead-out"), ocupa un ancho de 0.5 mm y puede incluir un código para detener el reproductor.

2.2.3.1 Trayectoria de la cabeza de lectura

A continuación se representa la trayectoria de la cabeza de lectura y las áreas para los discos de un solo lado y con una o dos capas, con la siguiente leyenda:

I	Guía de entrada
D	Área de datos
O	Guía de salida
X	Área no utilizable
M	Área media
B	Capa vacía

2.2.3.1.1 Disco DVD de capa única

En discos de capa única, a más de la capa de datos, se tiene una capa que no contiene información, únicamente sirve de relleno. Mediante esta capa vacía se logra que el disco sea de 1.2 mm de espesor. En estos discos, la cabeza de lectura sigue la dirección de la espiral continua desde el interior hacia el exterior del disco.

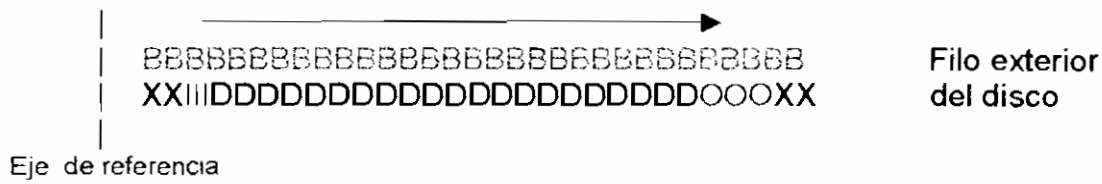


Figura 2.6: Dirección de lectura para los discos de capa única

2.2.3.1.2 Disco DVD de doble capa

En estos discos se presentan dos tipos de trayectoria a seguir durante la lectura:

a) Trayectoria de pistas paralelas PTP (Parallel Track Path).- Esta trayectoria se emplea en los discos DVD usados en computadoras, por ejemplo en el DVD-ROM.

Ambas capas utilizan pistas espirales con la misma dirección, que son leídas desde el interior hacia el exterior del disco, en sentido horario. PTP involucra además que la lectura de ambas capas sea de manera no secuencial, es decir de forma aleatoria. Se prefiere PTP para texto y aplicaciones de datos, porque permite el acceso aleatorio a los datos en cualquier parte de las pistas.

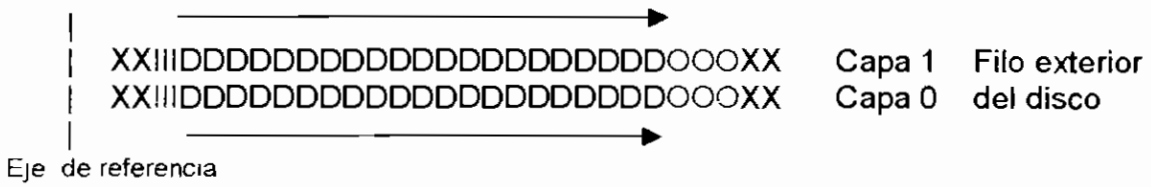


Figura 2.7: Trayectoria de pistas paralelas

b) Trayectoria de pistas opuestas OTP (Opposite Track Path).- Se emplea en la lectura de películas, por ejemplo en el DVD-Video.

Aquí las capas utilizan pistas con direcciones opuestas. Como el rayo para la lectura y las velocidades angulares son los mismos en el punto de transición, el retardo en el cambio de capas es producido por el reenfoque.

En la figura 2.8, se representa la lectura de pistas opuestas, la pista de la capa 0 (en rojo) es leída de adentro hacia fuera y a continuación la capa 1 (en negro) es leída de afuera hacia adentro, el cambio de pista se realiza en el área media.

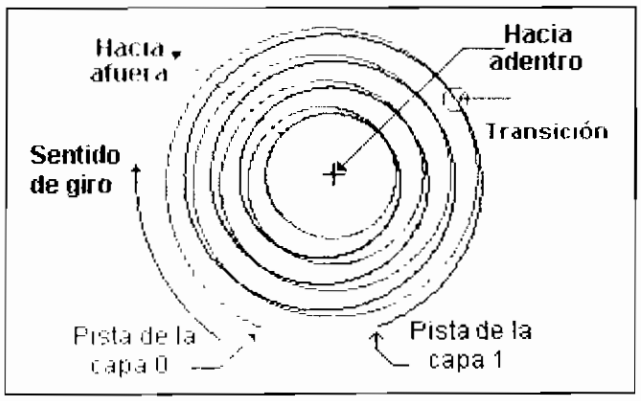


Figura 2.8: Lectura en discos de doble capa con espiral reversa.

El uso del "*buffer*[7]" de la pista, permite la reproducción continua de una película, es decir sin saltos.

Figura 2.9: Trayectoria de pistas opuestas

Capa 0: En un disco de doble capa, esta es la más cercana al sistema óptico del láser y a la superficie de lectura del disco. Los discos de doble capa tienen una densidad de datos 10% menor a la de los discos de capa única, para evitar el "crosstalk" o interferencia entre las capas.

Capa 1: En los discos de doble capa, esta es la más profunda de las dos capas, vistas desde el lado de lectura.

Área media (M): Es el área física no usada que marca la transición de la Capa 0 a la Capa 1. Existe únicamente en los discos de doble capa, en donde las pistas de cada capa están en direcciones opuestas. (Para aplicaciones de video)

2.2.4 ESTRUCTURA DE LOS DATOS EN EL DVD

Los datos se graban en el *Área de Información*, la misma que consiste de tres partes: el área de la guía de entrada, el área de datos y el área de la guía de salida. Aquí se indica la disposición de los datos en el disco.

Como en el Disco Compacto, la información almacenada en el DVD también está formateada en sectores. Un sector contiene una cantidad discreta de datos con cierta estructura y es la unidad direccionable más pequeña de información, a la que se puede tener acceso independiente.

Dependiendo de la etapa del procesamiento de señales, un sector o un grupo de sectores, se llama: Sector de Datos, Bloque ECC, Sector de Grabación, o Sector

[7] Más información en el numeral 2.2.6

Físico. Además se puede decir que un sector consiste de una agrupación lógica de bytes en la capa de datos después de ser descentrelazados, pues en el DVD los sectores se entrelazan en bloques para combatir los errores.

Como información, el *Libro Amarillo*[8] especifica a los sectores físicos del CD-ROM, los que son de 2352 bytes. Bajo la ISO 9660, el sector físico tiene 2048 bytes de datos de usuario y puede ser subdividido en bloques lógicos de 512, 1024 o 2048 bytes. El programa *MCSDEX*[9] utilizado para que un computador reconozca a una unidad de CD-ROM, soporta únicamente bloques lógicos de 2048 bytes.

2.2.4.1 Configuración del sector de datos

En el DVD un sector de datos contiene 2064 bytes de los cuales 2048 bytes son datos de usuario. Para propósitos de corrección de errores, los 2064 bytes del sector están organizados en 12 filas separadas, cada una de estas contiene 172 bytes. La primera fila empieza con 12 bytes distribuidos en tres campos: ID, IEC, Bytes reservados. Luego estos bytes son seguidos por los restantes 160 bytes de datos. Las siguientes diez filas contienen únicamente datos, 172 bytes cada una.

DISCO	SECTOR TOTAL (BYTES)	DATOS DE USUARIO (BYTES)
DVD	2064	2048
CD modo 1	2352	2048
CD modo 2	2352	2336

Tabla 2.14: Tamaño de sector de datos del DVD y del CD.

La última fila tiene 168 bytes de datos y termina con 4 bytes del campo EDC para formar la trama. El tamaño del sector de datos del DVD es más pequeño que el sector del CD.

Los 2064 bytes del sector de datos del DVD, corresponden a:

- Datos de identificación: 4 bytes
- Detección de error ID: 2 bytes

[8] Información en el Anexo A1
[9] Ver en el glosario

- Reservados: 6 bytes
- Datos principales: 2048 bytes
- Código detector de errores: 4 bytes

A continuación se indica la disposición de los bytes en un sector, identificados con la siguiente leyenda:

- ID: Datos de identificación (número de sector, de 32 bits)
- IED: Código de Detección de errores de ID (ID Error Detection Code)
- EDC: Código detector de errores

FILA	CAMPOS DENTRO DE LA FILA. 172 BYTES
0	4Bytes de ID, 2Bytes de IEC, 6Bytes reservados, 160 Bytes de datos principales: D(0) — D(159)
1	172 Bytes de datos principales: D(160) — D(331)
2	172 Bytes de datos principales: D(332) — D(503)
3	172 Bytes de datos principales: D(504) — D(675)
4	172 Bytes de datos principales: D(676) — D(847)
5	172 Bytes de datos principales: D(848) — D(1019)
6	172 Bytes de datos principales: D(1020) — D(1191)
7	172 Bytes de datos principales: D(1192) — D(1363)
8	172 Bytes de datos principales: D(1364) — D(1535)
9	172 Bytes de datos principales: D(1536) — D(1707)
10	172 Bytes de datos principales: D(1708) — D(1879)
11	168 Bytes de datos principales: D(1880) — D(2047), 4 Bytes de EDC

Tabla 2.15: Configuración del Sector de Datos

Los datos de identificación (ID) son 32 bits que identifican el número del sector dentro del disco, también dan cierta información tal como el tipo de formato, método de seguimiento, reflexividad, tipo de datos y tipo de área. Como los 4 bytes del campo ID son muy críticos, para proteger su integridad se añaden 2 bytes especiales de detección de errores (IED) al encabezado de cada sector.

Los 6 bytes de reserva, ubicados en el encabezado de cada sector, se utilizan actualmente para guardar la información del derecho de copia y se los denomina CPR-MAI (Copyright Management Information).

Los datos principales se refieren a los 2048 bytes de datos de usuario. La eficiencia de uso del sector de datos es: 99.2% (2048 en 2064).

El código detector de errores EDC (Error Detect Code) es de tipo CRC (Chequeo de redundancia cíclica) y usa 32 bits (4 Bytes), se calcula sobre el sector de datos y luego se agrega al final del mismo. Este método es muy confiable pues el 99.95% de todos los errores son detectados. El DVD no necesita una capa extra[10] ECC como lo hace el CD, ya que usa un método de corrección de errores mejor que el CIRC del CD.

Los datos de sincronización usados en el formato CD, no son necesarios en el DVD, gracias a un avanzado método de sincronización en el nivel EFM+. Sin embargo se conserva el campo EDC, ya que proporciona poderosa capacidad de detección de errores a nivel de sector.

2.2.4.2 Configuración del bloque ECC

Después de introducir los datos principales en los Sectores de Datos, se añade información del código de corrección de errores de Reed-Solomon a un conjunto de 16 Sectores de Datos, para formar lo que se denomina un Bloque ECC, con bytes suplementarios para códigos de paridad interna PI (inner code parity) y para códigos de paridad externa PO (outer code parity). ECC se refiere al Código de corrección de errores.

Para combatir las ráfagas de errores característicos en los CD-ROM, el DVD entrelaza entre sí 16 sectores, formando un bloque de 192 filas (16 sectores * 12 filas / sector) de 172 bytes cada una.

Gracias al desarrollo de nuevos algoritmos de decodificación, el DVD usa el Código Producto Reed-Solomon (RSPC), que puede ser aplicado a una gran cantidad de datos, con mejor capacidad de corrección de errores.
Así se tiene que los bytes de corrección de errores son concatenados al bloque de datos en un arreglo de 2 dimensiones (de ahí el término "producto" en la frase "Código Producto Reed-Solomon ").

Esto reduce la redundancia de corrección de errores a aproximadamente un 13%

[10] Ver el numeral 2.2.4.2.1

o la mitad que la del CD. Así el 87% del contenido del bloque es información y el resto es para corrección de errores.

El código corrector de errores (ECC), se aplica sobre los 16 sectores de datos del "bloque ECC" (33,024 bytes). Después de poner los bytes de datos en una matriz de 192 filas por 172 columnas, se agregan 16 bytes de paridad externa a cada columna. Luego 10 bytes de paridad interna se añaden a cada una de las 208 filas (192 filas de datos + 16 filas formadas por los bytes PO) para formar el Código Producto Reed-Solomon (RSPC) con 208 filas y 182 columnas (172 columnas de datos +10 columnas formadas por los bytes PI).

Es decir, al final de cada fila se agregan 10 bytes de datos RS (Reed-Solomon), de ahí el vector RS(182, 172, 11). Al final del bloque (de 192 filas), 16 filas de datos RS son agregadas obteniéndose así el vector RS(208, 192,17). Por lo tanto, de los 37,856 bytes totales (182* 208) del bloque entrelazado de datos, únicamente 33,024 bytes (192*172) o el 87.2 % son datos de usuario.

A continuación se indica la configuración del bloque para corrección de errores (tabla 2.16), usándose la siguiente notación:

B [X] [Y] representa a un byte.
X = número del byte en la fila
Y = número del byte en la columna
RS = Reed-Solomon (bytes para corrección de errores)
PI : Código de paridad de entrada (2080 bytes)
PO: Código de paridad de salida (2752 bytes)

PI y PO son generados por el código RSPC.
PI: RS (182, 172, 11);
PI: RS (Total de bytes de la fila, bytes de datos de la fila, bytes RS +1)
PO: RS (208, 192, 17);
PO: RS (Total de filas, filas de datos, filas RS +1)

El Bloque ECC es el Código producto RS(208,192,17) * RS(182,172,11). Este bloque contiene 16 filas de 172 bytes PO, y 208 columnas de 10 bytes PI.

	Bloque de datos: 172 Bytes		PI : 10 bytes RS	
16 Sectores : 192 filas de datos	B [0] [0]	B [0] [171]	B [0] [172]	B [0] [181]
	B [1] [0]	B [1] [171]	B [1] [172]	B [1] [181]
	B [2] [0]	B [2] [171]	B [2] [172]	B [2] [181]
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	B [189] [0]	B [189] [171]	B [189] [172]	B [189] [181]
	B [190] [0]	B [190] [171]	B [190] [172]	B [190] [181]
	B [191] [0]	B [191] [171]	B [191] [172]	B [191] [181]
PO :16 Filas RS	B [192] [0]	B [192] [171]	B [192] [172]	B [192] [181]
	B [193] [0]	B [193] [171]	B [193] [172]	B [193] [181]
	:	:	:	:
	:	:	:	:
	B [206] [0]	B [206] [171]	B [206] [172]	B [206] [181]
	B [207] [0]	B [207] [171]	B [207] [172]	B [207] [181]

Tabla 2. 16: Configuración del bloque para corrección de errores.

Longitud límite ECC (ECC Constraint Lenght): En el DVD, esta longitud es 16, la cual es el número de sectores que se han entrelazado para proveer una corrección de errores más eficiente. Al entrelazar se 'difunden' los códigos de corrección en los sectores, facilitando así a esos códigos, 'reconstruir' o disimular los bytes dañados tales como los producidos por raspones, BLERs, etc. Permitiendo al usuario leer el disco. Los BLERs pueden producirse por el enfriamiento impropio del substrato en el proceso de fabricación.

En el ejemplo mostrado en la figura 2.10, se explica el uso del entrelazado para facilitar la corrección de errores.

Los datos grabados en el disco están intercalados de tal manera de que si se produce una ráfaga de errores difícil de restaurar por los códigos correctores, estos sean convertidos en errores individuales más fáciles de corregir. El reordenamiento de los datos se realiza en la unidad lectora del disco, que almacena temporalmente porciones de datos entrelazados en una memoria.

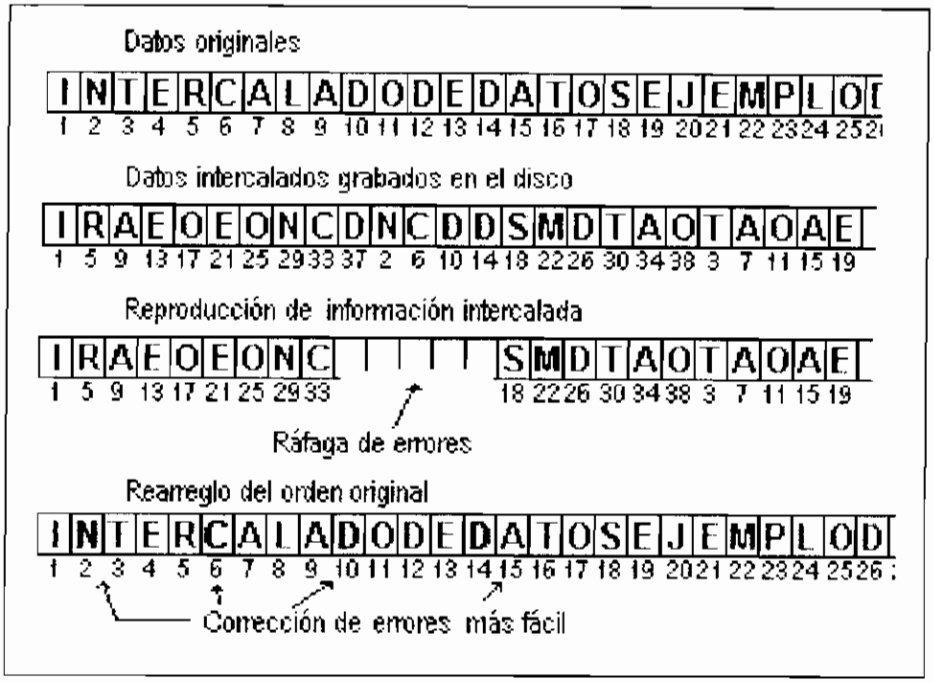


Figura 2. 10: Ejemplo de entrelazado o intercalado de datos

El intercalado se lo hace al nivel de sectores o bloques lógicos.

El código RSPC puede corregir al menos 5 bytes errados en cada fila y al menos 8 bytes errados en cada columna. Mediante la realización de diversos cálculos alternados sobre filas y columnas, se pueden resolver patrones de error muy grandes.

2.2.4.2.1 RSPC: Código Producto Reed-Solomon

Los esquemas de corrección de errores y modulación digital empleados en el DVD han sido diseñados específicamente para adaptarse a su capacidad.

Los códigos de Reed-Solomon (publicados en 1960 por I.S. Reed y G. Solomon), son códigos para detección y corrección de errores. Se basan en algoritmos matemáticos, lógica estructural binaria y en métodos cíclicos computacionales.

Para el *CD-Audio*, el "*Libro Rojo*[11]" implementa dos niveles básicos de detección y corrección de errores usando el código CIRC (Cross Interleaved Reed Solomon

[11] Anexo A1

Code), que es implementado al nivel de trama y codificado en la grabación, provee una integridad de un byte erróneo en un gigabyte (2 CDs). El "Libro Amarillo" especifica un tercer nivel de CIRC para el *CD-ROM*, dándole la integridad requerida para datos de computador de un byte errado en 960 gigabytes (2000 CD-ROMs).

El DVD implementa el código *RSPC*[12] (Reed-Solomon Product Code), que es un algoritmo que aumenta la efectividad del código CIRC, mediante la generación de un producto (filas x columnas) como código final. El algoritmo de código producto aprovecha el entrelazamiento de sectores de datos y es diez veces más robusto que el empleado en los CDs, por esto el DVD no utiliza un tercer nivel de corrección de errores como lo hace el CD-ROM. El DVD debe usar un algoritmo de detección y corrección de errores más efectivo porque dispone de una mayor densidad de datos, por lo que cualquier fallo representaría una enorme pérdida de información. Se ha investigado un nuevo algoritmo llamado *RSPC Avanzado*, que es seis veces más robusto que el regular RSCP.

Por lo anterior, el DVD requiere usar únicamente un nivel ECC. Para la corrección de errores el CD-Audio utiliza el código CIRC, el CD-ROM utiliza CIRC+RSPC. El DVD utiliza un RSPC más simple pero más elaborado, este es usado para crear los códigos PI y PO en el Bloque ECC visto anteriormente. Más bits de paridad son generados por el RSPC del DVD que el del CD-ROM. Por lo tanto, con solamente un nivel de código de detección y corrección de errores, se logra un BER de 10^{-15} (un bit errado en 10^{15} bits transmitidos), cuyo valor es ligeramente mejor que el de un CD-ROM en Modo 1.

Si el reproductor no es capaz de recuperar los datos usando la corrección de errores, este trata de esconder o disimular aquellos. Este proceso puede reemplazar los datos dañados con 0s o aún silenciar la salida, además puede realizar una interpolación lineal considerando a los datos que están antes y después de los errados. La tabla 2.17, da un resumen de la codificación y corrección de error, de tres formatos de disco óptico.

---

[12] Ver anexo A4

FORMATO	CODIFICACIÓN	CORRECCIÓN DE ERROR	BER
CD-DA	EFM	CIRC	10^{-9}
CD-ROM	EFM	CIRC+RSPC	10^{-14}
DVD / DVD-ROM	8 A 16 (EFM+)	RSPC	10^{-15}

Tabla 2.17: Codificación y corrección de errores en tres tipos de disco óptico.

2.2.4.3 Configuración del Sector de Grabación

Los *Sectores de Grabación* (Recording Sectors), se forman al entrelazar las filas PO con las filas de datos en un orden regular: cada 12 filas de datos se pone una fila PO. Luego el bloque ECC entrelazado es dividido en 16 sectores de grabación.

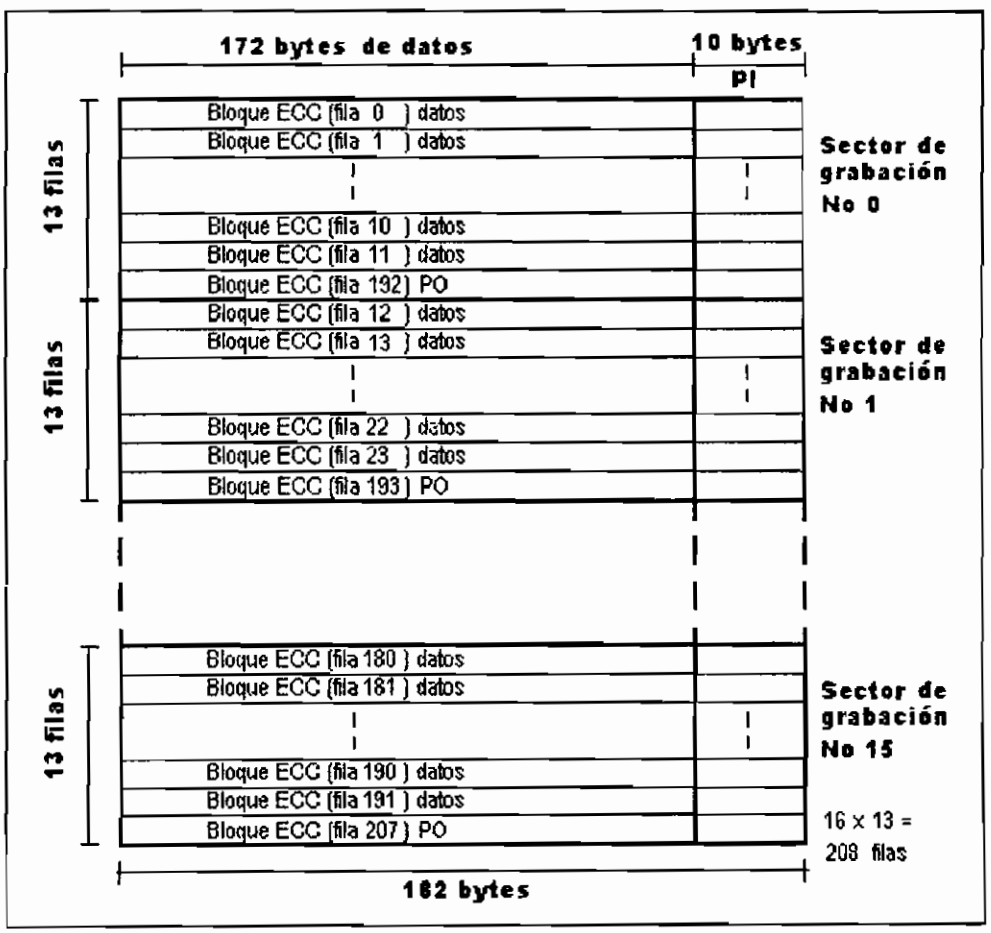


Figura 2.11: Sectores de Grabación del DVD

De esta forma, un sector de grabación contiene los datos originales de un sector de datos (2064 bytes) + 12 filas de 10 bytes PI + 1 fila de 182 bytes PO, formando un total de 2366 bytes. Así se tiene que tanto en el Bloque ECC como en el

Sector de grabación, por cada 2064 bytes de información, se añaden 302 bytes de paridad, por lo que su eficiencia es de: 87.23 % (2064 en 2366 o 33024 en 37856).

Los bloques resultantes son modulados usando EFM+ (modulación 8 a 16), que convierte a los datos en bits de canal antes de ser grabados en el disco, como se indica a continuación.

2.2.4.4 Configuración del Sector Físico

Finalmente, la modulación EFM+, crea a los *Sectores Físicos* que se graban en el disco, aquí se indica la configuración de uno de ellos. Los 2366 bytes de un sector de grabación se reparten en 26 tramas de 91 bytes, a cada una de ellas se les agrega 32 bits de sincronismo.

En otras palabras, el sector físico del DVD está formado por la división de cada fila (182 bytes) del sector de grabación en dos partes de 91 bytes cada una. A cada uno de esos bytes se aplica la modulación EFM+, proporcionando 16 bits de canal a cada byte convertido, finalmente son precedidos por un patrón especial de sincronismo EFM+ de 32 bits. Mediante el uso alternado de 8 diferentes patrones de sincronismo, los decodificadores pueden fácilmente sincronizar sus tiempos o resincronizarse después de la pérdida de reloj.

Un sector físico tiene 38,688 bits de canal, calculados de la siguiente manera:
Número de bits del sector físico = 13 filas *2* (32 bits de sincronismo + 91 bytes del sector de grabación * 16 bits EFM+) = 38,688.

Los 38,688 bits, forman 26 tramas sincronizadas de 1488 bits de canal cada una. En la tabla 2.18, se esquematiza la estructura del sector físico de un DVD.

En lo que se refiere a la modulación de canal, el DVD utiliza una versión modificada del esquema de modulación EFM usada en el CD. El nuevo esquema es conocido como EFM+ o Modulación 8 a 16, que convierte 8 bits de datos en 16 bits de canal.

Todas las palabras código EFM+, están ordenadas consecutivamente dentro de *Tramas Sincronizadas EFM+.* Cada trama está conformada por 91 bytes de datos convertidos y una palabra de sincronismo de 32 bits de canal Individualmente contienen 1488 bits de canal (32 + 91 * 16). Si consideramos que cada trama contiene 91 bytes de información es decir 728 bits (91 * 8), se tiene que la eficiencia del sector físico es: 48.92 % (728 en 1488).

	32 bits de sincronismo	1456 bits de canal	32 bits de sincronismo	1456 bits de canal
13 filas	SY0	91 bytes	SY5	91 bytes
	SY1	91 bytes	SY5	91 bytes
	SY2	91 bytes	SY5	91 bytes
	SY3	91 bytes	SY5	91 bytes
	SY4	91 bytes	SY5	91 bytes
	SY1	91 bytes	SY6	91 bytes
	SY2	91 bytes	SY6	91 bytes
	SY3	91 bytes	SY6	91 bytes
	SY4	91 bytes	SY6	91 bytes
	SY1	91 bytes	SY7	91 bytes
	SY2	91 bytes	SY7	91 bytes
	SY3	91 bytes	SY7	91 bytes
	SY4	91 bytes	SY7	91 bytes
	Trama Sincronizada		Trama Sincronizada	

Tabla 2. 18: El sector físico consiste de 26 tramas sincronizadas.

Existen 8 diferentes palabras de sincronismo, cada una de ellas incorpora un patrón específico de bits que las identifica, además estas palabras indican diferentes posiciones en el sector físico:

- SY0 = Inicio de la primera trama sincronizada de un sector físico
- SY1, SY2, SY3, SY4 = Inicio de una trama sincronizada impar
- SY5, SY6, SY7 = Inicio de una trama sincronizada par.

Como información, la tabla 2.19 contiene las eficiencias de uso del sector, de la corrección de errores y de la codificación en el DVD y el CD.

FORMATO CD		FORMATO DVD	
Sector de Datos		Sector de Datos	
Datos de Usuario	2048 bytes	Datos de Usuario	2048 bytes
Encabezamiento y sincro.	16 bytes	Datos de Identificación	12 bytes
EDC+ECC	288 bytes	EDC	4 bytes

Total	2352 bytes	Total	2064 bytes
Eficiencia	87 %	Eficiencia	99 %
Corrección de Errores		**Corrección de Errores**	
CIRC (bytes)	24 datos + 8 paridad	RSPC (bytes)	2064 datos + 302 paridad
Eficiencia	75 %	Eficiencia	87 %
Modulación		**Modulación**	
EFM	32*8 bits de datos	EFM+	91*8 bits de datos
Por trama	588 bits EFM	Por trama	1488 bits EFM
Eficiencia	44%	Eficiencia	49%
Eficiencia total: 28.4 %		Eficiencia total: 42.4%	

Tabla 2.19: Eficiencias en el CD y el DVD

2.2.4.5 Área de la Guía de Entrada y de Salida

Excepto para algunos bloques al final, el área de la Guía de Entrada se llena con bloques ECC, cuyos Datos Principales son puestos al valor 00h. La Guía de Entrada termina con dos bloques ECC con datos de códigos de Referencia, 30 bloques ECC con datos 00h, 192 bloques ECC que contienen datos de Control (información del formato físico, información de la fabricación del disco e información del proveedor) y otros 32 bloques ECC con datos 00h.

El código de Referencia contiene un específico patrón de datos, que puede usarse por ejemplo para el establecimiento o seteo de circuitos ecualizadores. La información del formato físico tiene que ver con el tipo de libro y su versión, el tamaño del disco y la velocidad mínima de lectura, la estructura del disco, su densidad de grabación, asignación del Área de Datos, y el número de bytes reservados.

La información de la fabricación del disco, es un texto o un código en formato libre escrito por el fabricante, y contiene información del proveedor. En el área de la Guía de Salida, todos los datos principales tienen el valor 00h.

2.2.5 MODULACIÓN EFM Y EFM+

En el terreno de las computadoras, los programadores y usuarios trabajan con lenguajes de alto nivel, pero los procesadores tratan con lenguajes de máquina y código binario. Para usar la tecnología óptica, fue necesario desarrollar un esquema de codificación que pueda producir un efectivo código de "pits" y "lands" a grabarse en el disco y que además sea fácilmente decodificable, para producir

el código de 8 bits usado por las computadoras.

2.2.5.1 Modulación EFM

Un esquema de codificación óptica resultante, es la EFM ("Eight to Fourteen Modulation") o Modulación 8 a 14, la misma que se usa en los CDs de audio o de datos. Con EFM el byte 'magnético' de 8 bits a grabar, es modulado en un byte 'óptico' de 14 bits. La conversión EFM se la realiza según la tabla de conversión *EFM*[13]. Se necesita esta modulación para permitir la codificación de dos 1s consecutivos, lo que puede ser imposible con el esquema de "pits" y "lands" usando bytes de 8 bits. De hecho, los cambios en la reflexividad de los "pits" y "lands", se codifican como "1s" (transiciones "land-pit" o "pit"-"land", a lo largo de la pista), lo que impide que existan dos 1s consecutivos. Además, los no cambios de reflexividad, representan "0s", cuyo número está limitado por la "longitud de corrida". Para evitar confusiones, los bits de un byte 'óptico' se denominan: 'bits de canal'. Al byte 'óptico' de 14 bits se le agregan tres bits de canal (haciéndose un total de 17 bits de canal), conocidos como bits de '*fusión*' ("merging bits"), usados para eliminar conflictos de transición entre bytes ópticos consecutivos, de manera que no puedan existir menos de dos 0s entre dos 1s y así poder separar los bytes ópticos consecutivos.

La modulación EFM está construida de tal manera que cada bit "1" esté separado por un mínimo de dos 0s y un máximo de diez 0s. Esto provee una adecuada modulación de la señal para que los mecanismos de seguimiento de la pista trabajen apropiadamente. Un gran número de 0s seguidos puede causar degradación del seguimiento.

Esta técnica de modulación de bajo nivel, maximiza el tamaño de los "pits" en el disco reduciendo la frecuencia de transición de 0 a 1 o de 1 a 0. Los 3 bits añadidos al bloque de 14 bits mejoran la eliminación de las transiciones 1 a 0 y 0 a 1 entre bytes ópticos. Durante el proceso de lectura, se demodula el código óptico de 14 bits al código de 8 bits usado por la computadora.
Los procesamientos de modulación al nivel de bit son transparentes para el

[13] Ver anexo A2

usuario.

2.2.5.2 Modulación EFM +

El DVD utiliza una modulación similar a la anterior, llamada: *EFM Plus* (EFM+). La modulación EFM+ (contribución de Sony y Philips), también es conocida como Modulación 8/16. EFM+, es un código de modulación usado para transformar una secuencia arbitraria de datos de entrada, en una secuencia con propiedades especiales de *longitud de corrida o "run lenght"*, requeridas para la grabación en un disco DVD. Como se vio antes, la longitud de corrida limita la cantidad de símbolos iguales consecutivos, en este caso 0s. EFM+ convierte símbolos de datos de entrada de 8 bits, en símbolos de 16 bits de canal.

Los valores de los 16 bits de canal, se eligen de la tabla de conversión EFM+. Existen 256 valores posibles de los símbolos de datos y 4 condiciones posibles de "run lenght". Para cada combinación de símbolos de datos y estados, la tabla de conversión contiene una palabra código EFM+ de 16 bits y el valor de la condición de "run lenght" para el próximo símbolo de datos a ser codificado. Esta codificación no solo permite una única conversión de una palabra código EFM+ a un símbolo de datos durante la demodulación, sino que además limita la propagación de errores.

Las palabras código de 16 bits representan un pequeño pero útil ahorro de la capacidad de datos, comparado con las palabras código de 17 bits usadas en el código EFM. La modulación EFM+ al ser la versión mejorada de la modulación EFM, es más efectiva y eficiente, sin comprometer el desempeño de los sistemas de extracción de datos y de los servo mecanismos.

La elevada eficiencia de la Modulación 8 a 16, permite asegurar la compatibilidad tanto con los discos actuales como con los futuros medios regrabables.

La capa más baja del canal de comunicaciones del DVD es la modulación 8/16, la cual además ayuda a reducir la energía DC de la señal producida por valores ilegales de bits 1s o 0s consecutivos. Las ventajas de este código son:

- Permite reducir la componente DC
- Usa menor número de bits de fusión
- Puede ser aplicable al DVD-RAM
- Requiere circuitos simples para la decodificación
- De los 16 bits de canal, 8 corresponden a los datos de usuario.

La supresión de las componentes de baja frecuencia es muy importante para asegurar un seguimiento estable de la pista y una detección precisa de las señales de RF. El algoritmo de codificación EFM+, suprime los componentes de baja frecuencia controlando el valor *DSV* de la secuencia codificada. El "Valor de la Suma Digital" o DSV, es el valor de la diferencia entre el total de símbolos " + " y " - " (1s y 0s), acumulados desde el inicio de una secuencia.

El propósito del control de baja frecuencia es producir una secuencia codificada tal que el valor |DSV| de la secuencia, esté tan cercano a cero como sea posible. Esto se realiza mediante el uso de una *Tabla de Conversión Sustituta*[14] añadida a la Tabla Principal de Conversión EFM+.

Nota: La tabla de codificación EFM+, no es de información pública.

Las componentes espectrales de baja frecuencia de la señal codificada deben ser suprimidas de manera que se minimice la interferencia con las señales de baja frecuencia de los servo sistemas de lectura y seguimiento de pista. El servo sistema se considera como el "talón de Aquiles" del reproductor DVD, ya que si este falla se producen perdidas de reloj y del seguimiento de la pista, en donde la corrección de errores es totalmente inútil.

Finalmente, si la secuencia grabada está libre de DC, entonces los disturbios de baja frecuencia producidos por huellas dactilares en el disco pueden ser filtrados sin distorsionar la señal de los datos. La mayor velocidad de codificación de EFM+, produce un pequeño incremento de potencia de cerca de +4 dB en la parte de baja frecuencia del espectro de los datos. Debido a la mayor velocidad de bits

[14] Más información en el Anexo A5

de canal (26.16 Mbps en lugar de 4.3218 Mbps), la potencia dentro del ancho de banda del servo sistema, actualmente se reduce cerca de -12 dB. Para el típico ancho de banda de 2 KHz del servo sistema, la reducción neta es de cerca de -8dB.

Tomando en cuenta las reglas para una mínima longitud de corrida de 3 bits de canal y una máxima de 11 bits de canal, existen 351 palabras que satisfacen la restricción, de las cuales se descartan 7, dejando 344 palabras código disponibles. De estas, 256 son usadas por la Tabla Principal de conversión, dejando los 88 símbolos de datos más bajos para la tabla sustituta. Las palabras código son elegidas de una u otra tabla según sea necesario, para obtener el valor absoluto más bajo de DSV.

El código de modulación EFM+ tiene un valor de parámetros (d, k) = (2, 10), que indica que el mínimo número de 0s consecutivos en una trama debe ser d+1 = 3 y máximo k +1= 11 (no pueden existir 1s consecutivos). El parámetro 'd' controla la mayor frecuencia de transición, mientras que el parámetro 'k" asegura una adecuada frecuencia para la sincronización del reloj.

EFM+ es un código de "multimodalidad", que significa que la elección de la palabra de salida depende no solo de la palabra de entrada sino también de algunas cantidades externas como el DSV y el estado de máquina, para controlar el contenido de baja frecuencia de la señal.

2.2.6 EL BUFFER DE PISTA

El buffer, comúnmente es una pequeña cantidad de memoria que sirve para mantener momentáneamente ya sea instrucciones o alguna información y es utilizado directamente por el CPU. Se usa el buffer para superar situaciones que afecten el acceso directo del CPU a instrucciones o datos; tales situaciones pueden ser diferencias de velocidad, retardos de interface, decodificación de imágenes y otras variaciones entre un dispositivo y el CPU. El uso del buffer es importante en los procesos de compresión y descompresión de audio y video, en la reproducción sin saltos de CDs y DVDs, y donde se requiera mantener una

velocidad de transmisión muy estable.

En los reproductores DVD, el buffer de pista ("track buffer") recibe la corriente de bits de usuario a 11.08 Mbps, la cual puede fluctuar debido a un acceso irregular al disco por parte del programa de aplicación, y entrega a la salida un flujo de bits con una velocidad constante de 10.08 Mbps (DVD-Video), después de despojarse de los paquetes DSI (Información de Búsqueda de Datos) y PCI (Información de Control de Presentación).

El tamaño del buffer de la pista 'B' es dejado a la libre implementación, aunque el tamaño mínimo recomendado es de 2 Mbits. Su tamaño se puede calcular así:

Tamaño del Buffer: B > Tmax * VBR máx. = 0.095 seg. * 10*08 Mbit/seg

Entonces: B > 0.96 Mbits

En donde T máx. es la máxima tardanza que emplea un disco para dar una revolución, y *VBR*[15]max es la máxima velocidad multiplexada para cualquier programa consistente en video, audio o datos.

A continuación se indica el uso del buffer para la reproducción sin saltos:

Flujo de entrada al buffer:

Tiempo ——→ m, n : número de sector

T

[n-3] [n-2] [n-1] [n] ..... salto de pista ..... [m] [m+1] [m+2] [m+3] [etc.]

No existe transferencia de datos durante la discontinuidad.

Salida del buffer:

Retraso inicial producido
por el buffer de la pista (0.25 seg.)

| ←——→

[n-3] [n-2] [n-1] [n] [m] [m+1] [m+2] [m+3] [etc.]

No existe discontinuidad desde el punto de vista del decodificador MPEG.

[15] VBR: Variable Bit Rate (ver glosario)

Se puede calcular la memoria del buffer para la reproducción continua, considerando que T= 0.25 segundos es el tiempo de un salto máximo de 10,000 sectores y asumiendo una velocidad de 8 Mbps:

Tamaño de la memoria = T * VBR
= 0.25 seg. * 8 Mbits
= 2 Mbits

Este valor depende de la implementación.

2.2.7 SISTEMA DE ARCHIVOS DEL DVD

El DVD ha elegido un nuevo sistema de archivos llamado UDF (Universal Disc Format), sus principales características son:

- Permite un robusto intercambio de archivos
- Es independiente del sistema y del fabricante
- Sirve para medios grabables y de solo lectura
- Está basado en la norma ISO 13346

La norma ISO 13346 en resumen, tiene que ver con la estructura de los archivos y directorios tanto de los medios para única escritura, como para los reescribibles, con el procesamiento y almacenamiento de datos e intercambio de información.

El UDF ha sido extendido para proveer las características necesarias a los discos escribibles una sola vez como también a los discos reescribibles. La combinación de UDF e ISO 9660, es llamada *'UDF Bridge'* y se usa en algunos discos DVD para darle compatibilidad con los sistemas operativos existentes, incluyendo a Windows 95. Las aplicaciones pueden acceder al archivo de datos ya sea usando ISO 9660 o estructuras de archivos UDF, sin embargo se recomienda usar solo UDF.

Los discos DVD-Video usan únicamente UDF, con todos los requerimientos de datos especificados por UDF e ISO 13346 para que puedan ser leídos mediante sistemas de computadora. Los archivos del DVD-Video, no deben ser más

grandes que 1 GB y deben ser grabados en una secuencia continua.

Figura 2.12: Sistema de archivos del DVD

El "Libro B" establece la estructura del directorio (tal como Raíz, Audio_TS, Video_TS y otros subdirectorios definidos por el usuario) requerido para los archivos que conforman un título en DVD-Video. El primer directorio en el disco debe ser el *Video_TS* que contiene todos los archivos de video. Los nombres de los archivos están en formato 8.3 (8 caracteres para el nombre y 3 para la extensión). Todos los otros archivos no incluidos en las especificaciones del DVD-Video serán ignorados por los reproductores de DVD-Video.

Los discos DVD-Audio utilizan únicamente UDF, además el directorio AUDIO_TS que almacena los archivos de audio.

En lo que se refiere a los discos DVD-ROM, estos discos utilizan UDF e ISO-9660. Windows 95 no fue diseñado para leer archivos en UDF, pero puede leer aquellos que estén bajo ISO 9660. Windows 98 y NT, pueden leer el sistema UDF si encuentran en el disco el sistema UDF-Bridge.

2.2.7.1 ISO 9660

Para complementar al "Libro Amarillo", los dueños del formato CD propusieron en 1986 un sistema de archivos para el CD-ROM, llamado "*High Sierra Format*[16]", que posteriormente fue ratificado y modificado levemente por la ISO. En 1988, la Organización Internacional de Estándares, la publicó como recomendación bajo el titulo: "ISO 9660: Procesamiento de Información: Volumen y Estructura de Archivos del CD-ROM para Intercambio de Información".

ISO 9660, es el sistema estándar de archivos del CD-ROM, que permite leer el

[16] HFS, En honor a la reunión que se realizo en un hotel de Nevada llamado "High Sierra"

mismo disco en varias plataformas de computadoras, como PC o Mac. Su estructura lógica de multiplataforma ha sido la clave para el desarrollo y aceptación mundial del CD-ROM como medio de distribución de información.

La ISO 9660, especifica tres niveles de intercambio de archivos: el Nivel 1, es compatible con MS-DOS, y limita los nombres de los archivos a 8 caracteres para el nombre y 3 para la extensión, escritos con mayúsculas. Los nombres de los directorios no deben tener más de 8 caracteres. Los subdirectorios no pueden anidarse en más de 8 niveles de profundidad. Este nivel el más implementado.

Tanto el Nivel 2 como el 3, permiten nombres de hasta 32 caracteres, no se usan en MS-DOS y conservan la mayoría de restricciones del Nivel 1. El CD-R implementa características de Nivel 3 para aplicaciones multiplataforma.

Para superar algunas limitaciones de la ISO 9660 de Nivel 1, particularmente con Windows 95, empresas como Microsoft y Apple, desarrollaron las "Extensiones Joliet para ISO 9660", que mantienen compatibilidad con MS-DOS.

ISO 9660 hace posible que el CD-ROM pueda almacenar archivos de texto, gráficos, audio y video. El direccionamiento lógico del CD-ROM, es traducido a una estructura jerárquica de archivos (directorios y subdirectorios) que puedan ser entendidos por el usuario.

2.2.7.2 UDF (Universal Disc Format)

El sistema de archivos UDF fue desarrollado por la Asociación de Tecnologías de Almacenamiento Óptico (OSTA), con el fin de eliminar las limitaciones de direccionamiento de la ISO 9660, considerando que las capacidades sobre los 4GB del DVD superan el límite de direccionamiento de sectores en ISO 9660. UDF es un subconjunto de ISO 13346 y está orientado a cubrir todos los productos de almacenamiento magnético y óptico, incluyendo a aquellos de única escritura y a los reescribibles. UDF está diseñado para tratar con grandes volúmenes de datos y para reducir los cambios en el caso de añadir o eliminar archivos. UDF define estructuras de datos, tales como: volúmenes, archivos,

bloques, sectores, detección de errores, pistas, tablas de localización, métodos para la lectura y escritura, etc.

El tamaño mínimo de un bloque direccionable por UDF, es de 2 KB, lo que permite usar la capacidad de un disco, más eficientemente que con *FAT*[17] (File Allocation Table). Con FAT 16, el tamaño mínimo de un bloque direccionable es de 32 KB y para FAT32 es de 4 KB. FAT16 puede trabajar con archivos de hasta 2GB y FAT 32 con archivos de hasta 4 GB (NTFS puede trabajar con archivos de hasta 2 TB).

UDF permite más de un volumen por disco y supera las limitaciones del tamaño de los archivos manejados por los programas redirectores como el *MSCDEX*[18], que trabaja con ISO 9660 de Nivel 1 y direcciona hasta 2 GB. Además UDF es capaz de leer CDs bajo ISO 9660.

Para el período transitorio, hasta que UDF sea universal, las especificaciones del DVD incluyen un sistema de archivos intermedio, llamado "UDF-Bridge", este sistema permite que los discos DVD sean usados en computadoras, cuyos sistemas operativos no soporten UDF, se exceptúan al DVD-R y al DVD-RAM ya que usan únicamente UDF. El UDF-Bridge se usa en los Libros A, B y C, no incluye explícitamente las extensiones Joliet.

El sistema de archivos UDF, además permite que unidades DVD puedan leer discos CD-R y CD-RW.

2.3 ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DISCOS DVD

Todos los discos DVD están formados por la unión de dos substratos de policarbonato de 0.6 mm de espesor, sin embargo existen discos DVD que se diferencian por su tamaño, capacidad, número de capas y número de caras para la lectura.

---

[17] La FAT, controla la ubicación y espacio libre de los archivos de un disco
[18] Programa para que los computadores compatibles con IBM, reconozcan una unidad de CD-ROM

En la tabla 2.20, se indican los tipos de discos DVD y algunas de sus características. La designación de cada disco, es el entero superior de su capacidad (con ciertas excepciones). Al final se añaden los datos del CD-ROM únicamente para comparación.

NOMBRE	DIÁMETRO (CM)	Nº DE CAPAS	Nº DE LADOS	CAPACIDAD	DURACIÓN EN MINUTOS (REPRODUCCIÓN DE VIDEO)
DVD-1	8	1	1	1.36 GB (1.46 BB)	≈ 40 (≈ 0.5 H)
DVD-2	8	2	1	2.48 GB (2.66 BB)	≈ 74 (≈ 1.3 H)
DVD-3	8	1	2	2.72 GB (2.92 BB)	≈ 80 (≈ 1.4 H)
DVD-4	8	2	2	4.95 GB (5.32 BB)	≈ 140 (≈ 2.5 H)
DVD-5	12	1	1	4.38 GB (4.70 BB)	≈ 133 (≈ 2.0 H)
DVD-9	12	2	1	7.95 GB (8.54 BB)	≈ 250 (≈ 4.0 H)
DVD-10	12	1	2	8.75 GB (9.40 BB)	≈ 266 (≈ 4.5 H)
DVD-14	12	Mixto*	2	12.33 GB (13.24 BB)	≈ 400 (≈ 6.5 H)
DVD-18 *	12	2	2	15.90 GB (17.08 BB)	≈ 500 (≈ 8.0 H)
DVD-R 1.0	12	1	1	3.68 GB (3.95 BB)	--
DVD-R 2.0	12	1	1	4.38 GB (4.70 BB)	--
DVD-RW 2.0	12	1	1	4.38 GB (4.70 BB)	--
DVD-RAM 1.0	12	1	1	2.40 GB (2.58 BB)	--
DVD-RAM 1.0	12	1	2	4.80 GB (5.16 BB)	(≈ 1 H por lado)
DVD-RAM 2.0	12	1	1	4.38 GB (4.70 BB)	--
DVD-RAM 2.0	12	1	2	8.75 GB (9.40 BB)	--
DVD-RAM 2.0	8	1	2	1.36 GB (1.46 BB)	--
CD-ROM	12	1	1	0.635 GB (0.650 BB)	≈ 74 (solo audio)
CD-ROM	8	1	1	0.180 GB (0.194 BB)	--

Tabla 2.20: Tipos de disco DVD

Nota:

- GB se refiere a GB (informáticos); BB se refiere a GB (DVD).
- * El DVD-14, es un disco "mixto" porque tiene una capa en un lado y doble capa en el otro.
- * El DVD-18 es extremadamente difícil de fabricar.

El DVD-R es grabable una sola vez pero sirve para muchas lecturas (WORM: Write Once Read Many).

DVD-RAM: Es el DVD reescribible o borrable.

DVD-RW: Es el DVD Re-regrabable.

Los formatos DVD-5, DVD-9, DVD-10 y DVD-18 son solo para lectura.

Se necesitan cerca de 2 GB para almacenar una hora de video promedio.

Existen discos DVD de 8 y 12 cm de diámetro, ambos con un espesor de 1.2 mm. Los discos de 8 cm, tienen las mismas opciones de capas y lados que los discos de 12 cm, aunque las especificaciones enfatizan a los discos de 12 cm .

La alta capacidad de los discos DVD, elimina la necesidad de cambiar de disco en medio de una película como sucedía con los LDs, al mismo tiempo reduce el costo y el número de discos necesarios para almacenar los datos. La cantidad de video que un disco puede almacenar depende de la cantidad y calidad de audio y video contenidos, y de que tan comprimidos estén. Un disco de 4.7 GB por ejemplo, puede almacenar 2 horas de video, pero si tiene una sola pista de audio, entonces puede almacenar más de 160 minutos de video. Además puede almacenar 6 horas de audio y video pero con la calidad de VHS.

Los formatos más comunes de disco son los de único lado, sin embargo los discos de doble lado estarán disponibles en futuro cercano. Los discos de doble lado pueden reproducirse con el hardware actual, pero deben ser volteados manualmente. Se ha considerado que la capacidad adicional como la del segundo lado, podría usarse para entregar un juego o algún material relacionado con la película.

Los discos DVD de doble capa son de color dorado, estos implementan una de las dos opciones de reproducción para doble capa: La trayectoria de pistas paralelas PTP, o la trayectoria de pistas opuestas OTP, ya mencionadas. Los discos que usan OTP, se denominan DVDs de "*Capa doble con espiral reversa*" o *RSDL*[19].

En el futuro se dispondrá del DVD-HDTV, para almacenar programas de televisión de alta definición, una vez que se haya desarrollado un láser azul más económico, con lo que se incrementaría su capacidad a unos 20 GB y será solo de lectura.
Como información, el desarrollo del LED azul (nitrito de galio), permitió la producción del láser azul, que fue probado por Philips, Sony y Toshiba en 1996,

[19] RDSL: Reverse Spiral Dual Layer

aunque con problemas de calentamiento, lo que impide su utilización en pequeños dispositivos, se está trabajando en este problema. Los requerimientos de enfriamiento y tamaño, son claves para implementar láseres para la tecnología de los discos ópticos.

Las designaciones más comunes del DVD, son: DVD-5, DVD-9, DVD-10 y DVD-18, que se verán a continuación. Actualmente se producen los tres primeros.

2.3.1 El DVD-5

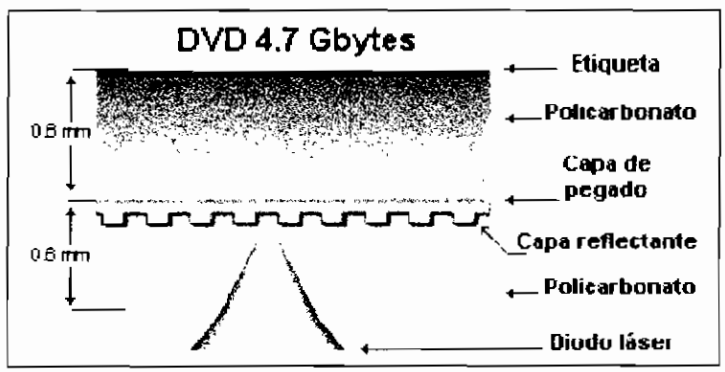


Figura 2.13: Estructura del DVD-5

Es el más simple de los discos DVD, contiene una única capa con capacidad de 4.7 GB(DVD) (o 2 horas de video MPEG-2). De los dos substratos de 0.6mm, solo uno de ellos contiene datos, el otro está vacío, por lo que tiene un solo lado para la lectura. Los dos substratos son pegados entre sí para formar un disco de 1.2 mm de espesor. El flujo promedio de video es de 4.7 Mbps y da una duración de unos 133 minutos o más, dependiendo de la calidad del audio y del video.

Los discos de único lado pueden ser etiquetados con cualquier método convencional, por ejemplo con serigrafía. También el substrato en blanco podría ser moldeado con alguna imagen en su superficie, que debería ser metalizada para hacerla visible. El DVD-5 es el más utilizado actualmente.

2.3.2 El DVD-9

Este disco es la versión de doble capa y único lado, tiene una capacidad de 8.5

GB(DVD), la que es ligeramente menor a la de dos discos de capa única y único lado.

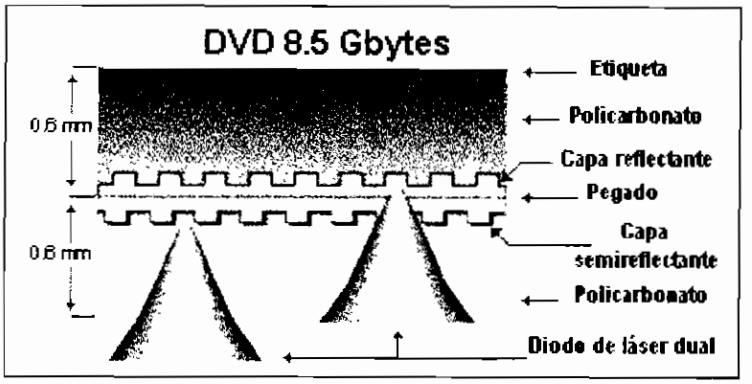


Figura 2.14: Estructura del DVD-9

El láser tiene que leer a través de la capa externa que es semitransparente, a la capa interna (a una distancia de 20 μm a 70 μm). Para que la segunda capa sea leída correctamente, los "pits" sobre las dos capas son un 10% más largas que las de un disco DVD-5 o un DVD-10, (incremento de 0.4 μm a 0.44 μm). Como compensación se aumenta ligeramente la velocidad de barrido a 3.84 m/s, mientras que en los discos de capa única la velocidad es de 3.49 m/s. El incremento de longitud significa menos pits por revolución, resultando menor capacidad por capa.

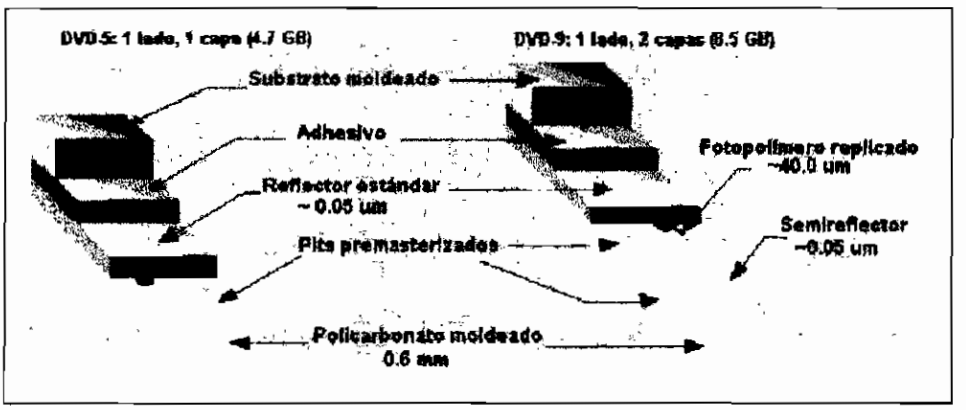


Figura 2.15: Capas de los discos DVD-5 y DVD-9

Un disco de doble capa, tiene dos capas de datos, ambas capas se leen desde el mismo lado. Las capas son moldeadas en diferentes substratos, los cuales se unen con una capa de pegamento ópticamente transparente. Estos discos se etiquetan en la cara que no tiene información.

En la figura 2.15, se muestra una perspectiva de las capas de los discos DVD-5 y DVD-9. El DVD-9 es más complejo que el DVD-10, por ser de doble capa en un solo lado.

2.3.3 El DVD-10

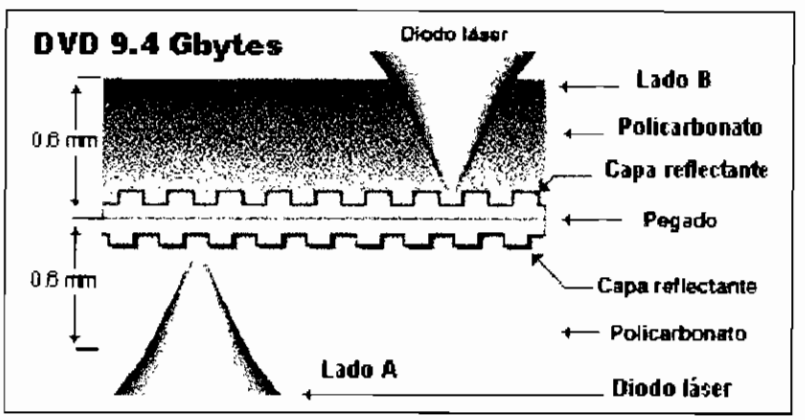


Figura 2.16: Estructura del DVD-10

Este disco tiene dos caras, cada una de ellas con una capa. Difiere del DVD-5, en que ambos substratos contienen datos. En la mayoría de reproductores, para poder leer ambos lados, es necesario voltearle manualmente. Su capacidad es de 9.4 GB $_{(DVD)}$, el doble de la versión de capa única y único lado.

En los discos de doble lado se pueden imprimir las etiquetas únicamente en el anillo cerca del área de sujeción, puesto se necesita leer los datos en ambas caras. Por lo tanto el etiquetado es un problema en estos discos. Se está trabajando en pinturas que permitan que el láser las atraviese y lea los datos sin problemas, pero todavía esto es imposible.

2.3.4 El DVD-18

Esta versión es de dos lados de lectura, cada uno con doble capa de datos. Las capas de cada lado, deben ser fabricadas en un único substrato de policarbonato, mediante procesos que emplean fotopolímeros.

Este disco tiene la mayor capacidad de la familia (17.1 GB) pero su fabricación es

más difícil y compleja. Son necesarios cuatro estampadores, dos de los cuales sirven para prensar DVDs estándares, los otros dos son usados para crear "pits" en el fotopolímero.

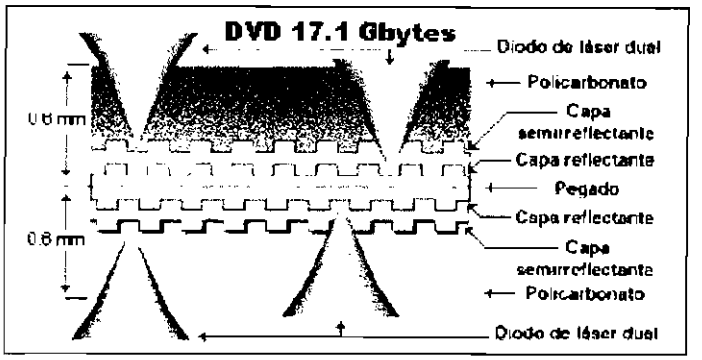


Figura 2.17: Estructura del DVD-18

Para obtener las cuatro capas, cada substrato debe tener dos capas, lo cual requiere estampar una segunda capa de datos encima de la primera. Aún después de que se han desarrollado e instalado nuevos equipos en las líneas de producción, el rendimiento (número de discos útiles comparado con los discos defectuosos) será muy bajo hasta que el proceso esté bien ajustado, actualmente se anuncian progresos en la fabricación del DVD-18.

El primer DVD-18 comercial fue lanzado en octubre de 1999, pero todavía será necesario un tiempo para que estos discos muy alta capacidad se hagan comunes.

2.3.5 El DVD Bridge

El disco "bridge" o puente, está constituido por elementos de diferentes especificaciones. Es un disco híbrido que tiene las características de un CD-Audio y de un DVD, este disco tiene dos capas, una que puede ser leída en lectores DVD y la otra en lectores CD.

El substrato de CD tiene 1.2mm de espesor y el substrato DVD es de 0.6 mm, esta estructura es usada en el "Súper Audio CD" (SACD).

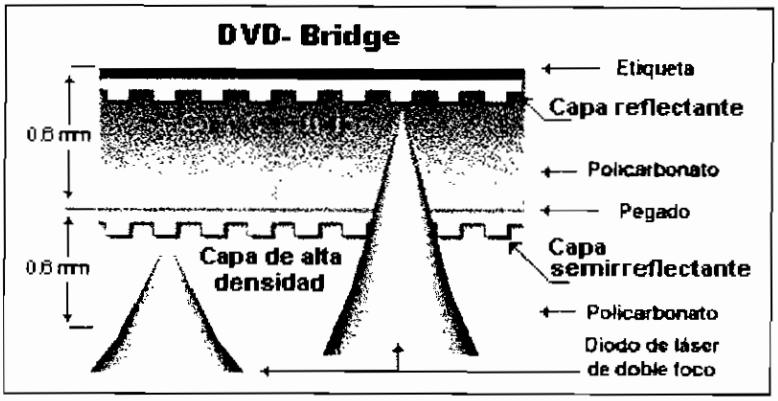


Figura 2.18: Estructura del DVD-Bridge

2.3.6 El DVD Híbrido

En general, el término "DVD Hibrido", se refiere a un disco DVD que incorpora diferentes tecnologías, pudiéndose aplicar este término a los siguientes discos:

- Un disco que funciona tanto en lectores DVD-Video, como en computadoras con DVD-ROM. Este disco es llamado "enhanced DVD" o DVD mejorado.

- Un disco DVD-ROM que funciona en computadoras compatibles con IBM y con Macintosh. Este disco es llamado DVD multi-plataforma.

Figura 2. 19: Enciclopedia en DVD

- Un disco DVD-ROM o DVD-Video que además tiene información cuyo contenido puede ser ampliado mediante Internet, por ejemplo la enciclopedia

ENCARTA en DVD (figura 2.19).

- Un disco que contiene tanto contenidos de DVD-Video como de DVD-Audio. Este disco es llamado DVD universal.

- Un disco con dos capas, la una que puede ser leída en lectores DVD y la otra que puede ser leída en lectores CD. Existen al menos tres variaciones de este híbrido (de las cuales 1 y 2, no están disponibles comercialmente):

  1. Un sustrato de CD de 1.2 mm de espesor, unido por detrás con un sustrato DVD de 0.6 mm, convirtiéndose en un disco de 1.8 mm de espesor, lo cual puede causar problemas en lectores con estrechas tolerancias. Contiene información en los dos lados, un lado puede ser leído por lectores CD mientras que el otro puede ser leído por lectores DVD. Fue llamado DVD Plus.
  2. Un sustrato CD de 0.6mm, con un revestimiento especial refractivo que origina una profundidad focal de 1.2 mm, unido a la parte de atrás de un sustrato DVD de 0.6 mm. Un lado se puede leer por lectores CD y el otro por lectores DVD.
  3. Un sustrato CD de 0.6 mm de espesor, unido por delante de un sustrato semitransparente DVD de 0.6 mm. Ambas capas se leen desde el mismo lado, requiriendo que el lector de Disco Compacto, lea a través de la capa DVD semitransparente, lo cual inicialmente causó problemas en algunos lectores CD, esta estructura dio origen al "Súper Audio CD" (SACD), actualmente disponible.

- Un disco con dos capas, la una contiene datos para solo lectura (DVD-ROM) y la otra es un medio reescribible (DVD-RAM) para grabar y regrabar.

- Un disco con dos capas en un lado y una capa en el otro lado (DVD-14).

Sin embargo la idea principal en el formato de disco híbrido es combinar las

tecnologías del CD y del DVD, respectivamente para mantener compatibilidad con los millones de lectores de CD existentes en el mercado, y usar las herramientas de fabricación del DVD-Video, para hacer un disco de doble capa, es decir, superponer una capa de alta densidad a la capa del CD.

Uno de los discos híbridos más importantes es el *SACD*[20], que está constituido por dos capas (figura 2.20): una capa CD y otra capa adicional semitransparente de alta densidad, con tecnología DVD. Llega a almacenar 4.7 GB, con música de alta fidelidad y con más canales de salida.

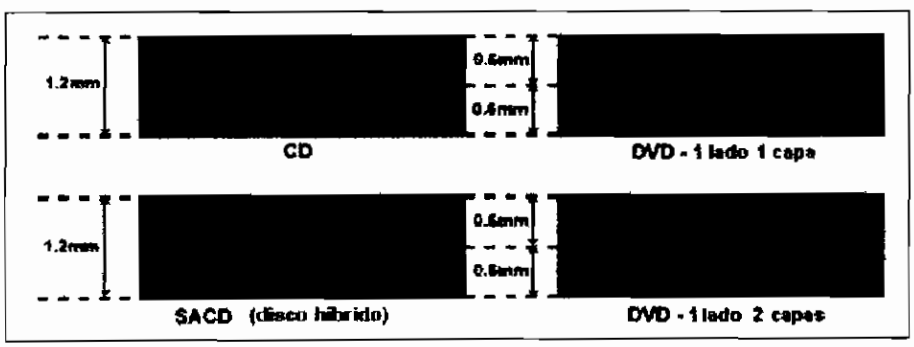


Figura 2. 20: Comparación del DVD con el CD y el SACD

2.4 FABRICACIÓN DEL DISCO DVD

La creación del DVD, es más compleja que la del CD, por esto se ha requerido diseñar nuevos equipos de fabricación. Se han tomado en cuenta las siguientes diferencias entre los dos formatos:

- El tamaño de los "pits" del DVD, es la mitad de los del CD.
- Las pistas del DVD están separadas la mitad de la distancia entre pistas del CD.
- Las velocidades de masterización del DVD son mayores, tanto en velocidad angular y lineal como en la transferencia de datos.
- El DVD requiere un nuevo formato de datos, particularmente para los discos de doble capa.

[20] Más información en el capítulo 3

- El DVD necesita moldear dos substratos para formar el disco final, cada uno de ellos es de la mitad del espesor de un CD.
- En el DVD las tolerancias son más estrechas, particularmente en lo que se refiere a las fluctuaciones y a la uniformidad de la superficie.
- La fabricación del DVD requiere una etapa adicional de pegado. Para los discos de doble capa, el pegado debe ser ópticamente transparente y de correcto espesor.
- La familia DVD incluye a los discos de doble capa y doble lado.

Por lo anterior, se requiere un nuevo o modificado equipo para masterización, máquinas de moldeo, equipos para metalización e inspección, más una nueva etapa de pegado, lo cual representa nuevos desafíos para los equipos de fabricación y replicación de DVDs.

2.4.1 PREMASTERIZACIÓN

En este proceso se transforman los datos de su fuente original a un formato especial que es almacenado finalmente en el DVD, por lo tanto la preparación de los datos de la aplicación, debe ser cuidadosamente planificada.

Al inicio se realiza la planificación del proyecto para el que se decide el título, esquema, interactividad, tamaño y medio en el que debe ser almacenado.

Los datos iniciales del DVD-Video están almacenados en una cinta digital por ejemplo Betacam, se verifica que cumpla las normas de TV y el formato de pantalla o relación de aspecto. A continuación se codifica el audio y el video, este último con una relación de compresión de 40:1. Mediante el proceso llamado "*Authoring*" el video y audio son encadenados, se agregan las pistas de múltiples lenguajes, subtítulos y el control familiar. Esta información llamada "*Disco Imagen*", se almacena en un soporte de gran capacidad, que por lo general es un disco duro aunque también es posible hacerlo en un DVD-R.

Para el caso del DVD-ROM, se parte de una preparación de datos en la computadora y luego del "authoring" se los guarda en un disco duro, obteniéndose

también el respectivo "disco imagen".

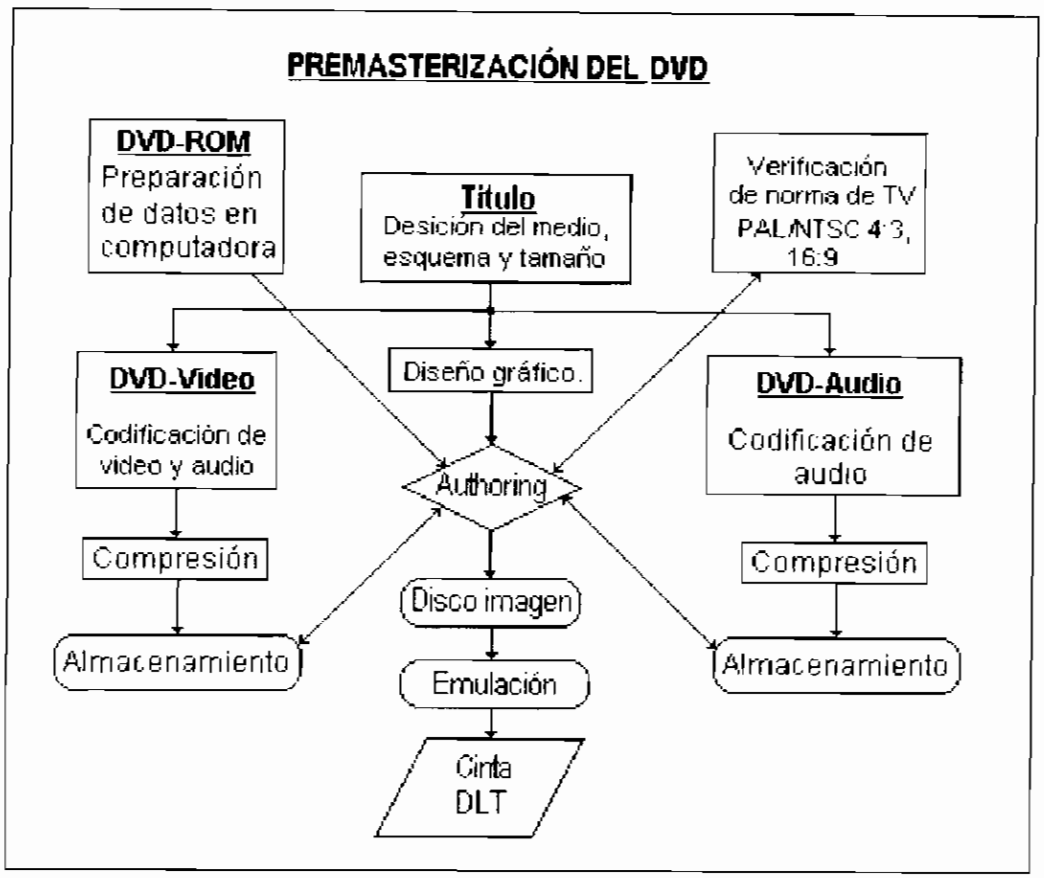


Figura 2.21: Premasterización

El DVD-Audio, permite almacenar hasta 8 canales de sonido diferentes, los mismos que son codificados y comprimidos. Mediante el "Authoring" se agrega la respectiva interactividad y cuando la aplicación se considera terminada, su "disco imagen" se guarda en un disco duro.

Luego, mediante software especial se procede a simular la aplicación almacenada en el disco imagen. Esto involucra la prueba del software, interfase con el usuario, datos, características de salida y otras; como si la aplicación ya estuviera grabada en el disco DVD. Si se encuentra que algunas características están fallando, estas pueden ser mejoradas y nuevamente revisadas hasta que sean satisfactorias. Las simulaciones ahorran dinero, ya que son realizadas antes del costoso proceso de masterización y replicación evitando dañar discos en blanco. Debido a la capacidad del DVD, tanto el hardware como el software para la simulación son

costosos.

Figura 2.22: Sala de procesamiento de la cinta DLT

Una vez comprobada la aplicación, los datos del disco imagen son almacenados en una cinta digital DLT (Digital Linear Tape) de unos 20 GB. Cada cinta DLT contiene la información de una capa del DVD. El archivo premasterizado contiene cadenas de sectores con sus respectivas direcciones, bytes para el encabezado, sincronización, detección y corrección de errores, etc. Esta cinta también conocida como "Master tape", es procesada (figura: 2.22) para la posterior fabricación del cristal que servirá de molde en la duplicación final.

2.4.2 MASTERIZACIÓN

Este el proceso involucra la producción de un molde original de vidrio llamado "disco maestro" que es necesario para los procesos de copia masiva, este proceso es realizado en un ambiente muy limpio.

Para la creación del molde base, se utiliza un disco de vidrio altamente pulido y tratado químicamente para permitir el depósito de una capa fotosensible al láser, usualmente esta capa es fotoresistiva y se la conoce como "capa de grabación", que se aplica en estado líquido. Para lograr que la capa sea de un espesor uniforme y de dimensiones muy reducidas, el disco es centrifugado (figura 2.24) y secado en un ambiente controlado.

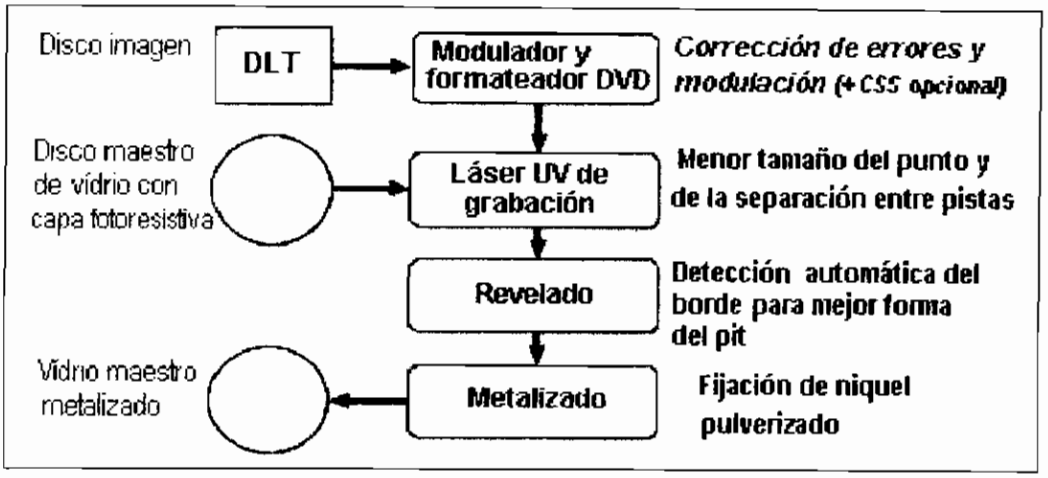


Figura 2.23: Proceso de Masterización

El espesor de la capa fotoresistiva es de unos 120 nm y su uniformidad es medida con un láser infrarrojo para asegurar una mejor geometría de los pits.

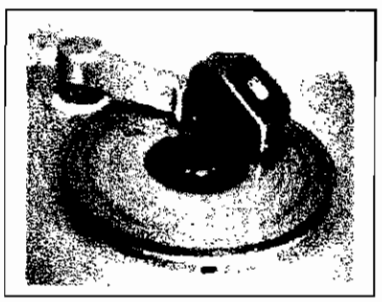


Figura 2.24: Preparación del disco maestro

Esta capa se seca a una temperatura de cerca de 80º C por treinta minutos, luego de lo cual se endurece y queda lista para ser expuesta a la luz láser. Luego de haberse codificado los datos e introducido la protección contra copia, se utiliza un rayo láser ultravioleta de alta potencia (de argón) controlado por computadora, el mismo que es enfocado sobre la superficie del disco de vidrio.

El láser es modulado por el flujo de datos provenientes de la cinta magnética y actúa sobre la capa fotoresistiva mientras el disco maestro gira con una velocidad lineal exacta, formando los hoyos ("pits") dispuestos en una pista espiral sobre la superficie preparada del disco (figura 2.26). Los "lands" son los espacios claros

entre los 'pits'.

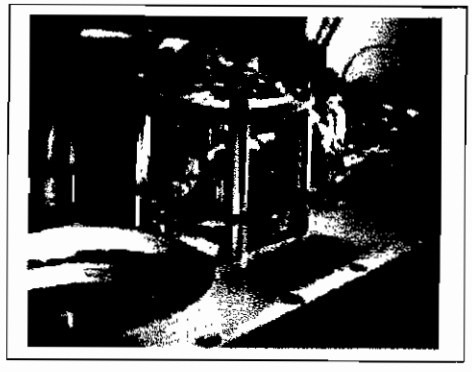


Figura 2.25: Láser de grabación del disco maestro

Si ocurre un error que no se pueda corregir durante la masterización, el controlador interrumpe la grabación

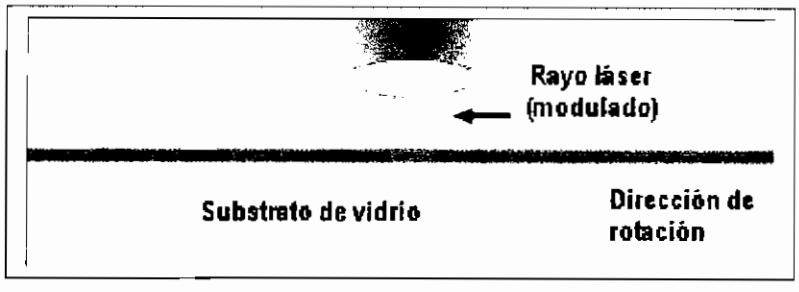


Figura 2.26: Grabación del disco maestro

Después del grabado, el disco pasa por un proceso químico especial llamado revelado (figura 2.27), y se lo denomina ahora como disco "maestro" o "positivo".

Figura 2.27: Revelado

La superficie del disco es revelada para remover la capa fotoresitiva expuesta al láser, creándose así los "pits" en la superficie. Los hoyos deben llegar hasta el vidrio para que sean de geometría aceptable. El vidrio no es afectado en este

proceso y actúa solo como soporte de la capa fotoresistiva. El substrato de vidrio puede ser reutilizado si se remueve toda la capa fotoresistiva.

Figura 2.28: Superficie después del revelado

Usando tecnologías de metalización, se fijan finas partículas metálicas ya sea de níquel o una aleación de este metal sobre el vidrio revelado, formando un molde metálico patrón que es llamado "padre" (o también "estampador" cuando este es usado para pocas reproducciones) el cual mantiene la geometría de los "pits".

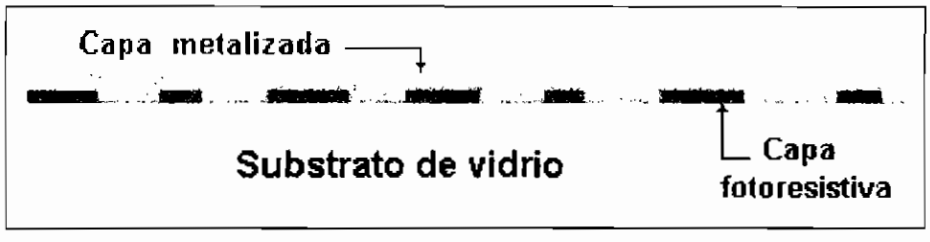


Figura 2.29: Metalizado

Para la reproducción masiva, el disco "padre" es usado para producir un molde intermedio llamado "madre" el cual se usa para producir los estampadores metálicos necesarios (llamados "hijos" o estampadores de producción) que son usados en las máquinas de moldeo por inyección. Como la masterización es realizada por capas, los discos de doble capa requieren equipos de grabación más precisos. Los discos DVD de doble capa y doble cara, requieren aún de procesos más sofisticados para tanto para la replicación, como para el pegado, lacado, y secado. El DVD requiere de estampadores tanto para el lado A como para el lado B, sobre los que se replican los discos.

La diferencias entre DVD y el CD, hacen que la mayor parte del proceso de masterización del DVD requiera de nuevos equipos, incluyendo un proceso

mejorado para la preparación del patrón de vidrio y un láser mejorado para la grabación. La masterización debe tomar en cuenta lo siguiente:

- La capa fotoresistiva debe ser idealmente de 120 nm de espesor (en lugar de 140 nm para el CD). Cualquier defecto o variación en el espesor de esta capa, tiene que ser muy pequeño.
- El rayo láser para grabación *LBR* (Laser Beam Recording) requiere: formar un punto más pequeño, tener mayor valor de apertura numérica y tolerancias más ajustadas que las del CD. Muchos LBRs diseñados para la masterización del DVD utilizan un láser ultravioleta (en lugar del láser azul o violeta usado para el CD). Para manejar tanto la masterización del CD como la del DVD, es necesario poder cambiar el valor de apertura numérica de masterización: de 0.6 para el CD a 0.9 para el DVD.
- Los datos del DVD tienen un formato diferente a los del CD, y requieren nuevo hardware y software de para poder manejar el código de corrección de errores RSPC, la modulación 8 a 16 y las altas velocidades de los datos.
- Los acabados del estampador del DVD, requieren más cuidados que los del CD, ya que las variaciones en la uniformidad del disco final son críticas para el DVD. En la figura 2.30, se muestra una microfotografía de la superficie de un molde estampador en el que se inyecta el plástico de policarbonato, resultando "pits" y "lands" con formas y bordes bien definidos.

Figura 2.30: Superficie del Estampador

Pero en el caso de los discos ópticos grabables, por ejemplo el CD-R, los "pits" formados por el láser de la unidad grabadora (casera), no resultan bien definidos y presentan más rugosidades en los bordes que los "pits" de los discos ópticos estampados masivamente. En la figura 2.31, se muestra una pista de datos, formada por la sucesión de "pits" y "lands" de un disco óptico

grabable.

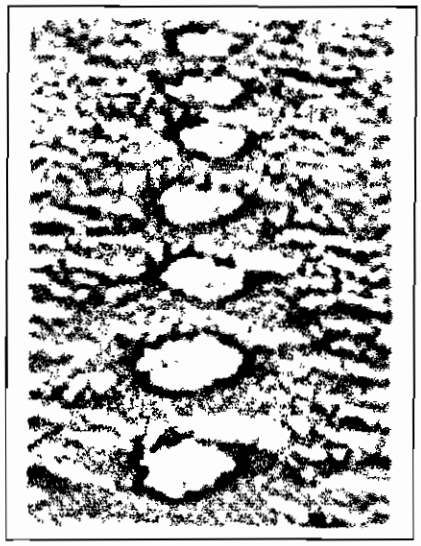


Figura 2.31: Pista de "pits" y "lands" formada en un disco grabable

- Los discos de doble capa, pueden requerir que la capa superior (capa 1) sea masterizada con la plataforma girando en dirección reversa. Además, la dirección de escritura debe ser, ya sea desde dentro hacia fuera (pistas paralelas) o desde fuera hacia adentro (pistas en oposición), dependiendo de los requerimientos de la aplicación.
- La *Protección contra copia*[21], es llevada a cabo en la etapa de masterización. Los datos de la cinta DLT se combinan con las claves de encriptación. Los datos de audio y video son "revueltos" usando esas claves, que están ocultas en el disco.

A continuación se indican algunos datos de la empresa "Nimbus" fabricante de CDs y DVDs. El láser para la grabación tiene las siguientes características:

- Es un láser ultravioleta, de iones de argón, con longitud de onda de 351 nm y requiere de enfriamiento
- Tiene un tiempo de vida útil de 5000 horas
- Su parte más crítica, es el control de enfoque del haz
- Tiene un enfoque secundario y el lente objetivo final tiene una NA = 0.9

[1] Ver en el capítulo 3

- Tiene una apertura numérica para la masterización de CDs
- Para grabar CDs o DVDs, únicamente se requiere cambiar la máscara de grabación
- Tiene un rendimiento del 90% para la fabricación de discos DVD de capa única y único lado.

Se tiene que tanto para la fabricación de CDs como de DVDs, la preparación del vidrio y de los químicos es idéntica. Se utilizan lentes de tipo universal, cuya apertura es conmutable. Para la masterización del CD y del DVD se utiliza un haz láser con la punta elíptica, que ayuda a mantener la resolución a lo largo de la pista para mejorar el control de los extremos de los hoyos ('pits'). Esta empresa realiza la masterización de 200 a 300 títulos por mes y fabrica de 1.2 a 1.5 millones de discos al mes.

Es importante indicar que actualmente se están desarrollando nuevas técnicas para el almacenamiento de datos en los discos ópticos, tanto en formatos de solo lectura como en formatos grabables. Una de estas tecnologías se denomina *Multinivel*[22], que codifica la información variando la profundidad de los "pits" en los discos de solo lectura ó variando la reflexividad de las marcas de los datos codificados en los discos reescribibles o en los de solo una escritura. Con esta técnica se lograría incrementar la capacidad de los discos DVD.

2.4.3 REPLICACIÓN

La replicación se refiere a la copia masiva de discos DVD. El policarbonato es calentado para remover cualquier humedad y es moldeado mediante inyección a alta presión en una máquina prensadora (figura 2.32) que utiliza al estampador colocado en una mitad de la cavidad del molde.

La prensa hidráulica cierra el molde, entonces el policarbonato fundido es inyectado en la cavidad y se aplica presión para moldearlo hasta que el disco se enfríe y se solidifique, luego es transferido a la siguiente etapa.

[22] Ver Anexo A5

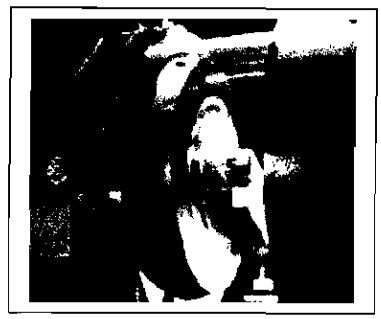


Figura 2.32: Prensa de moldeo

Los parámetros que se deben tomar en cuenta en el moldeo son: la geometría del estampador, la temperatura del molde y del policarbonato, la presión y el tiempo del moldeo que actualmente es de 3 a 4 segundos. Así se forma la estructura básica del disco y se imprimen los "pits" y "lands" sobre la superficie del mismo.

Posteriormente se aplica al disco, una capa de aluminio o de otro metal para que tenga una superficie que refleje el láser en el proceso de lectura. En la tabla 2.21, se indica el contenido y el metalizado de los discos: DVD-5, DVD-9 y DVD-10.

TÓPICO	DVD-5	DVD-9	DVD-10
Estampador de la cara A	Con datos	Con datos	Con datos
Estampador de la cara B	Vacío	Con datos	Con datos
Metalizado de la cara A	Aluminio (60 nm)	Oro / Silicio (18 nm)	Aluminio (60 nm)
Metalizado de la cara B	Aluminio (10 nm)	Aluminio (60 nm)	Aluminio (60 nm)

Tabla 2.21: Estampado y metalizado

Luego la capa metalizada es cubierta por una capa transparente de laca, que sirve para proteger a la capa metalizada contra la oxidación, rasguños, suciedad y de otras marcas que harían que el disco no sea legible. La capa de laca líquida es esparcida sobre la superficie del disco en rotación (figura 2.33), la fuerza centrífuga asegura que esta se distribuya uniformemente. Es importante que la laca cubra totalmente a la capa metalizada aislándola del ambiente, ya que al estar expuesta se oxidaría en pocos días. La capa de laca es secada y endurecida con luz ultravioleta. Un proceso de inspección automática revisa al disco para detectar defectos antes del proceso de pegado.

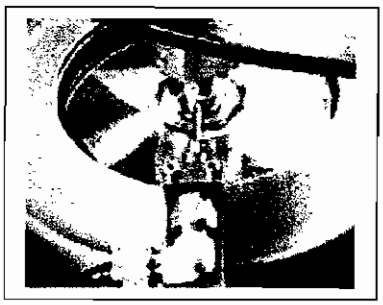


Figura 2.33: Lacado de la capa metalizada

El proceso de replicación varía un poco para los diferentes formatos. El DVD-5 y el DVD-10 fueron los primeros en ser fabricados. El DVD-9 presenta más dificultades en su fabricación debido a que es de doble capa.

El moldeo del DVD es similar al del CD, pero tiene importantes diferencias:

- Se necesitan al menos dos prensadores para cada disco DVD final.
- Cada substrato es de 0.6 mm de espesor en lugar de 1.2 mm del substrato único del CD.
- Los delgados substratos del DVD requieren diferentes parámetros de moldeo, tales como corto tiempo de inyección y mayores temperaturas.
- Se requieren máquinas de moldeo nuevas o rediseñadas para la inyección a presión, en donde el molde se mantiene ligeramente separado hasta que la mayoría del policarbonato haya sido inyectado.

La calidad del disco final, incluyendo las fluctuaciones y ladeos, dependen críticamente del proceso de moldeo. En el DVD-5, el substrato activo es metalizado con una capa reflexiva de aluminio de 60 nm de espesor. Este es pegado al substrato en blanco, metalizado con aluminio de 10 nm. En la figura 2.34, se muestra el proceso de fabricación de un disco de una capa y único lado.

Para el DVD-10, ambos substratos son metalizados con aluminio de 60 nm de espesor, ya que los dos contienen datos. Los discos DVD-9, requieren dos capas metalizadas de 60 nm. La capa 0 es semi-reflexiva y se la fabrica usando

una solución de oro o silicio, normalmente del último para permitir la reflexión del láser en la segunda capa llamada capa 1, que es de aluminio. La transparencia del pegado, es un parámetro crítico para el DVD-9. Además el recubrimiento de aluminio de la capa 1, debe ser de espesor uniforme para evitar fluctuaciones.

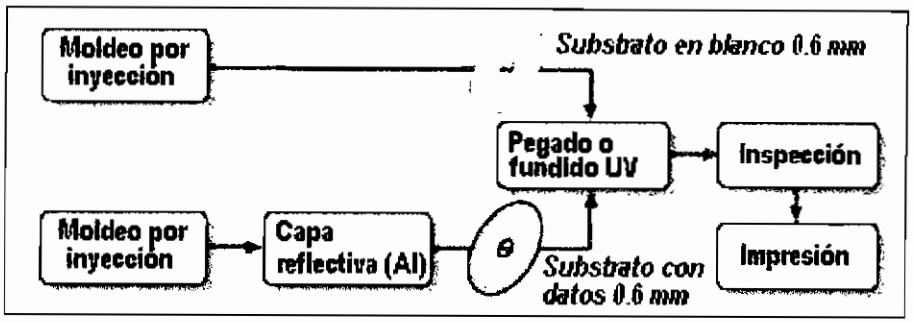


Figura 2.34: Fabricación del DVD-5

En la figura 2.35, se indica el proceso de fabricación de un disco de doble capa y único lado de lectura.

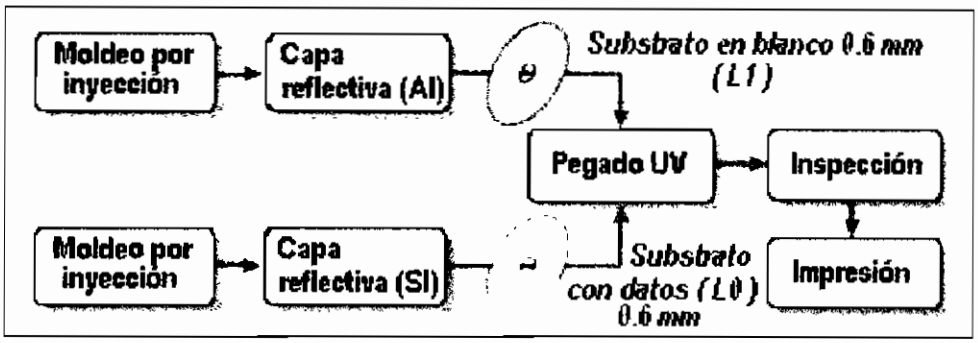


Figura 2.35: Fabricación del DVD-9

Algunas máquinas de moldeo por inyección producen de 7 a 10 réplicas por minuto, número que se sigue incrementando con las nuevas máquinas.

Para proyectos que requieran menos de 50 copias, puede ser más barato usar el DVD-R, mediante máquinas automáticas se puede realizar la grabación y etiquetado de cada DVD-R, este proceso se llama "duplicación", el cual es diferente de la "replicación" (copiado masivo).

En la figura 2.37, se resume el proceso de fabricación de una capa de datos del

DVD (antes del pegado).

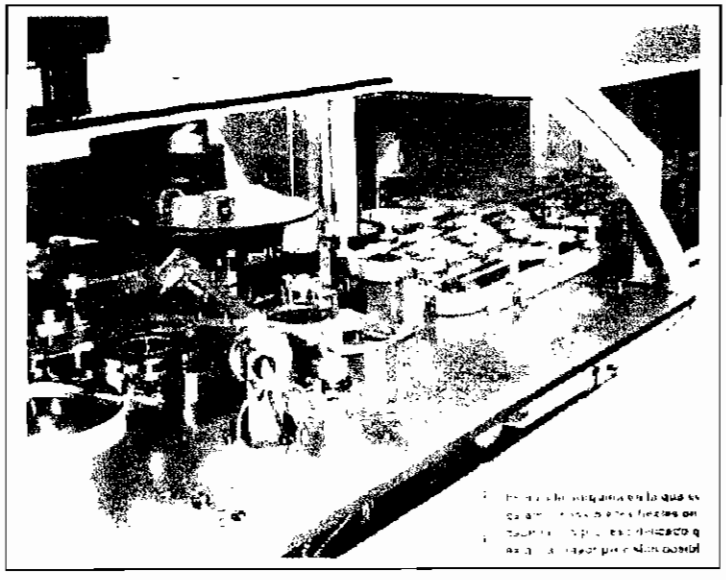


Figura 2.36: Máquina estampadora o de moldeo

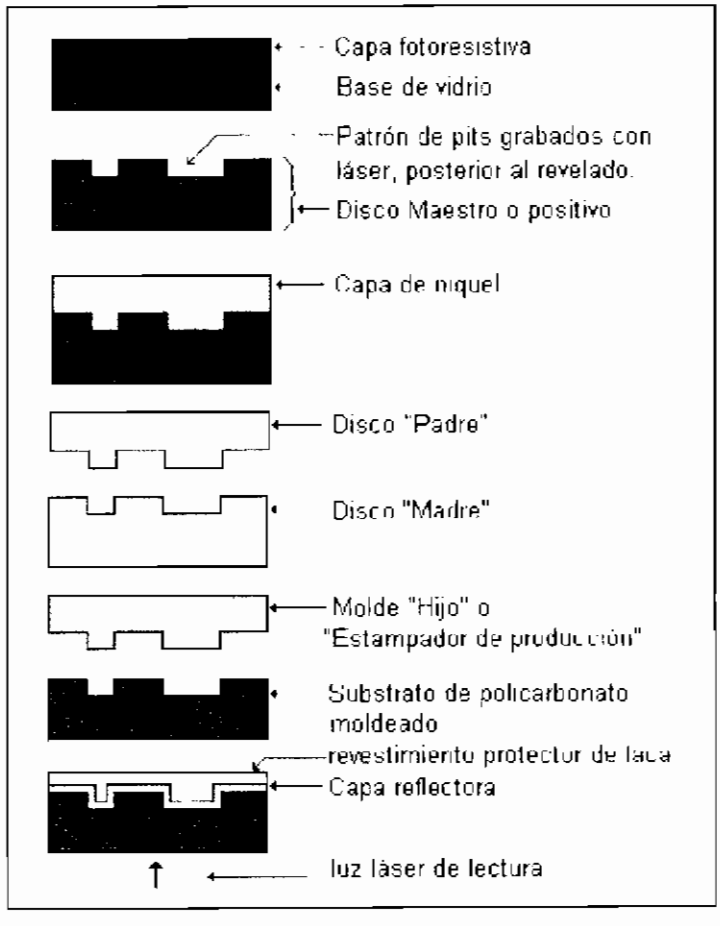


Figura 2.37 Fabricación de un substrato DVD, con una capa de datos

2.4.4 PEGADO DE SUBSTRATOS

Esta es una de las partes más difíciles del proceso, ya que el mínimo fallo, supone la creación de burbujas que modificarían la potencia y dirección del láser, haciendo que este acceda incorrectamente a los datos. Existen dos métodos importantes:

- El *Pegado por fusión en caliente*, es un método por el cual los dos substratos únicamente necesitan ser juntados y pegados por calor. Es adecuado para DVDs de capa única (de único o doble lado). Este proceso es simple y relativamente económico, pero tiende a ser reemplazado por el pegado mediante rayos ultravioleta (UV).

- El *Pegado de secado mediante UV*, involucra cubrir uniformemente uno o ambos substratos, con una resina de 55 μm de espesor, que se endurece con luz UV. Esta resina es similar a la laca normal, pero tiene adecuadas características ópticas y mecánicas. Debido a su transparencia, este método es apropiado para los discos de doble capa.

Generalmente se usa el pegado de secado mediante UV, el cual es compatible con todos los formatos DVD. El pegado del DVD-9, es particularmente difícil ya que la capa de pegado necesita:

- Ser de espesor uniforme dentro de estrechas tolerancias.
- Ser ópticamente transparente sin defectos tales como burbujas.
- No introducir variaciones en la superficie, que sobrepasen las especificaciones del DVD.

2.4.5 ETIQUETADO DEL DISCO

Cuando el disco DVD es de un solo lado, el etiquetado puede ser similar al de un CD. Existen varias opciones:

OPCIONES DE IMPRESIÓN DE LA ETIQUETA	DVD-5	DVD-9	DVD-10
Impresión normal sobre la superficie sin datos (como en el CD)	SI	SI	NO
Impresión sobre la superficie del substrato en blanco para darle un efecto lustroso	SI	NO	NO
Imágenes artísticas que son moldeadas en el substrato en blanco	SI	NO	NO
Impresión en ambos lados pero solo dentro del área del anillo	--	--	SI

Tabla 2.22: Etiquetado

A continuación se muestran en azul, las partes del disco que pueden ser etiquetadas.

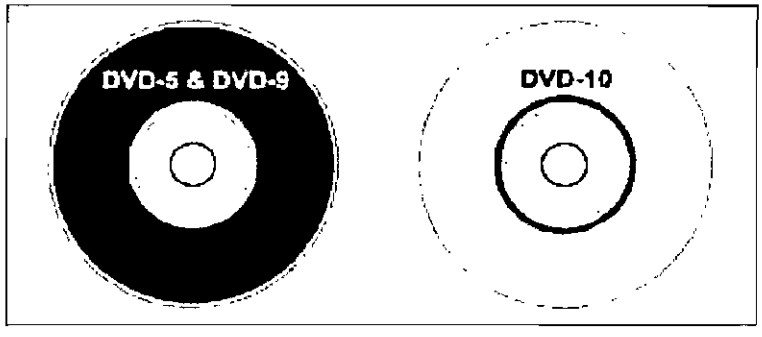


Figura 2.38: Áreas de impresión.

Para los discos de doble lado, el problema de la impresión de la etiqueta se soluciona usando el área anular cercana al agujero del disco. Dentro de esta, puede ser escrito un código de barras para información adicional. El radio interno de esta área es más pequeño en el DVD que en el CD.

El etiquetado de los discos de doble lado, puede contener la siguiente información:

ETIQUETA	ÁNGULO DEL ARCO
Información del título de la película	217°
Código de identificación del disco	57°
Lado	25°
Compañía	29°
Separación entre las etiquetas de arriba	8° x 4 espacios.

Tabla 2.23: Etiquetado para discos de doble lado

Las etiquetas pueden imprimirse mediante serigrafía u offset. Las máquinas etiquetadoras pueden imprimir 70 discos por minuto o más.

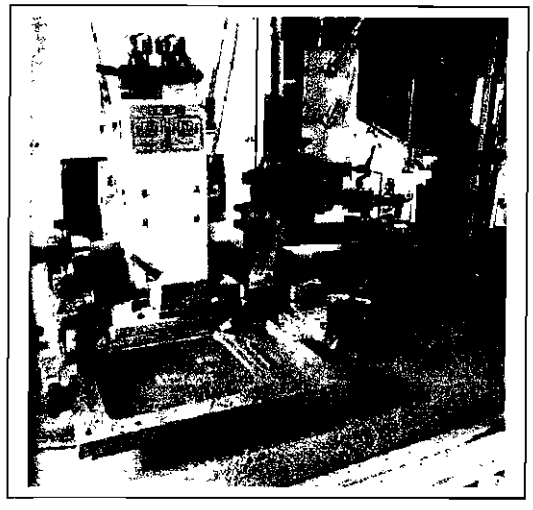


Figura 2.39: Impresión de etiquetas

Las etiquetas incluyen información que especifica al producto como: DVD-Video, DVD-Audio, DVD-ROM, etc. Los productos DVD tienen un empaquetamiento diferente al del CD.

2.4.6 COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO

La inspección y prueba del DVD requiere del uso de algunas técnicas diferentes a las utilizadas en el CD, también de nuevos lectores y la prueba de nuevos parámetros.

- La masterización del DVD, se revisa mediante un equipo que examina y lee el molde estampador, antes de pasar a la replicación.

- La inspección del DVD incluye la revisión de posibles desniveles y otros defectos producidos en el moldeo o después del pegado. El DVD-10 necesita la inspección de sus dos caras. El DVD-9 necesita la inspección de la capa semi-reflexiva.

- Se requieren nuevos equipos de lectura de datos para la verificación de los bits del DVD.

La calidad del disco DVD es asegurada en su proceso de fabricación, las unidades lectoras DVD tienen otro tipo de pruebas.

2.4.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL DVD

En la fabricación del disco DVD se deben considerar los costos de básicamente tres etapas: producción, premasterización- masterización y replicación.

Los costos de producción del DVD-Video, no son más altos que para el formato VHS y similares, a menos de que se le incorporen características extras tales como múltiples pistas de sonido, varios ángulos de cámara, ramificaciones imperceptibles entre escenas, etc.

Los costos de premasterización y "authoring", son la parte más cara del DVD. Aquí se codifica el video y audio, se diseñan los menús y se agrega la información de control. Todo esto es multiplexado en un único flujo de datos, que finalmente es codificado en un formato de bajo nivel. Los costos típicos de premasterización son: $ 60 por minuto de video, $ 20 por minuto de audio, $ 6 el minuto de subtítulos, y cerca de $ 30 el minuto de pruebas y formateado. Se estima que el costo para producir dos horas de película DVD, en alta calidad, con menús, múltiples pistas de sonido, subtítulos, avances y algunas pantallas de información, es de cerca de $ 20,000. Los sistemas para realizar la codificación y el "authoring", tienen precios que van desde $ 400 hasta más de $ 2'000,000. Los precios del hardware y software pueden bajar rápidamente en los próximos años, en donde los DVDs se podrán producir en computadoras de escritorio.

COSTO (USD)	VHS	CD	LD	DVD
Masterización	0	1000	3000	1000
Replicado	2.40	0.50	8	1.60

Tabla 2.24: Costos de masterización y replicación.

La masterización se refiere a la obtención del disco maestro.

Se estima que los costos de replicación y masterización del DVD, bajarán hasta los niveles del CD. La replicación de los discos DVD de doble lado, cuestan un poco más, ya que requieren grabar los datos en el segundo substrato. Los discos de doble capa y de doble lado (DVD-18) son más difíciles de fabricar y por consiguiente son más caros.

2.5 RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DEL LECTOR DVD

El hardware de una unidad lectora de DVD, consiste básicamente de:

- Mecanismos y bandeja para insertar y retirar el disco
- Motor de giro del disco
- Motor para movimiento radial, hacia delante o hacia atrás de la base que soporta la cabeza de lectura
- Diodo láser y óptica auxiliar en la cabeza de lectura
- Sistema móvil de enfoque
- Subsistema de óptica móvil para el seguimiento de la pista
- Diodos foto sensores para las señales reflejadas en el disco.
- Microcontrolador para manejar la mecánica y electrónica de la unidad

Mediante una bandeja se inserta el disco en la unidad, un mecanismo sujeta al disco por su centro mediante dos piezas imantadas que lo centran para que gire correctamente y sin vibraciones. Una base contiene al motor de giro y a un mecanismo que desplaza a la cabeza de lectura radialmente hacia delante o hacia atrás, mediante otro motor.

A medida que la cabeza avanza hacia el borde externo del disco, se disminuye la velocidad de giro, e inversamente si la cabeza va hacia el centro, el disco debe girar más rápido, para mantener una velocidad lineal constante de 3.49 m/s. La velocidad angular varía desde 10.5 Hz hasta 25.5 Hz. Tanto el CD como el DVD, giran en sentido horario.

Los discos de capa única se leen de adentro hacia fuera, mientras que para los

discos de doble capa existen dos formas de lectura: OTP o PTP (vistas anteriormente).

La cabeza de lectura se encuentra a 1 mm de la superficie del disco y genera un láser rojo visible de baja potencia (pero peligroso para la vista), que es enfocado sobre la capa metálica para incidir sobre los datos grabados en una espiral continua.

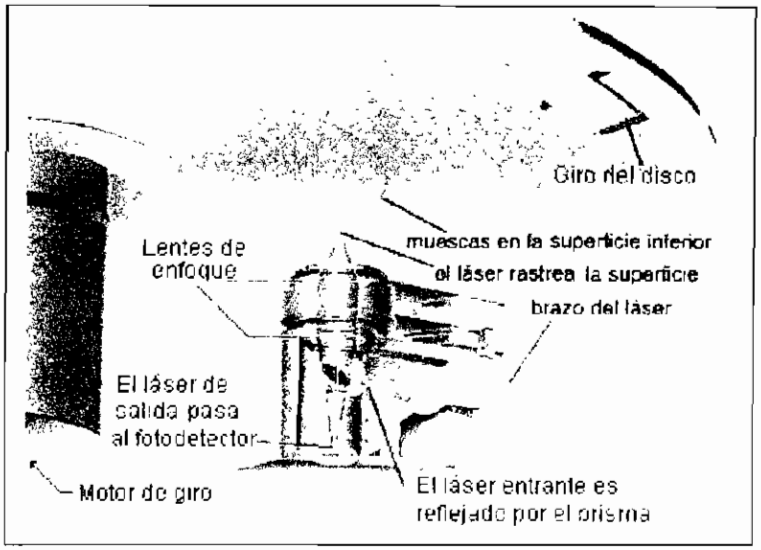


Figura 2.40: Lectura del disco

Cuando se requiere leer la segunda capa de un disco de doble capa, la cabeza lectora se acerca al disco unos 40 μm, para que el láser atraviese la capa 0 semireflexiva y acceda a la capa 1, que es más profunda.

Si el láser incide en un "land", es reflejado por el aluminio, con mayor intensidad que si incidiera en un "pit". Un diodo fotosensible, detecta esas diferencias de intensidad, que son transformadas en impulsos eléctricos para recuperar los datos almacenados. La duración de los pulsos representa cierto número de "ceros", mientras que, tanto el inicio como el final de un pulso (transición), representa a un "uno", por esta razón no pueden existir dos "unos" seguidos. Esta codificación (EFM+) se realiza en el proceso de masterización o en las unidades grabadoras de discos DVD. La decodificación se realiza en la unidad lectora.

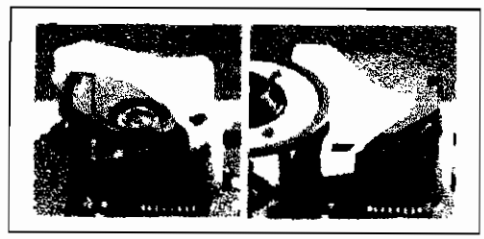


Figura 2. 41: Cabeza de lectura

El sistema de lentes móviles del cabezal, enfoca al láser sobre la espiral grabada, esto es importante ya que el disco no es perfectamente plano. Los servomecanismos permiten a la cabeza seguir con precisión la pista de datos del DVD, corrigiendo cualquier desviación. La precisión y sofisticación de estos dispositivos se aprecia mejor, si se toma en cuenta que las pistas del DVD son de 0.7 μm de ancho, y que los datos deben ser leídos a 11.08 Mbps.

Cuando el láser incide en la superficie del disco tiene un diámetro de 0.63 mm (1 mm en el CD) y después de atravesar el substrato, converge en un punto de 0.5 μm (0.8 μm en el CD), al incidir sobre la pista de datos cuyo ancho es cerca de 0.5 μm.

La conectividad de una unidad DVD es similar a la del CD-ROM, mediante interfaces: *EIDE o SCSI*[23].

2.5.1 ETAPAS DEL FLUJO DE DATOS

A continuación se indican las etapas del flujo de datos de un equipo DVD:

Etapa 1.- Se realiza la detección de los patrones de sincronismo, la demodulación 8/16 y la detección de los bytes de identificación de los datos. Los códigos de sincronismo sirven para determinar el inicio y fin de los sectores. La velocidad de los bits de canal a la entrada del bloque es de 26.16 Mbps (modulación 8/16 + sincronismo), y a la salida es de 13 Mbps (después de la demodulación 8/16).

[23] EIDE: Enhanced IDE. SCSI: Small Computer System Interface, ver glosario

Etapa 2.- Se detectan y corrigen los errores. Si los bits de verificación EDC no concuerdan con el identificativo de los datos codificados, los bytes IED son usados para intentar la corrección de los datos alterados. La velocidad de salida de esta etapa es de 11.08 Mbps, unos 2 Mbps corresponden a los bytes de corrección de errores, luego se retiran los bytes IED.

Etapa 3.- Se realiza la desencriptación. La encriptación se la realiza por motivos de protección contra copia.

Etapa 4.- Se revisa el identificativo de los datos codificados, con el código detector de errores (EDC), para verificar si los datos fueron correctamente decodificados.

Etapa 5.- Aquí el 'buffer' de la pista, recibe la velocidad variable de datos de usuario de 11.08 Mbps, luego se extraen los paquetes usados para controlar el funcionamiento del reproductor DVD y a la salida se obtiene la velocidad constante del flujo de programa de 10.08 Mbps en el decodificador MPEG. El 'buffer' de la pista es una memoria de tipo FIFO (First In First Out).

Etapa 6.- Se transfieren los datos al decodificador MPEG, en donde los paquetes son demultiplexados y distribuidos a los respectivos decodificadores de flujos elementales: video, audio, subimágenes, etc.

En la figura 2.42, se muestra el diagrama de bloques de un reproductor típico DVD. Las señales obtenidas mediante la cabeza de lectura son procesadas digitalmente, obteniéndose a la salida los datos recuperados del disco.

Como estos datos almacenan información multiplexada de video, audio y control, esta debe ser demultiplexada para separar los datos y permitir que estos sean procesados en sus respectivos circuitos decodificadores, ya sea de audio, video o de otra información almacenada en el disco, hasta obtener a la salida un flujo de información útil para el usuario.

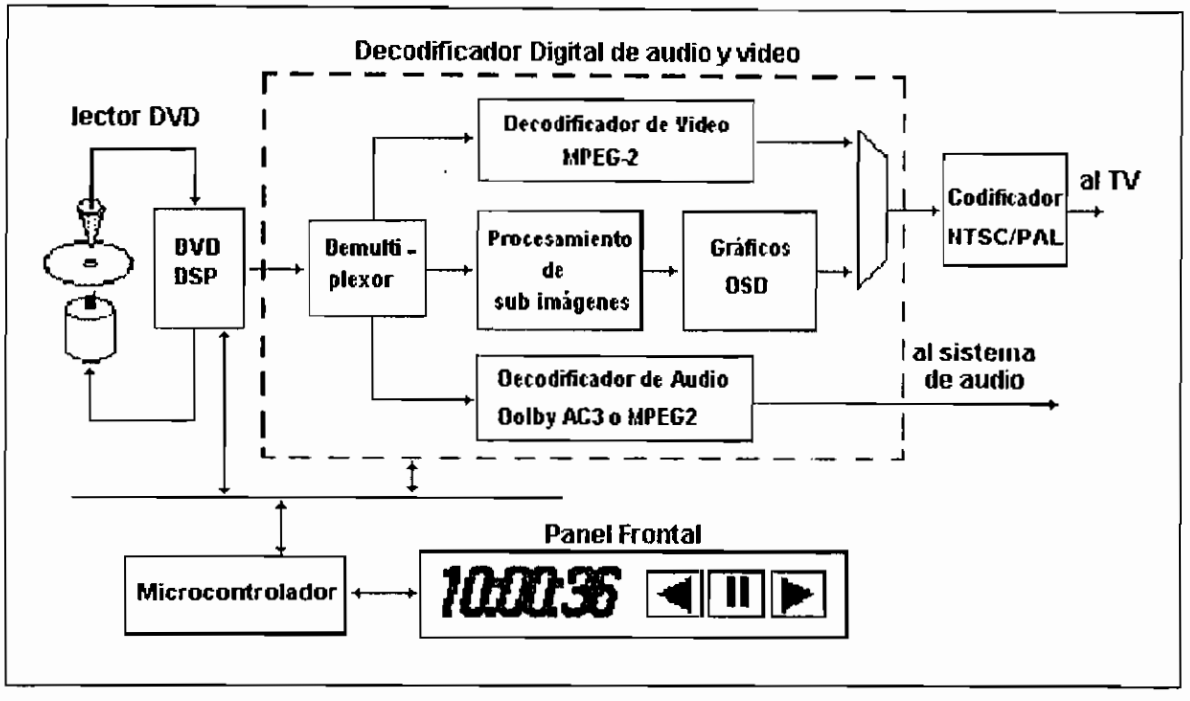


Figura 2.42: Diagrama de bloques de un reproductor típico de DVD

2.6 VIDA ÚTIL DEL DISCO DVD

Los antiguos LaserDisc, a veces estaban sometidos al deterioro de la capa de datos debido a la oxidación o algún otro cambio químico. Esto generalmente resultaba del uso de un aluminio no muy puro en la replicación, pero el deterioro podía ser acelerado por los esfuerzos mecánicos o por ciclos térmicos. Los LDs eran discos grandes (de 20 y 30 cm de diámetro) lo que los hacía tan como para romper el sellamiento entre la unión de las dos capas y permitir el ingreso de contaminantes a la capa de datos. Los discos DVD están hechos de la unión de dos substratos, pero de diferente composición que los hace más rígidos. Los DVDs están moldeados en policarbonato, el cual absorbe cerca de diez veces menos humedad que el acrílico usado en los LDs.

Los discos DVD creados mediante masterización, pueden durar de 50 a 300 años. Los discos DVD-R, se espera que duren de 40 a 250 años, similar a la duración de los discos CD-R. Los formatos borrables DVD (DVD-RAM, DVD-RW, y DVD+RW) se espera que duren de 25 a 100 años.

Como información, se menciona que los medios magnéticos de almacenamiento (cintas y discos) duran de 10 a 30 años; el papel de acidez neutra puede durar unos cien años o más; y los archivos en microfilm se proyecta que duren unos 300 años o más. Se debe notar también que los medios de almacenamiento computacional se hacen técnicamente obsoletos dentro de 20 o 30 años, incluso antes de que presenten deterioro físico, ya que en ese tiempo puede ser difícil o imposible encontrar equipo que los pueda leer.

2.6.1 CUIDADOS DEL DISCO

Generalmente la mayoría de los arañazos sobre el disco causan errores, fácilmente corregibles. Los datos se almacenan en el DVD utilizando poderosas técnicas de corrección de errores, que le permiten recuperarse de raspones tan grandes como de unos 6 mm, sin pérdida de datos. Se puede pensar equivocadamente que un raspón puede ser peor en un DVD que en un CD, debido a su alta densidad de almacenamiento y compresión de datos. La densidad de datos del DVD es físicamente unas cuatro veces la del CD-ROM, de manera que un raspón puede ciertamente afectar más datos, pero la corrección de errores del DVD es al menos diez veces mejor que la de un CD-ROM, sin embargo raspones demasiado grandes pueden causar errores incorregibles que pueden producir problemas de lectura o mostrarse como un parpadeo momentáneo en la imagen del DVD-Video, pasando por saltos de cuadros hasta la completa imposibilidad de lectura. También pueden causar errores las huellas dactilares, el polvo y las manchas.

En general al disco DVD se lo debe cuidar como a un CD. El reproductor DVD no puede ser dañado por un disco rayado o sucio, a menos que contenga un exceso de suciedad que alcance la lente.

Nunca se debe intentar leer un disco resquebrajado, ya que podría astillarse o romperse y dañar al lector. No es aconsejable dejar funcionando al lector sin supervisión por largos períodos de tiempo, con el disco insertado.

En general, no es necesario limpiar las lentes del lector, ya que el aire movido por

la rotación del disco, lo mantiene limpio. En caso de necesitarse la limpieza, se recomienda usar únicamente discos limpiadores de lentes diseñados para lectores DVD, y no los usados en el lector de CD, puesto que existen pequeñas diferencias en el posicionamiento de las lentes. A veces el mecanismo de la cabeza puede desviarse de su alineación, especialmente después de un manejo brusco, pero no es un elemento de mantenimiento regular.

Para la introducción de los discos DVD, se debe sujetarlos solo por el agujero o por el borde exterior, sin tocar la superficie brillante con los dedos sucios.

Los discos deben estar almacenados en sus cajas protectoras cuando no se los utilicen. Se debe tener cuidado de no doblar ni arañar los discos al ponerlos en sus cajas o al introducirlos en la bandeja del lector.

Se debe asegurar que el disco esté perfectamente colocado en la bandeja del lector antes de cerrarlo. Además los discos deben estar alejados de las superficies calientes y de la luz solar directa, deben alejarse de las mascotas, niños pequeños, etc. Los campos magnéticos no afectan al DVD.

2.6.1.1 Limpieza de los discos DVD

Ciertos problemas de lectura de los discos, pueden ser corregidos con una simple limpieza.

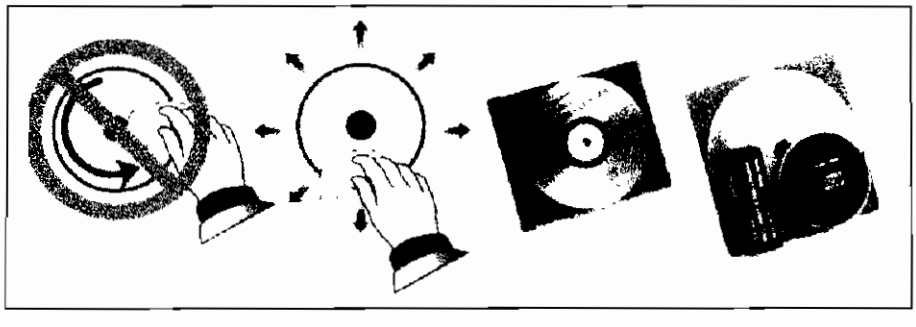


Figura 2.43: Limpieza del disco y productos necesarios

- No se deben usar limpiadores fuertes, abrasivos, disolventes o ácidos
- Con un paño suave que no suelte pelusas, se debe limpiar suavemente solo

en dirección radial, puesto que los datos están ordenados circularmente en el disco. Así los micro-raspones que se produzcan al limpiar el disco, cruzarán más bloques de corrección de errores y será menos probable que se produzcan errores irrecuperables.

- No se debe usar aire comprimido, el cual puede estar muy frío y podría tensionar térmicamente al disco.
- Para la suciedad rebelde o adhesivos pegajosos, se debe usar: solo agua o agua con jabón suave.
- Existen productos comerciales que limpian y proveen alguna protección contra el polvo, huellas dactilares y raspones. Los productos de limpieza para CDs funcionan tan bien como aquellos que son para DVDs.

Se debe tener en cuenta que los discos se leen desde la parte de abajo y que la capa de datos del DVD es menos profunda que la del CD, por lo que se debe aumentar el cuidado. Existen productos comerciales para reparar arañazos, los mismos que permiten:

1) Rellenar el raspón con un material óptico;
2) Pulir el rasguño.

Lo importante es no crear nuevos raspones, pues un gran número de pequeños raspones pueden causar más daño que uno grande.

2.7 COMPATIBILIDAD

Una de las ventajas de la tecnología DVD, es la compatibilidad.

Se debe considerar que existen diferencias físicas entre los diferentes tipos de discos ópticos, por ejemplo existen diferencias de reflexividad entre los discos reescribibles (15% a 25%) y los fabricados masivamente (65% a 70%), lo que supone diferente tecnología para poder leerlos. Inicialmente, las unidades DVD-ROM no podían leer los discos CD-R y CD-RW ya que estos utilizan un tinte

especial utilizado en la escritura, el mismo que no refleja adecuadamente el láser usado por el DVD.

Actualmente la industria ha resuelto estos problemas de compatibilidad y ha aprobado las especificaciones de *Lectura Múltiple*. En el DVD, "lectura múltiple" se refiere específicamente a la capacidad que tienen las unidades DVD para leer tanto los formatos DVD-R y DVD-RAM, así como los productos CD-R y CD-RW.

Para esto, la cabeza de lectura requiere de ciertos cambios tales como la implementación del uso de dos cabezas de lectura o la tecnología del láser dual. Por esta razón, la Asociación de Tecnologías de Almacenamiento Óptico (OSTA), aprobó en agosto de 1997 las especificaciones de Múltiple Lectura (desarrolladas por Philips, HP y otros), para asegurar que los lectores sean compatibles con todos los productos regrabables y reescribibles.

Así se tiene que cualquier unidad actual DVD-ROM, a más de leer los formatos DVD, también puede leer los discos: CD-Audio, CD-Video, CD-ROM, CD-R y CD-RW, esto se debe a que el DVD también soporta el formato ISO-9660 usado por los discos compactos.

CAPÍTULO 3: FORMATOS Y ESTÁNDARES DEL DVD

3.1 FORMATOS DEL DVD

La tecnología DVD ofrece un disco óptico disponible como una familia de formatos pregrabados, grabables y reescribibles, para satisfacer los requerimientos de industrias tales como la cinematográfica, electrónica de consumo, computación, y la industria musical, que han invertido intensamente en su desarrollo.

El DVD tiene dos tipos de formatos: los *Formatos físicos* y los *Formatos de aplicación*. Los Formatos físicos (DVD-ROM, DVD-R, DVD-RAM), se refieren a la estructura del disco para contener los datos. Los Formatos de aplicación (DVD-Video, DVD-Audio) indican cómo se almacenan y leen los datos de audio y video.

En el presente capítulo se tratarán los diferentes formatos del DVD, según su orden de aparición en el mercado. Se completarán los formatos físicos pregrabados (Capítulo 2), con los formatos grabables del DVD.

3.2 EL DVD-VIDEO

Este formato se ha diseñado para satisfacer los requerimientos de la industria del cine, y en particular para almacenar una película completa en un solo disco óptico, con sonido totalmente envolvente, subtítulos, elección de formatos de pantalla e interactividad con el usuario.

El *estándar de Facto* para el DVD-Video es el *DVD-1.0*. Las especificaciones se conservan por el Grupo de Trabajo N° 1 del Foro DVD. El formato puede ser leído tanto en reproductores DVD-Video como en unidades DVD-ROM. Actualmente este producto se está imponiendo en Estados Unidos, y en Europa el mercado está creciendo rápidamente. El DVD-Video ya es un estándar industrial para la distribución de películas y cualquier otro material de video.

3.2.1 RECOMENDACIONES DE HOLLYWOOD

Hollywood mediante un comité asesor, creó el siguiente conjunto de recomendaciones para el formato DVD-Video:

- Debe contener 133 minutos en un lado del disco, lo que cubre al 99% de las películas.
- La resolución de video debe ser mejor que la del LaserDisc.
- El sonido debe ser de alta calidad en estéreo y multicanal (envolvente).
- Un solo disco debe contener el audio en 3 a 5 idiomas por cada película.
- Debe contener subtítulos en 4 o 6 idiomas.
- Debe soportar varios formatos de pantalla.
- Características de control de censura.
- Protección contra copia.
- Debe tener compatibilidad con los CDs existentes.
- El contenido debe estar dividido en capítulos.
- Los costos de fabricación deben ser similares a los del CD.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL DVD-VIDEO

Siguiendo las recomendaciones anteriores, el DVD-Video incorpora las siguientes características:

- Contiene al menos 133 minutos de video de alta calidad con sonido envolvente multicanal .
- Permite la elección de los formatos de pantalla 4:3 y 16:9.
- Contiene audio en hasta 8 idiomas y subtítulos en hasta 32 idiomas.
- Presenta menús para la interactividad con el usuario.
- Permite hasta 9 ángulos de cámara.
- Contiene protección digital y analógica contra copia.
- Permite bloquear el contenido para adultos, para protección de los niños.

Así, el DVD-Video se ha diseñado para almacenar secuencias de audio y video, conformadas por flujos de cuatro tipos de datos, como se indica a continuación:

TIPO DE DATO	N° DE FLUJOS	MÁX. VELOCIDAD DE DATOS	CODIFICACIÓN
Video	1	9.8 Mbps	Video MPEG-1 o MPEG-2, incluyendo imágenes para los menús y diapositivas.
Audio	Hasta 8	6.144 Mbps	Existen varios formatos audio en sonido estéreo o envolvente, con soporte para múltiples idiomas.
Subimágenes	Hasta 32	3.36 Mbps	Las subimágenes se codifican a 2 bits por pixel.
Navegación	1	-	Cadenas de programas para proveer interactividad con el usuario.

Tabla 3.1: Flujos de datos en el DVD-Video.

Las especificaciones del DVD-Video se basan en el DVD-ROM, con el sistema de archivos "UDF-Bridge".

3.2.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA COPIA DEL DVD-VIDEO

Las medidas de protección contra el uso indebido indicadas en el Capítulo 1, consistentes en el *Control Paterno* y en la implementación de los *Códigos Regionales*, se emplean exclusivamente en el DVD-Video.

Además el DVD-Video incorpora medidas de protección contra copia, mediante técnicas analógicas o digitales, las mismas que se indican a continuación.

3.2.3.1 Sistema de Protección Analógica (Macrovisión)

Este sistema evita copiar el contenido del disco a una cinta analógica de video, mediante un circuito llamado *Macrovisión*[1]. Se debe usar este sistema en computadoras que tengan tarjetas de video con salidas analógicas como *S-Video*[2] o *Video Compuesto*[3]. Macrovisión añade más pulsos (2 a 4) de *burst* en la señal de color y en la señal de borrado vertical a las salidas S-Video y Video Compuesto. Como los pulsos de burst sirven para la sincronización, el agregar más pulsos a estas señales confunden a la circuitería de sincronización en el 95% de las videograbadoras domésticas. El efecto de esta protección se muestra en la pantalla como distorsión e inestabilidad de la imagen, Macrovisión se requiere en

[1] Macrovisión: Se creó inicialmente para evitar la copia de las cintas VHS de Disney.
[2] S-Video: Señal de video dividida en color y luminancia, estas componentes viajan en los conductores separados de un cable, cuyo conector tiene 4 pines.
[3] Video Compuesto: Señal de video que combina información las tres señales de video en una sola. Es la salida más común.

los nuevos lectores DVD-Video. Los discos contienen información de "disparo" para que el lector habilite o no a Macrovisión. El "disparo" ocurre aproximadamente una vez por segundo, lo que permite determinar la parte del video que está protegida. El productor del disco decide la cantidad de protección de copia permitida y de acuerdo a esto paga los derechos de autor a Macrovisión (pocos centavos por disco), no todos los discos están protegidos. Macrovisión no distorsiona a las salidas *RGB*[4] o *YUV*[5], para las cuales se están investigando nuevos métodos.

3.2.3.2 CGMS (Copy Generation Management System)

La información CGMS incluida en cada disco, indica si los contenidos se pueden copiar o no, además sirve para evitar que se realicen copias de copias. Esta información se incluye en la señal de salida de video. Para que el sistema funcione, la unidad grabadora debe reconocer y respetar el CGMS, tanto en su versión analógica como en la digital. CGMS/A y GCMS/D se aplican a las conexiones analógicas y digitales, respectivamente.

3.2.3.3 CSS (Content Scrambling System)

Debido a la posibilidad de sacar copias digitales, los estudios de cine obligaron a que el DVD incorpore un riguroso sistema de protección de copia. El sistema CSS desarrollado por Matsushita y Toshiba, desordena únicamente los datos de audio y video. Cada película es cifrada mediante una única clave, tanto esta clave como la del disco se guardan encriptadas (en el disco). La clave original es descifrada en el decodificador y se la emplea para reordenar los datos.

Tanto el hardware como el software para decodificar DVDs, deben incluir un módulo para la desencriptación CSS, esto asegura que se use únicamente hardware y software aprobado.

Las claves deben ser únicas para cada título y son dadas con el permiso del *CSS Licensing Authority*. El cifrado de los datos se realiza en la etapa de

[4] La salida RGB, suministra información separada de los tres colores primarios de la señal de video, se emplea en sistemas de alta resolución mediante.

[5] La salida YUV también se denomina "video-componentes", se compone de la luminancia Y y de dos componentes separadas: R-Y y B-Y, se transmiten mediante un cable para cada una de las tres componentes.

masterización. Por seguridad, las claves y los algoritmos de encriptación se deben mantener en secreto y únicamente las empresas diseñadoras de hardware y software CSS tienen acceso a esta información.

Sin embargo el algoritmo no pudo mantenerse en secreto por mucho tiempo, pues fue descubierto y en Octubre de 1999 se publicó en Internet un software descifrador llamado DeCSS, produciéndose batallas legales. La variante llamada CSS II, se está desarrollando para el disco DVD-Audio.

3.2.3.4 Protección contra copia digital

El sistema DTCP (Protección del Contenido en la Transmisión Digital) fue propuesto en febrero de 1998 por Sony, Hitachi Matsushita y Toshiba, se enfoca a la conexión digital *IEEE 1394*[6] (FireWire). Mediante DTCP, los dispositivos que estén conectados digitalmente, como un reproductor DVD-Video y una tv digital, intercambian claves de autentificación para establecer un canal seguro, luego el reproductor encripta la señal codificada de audio y video, y la envía al equipo receptor que descifra la señal. Esto evita que los equipos conectados no autentificados, "roben" la señal.

El contenido es señalado con *marcas CGMS*, las que indican si es de: "libre copia", "solo una copia", "para no copiar" y "no más copias". Estas marcas son leídas por los aparatos de grabación digital, pues reciben solo datos grabables a los que luego les cambia a la marca: "no más copias". Aún así, se admite que no se podrán detener a los piratas bien equipados. Actualmente existen aparatos que eliminan la protección de copia analógica.

Los estudios cinematográficos mediante la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO) y DMCA (Digitall Millenium Copyright Act) en Octubre de 1998, conviertieron en ley el hecho de que es ilegal eliminar la protección contra copia. El Grupo de Trabajo Nº 9, está estudiando nuevos métodos para prevenir la copia y la piratería.

---

[6] IEEE 1394: Es un bus serial de hasta 400 Mbps que complementa al USB (12 Mbps), esta interface *plug and play* mejora la conectividad del PC con los periféricos incluyendo a dispositivos de audio y video.

3.2.4 CARACTERÍSTICAS DE VIDEO

3.2.4.1 Tiempo de reproducción

El tiempo de reproducción del DVD no es fijo, depende de la calidad de video, del número de canales de audio y de las características adicionales. Se logran largos tiempos de reproducción con baja velocidad promedio de bits y video de menor calidad. Mientras que con altas velocidades promedio, se obtiene video de alta calidad pero con menor tiempo de reproducción. Para obtener video de super alta calidad se requiere una velocidad promedio cercana a 10Mbps. Para video de alta calidad una velocidad cercana a 5 Mbps y con velocidades promedio de unos 2 Mbps, se obtiene video con calidad VHS.

Dependiendo del tiempo requerido y de las características adicionales, el DVD-Video puede usar un disco DVD-5, 9 0 10. Un DVD-5 permite 133 minutos de video codificado en MPEG-2 con sonido envolvente y subtítulos, pero sin la compresión de video reproduciría solo unos 3 minutos de video bajo la recomendación *CCIR-601*[7] (del Comité Consultivo Internacional de Radio).

Se puede determinar la capacidad necesaria del disco, con la siguiente expresión:

$$R = (3.5\ C + 0.384\ i + 0.01\ S) \times 60\ T\ /\ 8000$$

En donde:
- C: Complejidad de la película
- i: Cantidad de idiomas
- S: Cantidad de subtítulos
- T: Duración de la película en minutos
- R: Capacidad en Gbytes

Por ejemplo, con C=1, i= 3, S=4 y T= 133 minutos, se obtiene R = 4.68 GB. Se ha considerado una velocidad promedio de 3.5 Mbps.

Para el DVD-Video, la máxima velocidad de transmisión para video, audio y subimágenes es 9.8 Mbps (incluyendo información de control, 10.08 Mbps).

3.2.4.2 Codificación de video

[7] CCIR-601, es una recomendación de video digital que especifica una velocidad de 216 Mbps para video según el patrón 4:2:2, con 8 bits por muestra.

El video puede codificarse en los estándares de video, ya sea *MPEG-2* (ITU-T H.262 / ISO-IEC 13818-2), o *MPEG-1*(ISO / IEC 11172-2). Esto se resume en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	MPEG-2	MPEG-1
Resolución NTSC[8] en pixels (horizontal x vertical)	720 x 480 704 x 480 352 x 480 352 x 240	352 x 480 352 x 240
Resolución PAL/SECAM[9] en pixels	720 x 576 704 x 576 352 x 576 352 x 288	352 x 576 352 x 288
Tipo de velocidad	VBR or CBR	CBR
Cuadros por segundo en PAL / SECAM	25	
Cuadros por segundo en NTSC	30	

Tabla 3.2: Codificación de video y su resolución

Con *VBR* (velocidad binaria variable) se logra imagen de alta calidad aún con bajas velocidades promedio, las altas velocidades solo se emplean para codificar complejas secuencias de video que no se comprimen muy bien a bajas velocidades.

Si se codifica con *CBR* (velocidad binaria constante), la velocidad de datos de video debe ser lo suficientemente alta, como para poder codificar correctamente el video de cualquier complejidad. Para videos cortos en donde la capacidad del disco no es un problema, la mejor elección es la mayor velocidad promedio posible.

La codificación *MPEG-2* fue diseñada para codificar la señal digital CCIR-601 a máxima resolución tanto en NTSC como en PAL / SECAM. MPEG-2 analiza constantemente la señal de video para eliminar redundancias, logrando relaciones de compresión de hasta 30:1. El estándar de video digital CCIR- 601 recomienda que por cada 4 muestras de *luminancia* (brillo a 13.5 MHz), se tomen dos de cada *crominancia* (color 6.75 MHz), esto es conocido como muestreo 4:2:2. MPEG-2

[8] NTSC, emplea 525 líneas de barrido horizontal para video analógico. Con relación de aspecto 4:3.

[9] PAL y SECAM, emplean 625 líneas de barrido horizontal analógico, con la misma relación de aspecto.

soporta video entrelazado y progresivo. Se emplea MPEG-2 para lograr máxima calidad en la mayoría de propósitos.

La codificación *MPEG-1*, permite mayores tiempos de reproducción pero con menor calidad de video, no permite una imagen entrelazada y se limita a trabajar con CBR.

El DVD-Video, puede contener video tanto en NTSC como en PAL / SECAM. El video en PAL/SECAM emplea 25 cuadros por segundo (cps). Si el material original está a 24 cps, este se reproduce a 25 cps evitando la conversión de velocidades, pero debe corregirse el audio antes de la codificación.

El video en NTSC, utiliza una velocidad de 30 cps. El material cinematográfico que esté a 24 cps puede ser convertido a 30 cps mediante un sistema conocido como "*3-2 Pulldown*", mediante el cual algunos cuadros se repiten (secuencia 3,2,3,2,..) para convertir una película de 24 cps, a video de 30 cps (60 campos por segundo). El reproductor DVD realiza la conversión de velocidad, por lo tanto el video puede ser almacenado en el disco a 24 cps y visualizado a 30 cps. Las películas NTSC se pueden tocar en reproductores PAL o NTSC (con monitor o televisor NTSC), pero las películas PAL solo se leen en reproductrores PAL.

3.2.4.3 Calidad de imagen

La calidad y resolución de la imagen que ofrece el DVD-Video, es mejor que la del Laserdisc, Video-CD y Super Video-CD (SVCD), como se indica en la tabla 3.3.

El LaserDisc almacena video analógico, puede presentar ruido y otros defectos pero ofrece una calidad de video cercana a lo mejor que logran las transmisiones de TV. El Video-CD está limitado tanto en tiempo de reproducción como en calidad.

Característica	LaserDisc	Video-CD	SVCD	DVD-Video
Formato de codificación	Video Compuesto Análogo	MPEG-1 (CBR) Video - componentes	MPEG-2 (VBR) Video - componentes	MPEG-2 (VBR) Video - componentes
Dimensiones de la imagen (máx)		352 x 240/288	480 x 480/576	720 x 480/576
Tasa de Bits de Video	-	1.15 Mbps	2.6 Mbps (promedio)	3 5 Mbps (promedio)
Calidad	Buena	Regular	Buena	Muy buena
Canales de Audio	De 2 a 5.1	2	2	5.1
Lenguajes	1	1	2 estéreo o 4 monofónico	Hasta 8
Tiempo de reproducción	60 minutos (por lado)	74 minutos máx.	37 minutos a máxima velocidad de bit	133 minutos nominal

Tabla 3.3: Características de video ofrecido por el DVD y otros discos ópticos.

3.2.4.4 Formatos de pantalla

La relación de aspecto de la televisión tradicional es 4:3 (horizontal: vertical) y las películas tienen relaciones de aspecto mayores a 2.35 : 1. El formato 16:9 se usa en televisores panorámicos, es un 33.33% más ancho que el formato 4:3.

El disco DVD-Video puede contener video adecuado al formato 4:3 o al 16:9. Se tienen tres formatos de pantalla:

- "Pantalla ancha", adecuada para televisores panorámicos, en donde la imagen 16:9 se muestra a pantalla completa.
- "Letterbox", en donde la imagen panorámica es visualizada pero dejando barras negras arriba y abajo de la pantalla 4:3.
- La visualización de parte de la imagen panorámica sin sus extremos, en una pantalla 4:3, se denomina "Pan & scan".

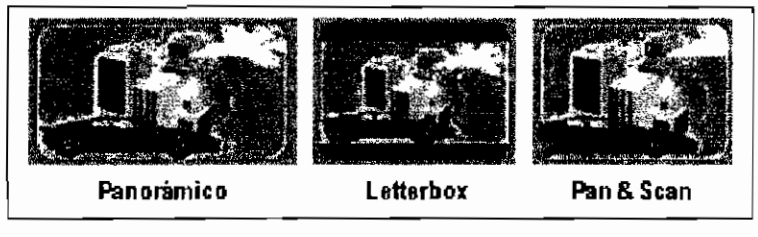


Figura 3.1: Formatos de pantalla del DVD.

Se puede comprimir horizontalmente la imagen panorámica para adaptarla a la pantalla 4:3, esta deformación se denomina "Anamórfica".

3.2.4.5 Ángulos de cámara

El disco DVD-Video puede incluir hasta 9 ángulos de cámara seleccionables por el usuario, sin romper la continuidad. Las secuencias con diferente ángulo de una misma escena están intercaladas en el disco para permitir un cambio rápido entre ellas, reduciéndose ligeramente la velocidad de cada flujo de video pero la calidad se mantiene alta. La reducción de la velocidad de los datos depende del número de ángulos incluidos.

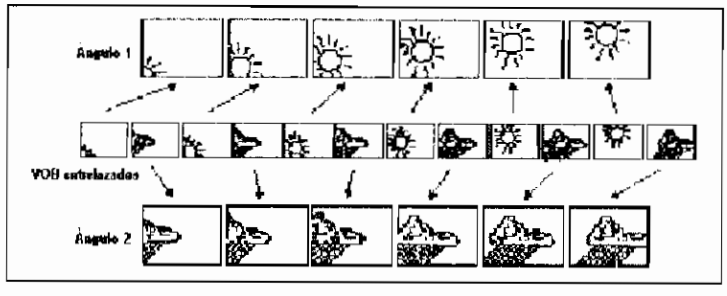


Figura 3.2: Ángulos de cámara

En la figura 3.2, se muestra dos secuencias con diferente ángulo, entrelazadas en el flujo de video. En la lectura el reproductor salta los bloques que no estan siendo vistos. El video multiángulo, está restringido a 7, 7.5 u 8 Mbps, con video, audio y sub-imágenes combinados.

3.2.4.6 Reprodución en cámara lenta, rápida e imágenes estáticas

Las imágenes fijas MPEG-2, pueden incluir: advertencias sobre los derechos de autor, menús o diapositivas. Estas imágenes se codifican como cuadros I y no ocupan mucho espacio en el disco.

La calidad de las imágenes fijas depende del material de video. Si una secuencia con movimiento es pausada, cualquier movimiento entre dos campos puede evitar conseguir una imagen fija perfecta, para evitar este problema algunos reproductores muestran un único campo de forma repetida para completar un cuadro, pero se reduce la resolución. Los problemas de codificación también pueden afectar la estabilidad de las imágenes fijas, por ejemplo el límite incorrecto

de un campo puede producir una imagen fija con campos de dos cuadros sucesivos.

En el adelantado o retroceso rápido se utilizan únicamente los cuadros "I". El video también puede ser reproducido en cámara lenta.

La codificación de video MPEG-2, emplea cuadros de tipo I, P y B.

- Un cuadro I (Intracodificado), es una imagen fija *JPEG*[10] que sirve como punto de referencia a los siguientes marcos y como acceso al adelanto (FF) o retroceso rápido (FR).
- Un cuadro P (Predictivo), únicamente codifica la diferencia con el cuadro anterior I o P, su compresión es mayor que la de los cuadros I.
- Los cuadros B (Bidireccionales), muestran las diferencias entre el cuadro anterior y el siguiente, permiten la compensación de movimiento y proporcionan la mayor compresión.

Una secuencia de cuadros I, P y B denomina *Grupo de Imágenes* (GOP). La incoporación de estos tres tipos de cuadros, aporta alta compresión, buen acceso aleatorio y funcionalidad FF/FR.

3.2.4.7 Subimágenes

Son gráficos que se superponen al video o a imágenes fijas. Pueden ser de cualquier altura y ancho, con 4 colores por pixel y se usan para subtítulos, menús, karaoke y animación simple.

- Los subtítulos visualizan el texto en hasta 32 idiomas. El texto se guarda en el disco como imágenes a diferencia del *closed caption* que codifica caracteres. El color, contraste, área y contenido, pueden variar para cada campo de video, haciendo que el texto sea más legible contra fondos variantes

[10] JPEG (Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía), es un estándar de compresión de imágenes fijas de tono contínuo, se define en el estándar UIT-10918

- Los menús consisten de imágenes fijas a las que se superponen subimágenes para resaltar los botones o para información adicional.

3.2.5 CODIFICACIÓN DE AUDIO

El DVD-Video, puede contener hasta 8 flujos de audio, codificable en varios métodos. Cada flujo puede contener de 2 a 6 canales. El audio multicanal (envolvente) puede ser "bajado" a estéreo en reproductores sin decodificador para sonido multicanal. El número posible de flujos de audio depende: del número de canales usados por cada flujo, de la codificación y de la velocidad de transmisión de video.

Cada flujo de audio del DVD-Video, puede codificarse en uno de los siguientes formatos:

- Dolby Digital
- MPEG-1 y MPEG-2
- LPCM

3.2.5.1 Dolby Digital

Dolby Digital, se conoce también como AC-3 (audio code 3), provee hasta 5.1 canales de sonido envolvente. El "1" se refiere al canal de efectos de baja frecuencia o *LFE* que se conecta a un subwoofer, este canal es de gama reducida pues cubre solo de 3 Hz a 7 KHz. El "5" se refiere a los cinco canales de gama completa que cubren de 3 Hz a 20 KHz, estos canales son L (izquierdo frontal), R (derecho frontal), C (centro), Ls (izquierdo envolvente) y Rs (derecho envolvente).

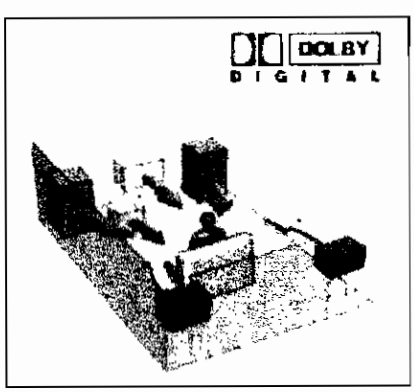


Figura 3.3: Ubicación de parlantes en Dolby Digital

Dolby Digital permite codificar audio digital de una señal original PCM, con muestras de 16 hasta 24 bits a 48 KHz. La siguiente tabla indica las opciones disponibles de AC-3.

Modo	Canales	Conversión a estéreo	Velocidad de datos
1/0	Monofónico	Monofónico	64 kbps a 448 kbps
2/0	Estéreo (L y R)	Estéreo	128 kbps a 448 kbps
3/0	Estéreo + central	Estéreo	192 kbps a 448 kbps
2/1	Estéreo + posterior	Estéreo codificado en Dolby Surround	192 kbps a 448 kbps
3/1	Estéreo, central + posterior		256 kbps a 448 kbps
3/2	Estéreo, central + envolvente		320 kbps a 448 kbps

Tabla 3.4: Modos de audio en AC-3

El primer número del modo indica los canales frontales y el segundo los envolventes. El canal LFE es opcional para todas las combinaciones y no es direccional. Dolby recomienda usar la máxima velocidad (448 Kbps) para sonido envolvente. AC-3 se emplea en el DVD-Video y su calidad es superior a la del CD de audio.

3.2.5.2 MPEG-1 y 2

Los formatos MPEG de audio, son MPEG-2 audio (ISO/IEC 13818-3) y MPEG-1 audio (ISO/IEC 11172-3). MPEG-2 es un formato de audio multicanal que provee 5.1 o 7.1 canales de sonido envolvente para regiones PAL y SECAM, con velocidades VBR o CBR. La velocidad CBR puede estar entre 64 kbps y 912 kbps, con un promedio de 384 Kbps. La frecuencia de muestreo es 48 KHz, con muestras de 16 o 20 bits. El modo 7.1 añade los canales: LC (Izquierdo central) y RC(Derecho central).

El DVD-Video también puede emplear MPEG-1 capa II, que es un formato de audio en estéreo. MPEG-1 solo puede tener velocidad CBR, la que está entre 32 a 192 Kbps para monofónico y entre 64 a 384 Kbps para estéreo.

En la siguiente tabla se muestran las combinaciones de los canales de audio MPEG. El canal LFE es opcional para todas las combinaciones. Modo (N°canales frontales / N° canales envolventes)

Modo	Codificación	Salida frontal	Salida posterior
1/0	MPEG-1	Monofónico	-
2/0	MPEG-1	Estéreo	-
3/0	MPEG-2	Estéreo + central	-
2/1	MPEG-2	Estéreo	Monofónico
3/1	MPEG-2	Estéreo + central	Monofónico
2/2	MPEG-2	Estéreo	Estéreo
3/2	MPEG-2	Estéreo + central	Estéreo
5/2	MPEG-2	Cinco frontales	Estéreo

Tabla 3.5: Modos de audio en MPEG

3.2.5.3 Audio LPCM

El formato LPCM[11] codifica sin compresión (sin pérdidas), tanto sonido estéreo como envolvente, dando una respuesta de frecuencia de hasta 22 KHz. Sin embargo requiere velocidades de transmisión mayores a las usadas en Dolby Digital y MPEG. Puede ser muestreado a 48 o 96 KHz con 16, 20 o 24 bits por muestra, el CD de audio está limitado a 44.1 KHz y 16 bits.

La siguiente tabla sintetiza las opciones posibles con LPCM. Se requiere que todos los lectores DVD soporten todas las variaciones de LPCM.

Frecuencia de muestreo	Bits por muestra	Nº máx. Canales	Velocidad máx.
48 kHz	16 bits	8	6.144 Mbps
48 kHz	20 bits	6	5.76 Mbps
48 kHz	24 bits	5	5.76 Mbps
96 kHz	16 bits	4	6.144 Mbps
96 kHz	20 bits	3	5.76 Mbps
96 kHz	24 bits	2	4.608 Mbps

Tabla 3.6: Opciones con LPCM.

3.2.5.4 Formatos opcionales

Existen dos formatos opcionales, el DTS y el SDDS, ambos requieren decodificadores externos, no todos los lectores DVD soportan estos formatos.

El DTS (Digital Theater System) es un formato de audio digital multicanal (5.1), que utiliza compresión con pocas pérdidas del original PCM, muestreado a 48 KHz, con muestras de hasta 20 bits y velocidades entre 64 Kbps y 1536 Kbps.

[11] LPCM: Linear Pulse Control Modulation

Sus combinaciones de canales son: 1/0, 2/0, 3/0, 2/1, 2/2, 3/2, con un canal opcional LFE.

El SDDS (Sony Dynamic Digital Sound) es un formato de audio digital multicanal (5.1 o 7.1), muestrea a 48 kHz. La velocidad de los datos llega hasta 1280 kbps. THX, no es un sistema de sonido, sinó un conjunto de especificaciones creadas por "LucasFilm", para los amplificadores, parlantes y paredes del local, logrando sonido muy realista .

3.2.5.5 Audio para los sistemas PAL y NTSC

Las especificaciones del DVD-Video definen el uso de diferentes métodos de codificación de audio, para los sistemas PAL/SECAM y NTSC:

	NTSC	PAL
Obligatorio	LPCM y /o Dolby AC-3	LPCM y /o MPEG-1o MPEG-2
Opcional	MPEG Audio u otros	Dolby AC-3 u otros

Tabla 3.7: Codificación de audio en NTSC y PAL /SECAM

Los reproductores debe ofrecer como mínimo las salidas en estéreo.

3.2.5.6 Audio en varios idiomas

Al usar Dolby Digital o MPEG-2, se pueden tener al menos tres flujos de audio, cada uno para un idioma diferente, conservando suficientes datos para video. En la siguiente tabla se muestran tres ejemplos de implementación de diálogos, empleando Dolby Digital.

Caso	Descripción del flujo de audio	Velocidad de datos
1	1 flujo de sonido envolvente de 5.1 canales 3 flujos monofónicos para cada idioma, uno de ellos es seleccionado para salir mezclado por el canal central.	448 + (3 * 128) = 832 kb/s
2	1 flujo de sonido envolvente de 5.1 canales 3 flujos en estéreo para diálogos en cada idioma, se escoje uno de ellos para que salga mezclado por los canales L y R.	448 + (3 * 256) = 1,216 kb/s
3	3 flujos de sonido envolvente (música y efectos), cada uno con diálogos en cada idioma (3). Se escoje uno de los flujos de 5.1 canales para ser reproducido.	3 * 448 = 1,344 kb/s

Tabla 3.8: Implementación de diálogos

Se logran resultados muy reales usando amplificadores de sonido envolvente y parlantes adecuados.

3.2.6 INTERACTIVIDAD

El DVD-Video permite al usuario controlar la presentación de las secuencias audiovisuales.

Los reproductores DVD-Video tienen un conjunto de comandos que proporcionan una interactividad básica. Una interacción más compleja se realiza mediante el uso de menús presentes en los discos, los que permiten seleccionar el contenido y controlar sus características. Cada menú consta de una pantalla gráfica estática con 36 botones (máximo) seleccionables mediante un control remoto. Los menús permiten por ejemplo, acceder instantáneamente a escenas individuales, seleccionar información como biografías de los actores y otro material relacionado como videos o gráficos.

3.2.6.1 Estructura de un "título" DVD-Video

Un disco puede contener hasta 99 títulos diferentes, cada uno con su propio menú de navegación. El menú raíz del cual del cual parten todos los títulos, se denomina *VM* (Administrador de Video), dentro del cual cada título está organizado en una estructura llamada *VTS* (Conjunto del título de video), como se muestra a continuación:

DVD: [VM][VTS 1][VTS 2].....[VTS n] en donde $n \leq 99$

Como mínimo deben existir un VM y un VTS.

El administrador de video tiene la siguiente estructura:

VM: [VMGI] [VOBs para el menú] [VOBs para el título] [respaldo VMGI]

VMGI (Información del administrador de video), contiene información sobre los atributos del menú y punteros para la búsqueda de los títulos (de 1 a n).

Cada VTS, consta de la siguiente estructura:

VTS: [VTSI] [VOBs para el menú] [VOBs para el título] [respaldo VTSI]

Los datos de control *VTSI* (Información de VTS), incluyen: atributos para el menú (si es que tiene), atributos para el título, y punteros para la búsqueda de las partes del título. Los Objetos de Video (VOB), contienen datos de video, audio y navegación. No pueden existir más de 9 archivos VOB para cada título.

NOMBRE DEL ARCHIVO	DESCRIPCIÓN
VIDEO_TS.IFO	Archivo VMGI
VIDEO_TS.VOB	Archivo VOB para el menú VM
VIDEO_TS.BUP	Archivo para respaldo del VMGI
VTS_01_0.IFO	Archivo VTSI
VTS_01_0.VOB	Objeto de Video para el menú VTS
VTS_01_0.BUP	Respaldo para VTSI
VTS_01_1.VOB	Primer archivo VOB del título
VTS_01_2.VOB	Segundo archivo VOB del título
. . . . .	. . . . .
VTS_01_n.VOB	Último archivo VOB del titulo

Tabla 3.9: Ejemplo del contenido del directorio VIDEO_TS.

3.2.6.2 Controles del reproductor

Los reproductores normalmente tienen los siguientes controles:

- Selección de títulos, si hay más de uno en el disco
- Selección del capítulo, por número o por salto hacia el capítulo previo o siguiente.
- Marcación de capítulos para posterior acceso.
- Control para adelanto y retroceso, rápido o lento.
- Selección del ángulo de cámara.
- Control familiar para excluir ciertas escenas de una película.
- Selección de uno de los 8 flujos de audio posibles.
- Selección de uno de los 32 subtítulos posibles.
- Selección de la relación de aspecto.

El control remoto incluye los siguientes botones estándar:

- Controles de menú: Título, menú, flechas de navegación y selección.

- Controles de video: Reproducción, pausa, parada; Adelanto y retroceso rápido, lento y paso a paso.
- Otros controles: Subtítulos, audio, ángulo, abrir-cerrar, configuración
- Números del 0 al 9.

3.2.7 ALTERNATIVAS AL DVD-VIDEO

- *Replay TV*, nace de una idea de Netscape. Mediante esta alternativa, los contenidos de video obtenidos en Internet se almacenan en un disco duro en formato MPEG-2 mediante una tarjeta digitalizadora de audio y video. Permite grabar hasta 20 horas de video, dependiendo del tamaño del disco duro. Replay TV, no posee un sistema contra copia.
- Otra alternativa se denominó *DivX*, fué creada por un grupo de "hackers". Sus creadores extraen ilegalmente el contenido del DVD-Video mediante herramientas desencriptadoras como la DeCSS y luego recodifican el contenido de video a un formato basado en MPEG-4 (en desarrollo) y el audio al formato MP3 (MPEG-1 capa 3). Estos contenidos se almacenan en CD-ROMs, los mismos que permiten ver los contenidos dentro de 48 horas, luego de lo cual se debe pagar por ver. Esta alternativa presenta una resolución muy inferior a la del DVD. Y requiere conexión telefónica.
- La *Televisión de alta definición* ofrece buena calidad de imagen, pero carece del contenido adicional del DVD-Video.

3.3 EL DVD ROM

Aunque el DVD-Video fue el primero en desarrollarse y el que recibió más atención, el DVD-ROM probablemente es más importante ya que soporta mayor cantidad de aplicaciones, particularmente donde la capacidad del CD-ROM es inadecuada.

3.3.1 REQUERIMIENTOS DEL DVD ROM

El Grupo de Trabajo número 2 del Foro DVD, es responsable de las especificaciones del DVD-ROM, el cuál forma la base tanto para el DVD-Video como para el DVD-Audio. Los grupos de trabajo desarrollaron un conjunto de recomendaciones para las aplicaciones computacionales actuales y futuras.

El DVD-ROM debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Ser un único formato para aplicaciones basadas tanto en computadora como en televisión.
- Debe tener compatibilidad hacia atrás, es decir que pueda leer los CD-ROMs existentes.
- Debe tener compatibilidad hacia delante, es decir debe ser compatible con los modernos discos grabables y reescribibles.
- Debe tener un sistema de archivos cumún para todo tipo de contenido y para toda clase de disco DVD.
- Sus discos y unidades lectoras deben ser de bajo costo.
- No es necesario que tenga incorporado un estuche.
- El almacenamiento y la recuperación de datos, debe ser confiable.
- Debe ser de alta capacidad.
- Debe tener alto desempeño para trabajar con datos tanto de tipo secuencial como no secuencial.

Las computadoras con unidades DVD-ROM, generalmente incluyen decodificadores ya sea en hardware o en el caso de las computadoras de alto desempeño, en software. Tienen la capacidad de reproducir tanto discos DVD-Video como aplicaciones en DVD-ROM.

3.3.2 HARDWARE Y SOFTWARE

Los títulos en DVD-ROM están diseñados para ser leídos en una plataforma específica, por ejemplo PC o Macintosh. Estas plataformas con el apropiado hardware y software, pueden además tocar discos DVD-Video y DVD-Audio.

- La mayoría de computadoras Pentium, pueden actualizarse añadiendo una unidad DVD-ROM y un decodificador MPEG-2 para poder leer discos DVD. Microsoft ha diseñado un soporte para DVD en Windows 98 para las nuevas computadoras, sin embargo el sistema Windows 95 también puede ser capaz de tocar algunos títulos en DVD (bajo UFD-Bridge).

- Computadoras de Macintosh, como la Powerbook G3, pueden ser adaptadas para DVD con el kit externo "Apple DVD-Video", la Power Mac G4 ya incluye la unidad DVD. El sistema operativo *MAC Os* de Apple desde la version 8.1 y superiores, más el programa "Quick Time" de por lo menos versión 3.0, son necesarios para tocar discos DVD, en esta plataforma.

Se están desarrollando otras plataformas para explotar las capacidades del DVD.

- Como ejemplo se tiene a la segunda y tercera generación de "Playstation" de Sony, la cual incorpora una unidad DVD en lugar de la unidad CD-ROM, con la probable capacidad de tocar discos DVD-Video.
- Existe un procesador llamado "NUON" (de VM Labs), capaz de transformar al reproductor DVD-Video en una computadora multimedia, facilitando no solo la reproducción de discos DVD-Video, sinó también brindando un alto desempeño en video-juegos, aplicaciones educacionales y de consulta. Todo con gráficos 3D muy sofisticados y con calidad de película.

Las unidades DVD-ROM están siendo desarrolladas con velocidades cada vez mayores. Las primeras unidades venían con velocidades de 2X, mientras que las últimas ahora ofrecen velocidades de hasta 16X. Las unidades más rápidas no son necesarias para la reproducción de películas en DVD-Video, ya que estas requieren únicamente de la velocidad 1X para la lectura de datos. Las altas velocidades de transferencia de datos se requieren para títulos de multimedia y juegos.

Una unidad DVD 5X puede teóricamente transferir los datos a 55 Mbps, lo que es equivalente a la velocidad de la unidad CD-ROM 45X. Sin embargo, la mayoría de

las unidades DVD 4X y más veloces, leen CD-ROMs desde 32X hasta 40X (referencia del CD-ROM) como máximo. Esto es debido a que un CD-ROM debe girar más rápido que un DVD para obtener la misma velocidad de transferencia. Por ejemplo, una unidad DVD 1X gira a una velocidad lineal 3.49 m/s, mientras que la unidad CD 9X gira a 11.7 m/s (una unidad CD-ROM 1X gira a 1.3 m/s).

Físicamente, el disco DVD, gira unas 3 veces más rápido que el CD, por ejemplo un DVD 1X gira aproximadamente a la velocidad 3X del CD. La mayoría de unidades DVD-ROM debe incrementar la velocidad del motor para leer CD-ROMs.

La unidades DVD-ROM están disponibles en las velocidades: 2X, 4X, 4.8X, 5X, 6X, 8X, 10X y 16X, aunque en realidad trabajan a velocidades promedio menores a esos valores máximos. La mayoría de las unidades DVD-ROM, tienen un tiempo de búsqueda que va de 85 a 200 ms y un tiempo de acceso entre 90 y 250 ms, las unidades más actuales pueden lograr un tiempo de búsqueda de unos 45 ms.

Los discos duros tienen un tiempo de búsqueda menor a 12 ms y las unidades CD-ROM tienen un tiempo de acceso de unos 150 ms. El "tiempo de acceso" es lo que se demora una unidad DVD para encontrar y desplegar la información requerida.

En la tabla 3.10, se muestra la equivalencia de la velocidad DVD en términos de la velocidad del CD, además se indican las velocidades con las que las unidades DVD pueden leer discos CD.

VELOCIDAD DVD-ROM	VELOCIDAD DE DATOS	EQUIVALENTE EN VELOCIDAD CD	VELOCIDAD PARA LEER CDs
1X	11.08 Mbps (1.32 MBps)	9X	8X – 18X
2X	22.16 Mbps (2.64 MBps)	18X	20X – 24X
4X	44.32 Mbps (5.28 MBps)	36X	24X – 32X
5X	55.40 Mbps (6.60 MBps)	45X	24X – 32X
6X	66.48 Mbps (7.93 MBps)	54X	24X – 32X
8X	88.64 Mbps (10.57 MBps)	72X	32X – 40X
10X	110.80 Mbps (13.21 MBps)	90X	32X – 40X
16X	177.28 Mbps (21.13 MBps)	144X	32X – 40X

Tabla 3.10: Velocidad de lectura de las unidades DVD-ROM.

Las unidades DVD-ROM actuales, leen los formatos del CD, casi tan velozmente como lo hacen las unidades CD-ROM, lo que resulta beneficioso para el consumidor.

La conectividad es similar a la de las unidades CD-ROM, con interfaces EIDE, SCSI, etc. A diferencia de las unidades DVD-ROM que tienen salidas para escuchar CDs de audio, no se han anunciado unidades DVD-ROM con salidas de audio o video en formato DVD, ya que estas salidas requieren de un hardware interno para decodificar el audio o el video.

3.3.2.1 DECODIFICADORES MPEG-2

Para ver películas DVD-Video, se necesita un decodificador MPEG-2. Existen decodificadores tanto en hardware como en software:

- Los decodificadores mediante hardware permiten a un procesador lento, tal como un Pentium 133, reproducir video del disco DVD. La mayoría de decodificadores incluyen una salida de video, que permite ver las películas en el televisor en lugar del monitor de la computadora.
- Los decodificadores mediante software requieren de un procesador más rápido (mínimo un Pentium II de 266 MHz) y de una adecuada tarjeta para gráficos, esta es la solución más económica si se dispone de una computadora con estas características.

Los kits DVD, contienen una unidad DVD-ROM y una tarjeta decodificadora MPEG-2. También se incluye el software para leer discos DVD-Video.

Windows 98 es compatible con el DVD, mediante:

- Soporte para el sistema de archivos UDF.
- Capacidad para leer sectores de datos desde las unidades DVD-ROM y se ha suministrado un conjunto de comandos para el DVD-ROM.
- El programa *DirectShow*, permite leer archivos VOB[12].

[12] VOB: Objeto de Video

- El programa *DirectDraw*, soporta la transferencia del flujo de video desde un decodificador MPEG-2 hacia la tarjeta de video, mediante buses dedicados.
- Protección contra copia y codificación regional tanto para decodificadores implementados en hardware como en software.

Además existe el programa *QuickTime*, que es una tecnología de video de Apple Computer que permite reproducir video MPEG-2 de alta calidad, incluyendo archivos VOB tanto en las plataformas Mac como PC.

3.3.3 FUTURO DEL DVD-ROM

En el futuro, el DVD puede ser la tecnología de almacenamiento predominante en la industria de las computadoras. Las ventas mundiales de computadoras con unidades DVD-ROM son considerablemente mayores a las de los reproductores DVD-Video.

Las ventas podrían ser mayores, pero las unidades CD-RW se están haciendo cada vez más populares, aunque ninguna de ellas puede tocar discos DVD. Además han tenido un incremento en ventas para computadoras no muy sofisticadas en las que una unidad DVD-ROM sería demasiado cara.

La aplicaciones del DVD-ROM pueden aprovechar la mayor capacidad de almacenamiento de los discos DVD, y opcionalmente hacer uso de la alta calidad de video MPEG-2 del DVD-Video y de la codificación multicanal del audio. Existe una amplia gama de aplicaciones para el DVD-ROM, las que incluyen:

- Juegos mejores y más grandes que actualmente vienen en varios CD-ROMs, pueden ser distribuidos en un solo disco DVD-ROM.
- Aplicaciones multimedia más extensas, tales como enciclopedias con contenido adicional como video MPEG-2 y sonido envolvente.
- Bibliotecas de imágenes y bases de datos, muy extensas.
- Títulos en formato dual, los cuales pueden ser tocados en reproductores DVD-Video con interactividad limitada y en computadoras con total interactividad.

Estos títulos pueden incluir películas con un juego asociado o contenido multimedia, que puede ser leído únicamente en una computadora.

En el futuro el DVD puede reemplazar al CD-ROM, ya que algunos fabricantes importantes, tienen pensado dejar la producción de lectores CD-ROM después de unos pocos años a favor de las unidades DVD-ROM. Debido a que los lectores DVD-ROM pueden leer CD-ROMs, existe una migración hacia delante.

3.4 EL DVD-AUDIO

El DVD-Audio está diseñado para ofrecer mejor calidad de audio que la del actual CD. La versión completa 1.0 del DVD-Audio fue liberada en Abril de 1999, y los discos y reproductores fueron vendidos en la segunda mitad del 2000 (ejemplo el DVD-A10 de Technics a 1,200 USD).

El Grupo de Trabajo Nº 4 del Foro DVD, desarrolló las especificaciones del DVD-Audio. Su política es "Estudiar y escuchar lo que la industria musical, representada por el ISC[13] y el usuario en general requieren del nuevo formato de audio de alta calidad". La protección contra copia, es tratada fuera del Grupo de Trabajo Nº 4 y se ha alcanzado un acuerdo sobre la estructura a utilizarse.

El DVD-Audio, ofrece un rango de nuevas características incluyendo superior calidad, sonido envolvente, tiempos largos de reproducción más carácterísticas adicionales no disponibles en los CDs. Los discos DVD-Audio, pueden ser capaces de contener video parecido al del DVD-Video, archivos de audio de alta calidad e inclusive limitada interactividad.

La capacidad de un disco DVD-Audio de doble capa, es de al menos 2 horas de audio con sonido totalmente envolvente y 4 horas para audio en estéreo. La capacidad de los discos de una sola capa es cercana a la mitad del tiempo anterior.

[13] ISC: International Steering Committee

Actualmente la industria musical se encuentra dividida, pues existen algunos empresarios de la industria musical que desean utilizar las características que ofrece el DVD-Audio, y otros quienes piensan que el DVD-Audio en innecesario ya que consideran que el actual CD ofrece una adecuada calidad para la mayoría de usuarios. Gran parte de consumidores parecen estar desprevenidos ante el DVD-Audio o simplemente no necesitan un nuevo formato para reemplazar al CD.

3.4.1 RECOMENDACIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL DVD-AUDIO

El Comité Internacional de Dirección (ISC) conformado por la RIAA[14] y la RIAJ, con algunas compañías de electrónica de consumo, produjeron en mayo de 1996 un conjunto de recomendaciones para el DVD-Audio:

1. Debe incluir un Sistema Activo de Gestión del Derecho de autor o *ACMS* (Active Copyright Management System), en hardware. El formato debe aceptar cualquier dato, circuito, mecanismo o circuito integrado para este propósito.
2. Los datos (identificador de derechos de autor) requeridos por ACMS y el *ISRC*[15], deben incluirse en la señal de audio digital, y transmitirse a través de cualquier salida digital.
3. Debe contener medidas anti-piratería.
4. Los discos DVD-Audio, deben ser capaces de llevar también video y datos.
5. El acceso a contenido adicional del disco, debe ser condicional.
6. Debe tener seis canales independientes de audio para lograr un sonido con más alta calidad posible.
7. Los reproductores DVD-Audio, deben tener mejores funciones y accesibilidad que los reproductores de CD. Estas funciones deben proporcionar facilidades como: el título del disco, autores, número y nombre de las canciones, índice, componentes de video, información del tiempo y muchas otras opciones

[14] RIAA: Recording Industry Association of America; RIAJ: Recording Industry Association of Japan
[15] ISRC: International Standard Recording Code

8. El empaquetamiento no debe incluir un cartucho para el disco, como se usa en los disquetes.
9. La durabilidad del disco debería ser mayor a la del CD.
10. Se prefiere discos de solo un lado (y de 12 cm de diámetro).

Desde entonces, el ISC y el Grupo de Trabajo Nº4 han trabajado juntos sobre las especificaciones del DVD y en el desarrollo de herramientas y técnicas para crear y premasterizar títulos en DVD-Audio.

El código de grabación *ISRC* fue desarrollado por la Organización Internacional de Estándares (ISO) para identificar las grabaciones de audio y audiovisuales. Es conocido como el estándar Internacional *ISO-3901*. El ISRC es un identificador único para cada grabación que conforma un álbum.Si una grabación es cambiada en alguna forma, esta necesitará un nuevo IRSC, de otra manera conservará el mismo IRSC, independientemente de la compañía o formato en que esté.

El ISRC es único para cada tema, y está conformado por 12 caracteres divididos de la siguiente manera:

Nº de caracteres	Descripción
2	País (ej. GB para Gran Bretaña)
3	Primer propietario (fijado por Phonographic Performance Ltd.)
2	Año de grabación (los últimos dos dígitos)
5	Código para designación

Tabla 3.11: Contenido del código de grabación ISRC

Pueden existir ciertos problemas al aplicar el IRSC, la siguiente tabla indica algunos ejemplos:

Ejemplo	Resultado
Re-mix: múltiples grabaciones producidas en la misma sesión de grabación	Nuevo IRSC por cada grabación
Cambios del tiempo de reproducción	Nuevo IRSC
Recopilación sin la edición de temas individuales	Mismos IRSCs
Procesamiento de grabaciones auténticas	Nuevos IRSCs

Tabla 3.12: Dificultades al aplicar el IRSC

Nota: Un código ISRC no puede ser re-utilizado.

En lo que se refiere a la protección de los derechos de autor, IBM, Intel y Toshiba han desarrollado un sistema para proteger el contenido del DVD-Audio, este es respaldado por las cinco mayores compañías internacionales de grabación. Este sistema usa una "*Marca de agua*" digital y tecnologías de encriptación para distinguir discos originales de las copias piratas, así solo los discos originales pueden ser reproducidos. Además el sistema permite al consumidor hacer una copia con calidad de CD para uso personal. Los propietarios del contenido, también pueden permitir a los consumidores hacer copias adicionales en varios niveles de calidad hasta la del DVD-Audio.

Las "marcas de agua" se ubican como información permanente en los datos de audio o video digital, y son indetectables por la vista y el oido humano, pero pueden ser reconocidas por los equipos de reproducción y grabación para prevenir la copia, incluso cuando la señal es transmitida por conexiones analógicas o digitales.

Las especificaciones del DVD-Audio, incluyen las siguientes características principales:

- Tiene audio multicanal de alta calidad con protección contra copia.
- Los reproductores DVD-Audio pueden tocar CDs.
- El propietario del contenido dispone de una amplia gama de niveles de calidad y número de canales.
- Esta diseñado para incluir nueva tecnología.
- Permite contenido adicional como video, texto y menús.
- Tiene un sistema de navegación amigable con el usuario.
- Sus contenidos pueden ser respaldados por el Internet, con la última información.

El Grupo de Trabajo N°4 ha definido dos versiones diferentes del disco DVD-Audio, una para aplicaciones de audio puro y otra para audio con video.

Conjuntamente con el DVD-Video se tienen tres formatos de aplicación, como se indica en la siguiente tabla:

Formato	Contenido	Reproductor
DVD-Audio	Audio con texto opcional, menús e imágenes fijas pero no video	DVD-Audio y Universal
DVD-AudioV	Como del DVD-Audio, más video con la especificación del DVD-Video	Universal y DVD-Video (solo la parte de video)
DVD-Video	Video pero sin contenido de audio en formato DVD-Audio	Universal y DVD-Video

Tabla 3.13: Formatos de aplicación del DVD

3.4.2 CODIFICACIÓN DEL AUDIO

Los datos del DVD-Audio constan de: objetos de audio e información de administración y se almacenan en el directorio *AUDIO_TS*. Los datos adicionales de video en el DVD-AudioV, son los objetos de video y se guardan en directorio *VIDEO_TS*, estos cumplen un subconjunto de las especificaciones del DVD-Video.

El DVD-Audio usa codificación estéreo y multicanal *LPCM*[16], además tiene control de "Down-mix" y otros formatos opcionales de audio, El "*Down-mix*", es la conversión de audio multicanal (6 canales) a estéreo (2 canales). El audio de los objetos de video, usa la misma codificación de audio de los discos DVD-Video. En la tabla 3.14, se indica la codificación del audio de los objetos de video y de audio existentes en las versiones del DVD-Audio.

Parámetro	Objeto de audio	Objeto de video
Modo de codificación	LPCM o PCM condensado	LPCM o Dolby Digital
Frecuencia de muestreo (KHz)	44.1, 48, 88.2, 96, 176.4, 192	48, 96
Bits por muestra	16, 20, 24	16, 20, 24
Nº máximo de canales	6 (Hasta 96 KHz) o 2 (176.4, 192)	8
Máxima velocidad de bits (Mbps)	9.6 (para LPCM)	6.144

Tabla 3.14: Codificación del audio

La máxima velocidad de los datos de audio es 9.6 Mbps, lo cual significa que la frecuencia de muestreo para audio multicanal, está limitado a 96 KHz o menos.

[16] LPCM: Linear Pulse Code Modulation.

Para hacer mejor uso del ancho de banda disponible, el audio multicanal puede ser codificado como dos grupos de canales con diferentes parámetros para cada grupo. Por ejemplo los canales Izquierdo, Derecho y Central (L,R,C) pueden ser codificados a 96 KHz, 24 bits y los canales envolventes Izquierdo y Derecho (Ls, Rs) a 48 KHz, 16 bits. Para el sonido monofónico y estéreo, se requiere únicamente de un grupo de canales.

También es posible almacenar tanto el audio en dos canales como en seis en un mismo disco, por ejemplo un tipo de sonido en cada capa o en cada lado. A más del audio PCM, es posible incluir otros formatos opcionales de audio, como se indica a continuación:

- Dolby Digital (AC-3), el cual es el formato de codificación de audio que acompaña al video de un disco DVD-Audio.
- MPEG-1 estéreo o MPEG-2 de audio multicanal.
- Otros formatos como DTS, SDDS, etc.

3.4.2.1 Tiempo de reproducción

Para incrementar el tiempo de reproducción del disco DVD-Audio a por lo menos 74 minutos por capa, con audio de alta calidad, el Grupo de Trabajo Nº 4 ha elegido una técnica llamada *MLP* (Meridian Lossless Packing). MLP[17] es un esquema de codificación de audio que aprovecha las redundancias y empaqueta el audio en menor espacio del disco, de manera que un simple decodificador pueda recuperar la señal de audio bit por bit, sin ninguna alteración.

Para la decodificación MLP, se requiere de relativamente poca potencia de cómputo, aún para seis canales de audio, con muestras de 24 bits y frecuencia de muestreo de 96 KHz. Otra ventaja que ofrece MLP, es la disponibilidad de un sub-canal que contiene sonido estéreo como una alternativa al uso del "down mix", lo que ayuda a los reproductores que no tienen la capacidad de decodificación multicanal.

[17] Paper: "Coding High Quality Digital Audio", www.meridian-audio.com/are.

A continuación se muestran ejemplos de tiempos de reproducción con y sin MLP.

Combinación de audio	Configuración	Sin MLP (minutos)		Con MLP (minutos)	
		Capa única	Doble Capa	Capa única	Doble Capa
2 canales	48 KHz, 24 bits	258	469	344	622
2 canales	192 KHz, 24 bits	64	117	86	155
6 canales	96 KHz, 24 bits	43	78	74	133
5 canales (en 2 grupos)	96 kHz, 24 bits, 3 canales + 48 kHz, 24 bits, 2 canales	64	116	111	201

Tabla 3.15: Tiempos de reproducción con y sin MLP.

El último ejemplo usa dos grupos de canales a diferente frecuencia de muestreo, lo que resulta en un tiempo adicional para la reproducción.

3.4.3 CONTENIDO ADICIONAL

El contenido adicional del DVD-Audio puede incluir imágenes fijas, texto de información, menús para navegación y secuencias de video (para discos DVD-AudioV).

Imágenes fijas.- Estas son grabadas en el disco con sus correspondientes datos de audio. Cada imagen fija es un cuadro MPEG-2 intracodificado (cuadro I) y, opcionalmente puede ser acompañada por una sub-imagen para el menú. Las transiciones entre imágenes fijas pueden ser instantáneas, o mediante una suave difusión entre ellas. Se tienen dos modos posibles:

- **Muestra de diapositivas.-** En este modo, las imágenes fijas son visualizadas a medida que se cargan del disco, mientras el audio se está reproduciendo.
- **Búsqueda.-** Este modo se emplea cuando más de 19 imágenes fijas son pre-cargadas en la memoria antes de que el audio empiece, estas pueden ser desplegadas a elección del usuario o mediante un programa de control.

Texto de Información.- Se usa para informar sobre el contenido del disco, nombres de los artistas, direcciones de Internet relacionadas con el tema, letras

de las canciones, etc. El texto estático puede ser utilizado sobre todo para la información del contenido, mientras que el texto dinámico es apropiado para mostrar las letras de las canciones, ya que este cambia durante la presentación de audio.

Contenido de Video.- Los cortos de video siguen las especificaciones del DVD-Video, pero no soportan ciertas funciones como: control de censura, control regional, multi-relato y control de funcionamiento. La parte de audio del video también puede presentarse sin video.

3.4.4 HARDWARE Y SOFTWARE

Los discos DVD-Audio requieren de nuevo hardware para poder ser reproducidos. Estos discos pueden ser leídos mediante el siguiente hardware:

- Reproductores DVD-Audio, los cuales están diseñados para reproducir únicamente audio con despliegue de texto simple y, opcionalmente mediante una salida de video se puede desplegar diapositivas y menús.
- Reproductores Universales, mediante estos aparatos, se pueden tocar discos DVD-Audio, DVD-AudioV y DVD-Video. Es probable que en el futuro los reproductores DVD-Video sean Reproductores Universales, ya que la adición de la capacidad de reproducir DVD-Audio, no aumenta apreciablemente la complejidad y costo del hardware.
- Computadoras en plataforma PC y Macintosh con unidades DVD-ROM que se pueden actualizar sin esfuerzo para tocar discos DVD-Audio.

Además todos estos reproductores pueden tocar discos CD de audio. Es probable que los reproductores diseñados para tocar discos SACD, puedan tocar también discos DVD-Audio.

3.4.5 ALTERNATIVAS AL DVD-AUDIO

Philips y Sony (septiembre 1997) han trabajado en una alternativa al DVD-Audio, llamada "*Super Audio CD*" o SACD, consistente de un disco que puede ser tocado

tanto en reproductores CD como DVD-Audio. Este disco nace como reacción al retardo en el aparecimiento de las especificaciones del DVD-Audio.

El SACD utiliza un método diferente de codificación de audio, llamado Flujo Digital Directo o DSD[18] y emplea un disco de formato híbrido. Este disco contiene en una capa, audio de calidad superior a la del CD, y en la otra capa contiene sonido en formato CD-Audio. DSD es menos eficiente que PCM, pero según sus defensores requiere de un conversor digital-análogo menos costoso.

El SACD ofrece audio multicanal de alta fidelidad, compatibilidad con el CD, protección contra copia, "marcas de agua" contra la piratería y otras características adicionales. Las dificultades iniciales del DVD-Audio para obtener un buen sistema para protección contra copia, han promocionado a la "marca de agua" digital del SACD. Ahora el DVD-Audio, también emplea este método.

Los primeros reproductores SACD aparecieron en mayo de 1999, por ejemplo el Sony SCD-1 a 5,000 USD, lo cual es mucho mas caro que el DVD-Audio.

3.5 FORMATOS GRABABLES DEL DVD

La familia DVD estaría incompleta sin las versiones grabables. El disco grabable CD-R se introdujo en 1988 y la versión reescribible CD-RW apareció recién 15 años después de que se presentó el primer CD-ROM.

Se han desarrollado discos DVD tanto grabables (DVD-R) como re-escribibles (DVD-RAM). Los discos y las grabadoras para DVD-R están disponibles desde 1997, a precios altos. Los discos y grabadoras DVD-RAM se introdujeron en Junio de 1988 a un precio relativamente más económico.

Tanto el DVD-R como el DVD-RAM, ofrecían menor capacidad que la de los discos DVD para solo lectura. Esto limitaba su utilidad hacia aplicaciones que no requierían la capacidad total del DVD-ROM. Sin embargo esta capacidad se

[18] DSD: Direct Stream Digital, más información en: www.meridian-audio.com/ara/bitstrea.htm

incrementó a 4.7 GB por lado a mediados de 1999 tanto para el DVD-R como para el DVD-RAM.

Los DVD pueden grabarse ya sea por moldeado durante la fabricación masiva o por la acción de un láser en los DVD grabables. Pero en los dos casos, los bytes a grabarse están codificados mediante EFM+. Además cada tecnología de grabación usa una película apropiada como capa de grabación, la cual puede ser un tinte especial, una aleación especial o una intercalación de películas sensitivas.

3.5.1 EL DVD-R

Los discos DVD-R emplean una tecnología similar a la del CD-R pero usan diferente pigmento y menor tamaño de los pits y lands en el substrato de datos. Este disco permite solo una grabación y muchas lecturas.

Figura 3.4: Disco DVD-R

3.5.1.1 Parámetros del DVD-R

El DVD-R (Recordable), es totalmente compatible con el DVD-ROM, DVD-Video y DVD-Audio, de manera que puede ser leído en cualquier hardware DVD apropiado, dependiendo del formato de los datos contenidos en el DVD-R.

Existen dos versiones del DVD-R con diferente capacidad de almacenamiento, como se indica en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	VERSIÓN 1.0	VERSIÓN 1.9 Y 2.0
Número de lados	1 o 2	1 o 2
Capacidad (GB_{DVD})	3.95 por lado	4.7 por lado
Disponibilidad desde	1997	mediados de 1999
Método de grabación	Capa de pigmento orgánico, láser de 635 nm	
Mínima longitud del pit (µm)	0.44	0.40
Separación entre pistas (µm)	0.80	0.74
Formato de la pista	Fluctuación y pre-canal	
Modulación y corrección de errores.	8 a 16 y RSPC	

Tabla 3.16: Parámetros de las versiones DVD-R.

Los discos DVD-R permiten *escritura incremental*, se han definido dos tipos de escritura incremental:

- El Tipo 1, permite que los discos DVD-R sean leídos por un sistema ISO 9660, además utiliza el sistema de archivos UDF-Bridge.
- El Tipo 2, es para la transferencia de archivos mediante arrastre y liberación de los mismos de un lugar hacia otro. Emplea UDF sin ISO 9660.

Las grabadoras y discos DVD-R, se encuentran disponibles actualmente pero a un precio alto (en Octubre de 1999 una grabadora DVD-R 1.0 de Pioneer costaba 17,000 USD, en Mayo del 2001 la grabadora DVR-A03 2.0 tenía un costo menor a 1,000 USD, ademas graba CD-R y CD-RW), los precios están bajando. Los discos cuestan entre 10 y 30 USD.

El Grupo de Trabajo Nº 6 del Foro DVD, es responsable del desarrollo del formato DVD-R.

3.5.2 EL DVD-RAM

El disco DVD-RAM, es un formato re-escribible, emplea el sistema de grabación por "*Cambio de fase*", en donde se hace cambiar su capa activa entre estado amorfo y estado cristalino por medio de un láser a diferente potencia. Los discos DVD-RAM utilizan el método CLV por zonas llamado *ZCLV* (Zoned CLV) en lugar de la Velocidad Lineal Constante o CLV, en donde la velocidad angular cambia continuamente. Con ZCLV, dentro de cada zona, los datos se escriben y leen

usando el método CLV, la velocidad angular cambia de zona a zona para mantener una velocidad lineal promedio constante. Los datos son escritos tanto en "lands" como en los "canales", la información de las direcciones se moldea en el disco como "pits" o agujeros.

3.5.2.1 Parámetros del DVD-RAM

En la siguiente tabla se muestran los parámetros para las versiones 1.0, 1.9 y 2.0 del DVD-RAM:

PARÁMETRO	VERSIÓN 1.0	VERSIÓN 1.9 Y 2.0
Número de lados	1 o 2	1 o 2
Capacidad (GB_{DVD})	2.6 por lado	4.7 por lado
Disponibilidad desde	Junio de 1998	Octubre de 1999
Método de grabación	Marcas de cambio de fase	
Formato de pista	Fluctuación, "land" y canal	
Separación entre pistas (μm)	0.74	0.615
Mínima longitud del "pit" (μm)	0.41	0.28
Número de zonas	24	35
Velocidad de datos de usuario (Mbps)	11.08	22.16
Estuche incorporado	Si	
Modulación y corrección de errores	8 a 16 y RSPC	

Tabla 3.17: Parámetros del DVD-RAM

El Foro DVD publicó la versión 1.0 del DVD-RAM en Julio de 1997. En Noviembre de 1998 se presentaron las especificaciones de la versión 1.9, las especificaciones de la versión 2.0 se liberaron al comienzo de 1999. El Grupo de Trabajo Nº 5 es responsable del desarrollo del formato DVD-RAM. En la figura 3.11 se muestra al disco DVD-RAM con su estuche incoporado.

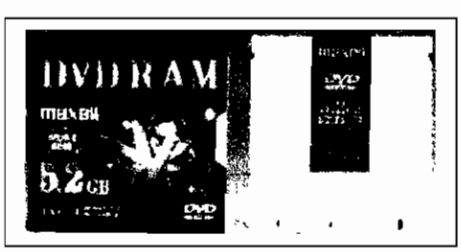


Figura 3.5: Disco DVD-RAM

El DVD-RAM no es compatible con las unidades DVD-ROM.

3.5.3 ALTERNATIVAS AL DVD-RAM

Se han propuesto otros formatos como alternativa al DVD-RAM, uno de aquellos es el DVD-RW, considerado por el Foro DVD y el DVD+RW. También se están desarrollando otros productos nuevos.

3.5.3.1 El DVD+RW y el DVD+R

El DVD+RW es un formato borrable basado en la tecnología del CD-RW. Estará disponible a finales del 2001. Este disco fue desarrollado por Philips, Sony y Hewlett-Packard con el respaldo de Verbatim, Ricoh y Yamaha. Sin embargo este formato no es apoyado por el Foro DVD aún cuando sus creadores son miembros de él. Pero el Foro no tiene poder como para establecer los formatos. Philips y Sony piensan que el DVD+RW tiene mejor compatibilidad con las unidades DVD-ROM, que el DVD-RAM (apoyado por el Foro DVD).

Los discos DVD+RW tienen una capacidad de 3 GB y no requieren de un cartucho. El DVD+RW tiene las siguientes características:

- Es compatible con todas las unidades DVD-ROM.
- No necesita de algún cartucho.
- Se están desarrollando discos DVD+RW de 4.7 GB.
- Se puede elegir la velocidad CAV para aplicaciones de alto desempeño en el almacenamiento de datos (acceso aleatorio), y CLV para grabación de video (acceso secuencial).
- Es apoyado por los líderes de la industria del CD-RW

Las unidades DVD+RW pueden leer discos DVD-ROM, CD, DVD-R y DVD-RW, pero no son compatibles con DVD-RAM. Se espera que estas unidades puedan también escribir en discos CD-R y CD-RW. La versión 1.0 era de 3 GB pero no fue compatible con los reproductores y unidades existentes, fue abandonada a

fines de 1999 pero quedó estandarizada en la norma ECMA[19]-274. Las versiones modernas pueden almacenar 4.7 billones de bytes por lado, y deben ser legibles por el 70 y 80 % de los reproductores DVD-Video y unidades DVD-ROM (por ciertos problemas de reflectividad).

El formato DVD+RW[20] usa un medio que cambia de fase con fluctuaciones de alta frecuencia, formando un canal o pista con datos en la superficie del disco. Este disco puede ser re-escrito cerca de 1,000 veces.

El DVD+R, es una versión para solo una escritura del DVD+RW, aparecerá en el 2002. Su grabación se basa en un pigmento como del DVD-R, por lo que tiene similar compatibilidad.

Philips ha anunciado una videograbadora DVD+RW para finales del 2001, usará el formato DVD-Video para que pueda ser reproducido en todos los reproductores existentes. El disco será fabricado por la empresa Verbatim.

3.5.3.2 El DVD-RW

El DVD-RW, es un formato desarrollado por Pioneer, se basa en la tecnología del CD-RW y tiene una capacidad de 4.7 GB. Su tecnología de cambio de fase hace que tenga mayor reflectividad que el disco DVD-RAM o el DVD+RW, puede ser leído en las unidades DVD-ROM existentes. Este formato ha sido aceptado por el Foro DVD (DVD Forum) para evaluación como posible miembro de la familia DVD. Las unidades grabadoras DVD-R / RW, están disponibles a 800 USD en este país.

3.5.3.3 El formato MMVF

El Formato MMVF (Multimedia Video File) de la NEC, ofrece 5.2 GB de capacidad en un lado y es el más adecuado para la grabación del formato de video. Este

[19] ECMA: Asociación Europea de Fabricantes de Computadoras.
[20] Más información sobre este formato en: http://www.dvdrw.org/ y en http://www.dvdplusrw.org

formato también es conocido como MVDisc (Multimedia Video Disc) y es similar al DVD-RW y al DVD+RW, usa dos substratos de 0.6 mm con capacidad de cambio de fase y un láser de 640 nm, pero sus unidades lectoras no son capaces de leer discos DVD-ROM o compatibles.

3.5.4 GRABACIÓN DE VIDEO EN DVD

Anteriormente ni el DVD-R ni el DVD-RAM tenían la capacidad como para reemplazar digitalmente a la videograbadora VHS. Las grabadoras DVD-Video requerían de un codificador MPEG-2 de bajo costo y un disco regrabable con una capacidad de al menos 10 GB. Este tipo de codificadores son ahora diponibles por lo que ya existen videograbadoras DVD-Video, pero a precios muy altos, se necesitarán varios años para que estos se puedan comparar a los del VHS.

Una observación importante en relación a la grabación digital es que se puede crear una copia perfecta o casi perfecta del original. Por lo tanto la protección de los derechos de autor se hace cada vez más importante y debe ser tratada en paralelo con el desarrollo de la tecnología. Se espera que la versión grabable del DVD-Video, en el futuro reemplace al VHS en la grabación de video familiar y en la reproducción de video pregrabado, siempre que los precios sean adecuados.

3.5.5 COMPETENCIA DE LOS FORMATOS GRABABLES

Se tienen cuatro formatos que están compitiendo para establecerse como un formato definitivo: DVD-R, DVD-RW ,DVD+RW y el DVD-RAM, los cuales son compatibles con la computadora. El DVD-R y el DVD-RW prácticamente son extensiones del CD-R y del CD-RW. El DVD-RW permite mayor flexibilidad para la grabación, mientras que el DVD-R es compatible con la mayoría de reproductores, su ventaja es que son compatibles entre sí. Estos dos formatos compiten juntos llamándose DVD-R/RW contra los otros dos.

El DVD-RAM permite un verdadero acceso aleatorio al contenido del disco, ventaja compartida por el DVD+RW. Sin embargo la gran desventaja del DVD-

RAM a más del costo del disco, es que no tiene compatibilidad hacia atrás, pues solo pueden reproducirse en lectores DVD-RAM. Además se debe tomar en cuenta que tanto el DVD-RAM como el DVD-R/RW, son apoyados por el Foro DVD mientras que el DVD+RW trata de establecerse aún sin el apoyo del Foro.

Considerando todos estos aspectos, se puede decir que cada formato tiene sus ventajas en su repectivo campo. Los que respaldan a todos estos formatos, piensan que es posible en el futuro se implementen lectores multiformato. Sin embargo lo que es más probable, es que en futuro prevalescan los formatos respaldados por el Foro DVD, ya que estos formatos se han construido en base a las especificaciones del DVD-Video, que ya es un éxito.

CAPÍTULO 4: APLICACIONES DEL DVD

4.1 INTRODUCCIÓN

El consumidor potencial, cada vez más exigente, desea disponer de un medio de almacenamiento de información de gran capacidad; con la máxima calidad de audio y de video, que no se deteriore con el paso del tiempo y con las sucesivas reproducciones, que le ofrezca nuevas prestaciones multimedia a las que ya está acostumbrado, y que le permita la compatibilidad total con su computador personal. Por cumplir con estos propósitos, el Disco Versátil Digital presenta actualmente múltiples alternativas de uso que analizaremos a continuación:

El primer mercado de utilización del DVD es el cinematográfico, pues debido a sus excepcionales características, todos los estudios de cine están produciendo sus películas en este nuevo formato; las mismas que pueden ser observadas en la comodidad de un *"cine en casa"*, de *un "pcinema"*, o de un *"sistema de entretenimiento móvil"*. Además, se cuenta actualmente con hardware y software apropiados para grabar y editar video; e incluso quemar DVDs, algo que antes sólo se lo realizaba en una *"agencia de producción"*.

Paralelamente con la fabricación de reproductores de películas, la empresa japonesa Sony implementó lectores de DVD en sus nuevas consolas de *"juegos de video"*.

La asociación que se efectúa entre la tecnología del video y la de la informática, le permite obtener prestaciones audiovisuales que no eran posibles antes de su aparición. Las *"ediciones multimedia"* pueden integrar video a toda la pantalla en sus productos al haber roto la barrera de la capacidad del CD-ROM que les impedía integrar secuencias de video como el público esperaba.

Las múltiples posibilidades de control con que cuenta el DVD, tales como la reproducción constante en bucle, la programación por zonas, el acceso inmediato

a capítulos y programas, la opción multiángulo, etc. y la ausencia de desgaste o deterioro a pesar de su uso continuo, le convierten en una herramienta perfecta para la realización de *"bobinas de anuncios publicitarios"*, usadas en la presentación de productos y servicios en las ferias de exposiciones y en los centros comerciales.

Las características antes mencionadas, sumadas a otras, como la disposición de algunas pistas de audio para varios idiomas, que permiten la comunicación interna multilingüe en algunas convenciones de trabajo, por ejemplo; le dan un mayor grado de interactividad, lo que le hace apropiado para la realización de *"cursos de formación"* para muchos profesionales.

La gran capacidad de almacenamiento del DVD le convierte en un instrumento muy valioso para el desarrollo de enormes *"bases de datos"*, que pueden contener mayor información que la que se encuentra actualmente en CD-ROMs, en muchas bibliotecas, museos y observatorios astronómicos. Esta misma característica le ha proyectado al ámbito de la comunicación empresarial, donde se lo usa también para el transporte de la información y en especial para el *"respaldo de datos"*.

La versatilidad de estos discos ha permitido el desarrollo de *"librerías virtuales digitales"*, que son utilizadas en el diseño y la administración de imágenes, la edición de video, la teledifusión y en algunas aplicaciones de Internet e intranets.

Con la presencia en el mercado de las grabadoras y de las cámaras de video DVD-RAM, el DVD se está convirtiendo en el medio de almacenamiento clave en el corazón de la convergencia digital. Las nuevas aplicaciones de los equipos DVD junto con el software de tratamiento de imágenes, que están permitiendo a los usuarios producir video con muchos datos y con una calidad insuperable, permitirán a corto plazo la implementación de sofisticados *"estudios de televisión"*.

A continuación se exponen más detalladamente algunas de sus aplicaciones de uso doméstico y profesional.

4.2 APLICACIONES DE USO DOMÉSTICO

4.2.1 EL "CINE EN CASA"

La afición al séptimo arte cada vez es mayor, tanto que las propias casas se están convirtiendo en auténticas salas de proyección. Pero para poder ver una buena película en las mejores condiciones, no sólo se debe tomar en cuenta el criterio de la imagen. El sonido es tan importante como la fotografía en el cine. Por ello, se han insertado en los formatos DVD, nuevas maneras de apreciar lo que se escucha. Un sonido envolvente y nítido hace que la película tenga más calidad y que el público aprecie, en mejor grado la filmación.

4.2.1.1 El sonido de un "cine en casa"

Los tipos de sonido multicanal para los "cines en casa" existentes son: el Dolby Surround, Dolby Pro-Logic, Dolby Digital, DTS (Digital Theatre System) y THX.

El sistema Dolby Digital también conocido como AC3 es el más actual y con mayor software existente en el mercado, ofrece 5.1 canales. Esto quiere decir que contiene información de dos canales frontales principales estéreo; un canal central para sonidos principales (con frecuencias entre 20 y 20.000 Hz), y dos canales traseros de efectos, también con sonido estéreo, y abarcando el mismo rango de frecuencias. Además incluye información para un "subwoofer", un altavoz para frecuencias muy bajas. La figura 4.1 muestra los cinco altavoces y el subwoofer, utilizados en un "cine en casa" de medianas proporciones.

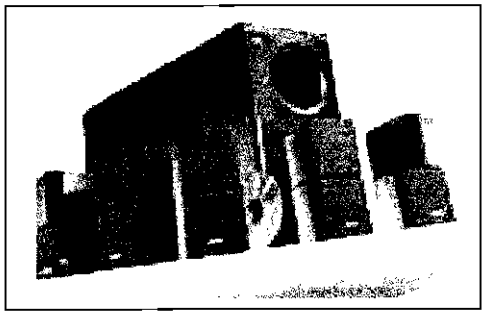


Figura 4.1: Conjunto de altavoces para un sistema Dolby Digital (AC3).

4.2.1.1.1 La ubicación de los altavoces

Para una adecuada instalación de los altavoces, en la sala donde irá destinado un "cine en casa" se debe considerar lo siguiente:

Primero: para la ubicación del par de *altavoces frontales*, se deben seguir las mismas reglas que en una instalación de audio común, es decir, situarlos a la altura de la cabeza, formando un triángulo equilátero con el oyente.

Segundo: el *altavoz central*, del que provienen los sonidos principales, debe estar lo más cerca posible de la pantalla, encima o debajo de la misma, para que los efectos parezcan creíbles con respecto a la posición de la imagen.

Tercero: los *altavoces traseros* deben situarse en la parte posterior de la sala, un poco retrasados con respecto al oyente, orientados hacia él y ubicados ligeramente por encima de su cabeza. Se colocan sobre pedestales, uno a cada lado, guardando simetría con respecto a los altavoces principales y central.

Cuarto: Las frecuencias bajas, a diferencia de las medias y de las altas, son poco direccionales, por lo que la ubicación del *subwoofer* no es tan crítica. Generalmente suele situarse al frente junto con los altavoces principales, a un lado de la sala o tras la posición del oyente.

Siguiendo estas reglas, que pueden ser analizadas en la figura 4.2, se consigue que los efectos del sonido en un "cine en casa" sean espectaculares.

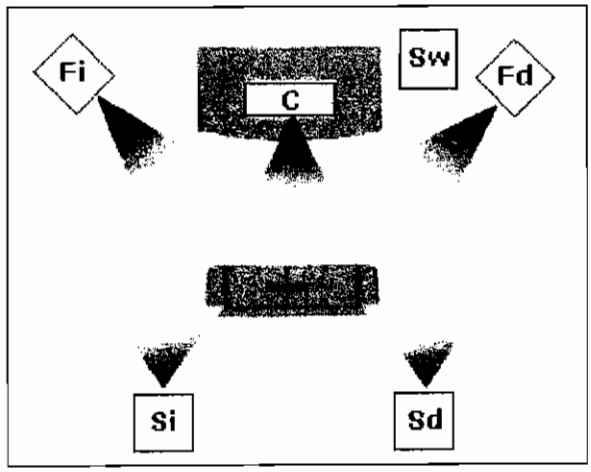


Figura 4.2: Distribución de los altavoces en un sistema de "cine en casa".

Este conjunto debe ser de la misma serie y marca, pues al coincidir las impedancias, sensibilidades similares, filtros y transductores con topologías y materiales iguales, el sonido es más homogéneo que mezclando altavoces de varias series y marcas.

4.2.1.2 La pantalla

El tamaño de la pantalla en un sistema de "cine en casa" debe ir en proporción con las dimensiones de la sala y con la distancia al espectador. Si esta última es mayor de lo debido, no se apreciarán algunos detalles en la imagen; y si es menor, al formarse la imagen por puntos (píxeles) y estar demasiado cerca, se observarán deformaciones y pérdida de nitidez.

Para calcular la distancia en metros, a la que debe situarse el espectador, se divide por diez la medida en pulgadas de la diagonal de la pantalla. Por ejemplo, para una pantalla de 28 pulgadas, la ubicación correcta del sofá del espectador es de 2,8 metros. En el caso de estar limitados a un espacio fijo, se multiplica la distancia en metros por diez, obteniéndose el tamaño adecuado de la pantalla en pulgadas.

En cuanto al formato de pantalla para un sistema de "cine en casa", el más utilizado es el panorámico o 16:9, mostrado en la figura 4.3, puesto que se ajusta más a la imagen del cine. Además, hay que tomar en cuenta que se comparten películas de cine con emisión normal de televisión, por lo que el sistema de conversión y adaptación de imagen debe ser adecuado al sistema panorámico.

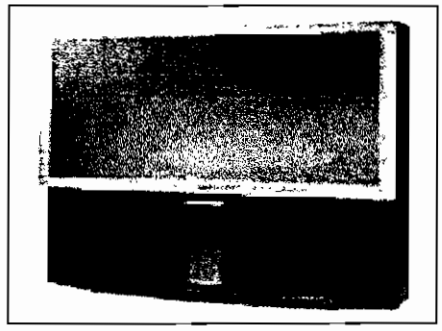


Figura 4.3: Pantalla con formato panorámico apropiada para un "cine en casa".

4.2.1.3 El reproductor DVD

Por sus notables características frente al VHS y al Láser Disc, el reproductor DVD es el más apropiado para poder apreciar con total calidad una película en un "cine en casa". A parte de poseer la mejor imagen que hasta ahora puede ofrecer el mercado, mantiene un sonido nítido con todas las grabaciones de sonido separadas en 5.1 canales, correspondientes al sistema Dolby Digital o AC3. La figura 4.4 muestra un modelo de reproductor DVD usado en la mayoría de cines en casa.

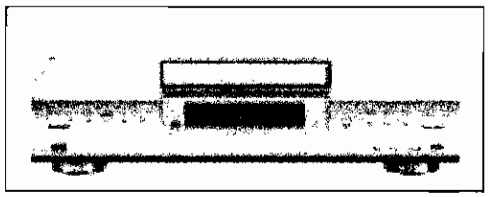


Figura 4.4: Modelo de un reproductor DVD para un "cine en casa".

4.2.1.4 El Receptor de un "cine en casa"

El receptor de un "cine en casa" es el alma del equipo audiovisual, ya que contiene un amplificador de audio, un decodificador Dolby Digital (AC-3) o DTS, algunas entradas para varias fuentes como CD, DVD, etc. La mayoría de modelos incluyen sintonizadores de radio y televisión. El modelo STRDB 840S de SONY, mostrado en la figura 4.5, incorpora la tecnología "Digital Cinema Sound", que transforma la sala de una casa, en una sala de cine, en una de conciertos, en una de estudio profesional o en un estadio, ya que posee algunas modalidades diferentes para distribuir el sonido.

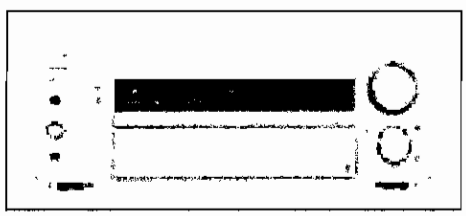


Figura 4.5: Receptor de "cine en casa" de 500 Watts de potencia en modo surround y sintonizador incorporado.

4.2.1.5 El acondicionamiento de la sala

El resto del acondicionamiento de la sala es similar a la del audio, con la salvedad de que aquí se va a proceder a la visualización de imágenes, por lo que se debe cuidar en forma especial la iluminación. Se recomienda una sala sin luz, para obtener un mejor contraste y una menor intensidad de brillo en la pantalla. También, las cortinas deben ser opacas y las paredes de un color neutro como el gris, para evitar el exceso de la luz y los reflejos en la pantalla.

Otro aspecto a cuidar según indican los médicos son los asientos ergonómicos, que deben ser de respaldos rectos y bien rígidos, como los de un cine, para mantener la espalda recta y paralela a la línea de las piernas.

4.2.1.6 Conexiones

Por lo general los aparatos de "cine en casa" traen consigo cables especiales, como el mostrado en la figura 4.6, que tiene los conductores de cobre de alta conductividad y los conectores, que en su mayoría son RCA, vienen con retoques de oro para aumentar el ancho de banda. Para cumplir con este último propósito, algunos fabricantes han empezado a producir cables de conexiones utilizando fibra óptica.

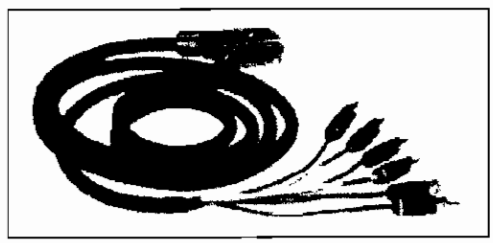


Figura 4.6: Cable de conexiones para la instalación de un "cine en casa".

4.2.1.7 Implementación de una sala de audiovisuales en base a un sistema de"cine en casa"

Las palabras "cine en casa" constituyen una fiel traducción del término en inglés "home theater", que fue adoptado para denominar al sistema de audio y video, que en la comodidad del hogar es capaz de reemplazar al cine. Pero este

conjunto de equipos podría además ser utilizado en diversos lugares fuera de casa, como por ejemplo, en las salas de audiovisuales de algunas entidades educativas, bares, restaurantes, e inclusive en algunas salas de terapia de hospitales y cárceles.

A continuación se incluye un análisis de costos para la implementación de una sala de audiovisuales. Este estudio se realizó en "Galería Digital", ubicado en la ciudad de Quito, donde se expenden los equipos necesarios para la construcción de "cines en casa". En el anexo C1 se revisan por separado tres alternativas: una económica, una intermedia y una de calidad. Los precios están en dólares americanos y ya incluyen I.V.A. A estos valores se tiene que añadir el costo del mobiliario y el de instalación. Este último es de US$ 25 por cada hora de trabajo.

El equipamiento de una sala de audiovisuales con aparatos sencillos, como detalla la tabla 4.1, tiene un costo cercano a los US$ 9.000.
Considerando la misma televisión y cambiando el resto de los equipos, como se aprecia en la tabla 4.2, se puede tener otra opción. En este caso, el precio total varía en un pequeño porcentaje en relación con la propuesta anterior, pero se consigue mejorar algunos efectos de sonido.

Mejorando notablemente las características de todos los equipos, como se puede observar en la tabla 4.3, se llega a tener la alternativa más apropiada, aunque el costo es el gran inconveniente, supera los US$ 20.000.

En los tres casos, el aparato más caro es el televisor, seguido del sistema de parlantes, el amplificador y por último el reproductor DVD. En general, el equipo DVD y el receptor son los que se mantienen con el precio más estable, mientras que los sistemas de altavoces y las pantallas difieren mucho en el precio según el modelo y la casa fabricante, debido a que cada uno incluye algunas innovaciones.

4.2.2 PCINEMA

Aunque algunos aficionados al cine han venido disfrutando por un largo tiempo de películas DVD en la pantalla de su computador, gracias a la existencia de

software como Ravisent CineMaster, WinDVD, Power-DVD, entre muchos otros; no fue sino hasta hace unos pocos meses atrás, que los fabricantes de computadoras se tomaron en serio la posibilidad de una total integración del computador personal y del sistema de audio y video, como un conjunto de entretenimiento global, conocido como PCinema o cine por computador personal.

Se han lanzado algunas soluciones, como la "Multitainer" de Fujitsu Siemens, mostrada en la figura 4.7, que combina un sistema de "cine en casa" con un computador personal; dando la posibilidad de ver películas en DVD, escuchar música MP3, ejecutar juegos de video y navegar por Internet, con el único requisito de un televisor y una conexión a la línea telefónica. El conjunto incorpora los controles de un reproductor DVD en la parte frontal de la unidad y en el mando a distancia inalámbrico.

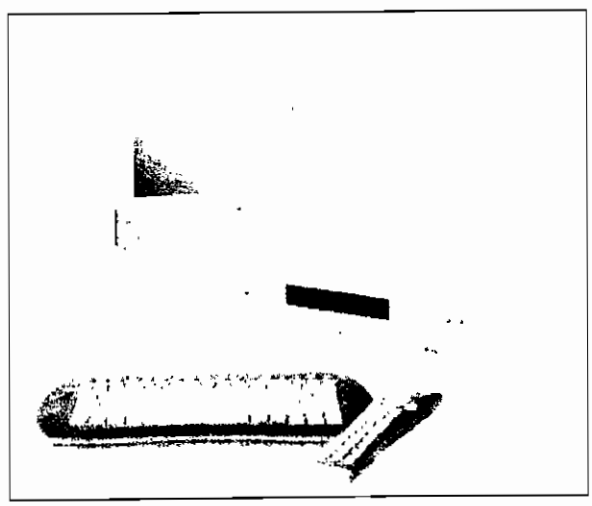


Figura 4.7: Fotografía del computador personal "Multitainer" utilizado como PCinema.

Una segunda opción es la LANIX INTEGRA TE, cuyo anuncio publicitario se observa en la figura 4.8. A través de ésta se pueden ver películas DVD con todos sus efectos, ya que dispone de un sistema de "cine en casa" de 5 bocinas y de una salida opcional para televisión, monitor o cañón de proyección. El teclado de control sensible al movimiento y el sonido con efectos 3D, permiten disfrutar de juegos con increíble realismo.

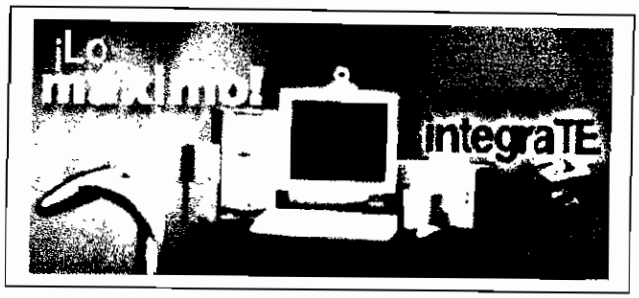


Figura 4.8: Publicidad del conjunto IntegraTE de Lanix, un PCinema con sistema Surround.

4.2.3 SISTEMA MÓVIL DE ENTRETENIMIENTO

Hasta hace poco un viaje largo en automóvil resultaba cansado y aburrido para todos, pero todo esto cambió, cuando aparecieron los sistemas de entretenimiento para automóviles, dotando a estos de muchas de las comodidades con las que se cuenta en el hogar. Actualmente algunos fabricantes de autos como Renault, Lancia, Nissan y BMW, han incorporado algunas innovaciones tecnológicas a sus nuevos modelos, incluyendo principalmente reproductores de DVD.

4.2.3.1 Automóviles equipados con DVD

El modelo Renault Avantime disponible para mediados del año 2002, permitirá a sus ocupantes disfrutar de la tecnología DVD mientras viajen, ya que contará con reproductores y pantallas especiales. En el Lancia NEA disponible para el año 2003, se podrá activar con la voz humana, el reproductor DVD, el computador portátil ó el teléfono integrado. Los autobuses Setra S-17 HDH/3 pondrán a disposición de sus pasajeros, reproductores DVD y monitores en todos los respaldos de los asientos.

La figura 4.9 muestra el interior del prototipo de Nissan Fusion en el que los pasajeros tendrán acceso a los sistemas de información y entretenimiento a través de la pantalla y del reproductor DVD instalados entre los asientos traseros. La línea de este auto no se verá alterada por la ausencia de los espejos retrovisores, ya que serán sustituidos por microcámaras de video, que enviarán la

información captada en el exterior a los pequeños monitores localizados en el salpicadero. Dichas imágenes podrán ser grabadas además en discos DVD.

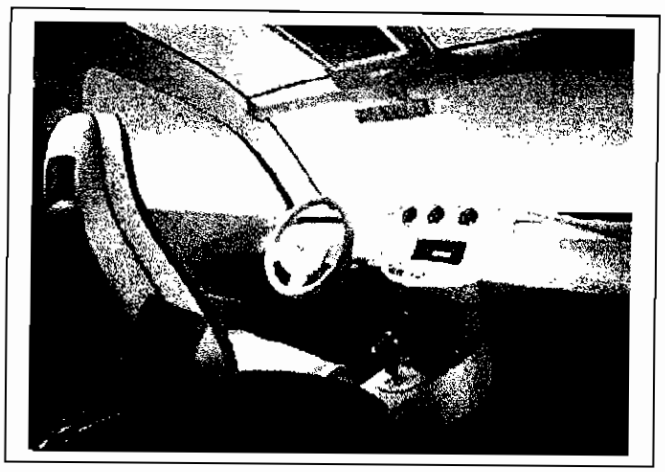


Figura 4.9: Vista interior del automóvil Nissan Fusion.

4.2.3.2 Componentes de un Sistema Móvil de Entretenimiento

Los sistemas de entretenimiento a bordo aparecieron algunos años atrás, pero se los instalaba independientemente por cuenta del propietario, eran diseñados de acuerdo a sus necesidades y se los hacía crecer a medida que estas aumentaban. Con el aparecimiento del DVD, los mismos fabricantes de autos están empeñados en implementar estos sistemas en todos sus modelos. Hasta que esto suceda, algunas empresas se han dedicado a producir equipos multimedia para automóvil. A continuación se mencionan los componentes disponibles para armar un sistema de este tipo y algunas de las marcas que los fabrican.

4.2.3.2.1 Pantallas de televisión y sintonizadores

Comúnmente se utilizan pantallas de cristal líquido de 5 a 8 pulgadas. Estas pueden estar instaladas en las consolas centrales o en el techo para el caso de las camionetas, y en la parte trasera de los respaldos de los asientos delanteros para los automóviles coupé y sedán. Algunas de estas unidades tienen sintonizadores integrados que permiten captar los canales locales de televisión y en el caso de no poseerlo, se recomienda utilizar un sintonizador independiente, puesto que brinda una mejor imagen.

4.2.3.2.2 Selectores de señal

Si se desea conectar más de un equipo a la pantalla, se hace necesario contar con un selector de señal, conocido como *"switcher"*. Este equipo recibe señales múltiples y le permite seleccionar la que va a ser reproducida en la pantalla.

4.2.3.2.3 Reproductores de DVD

Estos son los primeros equipos en los que se piensa cuando se diseña un equipo multimedia para automóvil, después de seleccionar la pantalla. Los reproductores de DVD pueden ser instalados en una gran variedad de posiciones. Colocados desde el tablero de la misma forma que se instala un radio estéreo, hasta debajo de los asientos, estos aparatos ofrecen la posibilidad de reproducir DVD's, CD's y todo tipo de discos de video y música en muchos formatos. Los precios de estos equipos dependen de las marcas y entre los más populares destacan los de las firmas Alpine, Boss, Visteon, JVC y Sony.

4.2.3.2.4 Procesadores digitales de audio

Estos aparatos procesan las señales a fin de darle una ambientación al audio, emulando lo que sucede en una sala de cine. Existen muchas posibilidades, pero los más conocidos son los procesadores "Dolby Prologic".

4.2.3.2.5 Juegos de video

Las opciones en juegos de video son muchas y una ventaja es que se puede utilizar el mismo equipo que se tiene para la casa. En este caso, es necesario asegurarse que el aparato pueda ser conectado a alguna de las tomas de corriente del automóvil. Las marcas más comunes de juegos de video son Sega, Sony Playstation y Nintendo.

4.2.3.2.6 Accesorios

En esta rama se encuentran una gama de dispositivos muy útiles, como por ejemplo, los sistemas de altavoces que brindan un sonido envolvente, los

auriculares y las gafas, como las presentadas en la figura 4.10, que permiten ver películas a través de sus cristales.

Figura 4.10: Gafas Glasstron PML A55E de SONY junto a un reproductor DVD portátil.

4.2.4 AGENCIAS DE PRODUCCIÓN

Los discos de video DVD constituyen actualmente el modo ideal de distribuir películas y fotografías, ya que mantienen la calidad digital de imagen y sonido, y permiten crear una experiencia interactiva.

Recientemente Apple presentó iDVD, una solución capaz de producir DVDs a través de la unidad SuperDrive (DVD-R y CD-RW) del computador Power Mac G4, cuyas principales características son presentadas en el anexo C2. Con este sistema, el usuario puede editar y grabar video y fotografías, mediante un proceso fácil realizado en su propio sistema de escritorio, como lo muestra la figura 4.11.

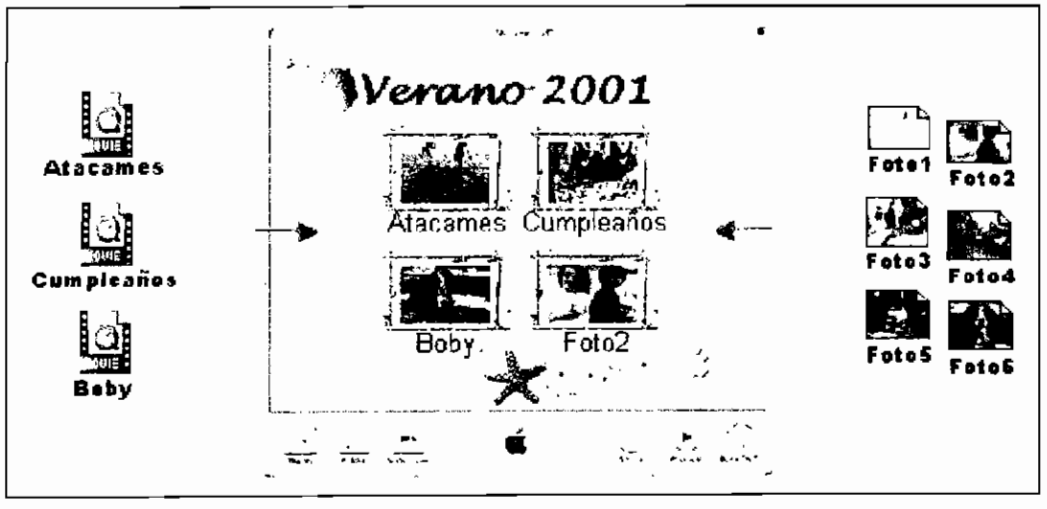


Figura 4.11: Edición de fotografías y videos en un computador Power Mac G4.

Por primera vez en la historia, no se necesita ninguna formación o conocimiento específico para editar video e imágenes fotográficas en un disco DVD-Video, ya que iDVD proporciona fácil acceso a las herramientas que permiten crear discos DVD. Este sistema permite crear un menú a través del cual se puede acceder a distintas películas, así como a álbumes de fotografías digitales, gracias a que posee algunos elementos interactivos de navegación.

4.2.4.1 Características de iDVD

- Permite crear DVD video con la facilidad de arrastrar y tirar con el cursor.
- Acepta películas e imágenes fijas de QuickTime.
- Graba hasta una hora de video por cada disco DVD.
- Crea menús, botones y presentaciones de diapositivas con sólo unos cuantos clics.
- Produce discos DVD que pueden ser vistos en la mayoría de los reproductores DVD estándar y computadores con unidades de DVD-Video.

4.2.4.2 Producción de discos DVD mediante iDVD

Se tienen dos alternativas para producir DVDs en un sistema de escritorio iDVD: La primera, como se indica en la figura 4.12, se realiza a partir de videos recopilados por una videocámara digital, conocida como camcorder. Esa información es procesada por el software iMovie, para ser visto en el monitor de un computador Mac. A continuación, iDVD lo transforma a DVD-Video, para ser quemado y visto posteriormente en dicho formato.

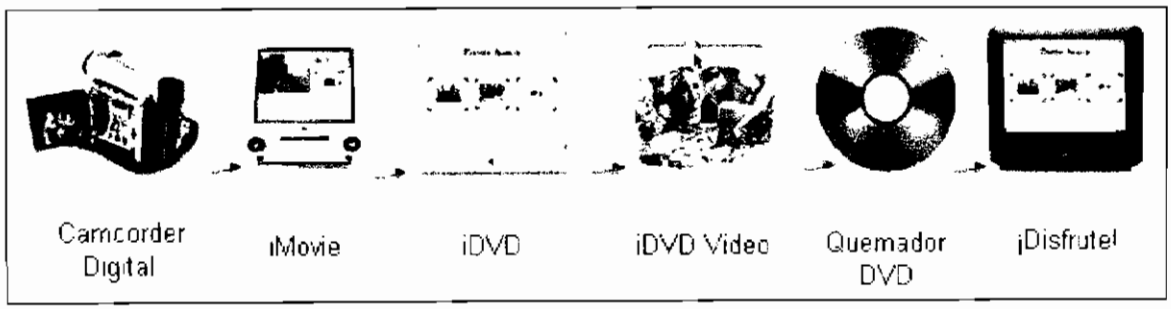


Figura 4.12: Proceso de producción de un disco DVD a partir de la información de una videocámara digital.

La segunda opción es para imágenes fijas provenientes de una cámara digital, como lo muestra la figura 4.13. Se recopila las fotografías y mediante un utilitario se observa dicha información en la pantalla del computador. Luego el software iDVD lo transforma a DVD-Video para el posterior "quemado" del disco DVD.

Figura 4.13: Proceso de producción de un disco DVD a partir de la información de una cámara digital.

4.2.5 JUEGOS DE VIDEO.

La consola PlayStation 2 de SONY, mostrada en la figura 4.14 es considerada como la primera del siglo XXI, no sólo por su fecha de presentación, sino también por sus cualidades técnicas. Entre ellas, destaca su procesador de 128 bits, con un decodificador de imagen MPEG2 por hardware, 32 MB de memoria y un sintetizador gráfico capaz de generar hasta 75 millones de polígonos por segundo. Pero, sobre todo, el elemento más destacable es la incorporación de una unidad de DVD-ROM que ha servido para aumentar su popularidad y convertirla en la más vendida del mundo.

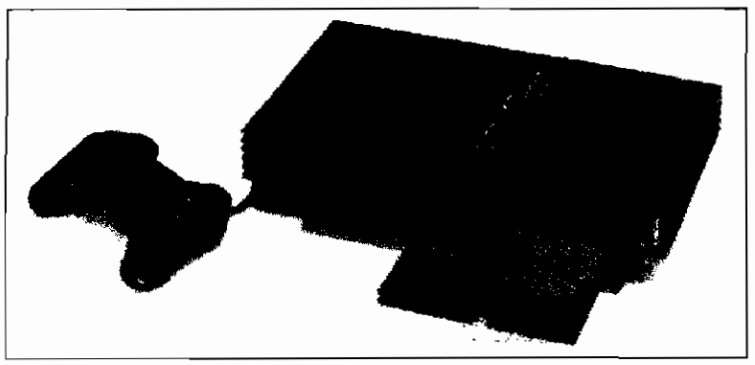


Figura 4.14: Consola PlayStation 2 provista de una unidad DVD-ROM.

Por otro lado, la empresa competidora Sega, primera en lanzar al mercado una videoconsola, presentó su modelo Dreamcast con unas prestaciones similares, pero equipada con una versión especial de CD-ROM capaz de almacenar 1 GB e incompatible con cualquier otro formato.

Con la adopción del DVD-ROM, SONY desbarató las aspiraciones de Sega. El Gigabyte de su CD especial quedó ridiculizado ante los 4.7 o 17 GB de un disco DVD. Además aprovechándose de la compatibilidad CD del sistema DVD, PlayStation 2 dispuso de miles de juegos apenas apareció en el mercado y facilitó el intercambio de programas con el computador personal. Por último, la inclusión de un decodificador MPEG-2 y el mencionado sonido AC-3 y DTS, permiten reproducir películas DVD en esta superconsola.

4.2.6 EDICIONES MULTIMEDIA.

Cada día se incrementa el comercio de juegos, enciclopedias y todo tipo de software para multimedia. Estas aplicaciones ocupan cada vez mayor espacio, y utilizar varios CDs resulta bastante molesto, por esto los productores han optado utilizar el DVD. Los programas que ocupan varios CD son los candidatos ideales para ser almacenados en DVD-ROM. Muchas enciclopedias basadas en algunos volúmenes de libros, como los famosos documentales de *"National Geographic"*, o toda la colección de la *"Gran Enciclopedia Británica"* se encuentran disponibles en formato DVD.

Entre las primeras compañías en aprovechar las ventajas del DVD se encuentra DK Multimedia, la que distribuyó su *"Eye Witness World Atlas"*, un mapa geográfico interactivo adaptado para unidades DVD-ROM. Este atlas permite a los usuarios apreciar al vuelo toda la geografía de nuestro planeta, gracias a que tiene una base de datos de toda la superficie de la tierra, en intervalos de un kilómetro.

4.3 APLICACIONES DE USO PROFESIONAL

4.3.1 BOBINAS DE ANUNCIOS PUBLICITARIOS

Como nunca antes se han integrado en un solo medio de almacenamiento de información, muchas características importantes que permiten el desarrollo de la publicidad audiovisual interactiva, presentada en los escaparates de los centros comerciales y en los locales de ferias de exposiciones y convenciones.

A continuación se analizan las principales ventajas del DVD, utilizadas para este propósito:

- La navegación por menús, con acceso inmediato a los diferentes programas o capítulos, permiten un recorrido personalizado definido por el usuario en función de su propio interés.

- La disposición de 8 pistas de audio seleccionables independientemente en el acto y usadas para contener versiones en varios idiomas, permiten además poner fondos musicales, sonido real, comentarios, mensajes para audiencia invidente, etc.

- El acceso a 32 canales para subtítulos, también seleccionables en el acto e igualmente utilizados no sólo para versiones en diferentes idiomas, es utilizado para insertar mensajes, datos, comentarios, etc.

- Con la opción multiángulo el espectador se convierte en realizador, eligiendo la cámara que más le gusta. Esto le permite al observador, apreciar la totalidad de la información que le interesa y no la dirigida por otras personas que tal vez no sea de su agrado.

- La opción de repetición constante en bucle, como su nombre lo indica, permite realizar presentaciones continuas de forma automática,

garantizando mayor efectividad, ya que el público todo el tiempo tiene acceso a la información.

Con todas estas ventajas, las exposiciones de productos y servicios han mejorado notablemente. Las *"bobinas de anuncios publicitarios"*, están siendo utilizadas por diversas agencias de publicidad, para exponer su material en lugares estratégicos como por ejemplo, en las salas de espera de los aeropuertos o en las estaciones de servicio de las carreteras.

4.3.2 MULTIDIFUSIÓN

La calidad que se obtiene al ver películas DVD a través de un televisor estándar, no es tan buena como cuando se utiliza una pantalla provista de otro sistema de transmisión, ya que la información de un DVD, que se encuentra en formato digital MPEG2, pierde su calidad al pasar a través de las conexiones analógicas del televisor.

Por este inconveniente, casi todos los televisores de plasma y los proyectores de video de gama alta, junto a los conectores comunes, disponen de entradas VGA y SDI. La entrada VGA tiene una aplicación clara para la recogida de la señal de video de cualquier tarjeta gráfica para computador, pero la SDI es un terreno por explotar que no ha sido vinculado al DVD por motivos comerciales.

Dicha entrada SDI (Serial Digital Interface) sirve para la recepción de flujos de video de hasta 270 Mbps. Por otro lado, el DVD dispone de un flujo variable entre 3 y 10 Mbps, lo que sienta las bases para pensar en una solución a través del SDI para los sistemas de multidifusión desde un emisor a varios receptores.

David Garrett, Ingeniero del Ministerio de Defensa de Gran Bretaña, desarrolló un microchip que procesa la información de un DVD y lo convierte en una señal digital constante de 10 Mbps. Este chip puede usarse para modificar los

reproductores de sobremesa y poder enviar la señal a una pantalla de plasma a través de un cable SDI.

Esta aplicación se centra principalmente en distribuir varios videos a la vez, ya que se puede enviar la información correspondiente a 27 discos colocados en serie para la multidifusión en hoteles, autobuses, trenes, aviones, etc. Las cuentas son claras, 27 discos DVD con 10 Mbps cada uno, originan los 270 Mbps que soporta la interface SDI.

4.3.3 CURSOS DE FORMACIÓN

En este campo se inaugura una nueva moda, la de convertir videos educativos, documentales y tutoriales en programas interactivos DVD-ROM. Así, podemos mencionar que en algunos centros de estética se está utilizando esta tecnología para poder ver previamente cual sería el resultado final de la operación corporal de sus clientes.

Más increíble en el terreno de la formación es el desarrollo del libro electrónico. La gente piensa que el libro va a desaparecer pero eso no sucederá nunca, ya que es un instrumento hecho para la mano y el bolsillo del ser humano. Lo que si pasará es que irá evolucionando y ya no seguirá los pasos exclusivos de Gütemberg. El libro del futuro, página a página contendrá no sólo letras, gráficos e ilustraciones o fotografías, sino que se incorporarán las nuevas técnicas multimedia. Se lo recargará con nuevas obras, actualizaciones e incluso en aquellos que sean de literatura, se podrá hasta optar por cambiar el final.

Pero sin irnos tan lejos, podemos encontrar ya algunas aplicaciones del DVD a la formación, como son la recién creada "*biblioteca médica digital*" y la planteada "*simulación virtual*" que veremos a continuación.

4.3.3.1 La Biblioteca Médica Digital

Una iniciativa muy interesante en el campo de la formación es la Biblioteca Médica Digital, desarrollada en Argentina con el respaldo de las principales asociaciones y entidades médicas nacionales e internacionales, y con el propósito

de ofrecer al profesional de la medicina un software de vanguardia que integra voz, video, datos, textos e imágenes.

Cada colección cuenta con diferentes cantidades de volúmenes, en los que se desarrollan distintos temas o patologías, elegidos por su importancia y actualidad en el marco de cada especialidad. Hasta la fecha se han publicado en formato CD-ROM más de 125 títulos para todo tipo de especialistas médicos y se están realizando las últimas producciones en DVD-ROM. La figura 4.15 muestra el logotipo de esta biblioteca virtual.

Figura 4.15: La biblioteca médica digital en su presentación en DVD-ROM

4.3.3.2 La Simulación Virtual

En los actuales momentos en que se considera de mucha ayuda la formación del personal de una empresa, la simulación virtual juega un papel muy importante para el desarrollo de la misma. Esta técnica recién planteada, utiliza las prestaciones del DVD y permite desplegar en la pantalla del computador, las instrucciones que vienen a sustituir el papel del formador.

El formando interactúa con el computador, de tal forma, que existe una interrelación entre ambos; es decir, por una parte el sujeto actúa a través de su voz y de la manipulación del ratón o del teclado, y, por otra parte, el computador obedece sus órdenes y le aporta realimentación de forma continua, indicándole el nivel de éxito que va alcanzando a lo largo de toda la experiencia formativa.

Cada ensayo de cada formando queda grabado en un DVD, lo que permite realizar una evaluación continua de cada sujeto a través de la presentación de un perfil individualizado sobre los resultados obtenidos en cada prueba. Respecto a

esto, no hay problemas de capacidad, ya que, el DVD se caracteriza por tener una gran capacidad de almacenamiento.

El formador real puede llevarse el DVD a su casa y realizar cómodamente la evaluación de cada formando, viendo o detectando tanto los progresos como los puntos a mejorar. Cada sesión empieza repasando con los sujetos los puntos anteriores, reforzándose los puntos fuertes y enseñando cómo mejorar los puntos débiles de cada sujeto. Después de esto, el sujeto se enfrenta de nuevo a la simulación virtual. Este proceso se lleva a cabo hasta la finalización del curso en cuestión.

4.3.4 BASES DE DATOS

Actualmente existen muchas bases de datos en CD-ROM en algunas bibliotecas, y como el DVD-ROM dispone de una mayor capacidad de almacenamiento, constituye el soporte ideal para reemplazar a su antecesor en este tipo de aplicaciones. Algunas bibliotecas bien equipadas están implementando sus nuevas bases de datos con un mayor número de referencias bibliográficas, añadiendo las características extras que posee el DVD.

Una aplicación muy novedosa en este campo, es un proyecto que se puso en marcha en el "*Museo del Louvre*" de la ciudad de París, en el que se pretende llevar a cabo la comercialización externa de sus obras, a través de la información almacenada extraordinariamente en una base de datos con soporte DVD.

De igual manera, esta tecnología se ha hecho presente en los observatorios astronómicos, donde se manejan grandes volúmenes de información, en vista de que la mayor parte de los datos son imágenes con alta resolución, provenientes de sofisticados telescopios ubicados en estaciones terrestres o satelitales.

4.3.5 RESPALDO DE DATOS

4.3.5.1 El Back-up

En la época actual en la que se exige cada vez mayor eficiencia, resulta más práctico manejar información en un computador que tener grandes cantidades de

papeles archivados, tanto por la rapidez de acceso como por razones de espacio. Por esto, al almacenar información en equipos electrónicos es importante contar con buenos respaldos, debido a que la pérdida de éstos siempre implica horas, días o meses para rehacer el trabajo.

Actualmente, todo el mundo experimenta el continuo incremento de la cantidad de datos que necesita archivar, consultar y transmitir. Los datos de computación son de misión crítica y nadie debe poner en riesgo sus negocios por no haberse preocupado de resguardar sus datos. La mayoría de las empresas depende netamente de los datos que guarda en sus archivos, como son los bancos, financieras, periódicos, etc. Es por ello que todas las empresas deben utilizar técnicas de "back-up" para respaldar sus datos.

Un Back-up es un sistema de respaldo de datos de corto tiempo, significa hacer copias de archivos almacenados originalmente en discos rígidos, permitiendo almacenar información importante que se necesita mantener en el tiempo. Ante la eventualidad de la pérdida de los datos, cuanto más reciente sea la copia de respaldo, tanto mejor será el mismo. Por lo general se respalda la información al término del día o de una jornada, aunque lo ideal, pero en general envidiable, sería tener una copia de la hora anterior.

El no hacer back-up implica una serie de riesgos, pues cada día existe una posibilidad de que ocurra cualquier desastre como: incendios, inundaciones, terremotos, guerras, atentados, motines, rotura de discos o cintas por ratas, robos, boicots, daños por virus, etc. El costo de recuperar esos datos puede ser muy significativo económica y estratégicamente para cualquier empresa, pues la pérdida de archivos y datos, se refleja en una gran pérdida de tiempo y por ende de negocios y clientes.

4.3.5.2 Dispositivos de respaldo

En la actualidad, el mercado ofrece una amplia variedad de este tipo de dispositivos entre los que se pueden citar: discos duros magnéticos, discos de cartuchos removibles, disquetes de 5,25 pulgadas y 3,5 pulgadas, cintas

magnéticas, discos ópticos CDs y DVDs, unidades Zips, Jazz, etc. Estas unidades de almacenamiento se pueden instalar como dispositivos internos al computador que gestionará la información contenida en ellos, como dispositivos externos en carcasas independientes de la que contiene la unidad central del computador o como sistemas servidores de ficheros y de aplicaciones. Cabe mencionar también, que existe la posibilidad de realizar respaldos con base en la Internet.

El tipo de dispositivo que se utilice se debe ajustar al usuario que lo requiera. Los dispositivos que utilizan las empresas o instituciones que manejan mayor cantidad de información generalmente son los arreglos de discos duros y las cintas magnéticas. Pero si se necesita respaldar un volumen menor de información, como la que se guarda en un computador personal, entonces los dispositivos que usualmente se utilizan para este propósito, son los grabadores de CD, DVD o las unidades ZIP. Las mejores opciones por el momento para realizar copias de seguridad o para almacenar la información generada en un computador, son la unidad CD-RW y la DVD-RAM que ya se encuentran disponibles en el mercado. Las ventajas de esta última son múltiples y el costo por capacidad es inferior, aunque también tiene sus puntos débiles, como son la imposibilidad por el momento de grabar datos en discos con soporte CD-R o CD-RW, aunque si puede leerlos.

4.3.5.3 Unidades de respaldo de datos DVD-RAM

Las unidades DVD re-escribibles se han convertido en un producto ampliamente disponible, con algunas implicaciones que resultan bastante interesantes para las aplicaciones de respaldo de datos. Una batalla de estándares de bajo nivel ha estado librándose ya por algún tiempo entre dos tecnologías rivales, denominadas DVD-RAM y DVD+RW. El estándar del Forum DVD conocido como DVD-RAM competía con el DVD+RAM, propuesto por Sony, HP y Philips, en una lucha por dominar el mercado de las unidades de DVD re-escribibles y el acceso aleatorio. En un estudio realizado a finales del año 2000, las unidades DVD+RAM no estaban disponibles mientras que las DVD-RAM sí lo estaban, por lo que algunas

fuentes dentro de la industria se atrevieron a comentar que, por omisión, las DVD-RAM podían ganar la competencia.

Todas las unidades de DVD-RAM tienen interfaces SCSI. La unidad externa QPS Que y la interna Toshiba SD-W1111 resultan relativamente caras, ya que disponen una interfaz IEEE-1394. La primera está valorada en US$645 y viene con una tarjeta adicionable SCSI, mientras que la segunda tiene un precio de US$345 pero requiere de una inversión adicional de unos US$75 a US$100 para un adaptador SCSI.

Los medios de DVD-RAM tienen algunas peculiaridades únicas. La capacidad de 5,2GB de los cartuchos de Tipo 1 de DVD-RAM resulta impresionante, pero es un medio de doble cara. Se puede grabar hasta 2,6GB en una de las caras, manualmente invertirlo, y grabar otros 2,6 GB en el otro lado. Los cartuchos Tipo 2 con un único lado grabable, con una capacidad de 2,6GB también están disponibles en el mercado, pero existe el inconveniente de que no todas las unidades de DVD-RAM son capaces de leerlo. Los cartuchos Tipo 1 cuestan alrededor de US$40, mientras que los de Tipo 2 cuestan unos US$25. Al igual que los discos CD-RW, los cartuchos de las unidades DVD-RAM tienen que ser formateados a través de una utilidad especial que viene con la unidad, antes de que puedan ser usados.

Las unidades de DVD-RAM ofrecen una ejecución tan rápida como las de CD-RW y las cintas magnéticas. Desafortunadamente, el espacio de almacenamiento de 2,6GB en cada cara de un cartucho de DVD Tipo1 resulta demasiado limitado para que puedan emplearse en la realización de respaldos totales, sin necesidad de verificación o control, en particular si la computadora tiene un disco duro de extensa capacidad.

El DVD-RAM es sin embargo, un formato en transición. Algunas unidades más veloces que usan nuevos medios de 4,7GB por cara han arribado al mercado. Estos medios más espaciosos se aproximan bastante a alcanzar las capacidades

típicas de los discos duros de la actualidad, pero no van a resultar compatibles con las unidades actuales.

Aunque las ventas de DVD-RAM sobrepasaron en el año anterior los 9 millones de unidades, resultando muy tentadoras, se recomienda esperar hasta que los estándares y las tecnologías lleguen finalmente a establecerse por completo.

4.3.5.4 Análisis del sistema de respaldo de datos de la empresa EDIMPRES

Una de las áreas de esta empresa corresponde al periódico HOY. La planta cuenta con un gran número de computadores MAC y PC conectados en red, como se puede apreciar en el esquema del anexo C3. Además se cuenta con los servidores de las agencias de noticias AP y EFE. Una parte del personal está dedicada al diseño gráfico y a la fotocomposición, y otra a la redacción de noticias. Debido al gran volumen de información que se maneja al tratarse de imágenes, el área de fotocomposición requiere respaldar sus datos en medios de gran capacidad de almacenamiento.

El respaldo de los datos continuos en el área de fotocomposición se efectuaba hasta hace poco tiempo atrás, en una unidad externa CD-RW marca KODAK. Recientemente se acaba de implementar un computador Power Mac G4, detallado en el anexo C2, que está provisto de un "SuperDrive" (DVD-R/CD-RW), donde se piensa realizar los respaldos diarios en CD-RW y los respaldos a largo plazo en DVD-R.

4.3.6 LIBRERÍAS VIRTUALES DIGITALES

Con el aparecimiento del DVD empezaron a producirse equipos muy sofisticados como las llamadas "librerías virtuales digitales" (DVL[1]) que constituyen una excelente solución cuando se desea tener a disposición una gran cantidad de datos e imágenes. Estos equipos emplean la última tecnología DVD-RAM para

[1] DVL: Corresponde a las iniciales de Digital Virtual Library, que significa biblioteca virtual digital y que es más conocida como librería virtual digital.

proveer acceso rápido a cualquier archivo que se halle dentro del sistema de almacenamiento de datos.

Las "librerías virtuales digitales" pueden ser configuradas internamente para diferentes tipos de equipos de multimedia o para sistemas de producción de televisión. Mediante el uso del software que viene incluido en el sistema de librería virtual, el usuario puede adecuar su DVL para administrar librerías virtuales múltiples en la misma estructura. La información se almacena en módulos de discos DVD. Es posible operar hasta ocho unidades en paralelo, las cuales pueden ser integradas en cualquier tipo de red, pudiendo ser aprovechada por varios usuarios a la vez.

Tera Cart de Asaca Shibasoku es la línea de "librerías virtuales digitales" que provee la mayor densidad de almacenamiento de la industria. El modelo AM-250 DVD con un soporte de 2.35 TB de acceso aleatorio, acepta 250 discos por unidad y permite configuraciones de 3 a 6 drives DVD-RAM. El modelo AM-750 DVD, mostrado en la figura 4.16, con 7 TB de acceso aleatorio, recepta 750 discos por unidad, y permite configuraciones de 3 a 12 drives DVD-RAM. Por último, el modelo AM-1450 DVD con una amplia capacidad en TB, soporta 1450 discos por unidad, y permite configuraciones de 3 a 24 drives DVD-RAM. Los discos utilizados en los tres casos son de 9.4 GB, es decir, 4.7 GB por cara.

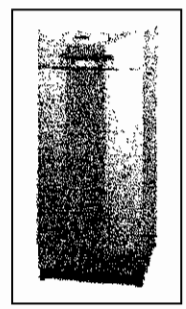


Figura 4.16: Vista frontal de la librería virtual digital AM-750 DVD de Asaca Shibasoku.

4.3.6.1 Aplicaciones de las "librerías virtuales digitales"

4.3.6.1.1 Diseño y administración de imágenes.

Generalmente las imágenes y los gráficos demandan un alto consumo de los recursos de memoria. Su manejo se hace muy pesado y va en perjuicio de la

calidad en su creación, razón que impide a la fuente de almacenamiento mantenerse en línea. Los sistemas de almacenamiento de bajo costo que se ofrecen actualmente, disponen como soporte de almacenamiento a las cintas digitales, configuración demasiado lenta para contar con acceso en línea.

Con un producto como las DVL, se puede resolver este problema. Estos sistemas permiten el almacenamiento de información en discos DVD-RAM de 9.4 GB, la misma que puede ser leída a una velocidad de 2.7 MB/seg, suficientemente veloz para correr sin inconvenientes un video comprimido bajo el formato MPEG2. Cuando se asocia con la característica de acceso aleatorio del DVD-RAM y un tiempo para datos de 15 seg. para un archivo del sistema de 7 TB, la reproducción de sus archivos de gráficos o imágenes está virtualmente en línea.

Las librerías virtuales digitales permiten que el usuario pueda configurar múltiples unidades de estas poderosas herramientas, haciendo que cada DVL pueda usar diferentes equipos de multimedia para optimizar sus necesidades de almacenamiento, con la posibilidad de almacenar los existentes CD-ROM y medios CD-R, DVD-RAM y DVD-ROM, todos estos formatos operando dentro de la misma librería. De igual manera, permite la migración de imágenes desde un CD-R hacia un DVD-RAM. Esto hace que el monto de la inversión de un sistema de multimedia se reduzca en una proporción 14.5:1, debido a que hay mayor densidad en los discos DVD-RAM.

Con la expansión de las estructuras, torres o cabinas de gráficos e imágenes en la red, se puede disponer de más de 56 TB, todo accesible en 15 seg. y a un costo comparable a un sistema de almacenamiento de cinta digital pero sin los problemas típicos que éste posee.

4.3.6.1.2 Internet e intranets

Las librerías virtuales digitales también son una formidable herramienta para almacenar en forma masiva información para aplicaciones de Internet e intranets. Con una capacidad de 7 TB y con un promedio de acceso de tiempo de 15 seg., estas librerías otorgan un rápido almacenamiento a un costo accesible. Con una inversión similar a las unidades de cinta, las librerías DVD permiten el acceso

aleatorio en línea a un costo inferior al que otorga un sistema basado en discos duros.

4.3.6.1.3 Edición de video y Teledifusión

Las librerías virtuales digitales se han convertido en el instrumento ideal para el almacenamiento de la información usada en algunas aplicaciones de edición de video y teledifusión. El modelo AM-750 DVD, almacena en un soporte de 7 TB, el equivalente a 92 horas de video sin compresión, el mismo que puede moverse con facilidad hacia el RAID[2] para su reproducción. De la misma manera almacena alrededor de 777 horas de video MPEG2, suficientes para 32 días seguidos de funcionamiento. De este modo, la librería virtual digital permite a una estación de televisión programar, editar y hacer que los datos digitales puedan ponerse en secuencia. Además se puede mezclar discos DVD-RAM de contenidos de programas con otros de anuncios publicitarios.

Si se requiere mayor capacidad, este modelo permite utilizar hasta 12 unidades en línea al mismo tiempo. Los archivos de video pueden ser leídos y cargados en un arreglo de discos duros para la edición y regresar de nuevo al sistema de almacenamiento de bajo costo basado en DVD.

4.3.7 ESTUDIOS DE TELEVISIÓN

Con el desarrollo de ciertos dispositivos como el DVD, se habla generalmente de la "era digital" en todos los ámbitos, pero hay que tener cuidado cuando se refiere a la televisión. Este campo es muy complejo y aunque la mayoría de emisoras televisivas han incorporado algunos aparatos digitales a sus antiguos equipos, no se puede hablar aún de televisión digital. Este concepto es muy extenso e incluye las etapas de transmisión y de recepción, para implementarlo habría que eliminar todos los televisores analógicos usados actualmente. En países avanzados como los Estados Unidos, por ejemplo, esta tecnología está desarrollándose día a día.

[2] Los discos duros se pueden organizar de algunas maneras. La forma de organizarlos se denominan *niveles* RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks). El entorno ideal para instalar un RAID son las redes de área local (LAN), donde es inaceptable detener el sistema por la falla de un disco.

En el Ecuador se han realizado algunos estudios sobre televisión digital, pero habrá que esperar a que pase mucho tiempo para ver este sueño hecho realidad, ya que demanda un gasto económico muy fuerte. Por el momento, todos los canales de televisión en nuestro país, siguen transmitiendo en forma analógica, aunque gran parte de sus equipos de producción y edición son digitales.

Con el aparecimiento de sofisticados equipos con tecnología DVD, como las grabadoras, las filmadoras y las computadoras que permiten producir estos discos, se puede pensar en implementar algunos estudios de televisión como los de edición y de producción. A continuación se detallan algunos equipos que permiten la grabación de video en DVD.

4.3.7.1 Equipos para grabación en DVD

4.3.7.1.1 Grabador DVD.

La tecnología DVD ha ido sustituyendo a los casetes de video VHS, cosa que en su tiempo no pudo hacer el Láser Disc. Para alcanzar la consolidación en el mercado masivo, al DVD le restaba sólo contar con los dispositivos necesarios para la grabación de video. Este inconveniente se superó cuando Panasonic lanzó al mercado un grabador DVD-RAM para video, el modelo DMR-E10, mostrado en la figura 4.17, cuyas principales características se detallan en el anexo C4.

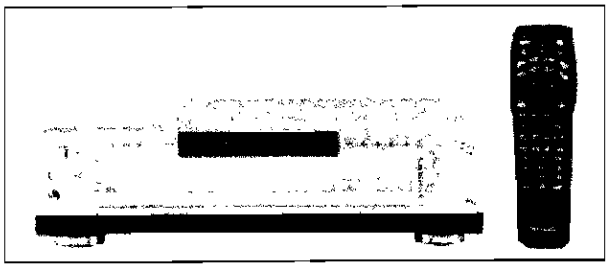


Figura 4.17. El modelo Panasonic DMR-E10 permite grabar video en DVD-RAM.

Este aparato valorado en US$ 4000 tiene tres modos de grabación: XP: 1 hora a 10Mbps, SP: 2 horas a 5Mbps, y LP: 4 horas a 2.5Mbps. La capacidad del disco es de 4.7 GB.

4.3.7.1.2 Videocámaras DVD-RAM

La empresa japonesa Hitachi reunió tecnologías de primera línea para producir la primera cámara DVD-RAM del mundo, la DZ-MV100E mostrada en la figura 4.18 y disponible en Europa a partir de abril de 2001. Esta camcorder DVD utiliza discos de 8cm con capacidad para almacenar hasta 2.6GB o, lo que es lo mismo, hasta dos horas de video. A diferencia del DVD normal, estos discos sólo son grabables y reproducibles por un solo lado. La cámara posee un lente de 12X, tiene un zoom de hasta 48X y la ya tradicional pantalla LCD para ver lo que se está grabando. La cámara DVD de Hitachi puede grabar durante una hora en modo de alta calidad (30 minutos por cara a una frecuencia fija de 6 Mbps) y dos horas en modo estándar (60 minutos por cara a una frecuencia fija de 3 Mbps) utilizando la tecnología de compresión MPEG2.

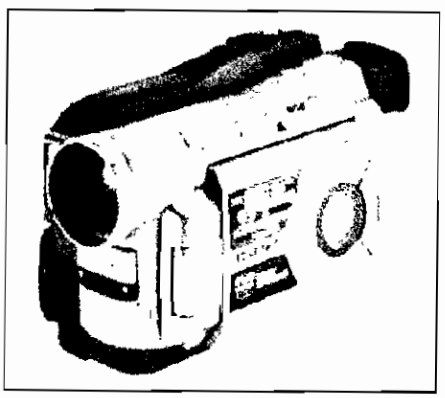


Figura 4.18: Filmadora DVD-RAM Hitachi DZ-MV100E.

Esta cámara graba sobre un disco alojado en un cartucho, el disco removible es compatible con las unidades de DVD-RAM de 4.7 GB disponibles para computadoras y futuras grabadoras DVD-RAM. El cartucho proporciona discos con protección añadida contra la suciedad y las huellas. Se puede acceder a cualquier parte de la grabación casi de forma instantánea y no se necesita buscar espacio para las próximas grabaciones, puesto que la cámara lo hace por sí sola. Las nuevas grabaciones no sobreescriben a las grabaciones existentes sino que se añaden, por lo que no hay peligro de que el usuario borre sin darse cuenta las grabaciones anteriores. Al ser un medio de grabación y reproducción sin contacto, no hay deterioración en la calidad de imagen incluso después de repetidas

reproducciones. A diferencia de una cámara con cinta, no se necesita rebobinar para ver lo que se ha grabado y no hay que preocuparse por la rotura o el enredo de las cintas.

Después del éxito total de este producto, Panasonic presentó inmediatamente el DVD Palmcorder Camcorder VDR-M10, una videocámara digital con la que se puede crear y editar video de alta calidad en un disco DVD-RAM. Las especificaciones técnicas de este equipo valorado en US$ 2500 se detallan en el anexo C5. Actualmente muchas casas fabricantes están produciendo estos equipos conocidos como "DVD Camcorders"

4.3.7.1.3 Estudio Digital Vaio de Sony

La compañía japonesa SONY presentó el *"Vaio Digital Studio"*, mostrado en la figura 4.19. La principal característica de este computador personal portátil es su capacidad para grabar en formato DVD cualquier tipo de señal televisiva, ya sean ondas hertzianas, TV por cable o TV satélite.

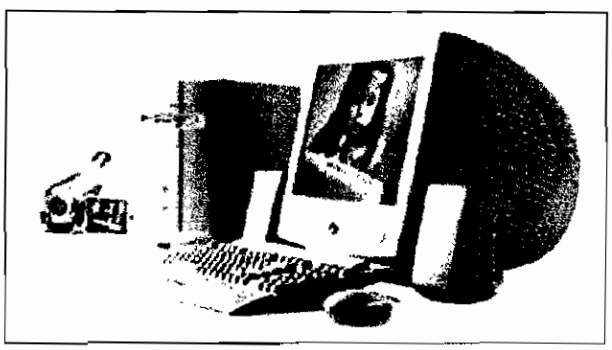


Figura 4.19: Estudio Digital Vaio de SONY

Este computador tiene el procesador más rápido que existe en la actualidad, un Pentium IV, de 1.7 GHz y un disco duro de 80 GB. Esta enorme capacidad para almacenar información es necesaria para la avanzada aplicación multimedia en la que este modelo es pionero: la grabación de una señal de televisión en DVD. Para hacer posible la grabación de la señal televisiva, la compañía ha desarrollado un software específico, el *"Giga Pocket Video Recorder"*, que permite

almacenar en el disco duro de la computadora la señal de televisión y reconvertirla en un formato compatible con DVD.

4.3.7.1.4 El "DVD Studio Pro"

La empresa Apple realizó el lanzamiento de su computador Power Mac G4, detallado en el anexo C2, que está provisto de un superdrive que permite quemar DVDs y que incluye el "DVD Studio Pro", la herramienta profesional para la edición y producción en DVD. Esta aplicación permite a los profesionales crear sus propios DVDs, utilizando programas avanzados de edición de video como el Final Cut Pro, suministrado por la misma compañía.

Hasta hace poco tiempo, las grabaciones se realizaban con cámaras de cinta de video de alta calidad y luego se editaba digitalmente con paquetes de software profesionales como Final Cut Pro, para posteriormente copiarlos en dichas cintas. Con DVD Studio Pro se puede crear discos de DVD-Video, por lo que el trabajo resulta con calidad digital de principio a fin. Con esta herramienta se puede crear DVDs con la ventaja de tener a disposición todas las funciones incluidas en un DVD-Video estándar.

DVD Studio Pro retoma el punto donde las aplicaciones de edición de video como Final Cut Pro se quedaron: maneja la codificación de MPEG, la creación de menús, la organización de producciones, los enlaces y los formatos de salida, todo ello necesario para generar discos de DVD-Video.

A medida que se trabaja se puede ver fácilmente la estructura de un proyecto de formas diferentes. DVD Studio Pro cuenta con una función de previsualización en tiempo real, para no tener que esperar a que se finalice un proyecto para ver cómo ha quedado.

No importa si el interesado es un director independiente, un productor de video, un profesor de prácticas, o un fotógrafo de sucesos; con DVD Studio Pro sólo tiene que concentrarse en el contenido de sus proyectos y despreocuparse de los detalles técnicos del DVD.

Con esta solución se pueden crear discos DVD-Video que incluyan:

- Menús fijos o en movimiento.

- Botones y enlaces interactivos.
- Un máximo de 99 pistas de video por proyecto, cada una con 9 ángulos diferentes, marcadores de capítulos e historias múltiples.
- Soporte de varios idiomas, con un máximo de 32 flujos de subtítulos por pista.
- Presentaciones de diapositivas.
- Hasta 8 flujos de audio por pista de video.
- Audio en formato AC-3 Dolby Digital.

  Enlaces a Internet.

  Soporte del formato 16:9.

El trabajo realizado se puede grabar en tres formatos diferentes: DVD-R, DVD-RAM y en cintas DLT. La elección depende de las necesidades. Se elige el formato DVD-R si se desea crear discos DVD que puedan ejecutarse en todos los reproductores de DVD estándares. Se utiliza DVD-RAM para realizar pruebas de los proyectos sin que requiera un costo adicional, empleando para ello unidades DVD-RAM de computador, antes de pasarlos a otro soporte. La tercera opción es transferir los proyectos terminados a una cinta DLT para realizar una duplicación masiva.

DVD Studio Pro incluye un codificador de software MPEG que funciona con todos los editores de video compatibles con QuickTime, por ejemplo Final Cut Pro. El codificador admite los formatos PAL y NTSC, y las proporciones dimensionales 4:3 y 16:9. Además provee una aplicación independiente conocida como "A.Pack", que se utiliza para codificar el sonido en formato Dolby Digital o AC-3, y que es el formato de audio más utilizado en los discos de DVD Video. Si se seleccionan los archivos de sonido y se les asigna la posición correcta en el campo de sonido, A.Pack hace el resto; genera un flujo de audio AC-3 listo para incluirlo en un DVD. que puede ser escuchado en un computador Power Mac G4. Pero no es necesario que se utilice Dolby Digital, ya que DVD Studio Pro también acepta el uso de audio MPEG y PCM. Esta herramienta permite utilizar hasta 8 flujos de audio por pista de video y se puede marcar los flujos de audio por idiomas, para que los reproductores de DVD los seleccionen automáticamente. Como otra

opción interesante, DVD Studio Pro permite añadir enlaces de Internet al disco DVD, con lo que basta un solo clic para que los espectadores que utilizan un computador puedan encontrar información detallada en la Web.

A continuación se revisa el procedimiento a seguir para producir un disco DVD-Video, utilizando el software de la figura 4.20.

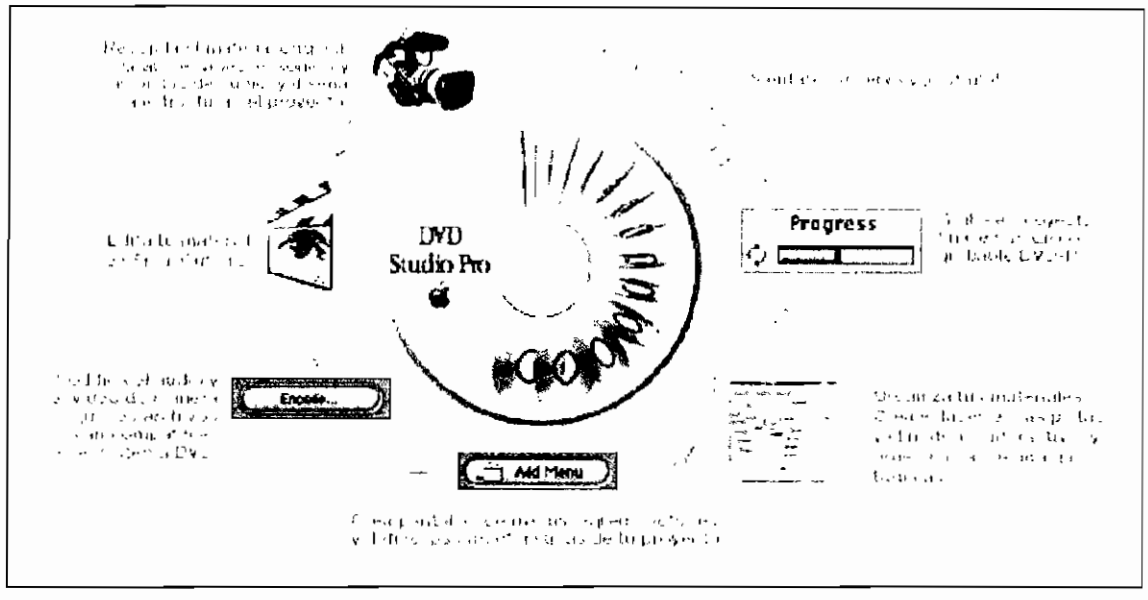


Figura 4.20: Anuncio publicitario que explica la facilidad de uso del DVD Studio Pro.

El primer paso es recopilar el material original. Se debe grabar la película de video con una cámara digital y editarla con la herramienta de edición preferida, por ejemplo, Final Cut Pro de Apple. Se puede utilizar el sonido del video o crear pistas nuevas en un entorno de sonido preparado aparte.

Luego, se codifica el video y el audio en los formatos apropiados para DVD. Para el video, DVD Studio Pro incluye un codificador de software MPEG que funciona en cualquier editor de video compatible con QuickTime como Final Cut Pro. Gracias a la prestación "Velocity Engine" del Power Mac G4 de Apple, mostrado en el anexo C2, el codificador de software convierte el material con rapidez. Si se codifica frecuentemente grandes cantidades de material de video, hay que considerar la posibilidad de utilizar un codificador de hardware de otro fabricante que realice la conversión en tiempo real. Para el audio, el estándar DVD puede utilizar el formato PCM o Dolby Digital AC-3. DVD Studio Pro incluye una utilidad

para convertir los archivos de sonido como QuickTime, AIFF, Sound Designer o WAVE en formato AC-3.
Posteriormente, se crea el aspecto y la funcionalidad de los botones y menús con Adobe Photoshop o con la herramienta de edición de video que se prefiera, y se los importa a DVD Studio Pro. Esta aplicación crea y ajusta el proyecto mediante menús emergentes inteligentes que ofrecen las opciones pertinentes, que ayudan a tomar las decisiones correctas desde el primer momento. La función de previsualización incorporada permite comprobar en tiempo real cómo aparecen los enlaces, menús y botones.

Por último, se tiene el proceso de grabar el DVD, para lo cual hay diferentes formas. Se puede utilizar una unidad DVD-R disponible en un Power Mac G4, ó grabar el proyecto en DVD-RAM para reproducirlo en computadores que tengan una unidad de DVD-RAM. Si se tiene previsto hacer muchas copias del trabajo realizado, se puede grabar el proyecto en una cinta DLT o en un disco rígido externo y llevarlo a un establecimiento especializado en realizar duplicaciones.

Los requisitos del sistema son los siguientes:

- Un computador Power Mac G4 con tarjeta gráfica AGP suministrada por Apple y unidad de DVD.
- Sistema Operativo Mac OS 9.0.4 o 9.1
- QuickTime 4.1 o posterior.
- Monitor con una resolución gráfica de 1024 x 768 o superior.
- 192 MB de RAM.
- Material original de video en formato QuickTime o MPEG y de audio en formato QuickTime, AIFF, Sound Designer o WAVE.
- Aplicación de edición gráfica para crear gráficos de menús y superposiciones (se recomienda Adobe Photoshop 4.0 o posterior)

4.3.7.2 Análisis de la incorporación de la tecnología DVD a los estudios de televisión de Asomavisión

En este trabajo se realiza un breve estudio del posible mejoramiento de los equipos de Asomavisión, canal 27UHF en la ciudad de Quito. Los estudios de producción, edición y de control master, se detallan en el anexo C6, donde se puede apreciar que en mayor grado se utiliza tecnología DVcam[3], un formato en cinta digital. Además se emplea reproductores SVHS y U-matic para reproducir las películas y documentales que poseen en la sala de audiovisuales ASOMA (Asociación de Ministerios Andinos). Por otro lado, disponen de la señal satelital de ENLACE de Costa Rica y de Trinity Broadcasting Network TBN de los Estados Unidos. Esta señal en algunos casos es retransmitida directamente por esta emisora, y también grabada en cintas DVcam para su posterior difusión en otros canales que les solicitan.

La mayor parte de la programación de Asomavisión es evangelística, pero también disponen de segmentos de cultura, noticias, deportes y entretenimiento para niños. El canal realiza algunas producciones pregrabadas y en vivo, en sus estudios que disponen de algunos sets para diferentes ocasiones. La señal es retransmitida en el canal 41UHF de la ciudad de Ambato, mientras que en la ciudad de Guayaquil disponen de otra estación con el mismo nombre en la frecuencia correspondiente al canal 28UHF.

El proceso de edición se efectúa en forma lineal y no lineal, como se puede apreciar en el esquema de la editora 2 del anexo C6. La edición lineal se realiza usando las reproductoras y grabadoras DVcam. La edición no lineal,[4] es el corte y arreglo de pistas de audio y video usando un medio de almacenamiento aleatorio, es decir que no se tiene que esperar a que la cinta rebobine o avance para ver una escena determinada.

---

[3] DVcam: Variante profesional del formato Video Digital DV diseñado por Sony, capaz de grabar una pista de 15 micrones sobre una cinta de metal evaporado a una velocidad de transferencia de 25 Mbps. La señal de video está comprobada en 4:1:1 para fuentes NTSC o 4:2:0 para fuentes PAL.

[4] Hoy en día, este término es sinónimo de edición de video por computador, en un proceso que implica pasar el contenido de la cinta de video al disco duro, y que incluye cortar, reordenar las secuencias a lo largo de una "linea de tiempo" dentro de la pantalla del computador, y por último pasar el resultado de nuevo a la cinta.

Con todos los equipos de reproducción y grabación de DVD vistos anteriormente, se puede pensar en mejorar los estudios de edición y producción de este canal.
Así, la recopilación de imágenes externas en una filmadora DVD, como la Panasonic Palmcorder Camcorder VDR-M10, facilitará sin dudas a mejorar la calidad de los documentales, reportajes, propagandas y entrevistas.
El reemplazo de la grabadora en cinta digital DVcam localizada en el estudio 1 del anexo C6, que corresponde a un estudio de producción; por la grabadora de video Panasonic DMR-E10, permitirá almacenar con una insuperable calidad, la información proveniente de las cámaras, que previamente pasa por la Unidad de Control de Cámara (CCU) y del switcher.

La utilización del computador Power Mac G4 de Apple en edición no lineal y postproducción, permitirá quemar DVDs con enormes ventajas y a bajo costo. Entre ellas está producir un video en varios idiomas, incluyendo algunos ángulos de cámara, subtítulos, etc.

El uso del Estudio Digital Vaio de Sony para grabar en discos DVD las señales televisivas y satelitales, reemplazará a la grabadora DVcam ubicada en el estudio Master. Con esta opción se facilita enormemente la distribución de este material, tanto dentro del canal como fuera de él.

En síntesis, son innumerables las aplicaciones del DVD. Este nuevo medio de almacenamiento de gran capacidad ha llegado a constituirse en poco tiempo, en el estándar para la distribución de la información digital.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se planteó como objetivo principal, dar a conocer los avances tecnológicos del Disco Versátil Digital (DVD) en el campo del almacenamiento y la reproducción de información digital. Este objetivo se ha cumplido, ya que el presente estudio detalla las especificaciones técnicas, los formatos, aplicaciones, limitaciones y ventajas del DVD en la actualidad y sus tendencias futuras.

- La alta capacidad del DVD resultó por la necesidad de la industria cinematográfica de tener un disco con capacidad suficiente como para contener un largometraje completo. Así, inicialmente el formato DVD se empleó en la reproducción de películas, ahora sin embargo su alta capacidad de almacenamiento es aprovechada también en aplicaciones más generales que cubren ya no solo al video, sino también al audio de alta calidad, el almacenamiento de datos y multimedia.

- A pocos años de su aparición, el DVD ocupa un lugar importante en el mercado de la electrónica de consumo. Su creciente aceptación ha hecho que los precios bajen y sean más accesibles. Este formato se está estableciendo tanto por su calidad como por el respaldo de importantes empresas como son las de electrónica de consumo, de hardware y software, y de los estudios cinematográficos.

- Algunas aplicaciones actuales en CD-ROM, como juegos, enciclopedias o software, ocupan cada vez mayor espacio por lo que es necesario utilizar varios CDs, lo cual es bastante molesto ya que requieren del cambio del disco a mitad de la aplicación. Estos problemas se han resuelto con el uso del DVD.

- El DVD-Video a diferencia de otros medios, incluye medidas para el control de censura para restringir escenas no adecuadas para menores de edad.

Además obligado por los estudios cinematográficos, incorpora códigos regionales para proteger los intereses de estas industrias. Los códigos regionales y el sistema de video impiden que el DVD sea un estándar universal.

- América Latina pertenece a la región 4, pero en nuestro país la mayor parte de los discos y reproductores DVD disponibles, son de la región 1, a la que pertenece Estados Unidos, de donde provienen la mayoría de títulos. Los títulos originales de la región 1, pueden tener mejores características que los transformados a otras regiones, pero no todos incluyen al castellano entre sus pistas de audio, e inclusive, algunos ni siquiera lo incorporan en sus pistas de subtítulos.

- Afortunadamente los códigos regionales no se aplican al DVD-Audio ni al DVD-ROM con software de computadora, únicamente a los contenidos en formato DVD-Video.

- Por la alta calidad ofrecida, al principio se pusieron trabas para que el DVD sea un formato doméstico de grabación, lo que frenó su introducción masiva en el mercado y el desarrollo de sus otros formatos. Actualmente estas trabas han sido superadas y el DVD ya ofrece formatos grabables y reescribibles, pero bajo un estricto control de copia.

- El DVD-Video supera en capacidad y calidad a los formatos de video doméstico actuales, como son el LaserDisc, Video-CD y VHS. Sin embargo, antes el VHS superaba con su capacidad de grabación al DVD-Video, que inicialmente sólo era de lectura. Actualmente ya existen grabadoras y filmadoras DVD-Video que usan discos DVD-RAM y DVD-RW, pero sus precios todavía son muy elevados. Con esto se concluye que el DVD actualmente supera en todos los aspectos técnicos a los formatos mencionados anteriormente.

- Al ser el DVD un medio de alta densidad de datos su lectura es más crítica, para poder hacer frente a las exigencias más severas. El DVD en relación al CD, utiliza un mejor sistema de modulación, y medidas más confiables para la detección y corrección de errores, además de hardware y software mejorados.

- Todos los formatos de discos DVD emplean el sistema de archivos UDF, que permite un mejor aprovechamiento del espacio del disco y asegura la compatibilidad entre ellos y con el CD.

- Los costos para la duplicación de DVDs, son menores que para la cinta VHS o para el LaserDisc, sin embargo el costo de masterización es más elevado que para el VHS y algo más que para el LaserDisc, pues el DVD incluye muchas características adicionales. A pesar de esto, estos costos se reducen según se incrementa el número de discos duplicados.

- Las unidades DVD-ROM, tienen la misma conectividad que las unidades CD-ROM, por lo que pueden colocarse en cualquier computador con por lo menos 300 MHz de velocidad. La decodificación del audio y video puede ser mediante hardware o software, la decodificación por hardware permite el uso de computadores no muy rápidos (133 MHz), mientras que la decodificación por software requiere de computadores rápidos (más de 266 MHz). El sistema operativo Windows 98 soporta la tecnología DVD.

- El contenido del DVD-Video o del DVD-Audio, puede ser copiado legalmente según las condiciones establecidas por el propietario del contenido de los mismos y mediante equipos certificados para evitar la piratería.

  El DVD-Audio no ha tenido tanta acogida como el DVD-Video, posiblemente por el desconocimiento del formato o porque algunos usuarios consideran que con el CD obtienen la suficiente calidad de sonido. Algunos productores, también podrían rechazar al DVD-Audio, ya que pueden considerar que difícilmente se ocuparía toda la capacidad de un disco DVD con un solo álbum por ejemplo de un cantante, por lo que se desperdiciaría el resto del disco. Sin

embargo el DVD-Audio ofrece mayores ventajas que desventajas. La calidad que ofrece el DVD-Audio es totalmente superior a la del Audio-CD, su sonido envolvente es insuperable, además este formato presenta características interactivas adicionales como información sobre los artistas, letras de las canciones, video, imágenes etc. Resulta ventajoso para el usuario poder contener en un solo disco los álbumes completos de sus artistas favoritos, además puede emplearlo como Karaoke con el despliegue de las letras de las canciones, incluso el disco puede contener las partituras de sus obras favoritas, etc. Para el productor es más económico publicar toda la discografía de algún autor en un solo disco, que fabricar varios discos independientes. Es imposible que el CD-Audio almacene todas las características adicionales que ofrece el DVD-Audio.

La tardanza para cumplir con los requisitos de protección contra copia, afectó el progreso del DVD-Audio, por lo que surgió un formato competidor llamado Súper Audio CD, que puede ser reproducido en lectores de audio CD.

El precio de un reproductor DVD es relativamente bajo en comparación con el resto de equipos necesarios para implementar un sistema de "cine en casa", aún así se observa que quienes lo implementan, no escatiman en equipos de alta calidad.

Si se dispone de una buena computadora, puede ser más económico implementar el "cine" basado en PC que crear un sistema de cine doméstico. El primero tiene el inconveniente de que su potencial solo podría ser aprovechado por sólo unas dos personas, mientras que el segundo permite disfrutar a toda la familia de la calidad de audio y video del DVD.

- La Simulación Virtual permite mejorar la calidad y la consistencia del aprendizaje, debido a que es un sistema interactivo, en el que el sujeto aprende haciendo, y recibe retroalimentación inmediata de sus decisiones. Las situaciones prácticas a las que se enfrentan los sujetos son simuladas con

garantía de calidad, estas aplicaciones aprovechan las características del DVD.

En lo que se refiere a las aplicaciones de respaldo de datos, se puede decir que es de gran importancia realizar un respaldo de toda la información que se maneja, ya sea en una empresa o por una persona en su propio computador. La razón de respaldar esta información principalmente radica en la posible ocurrencia de inconvenientes de mayor o menor envergadura. Actualmente existen algunos formatos DVD para este propósito, sólo que hay que tomar en cuenta que se encuentran en una guerra de estándares, y que es mejor esperar para ver cuales de ellos quedan plenamente establecidos.

La elección de las diferentes políticas de respaldo depende de las características de la información que se esté almacenando, ya sea cantidad, requerimiento de acceso, importancia de la información, entre otras. El planteamiento adecuado de las estrategias permite reducir la probabilidad de incurrir en gastos innecesarios que pueden ocurrir si no se cuenta con un respaldo adecuado de información, debido a que esto tiene directa relación con el tipo y cantidad de dispositivos que se van a destinar para el respaldo, los cuales tienen un costo mayor a medida que las exigencias de almacenamiento aumentan. Además, si se produce una pérdida de información por razones de fuerza mayor y no se cuenta con un respaldo, la recuperación de esta información a parte de producir un gran gasto afecta a la organización estratégica de la empresa.

El gran éxito del DVD dio lugar al aparecimiento de novedosos equipos, como las librerías virtuales digitales, usadas principalmente en aplicaciones de teledifusión. Igualmente a permitido el desarrollo de equipos sofisticados que permiten producir estos discos de una manera sencilla y a un costo moderado.

- Actualmente se cuenta con una gran cantidad de aparatos que reproducen y graban en formato DVD, por lo que se piensa en implementar estudios de televisión con esta tecnología. El único inconveniente es el costo, pero a

medida que van apareciendo más modelos. los precios decrecen notablemente.

- Al principio fue un poco difícil conseguir información técnica del DVD, ya que la mayor parte de información de Internet era de tipo comercial. Luego de un tiempo ya se pudo encontrar la información requerida pero de manera muy dispersa. Se tuvo que conseguir publicaciones extranjeras actualizadas, disponibles en la biblioteca "Lincoln" de la embajada de los EE.UU. y en las empresas que distribuyen productos DVD en el Ecuador. Se debe considerar también que mucha información sobre la tecnología DVD está reservada únicamente a fabricantes de hardware y software, miembros del Forum DVD.

5.2 RECOMENDACIONES

- Aunque aparentemente un DVD tiene un aspecto similar a un CD, tiene mayor capacidad de almacenamiento y es más rápido. Considerando que los lectores DVD mantienen compatibilidad con los formatos del CD, si se desea adquirir alguna unidad de disco óptico, se recomienda comprar una unidad DVD-ROM, ya que esa es la tendencia futura.

- Se comprobó que en algunos locales de alquiler de video en la ciudad de Quito, como: "Video Premiere" y "Star Video", menos del 20% del total de videos en DVD pertenecen a la región 4, el resto son de la región 1. Por lo tanto, se recomienda revisar la lista de idiomas en que vienen los diálogos y subtítulos de las películas, antes de alquilar un video.

- En el DVD-Video se han implementado medidas de protección contra copia, con el fin de proteger la propiedad intelectual de los autores. Estas medidas pueden ser analógicas o digitales. Pero la piratería ha logrado quebrantar estas seguridades, por lo que el DVD ha convertido en ley el hecho de que es ilegal eliminar la protección contra copia. Sin embargo se debería permitir al

usuario al menos disponer de una copia legal como respaldo al contenido del disco.

A pesar de que un disco DVD es muy resistente al calor, la humedad y a los campos magnéticos, se recomienda mantener los respaldos en un lugar distinto al sitio en que se maneja la información, por razones de seguridad.

Al momento de elegir los dispositivos de almacenamiento además de considerar su costo, se debe tomar en cuenta el tipo y la cantidad de información a guardarse, así existen dispositivos tales como las unidades de CD-ROM, que se usan principalmente para almacenar información a nivel de usuario, mientras que en una empresa en la que se manejan grandes cantidades de información se utilizan dispositivos de capacidad mucho más grande, por ejemplo un servidor que cuenta con un arreglo de discos. Aquí es donde se recomendaría emplear un sistema de respaldo en base al DVD o también en algún lugar donde se empleen sistemas de respaldo basadas en cintas magnéticas, en donde el DVD podría demostrar todas sus ventajas.

Los formatos físicos DVD-ROM y DVD-R ya están estandarizados, pero todavía existe una competencia por establecer el formato regrabable entre el DVD-RAM, DVD-RW y el DVD+RW. Pues aunque el DVD-RAM es aprobado por el Foro DVD, este aún no es compatible con las unidades DVD-ROM, sin embargo el DVD+RW que no es aprobado por el Foro DVD, si es compatible con el DVD-ROM. En este país se pueden encontrar unidades grabadoras de DVD-R y DVD-RW a unos 800 USD, se recomienda esperar un tiempo más para adquirir una unidad como esta, hasta que se determine el formato DVD regrablable definitivo.

El DVD-ROM mejorará las aplicaciones multimedia ya que entrega video con calidad de cine y sonido envolvente, sin embargo el software en DVD-ROM, todavía es difícil de encontrar aunque en el mundo ya existen cerca de 100 títulos para este formato. Se recomiendan estas unidades para tener compatibilidad con el software DVD que vendrá dentro de poco tiempo,

además porque el DVD cubre las necesidades de alta densidad de almacenamiento y por la compatibilidad con todos los formatos de CD.

- Los discos DVD, están moldeados en policarbonato, el cual absorbe 10 veces menos humedad que el acrílico del LD. Además el DVD es inmune a los campos magnéticos y pueden durar de 50 a 300 años, dependiendo si son discos pregrabados o grabables, lo cual sobrepasa a la duración de los medios magnéticos (de 10 a 30 años). Por esta razón se recomienda el uso del DVD para el respaldo masivo de datos.

- Se recomienda limpiar los discos DVD en dirección radial, porque de esta manera los micro raspones producidos por la limpieza, cruzarán más bloques para corrección de errores, con lo que será menos probable que se produzcan errores irrecuperables.

- Por economía, se recomienda la implementación de cine en PC, siempre que se disponga de un computador rápido, además porque este sistema permitiría aprovechar todas las características multimedia de los programas en DVD-ROM.

- Actualmente es posible grabar directamente en DVD las señales de televisión radiada, TV por cable o cualquier señal satelital. En el caso de grabar las señales de televisión en nuestro país, debido a su baja calidad, se desperdiciarían las ventajas del DVD. Para lograr mejores resultados se recomienda grabar señales de TV digital de alta definición.

Se recomienda el uso del DVD para disfrutar de una buena película en los largos viajes por ejemplo en auto o en avión, ya que la tecnología para este propósito existe actualmente. Además al ofrecer características de interactividad, el DVD puede emplearse como medio de enseñanza de algún tema en particular.

Se puede aprovechar la capacidad multilenguaje del DVD-Video, para aprender algún idioma extranjero, pues el DVD presenta tanto diálogos como subtítulos en varios idiomas.

Con toda la gama de equipos reproductores, filmadoras y grabadoras en formato DVD, se pueden implementar estudios de producción y edición con calidad digital. Muchos canales de televisión de nuestro país, por ejemplo "Asomavisión", tienen equipos DVcam, un formato de cinta digital. Se recomienda almacenar en discos DVD toda la información de esas cintas, aprovechando los medios actuales para conversión de formatos y las facilidades ofrecidas por el DVD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 1

- Baxendale Devin, "DVD History"
- "Taylor Jim, DVD FAQ", http://www.dvddemystified.com/dvdfaq.html
- Jacobi Jon, "El Mundo del DVD", Revista "PC WORLD" (español), Año XXI, No.209, Julio 2000, Pág. 49 - 55
- Lawrence B. Johnson, "Thousand Nights of DVD", Revista "Stereophile Guide to Home Theater", No 35, Junio 2000, Pág. 39 – 42
- "Zonas en los DVD", http: //www.geocities.com/cineencasa/zonasendvd.htm
- Leo F. Pozo, "Glosario de las Tecnologías CD y DVD", 1994-1998
- Mooney William, "Digital Video Disk", Univ. Central Lancashire, 1998
- "CEA DVD Player Sales", http://www.thedigitalbits.com/articles/cemadvdsales .htm

CAPÍTULO 2

- Acosta Rodrigo, "Estudio Teórico Práctico de los códigos de Reed-Solomon para la detección y corrección múltiple de errores utilizando el método matricial". EPN, FIE 1994
- Bane Vasic, Goran Djordevic y Milorad Tosic, "EFM++ An Efficient Coding Format for DVD", Vol.13, No.3, Diciembre 2000, paginas 263,296.
- CEFM conversion table ", www.physics.udel.edu/~watson/scen103/efm.html
- Ojeda Luis, "Códigos Ortogonales", febrero 1997
- "Tecnología Multinivel", www. Calimetrics.com/technology/ papers/ ods2k/ ods2.html
- "CD vs DVD", http: //student.monterey.edu/dh/farleyaaronm/world/dvd/index. html
- Pozo Leo, "Glossary of CD and DVD technology", 1994, 1998.

CAPÍTULO 3

- "DVD Faq", http:/dvddemystified.com/dvdfaq.html
- "Index Frame", http:// www.disctronics.co.uk/btmframe.htm
- http//www.daisy-laser.com

- John Atkinson, "Super Audio CD One Year Later", revista "Stereophile Guide to Home Teather", Noviembre 2000, pags. 12, 62-68.
- Michael Gaughn, "Introducing DVD-Audio", Revista "Sound and Vision", Febrero y Marzo 2001, pags. 88 – 92.
- "DVD-Audio FAQ", DigitalAudioGuide.com http://www.delphi.com/digitalaudio/
- Huttle William, "DVD-Technology", 1997
- Constantino Montaner, "El Sistema MPEG-2", revista CINEVIDEO, Nº 154, Octubre1998
- Mark Ely, Dave Block ,"Publishing in Age of DVD", 2ª Ed., www .sonic. com
- Strauss Egon, "Discos DVD con sonido digital dolby AC-3", pag.46,47.

CAPÍTULO 4

- http://www.tracking.es/articulo.htm
- http:// www. expocasa.es/ozu/ideas/26_12. html
- http://www.mygnet.com.mx/lanix/lanix.htm
- http://www.sonystyle.com/vaio/
- http://www.mygnet.com.mx/lanix/lanix.htm
- http://www.km77.com/marcas/renault/avantime/0primera/texto.asp
- http://www.km77.com/marcas/bmw/Z22/texto.asp
- http://www.newscientist.com/news/news_224031.html
- http://www.apple.com/es/dvdstudiopro/
- http://www.apple.com/es/idvd/
- http://ar.clarin.com/suplementos/informatica/2001-01-17/f-246006.htm
- http://www.ucm.es/info/Psyap/Prieto/alum9798/versatil/aplicac.htm
- http://www.tvyvideo.com/7-1/posproduccion.htm
- http://www.monografias.com/trabajos/dvd/dvd.shtml
- http://www.hp.com/
- http://www.ddmsa.com/prod.html
- http://www.iomega.com/
- http://www.backup.com/
- Stan Miastkowski, "Respaldo libre de problemas", PC WORLD Oct 2000

ANEXO A1

EL CD-DA (LIBRO ROJO)

El Disco Compacto ha sido usado desde 1983, y su tipo más común es el CD-DA (Compact Disc Digital Audio) o Disco Compacto de Audio Digital, cuyas especificaciones son dadas por el Libro Rojo del CD. El CD-DA o CD-Audio, puede contener 74 minutos de audio digital no comprimido, en dos canales de 16 bits. Sin embargo, los datos digitales no son almacenados en la manera que se escucha normalmente, ellos han pasado por varias etapas de procesamiento antes de que sean almacenados en el disco mismo. A continuación de dará una breve explicación de cómo los datos son almacenados en el CD, y cómo ellos afectan el BER (Tasa de Bits Errados).

Los datos almacenados en un CD están formateados por tramas. Esto provee una manera para diferenciar entre datos de audio, paridad, palabras de sincronismo, y subcódigos. Para construir una trama, seis muestras de audio PCM de 32 bits (16 bits del canal izquierdo y 16 bits del canal derecho) son agrupados en una trama. Las muestras de 32 bits son divididas para formar cuatro "símbolos" de 8 bits de audio. Para lograr una recuperación precisa de los datos durante la reproducción y también para mantener su integridad, se entrelazan símbolos de 8 bits de diferentes tramas, y se generan bits de paridad basados en el código CIRC (Cross Interleave Reed Solomon Code)

Los bits de paridad son datos redundantes que son usados para la detección y corrección de errores. La operación del CIRC está más allá de nuestro objetivo por lo que no se profundizará más en él

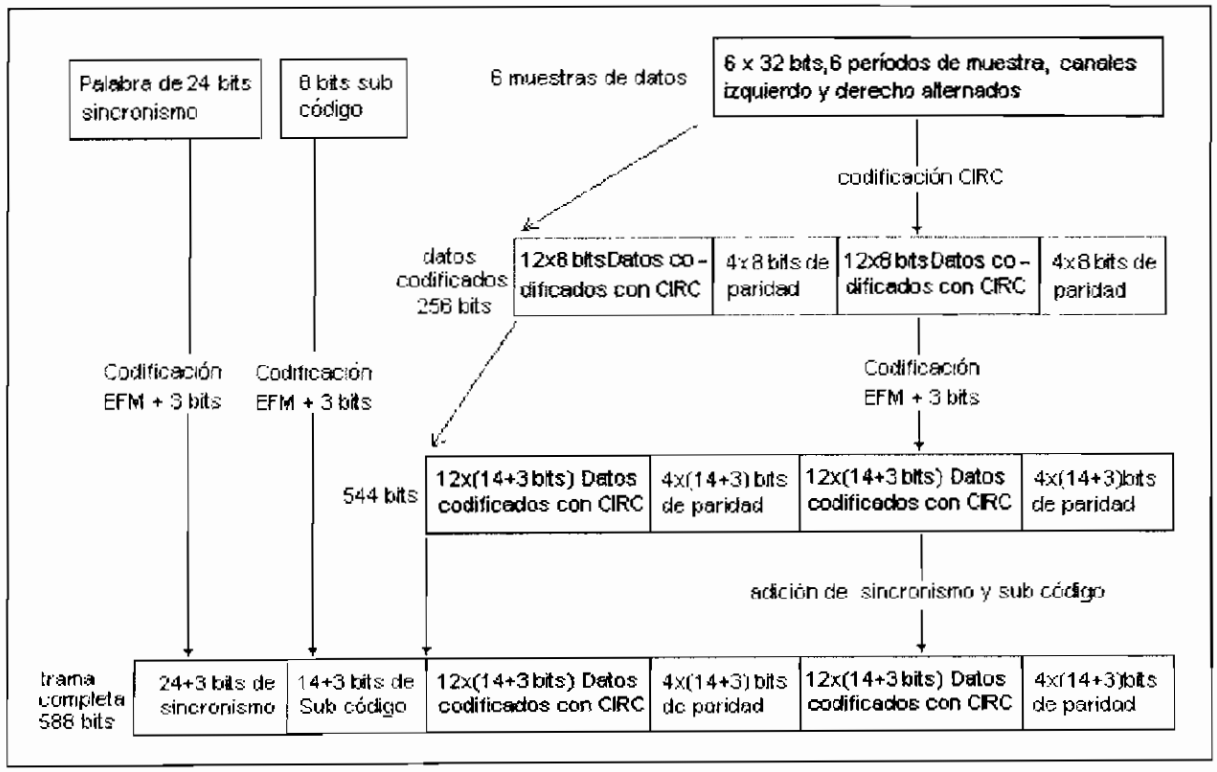


Figura A1-1: Trama del CD-Audio

Un símbolo de subcódigo es añadido a cada trama para proveerle de información del numero total de pistas, sus puntos de inicio y fin, e información de la codificación del texto y gráficos en el CD de audio. Posteriormente, tanto el subcódigo, como el audio codificado mediante CIRC y los datos de paridad son modulados usando EFM (Eight to Fourteen Modulation) o modulación 8 a 14. A cada palabra de 14 bits se le agregan 3 bits. Finalmente, una palabra de 24 bits para sincronismo es añadida al inicio de cada trama.

La codificación EFM es usada para incrementar la densidad de datos, a pesar de que esto hace que más bits de canal sean almacenados, el resultado neto es un incremento del 25% en la capacidad de almacenamiento de datos de audio.

Los 3 bits añadidos y la modulación EFM son usados para asegurar confiabilidad en el seguimiento de la pista y en la detección de señales de alta frecuencia por parte de la cabeza óptica de lectura.

La figura A1.1, muestra como una trama completa es formada de 6 muestras PCM de audio de 32 bits. Con el código CIRC, el típico valor de BER del CD–Audio es cerca de 10^{-9} (un error no corregible en 10^{9} bits).

EL CD-ROM (LIBRO AMARILLO)

El CD-ROM, es una extensión formal del formato CD-Audio para una aplicación más general. Las estrategias de detección y corrección de errores empleadas en el CD-ROM son más sofisticadas que en el CD-Audio. Un error en el disco CD-Audio puede resultar en un "click" audible, y un error en el CD-ROM puede significar un archivo de datos no utilizable. Por esto se emplea un segundo nivel de codificación para detección y corrección de errores. En el CD-Audio, 192 bits de datos son usados para formar una trama. El CD-ROM usa 98 tramas para formar una superestructura de 2352 bytes (192 bits /8*98=2352 bytes) que es llamada "sector". Hay 2 versiones ligeramente diferentes del CD-ROM, llamadas Modo 1, y Modo 2.

El Modo1 es el CD-ROM estándar, que usa un segundo nivel de detección y corrección de errores. Este provee un total de 650 MB de datos de usuario. El segundo nivel de corrección de errores es un código más avanzado llamado RSPC (Reed-Solomon Product Code). Aquí, 4 bytes del código de detección de errores (EDC) y 276 bytes del código corrector de errores (ECC) son generados con RSPC. El Modo 2 provee más de 741 MB de datos de usuario a expensas de la reducción del chequeo de errores. La figura A1.2 muestra la diferencia entre estos dos 2 modos.

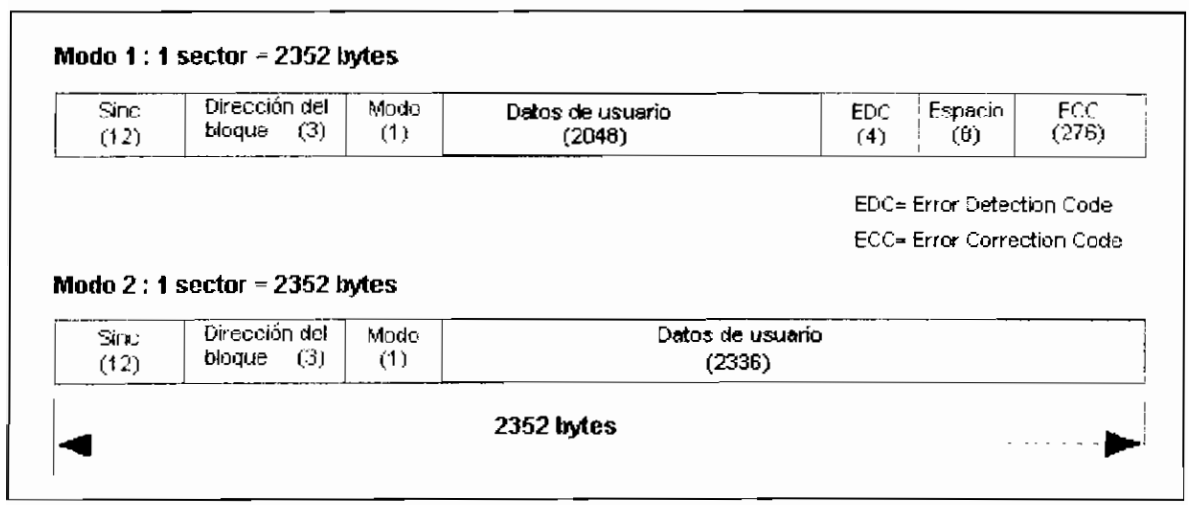


Figura A1-2: Estructura del sector del CD-ROM Modo 1 y Modo 2.

Como resultado, los datos en el CD-ROM en Modo 1, son protegidos por RSPC y CIRC, y su típico BER es de cerca de 10^{-14} (un error no corregido en 10^{-14} bits de datos).

Por otra parte, el CD-ROM en Modo 2, está protegido únicamente por CIRC, y su típico BER es de 10^{-9}, que es el mismo que el del CD-Audio.

ANEXO A2
TABLA DE CONVERSION EFM

DECIMAL	HEX	BINARIO	EFM
0	00	00000000	01001000100000
1	01	00000001	10000100000000
2	02	00000010	10010000100000
3	03	00000011	10001000100000
4	04	00000100	01001000000000
5	05	00000101	00000100010000
6	06	00000110	00010000100000
7	07	00000111	00100100000000
8	08	00001000	01001001000000
9	09	00001001	10000001000000
10	0A	00001010	10010001000000
11	0B	00001011	10001001000000
12	0C	00001100	01000001000000
13	0D	00001101	00000001000000
14	0E	00001110	00010001000000
15	0F	00001111	00100001000000
16	10	00010000	10000000100000
17	11	00010001	10000010000000
18	12	00010010	10010010000000
19	13	00010011	00100000100000
20	14	00010100	01000010000000
21	15	00010101	00000010000000
22	16	00010110	00010010000000
23	17	00010111	00100010000000
24	18	00011000	01001000010000
25	19	00011001	10000000010000
26	1A	00011010	10010000010000
27	1B	00011011	10001000010000
28	1C	00011100	01000000010000
29	1D	00011101	00001000010000
30	1E	00011110	00010000010000
31	1F	00011111	00100000010000
32	20	00100000	00000000100000
33	21	00100001	10000100001000
34	22	00100010	00001000100000
35	23	00100011	00100100100000
36	24	00100100	01000100001000
37	25	00100101	00000100001000
38	26	00100110	01000000100000
39	27	00100111	00100100001000
40	28	00101000	01001001001000
41	29	00101001	10000001001000
42	2A	00101010	10010001001000
43	2B	00101011	10001001001000
44	2C	00101100	01000001001000
45	2D	00101101	00000001001000
46	2E	00101110	00010001001000
47	2F	00101111	00100001001000
48	30	00110000	00000100000000
49	31	00110001	10000010001000
50	32	00110010	10010010001000
51	33	00110011	10000100010000
52	34	00110100	01000010001000
53	35	00110101	00000010001000
54	36	00110110	00010010001000
55	37	00110111	00100010001000
56	38	00111000	01001000001000
57	39	00111001	10000000001000
58	3A	00111010	10010000001000
59	3B	00111011	10001000001000
60	3C	00111100	01000000001000
61	3D	00111101	00001000001000
62	3E	00111110	00010000001000
63	3F	00111111	00100000001000
64	40	01000000	01001000100100
65	41	01000001	10000100100100
66	42	01000010	10010000100100
67	43	01000011	10001000100100
68	44	01000100	01000100100100
69	45	01000101	00000000100100
70	46	01000110	00010000100100
71	47	01000111	00100100100100
72	48	01001000	01001001000100
73	49	01001001	10000001000100
74	4A	01001010	10010001000100
75	4B	01001011	10001001000100
76	4C	01001100	01000001000100
77	4D	01001101	00000001000100
78	4E	01001110	00010001000100
79	4F	01001111	00100001000100
80	50	01010000	10000000100100
81	51	01010001	10000010000100
82	52	01010010	10010010000100
83	53	01010011	00100000100100
84	54	01010100	01000010000100
85	55	01010101	00000010000100
86	56	01010110	00010010000100
87	57	01010111	00100010000100

DECIMAL	HEX	BINARIO	EFM
88	58	01011000	01001000000100
89	59	01011001	10000000000100
90	5A	01011010	10010000000100
91	5B	01011011	10001000000100
92	5C	01011100	01000000000100
93	5D	01011101	00001000000100
94	5E	01011110	00010000000100
95	5F	01011111	00100000000100
96	60	01100000	01001000100010
97	61	01100001	10000100100010
98	62	01100010	10010000100010
99	63	01100011	10001000100010
100	64	01100100	01000100100010
101	65	01100101	00000000100010
102	66	01100110	01000000100100
103	67	01100111	00100100100010
104	68	01101000	01001001000010
105	69	01101001	10000001000010
106	6A	01101010	10010001000010
107	6B	01101011	10001001000010
108	6C	01101100	01000001000010
109	6D	01101101	00000001000010
110	6E	01101110	00010001000010
111	6F	01101111	00100001000010
112	70	01110000	10000000100010
113	71	01110001	10000010000010
114	72	01110010	10010010000010
115	73	01110011	00100000100010
116	74	01110100	01000010000010
117	75	01110101	00000010000010
118	76	01110110	00010010000010
119	77	01110111	00100010000010
120	78	01111000	01001000000010
121	79	01111001	00001001001000
122	7A	01111010	10010000000010
123	7B	01111011	10001000000010
124	7C	01111100	01000000000010
125	7D	01111101	00001000000010
126	7E	01111110	00010000000010
127	7F	01111111	00100000000010
128	80	10000000	01001000100001
129	81	10000001	10000100100001
130	82	10000010	10010000100001
131	83	10000011	10001000100001
132	84	10000100	01000100100001
133	85	10000101	00000000100001

DECIMAL	HEX	BINARIO	EFM
134	86	10000110	00010000100001
135	87	10000111	00100100100001
136	88	10001000	01001001000001
137	89	10001001	10000001000001
138	8A	10001010	10010001000001
139	8B	10001011	10001001000001
140	8C	10001100	01000001000001
141	8D	10001101	00000001000001
142	8E	10001110	00010001000001
143	8F	10001111	00100001000001
144	90	10010000	10000000100001
145	91	10010001	10000010000001
146	92	10010010	10010010000001
147	93	10010011	00100000100001
148	94	10010100	01000010000001
149	95	10010101	00000010000001
150	96	10010110	00010010000001
151	97	10010111	00100010000001
152	98	10011000	01001000000001
153	99	10011001	10000010010000
154	9A	10011010	10010000000001
155	9B	10011011	10001000000001
156	9C	10011100	01000010010000
157	9D	10011101	00001000000001
158	9E	10011110	00010000000001
159	9F	10011111	00100010010000
160	A0	10100000	00001000100001
161	A1	10100001	10000100001001
162	A2	10100010	01000100010000
163	A3	10100011	00000100100001
164	A4	10100100	01000100001001
165	A5	10100101	00000100001001
166	A6	10100110	01000000100001
167	A7	10100111	00100100001001
168	A8	10101000	01001001001001
169	A9	10101001	10000001001001
170	AA	10101010	10010001001001
171	AB	10101011	10001001001001
172	AC	10101100	01000001001001
173	AD	10101101	00000001001001
174	AE	10101110	00010001001001
175	AF	10101111	00100001001001
176	B0	10110000	00000100100000
177	B1	10110001	10000010001001
178	B2	10110010	10010010001001
179	B3	10110011	00100100010000

DECIMAL	HEX	BINARIO	EFM
180	B4	10110100	01000010001001
181	B5	10110101	00000010001001
182	B6	10110110	00010010001001
183	B7	10110111	00100010001001
184	B8	10111000	01001000001001
185	B9	10111001	10000000001001
186	BA	10111010	10010000001001
187	BB	10111011	10001000001001
188	BC	10111100	01000000001001
189	BD	10111101	00001000001001
190	BE	10111110	00010000001001
191	BF	10111111	00100000001001
192	C0	11000000	01000100100000
193	C1	11000001	10000100010001
194	C2	11000010	10010010010000
195	C3	11000011	00001000100100
196	C4	11000100	01000100010001
197	C5	11000101	00000100010001
198	C6	11000110	00010010010000
199	C7	11000111	00100100010001
200	C8	11001000	00001001000001
201	C9	11001001	10000100000001
202	CA	11001010	00001001000100
203	CB	11001011	00001001000000
204	CC	11001100	01000100000001
205	CD	11001101	00000100000001
206	CE	11001110	00000010010000
207	CF	11001111	00100100000001
208	D0	11010000	00000100100100
209	D1	11010001	10000010010001
210	D2	11010010	10010010010001
211	D3	11010011	10000100100000
212	D4	11010100	01000010010001
213	D5	11010101	00000010010001
214	D6	11010110	00010010010001
215	D7	11010111	00100010010001
216	D8	11011000	01001000010001
217	D9	11011001	10000000010001
218	DA	11011010	10010000010001
219	DB	11011011	10001000010001
220	DC	11011100	01000000010001
221	DD	11011101	00001000010001
222	DE	11011110	00010000010001

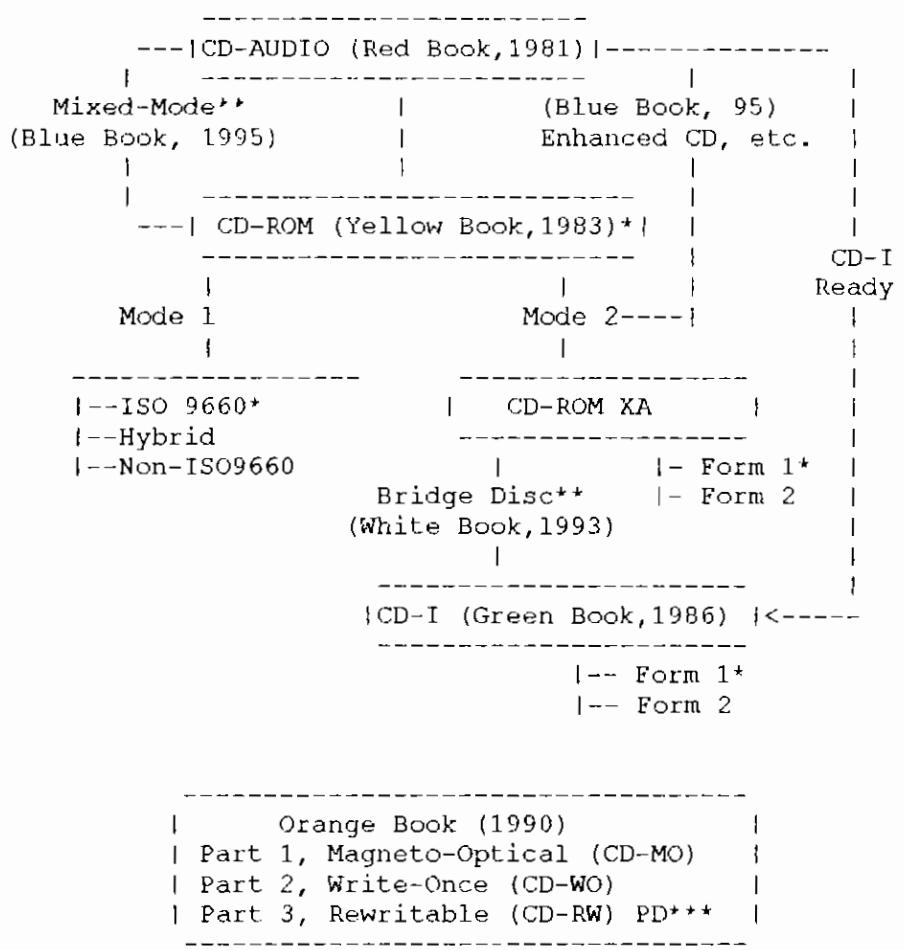
DECIMAL	HEX	BINARIO	EFM
223	DF	11011111	00100000010001
224	E0	11100000	01000100000010
225	E1	11100001	00000100000010
226	E2	11100010	10000100010010
227	E3	11100011	00100100000010
228	E4	11100100	01000100010010
229	E5	11100101	00000100010010
230	E6	11100110	01000000100010
231	E7	11100111	00100100010010
232	E8	11101000	10000100000010
233	E9	11101001	10000100000100
234	EA	11101010	00001001001001
235	EB	11101011	00001001000010
236	EC	11101100	01000100000100
237	ED	11101101	00000100000100
238	EE	11101110	00010000100010
239	EF	11101111	00100100000100
240	F0	11110000	00000100100010
241	F1	11110001	10000010010010
242	F2	11110010	10010010010010
243	F3	11110011	00001000100010
244	F4	11110100	01000010010010
245	F5	11110101	00000010010010
246	F6	11110110	00010010010010
247	F7	11110111	00100010010010
248	F8	11111000	01001000010010
249	F9	11111001	10000000010010
250	FA	11111010	10010000010010
251	FB	11111011	10001000010010
252	FC	11111100	01000000010010
253	FD	11111101	00001000010010
254	FE	11111110	00010000010010
255	FF	11111111	00100000010010

Nota: La tabla se puede encontrar en la dirección: http://www.physics.udel.edu/~watson/scen103/efm.html

ANEXO A3

CD-ROM SPECIFICATIONS

In the industry, most people speak of standards when they often mean industry specifications. With respect to CD-based products, the specifications have a common genesis and a close historical relationship, which is summarily charted below.



* Implements Third Layer of Error Detection & Error Correction codes.
** Kodak Photo-CD and Video-CD are White Book Bridge Discs.
*** PD means Phase Change technology, as oppossed to Magneto-Optical technology. Both are Rewritable.

CD SECTOR STRUCTURES

The sector structures shown here refer to the logical structures derived from the Yellow Book--the user data areas are not subdivided into any of the allowed logical block sizes. Therefore, the first two levels of Red Book ED/EC (784 bytes), and the 98 closing control bytes, are outside the box. In general, it is the size of the user data area (2048 or more bytes) that is used for the computations of transfer rates (at 75 blocks/sec) and the capacities of the various CD products.

Red Book Specifications (Philips and Sony, 1981)
CD-Audio Sector = 2352 bytes.*

Yellow Book Specifications (Philips and Sony, 1983)
CD-ROM, Mode 1 Sector = 2352 bytes.*

Sync	Header	User Data	EDC	Blank	ECC
12	4	2048	4	8	276

CD-ROM, Mode 2 Sector = 2352 bytes.*

Sync	Header	User Data
12	4	2336

CD-ROM XA (Extended Architecture).
(All tracks are CD-ROM, Mode 2)

CD-ROM XA Sector, Form 1 = 2352 bytes.*

Sync	Header	Sub-Header	User Data	EDC	ECC
12	4	8	2048	4	276

CD-ROM XA Sector, Form 2 = 2352 bytes.*

Sync	Header	Sub-Header	User Data	EDC
12	4	8	2324	4

Green Book Specifications (Philips and Sony, 1986)
(All tracks are CD-ROM, Mode 2)**

CD-I Sector, Form 1 = 2352 bytes.*

Sync	Header	Sub-Header	User Data	EDC	ECC
12	4	8	2048	4	276

CD-I Sector, Form 2 = 2352 bytes.*

Sync	Header	Sub-Header	User Data	EDC
12	4	8	2324	4

Notes.

* There follow the Red Book 1st and 2nd layer EDCs and ECCs, plus 98 Control Bytes.
** As can be seen CD-ROM XA and CD-I sectors employ the same structure. Moreover, CD-ROM XA and CD-I tracks are CD-ROM Mode 2 tracks, where 3rd level EDCs and ECCs are not required.

ANEXO A4

DESCRIPCIÓN DE LOS CÓDIGOS REED SOLOMON

Una profundización sobre los códigos de Reed Solomon va más allá de nuestro objetivo, por lo que solamente se dará una descripción superficial sobre los mismos.

Los códigos de Reed Solomon son un tipo de código *BCH*[1] (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) con características matemáticas especiales. Los códigos BCH son una generalización de los códigos de Hamming para la corrección múltiple de errores, existen códigos BCH binarios y no binarios. Los códigos de Reed Solomon pertenecen a los códigos BCH no binarios.

Se tiene que para cualquier entero positivo m ($m \geq 3$) y t ($t < 2^{m-1}$), existe un código BCH con los siguientes parámetros:

- Longitud del bloque: $n = 2^m - 1$
- Número de dígitos chequeadores de paridad: $n-k \leq m*t$
- Distancia mínima: $dmin \geq 2*t + 1$

Este código puede corregir cualquier combinación de hasta "t" errores, en un bloque de "n" dígitos, de los cuales "k" dígitos corresponden a la información. A este código se llama código BCH corrector de "t" errores.

Los códigos para detección y corrección de errores pueden ser binarios y no binarios.

Códigos binarios.- Son aquellos cuyos elementos pertenecen a un campo finito de 2^m elementos (m es número entero positivo).

Códigos no binarios.- Sus elementos pertenecen al campo finito de "q" elementos (códigos q-arios), donde "q" es cualquier potencia de un número primo P.

Se pueden generalizar los códigos BCH binarios a códigos BCH no binarios, de la siguiente manera:

Para cualquier par de números positivos s y t, existe un código BCH q-ario de longitud $n = q^2 - 1$, que es capaz de corregir hasta t errores y que requiere 2s*t dígitos chequeadores de paridad (elementos de control).

Para q=2 se obtienen los códigos binarios BCH. La subclase más importante de códigos BCH q-arios para los cuales s=1, son los códigos de Reed-Solomon[2].

Los parámetros de un código de Reed–Solomon corrector de t errores con símbolos de un campo finito de q elementos, son los siguientes:

- Longitud de bloque: $n = q-1$
- Número de dígitos de control: $n-k = 2*t$
- Distancia mínima: $d_{min} = 2*t + 1$

Para detectar "t" errores, se necesita un código de distancia (t+1), lo que significa que las palabras válidas de este código por lo menos tendrán t+1 diferencias entre sí, de esta forma no es posible que "t" errores individuales puedan llegar a cambiar una palabra código válida por otra también válida.

Para corregir "t" errores se necesita un código de distancia (2*t +1), de esta forma las palabras código válidas serán más diferentes entre sí, de manera que aunque ocurran "t" errores, una

---

[1] Ojeda Luis, "Códigos Ortogonales", febrero 1997

[2] Acosta Rodrigo, "Estudio Teórico-Práctico de los Códigos de Reed-Solomon para la detección y corrección múltiple de errores utilizando el método matricial", EPN, FIE 1994

palabra errada no pueda ser confundida con una palabra válida.

Resumen de los pasos para la codificación RS:

1. La palabra de información de longitud K se representa como un polinomio u(x) de grado k-1: $u(x) = a_{k-1} x^{k-1} + a_{k-2} x^{k-2} + \ldots\ldots + a_0 x^0$, cuyos coeficientes son los dígitos de la palabra de información.

2. Búsqueda del polinomio generador g(x), para el código RS(n, k). El polinomio g(x) es de grado 2*t, donde t es el número máximo de errores corregibles: $g(x) = (x+\alpha)*(x+\alpha^2)* \ldots..*(x+\alpha^{2*t})$, la suma de los coeficientes se realiza en base a una tabla que representa a la suma como una operación XOR.

3. Cálculo de la palabra código: $u(x) * x^{2*t}$

4. Los dígitos de control (2*t), son el residuo de la división: $u(x)*x^{2*t} / g(x)$
   Estos dígitos son agregados a la información, terminándose así la codificación. La palabra código queda en forma polinómica, para transformarla en forma binaria, se utiliza una tabla de conversión, mediante la cual se transforman sus coeficientes en valores binarios.

Para la decodificación y para la detección y corrección de hasta t errores, los pasos son los siguientes:

- Se calcula un polinomio localizador de errores
- Con este polinomio se encuentran las posiciones erróneas.
- Por último se determinan los valores errados.

Estructura matricial de los códigos de Reed-Solomon

Se utiliza la estructura matricial para mejorar la capacidad del código en la corrección y detección de errores. Esta técnica es usada en el código RSPC.

Sea C1 un código RS (n1, k1) y C2 otro código RS(n2, k2). Se puede formar un nuevo código matricial (n1 n2, k1 k2), en el cual la información está dispuesta en una matriz de k1 columnas por k2 filas; los dígitos de control producidos en la codificación, son añadidos a cada fila de k1 elementos para hacer un total de n1 elementos horizontalmente. De igual manera a cada columna de k2 elementos se agrega su respectivo control, formando n2 elementos verticalmente como se muestra en la siguiente figura:

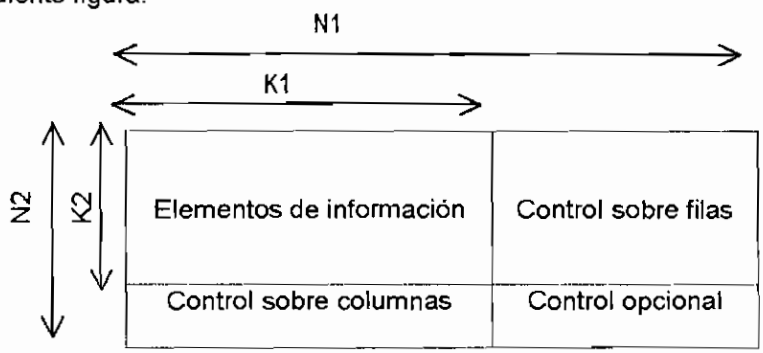


Figura A4.1: Estructura matricial del código Reed-Solomon

Cada fila es un vector código en C1 y cada columna es vector código en C2 con sus respectivos elementos de control. La información forma un arreglo de k1 x k2 elementos.

Los elementos de control opcional obedecen a las reglas de codificación de C1 o C2, y dependen de si la codificación se realiza primero sobre filas o columnas respectivamente. Cada palabra de información se codifica, creándose además sus respectivos elementos de control.

Por ejemplo si al leer las palabras codificadas por filas aparecen más de t errores, los elementos de control horizontal no podrían corregir dichos errores; sin embargo el control vertical probablemente los podrá detectar y corregir.

ANEXO A5

REGLA DE CODIFICACIÓN EFM+[3]

Es importante notar que EFM+ realmente no es solo un código, es un formato de codificación ya que este además usa palabras de sincronismo para el control de baja frecuencia.

El estado y la función de salida de esta codificación están definidos de manera que para algunas palabras de entrada, existan un estado próximo alterno y una palabra alterna de salida. Se puede notar que existe una variedad de secuencias de código válidas correspondientes a la misma secuencia de entrada. Una secuencia de código válida, significa que es decodificable mediante EFM+.

Por lo anterior se puede decir que el algoritmo de decodificación es fijo y que los cambios son permitidos únicamente en el codificador.
Dado cualquier estado, mediante el uso de la Tabla de Conversión asociada a ese estado, el símbolo de datos de entrada de 8 bits es convertido en una palabra código de 16 bits, y un nuevo estado de máquina es determinado. El artificio de EFM+, garantiza que la concatenación de palabras código produzca una secuencia válida que cumpla con la restricción d=2, k=10.

Bajo las condiciones listadas abajo, el codificador EFM+ permite que un dato de entrada sea convertido en más de una palabra código de salida.

1. **Palabras código, principal y de substitución:** Los bytes de entrada del 0 al 87 (representación decimal del valor del byte), pueden ser codificados usando ya sea la Tabla Principal de Conversión o la Tabla Substituta de Conversión.

2. **Intercambio "1-4":** Cuando el próximo estado es 1 o 4 (valor decimal), el siguiente byte de entrada puede ser codificado ya sea con la tabla de Estado 1 o con la tabla de Estado 4, si es que la restricción (2, 10) es satisfecha.

3. **Selección del código de sincronismo:** Cada palabra de sincronismo puede ser codificada usando una de varias secuencias de longitud L=32 bits, obtenidas mediante la concatenación de palabras que no son palabras código válidas en EFM+. La selección de las palabras de sincronismo, depende del valor DSV.

La combinación de las condiciones 1 y 2, puede dar al menos dos y en la mayoría de veces cuatro representaciones alternas para los bytes de entrada menores que 87, y generalmente dos representaciones para los bytes de entrada mayores o iguales a 88.

La codificación alterna, representa una propiedad crucial del código EFM+ que le permite el control de bajas frecuencias, siempre y cuando la codificación alterna sea permitida. El codificador opta por transmitir la palabra código que según ciertos criterios, minimiza el contenido espectral de baja frecuencia de la secuencia codificada.

Las especificaciones del DVD definen al decodificador de EFM+, pero dan gran libertad en la construcción del codificador. Pues, la regla de codificación es considerada válida si el decodificador puede decodificar correctamente la palabra código.

---

[3] Más información en el paper: "EFM++ AN EFFICIENT CODING FORMAT FOR DVD", de Bane Vasic, Goran Djordjevic y Milorad Tosic, Vol. 13, No. 3, Diciembre 2000, páginas: 263-296

A continuación, en la figura A5.1 se muestra la estructura general de un codificador EFM+.

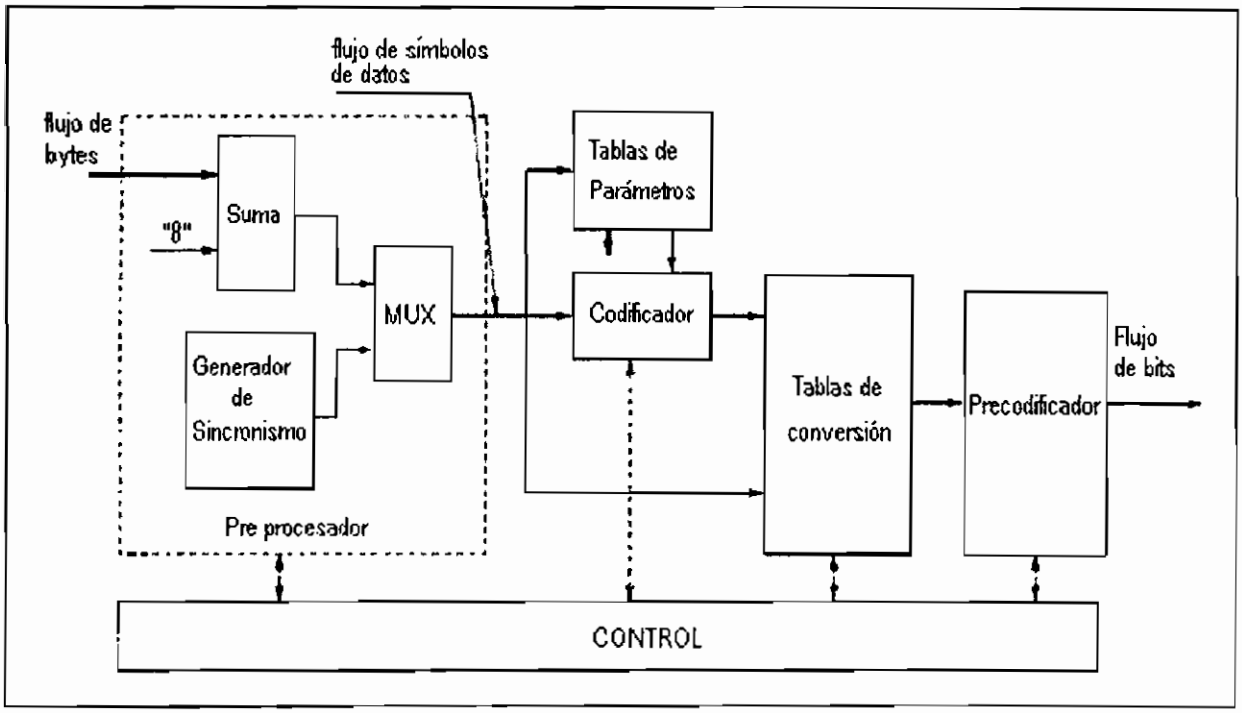


Figura A5.1: Estructura general de un codificador EFM+

La entrada al sistema es el flujo de bytes, mientras que a la salida se obtiene el flujo modulado de bits de canal. El bloque preprocesador forma un flujo de datos mediante la inserción de identificadores apropiados de las palabras de sincronismo, al inicio de cada trama sincronizada.

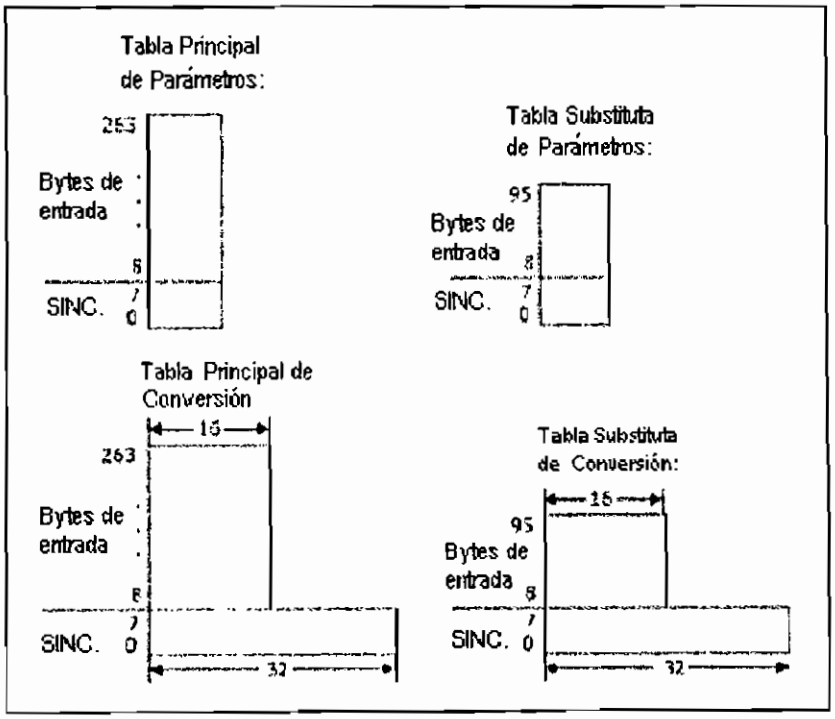


Figura A5.2: Organización de las tablas de conversión EFM+

Los valores de 0 a 7 de los símbolos de datos, identifican a una de las ocho palabras de sincronismo, mientras que los valores entre 8 y 263, corresponden a bytes de entrada. El bloque codificador implementa el algoritmo de codificación, cuya tarea es asociar a cada símbolo de datos, un identificador de una de las palabras código alternas. Este identificador es entonces usado para seleccionar la Tabla de Conversión, de la cual la palabra código es leída para un dato dado

El bloque codificador usa Tablas de Parámetros para determinar el próximo estado de máquina EFM+ y para calcular los parámetros del flujo codificado, tales como el DSV. La siguiente figura muestra la organización de las Tablas de Conversión.

Para cada símbolo de datos, la Tabla de Parámetros contiene el "próximo estado del codificador" y algunos parámetros de la correspondiente palabra código. Una palabra código contiene bits de datos y bits de comprobación o redundancia.

ANEXO A5

TECNOLOGÍA MULTINIVEL

En la actualidad los "pits" de los discos ópticos son depresiones de profundidad uniforme y la información es leída por un láser en base a la ausencia o no de los "pits". La innovadora tecnología de almacenamiento *Multinivel*[4], codifica la información variando la profundidad de los 'pits' en los discos de solo lectura, o variando la reflectividad de las marcas de los datos de los discos grabables.

Con esta tecnología la profundidad del "pit" varía, pero se mantiene constante su longitud. La fotocelda detecta la profundidad variable de los "pits" y produce una señal graduada que permite la grabación de mayor cantidad de información en la misma área del disco Las velocidades de transferencia de datos son también aumentadas por el mismo factor y requieren usar electrónica de gran ancho de banda Se tiene que un disco DVD-ROM de doble lado y de doble capa, combinado con la tecnología Multinivel, puede proveer más de 40 GB de capacidad de almacenamiento por disco En la figura A5 1 se muestra una comparación entre la tecnología convencional y la multinivel

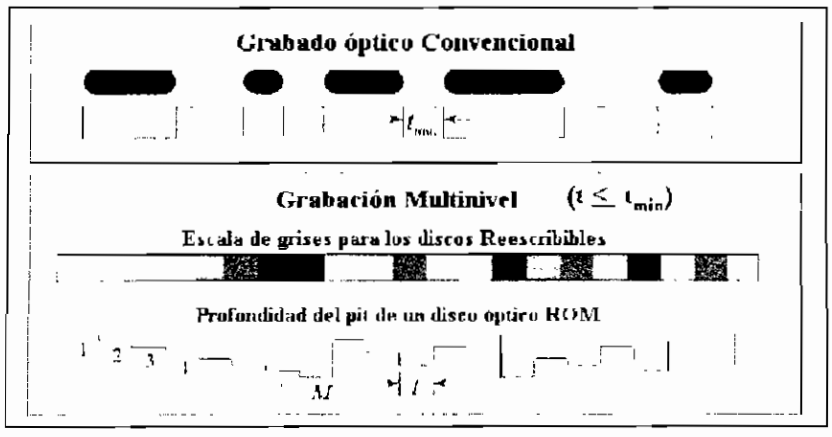


Figura A5.1: Tecnología de almacenamiento convencional y multinivel

En la figura A5.2, se muestran las características microscópicas del almacenamiento convencional

[4] La tecnología Multinivel es desarrollada por la empresa Calimetrics, mas información en la direccion. http://www calimetrics com/Technology Papers/ODS2K/ods2k.html

y del multinivel

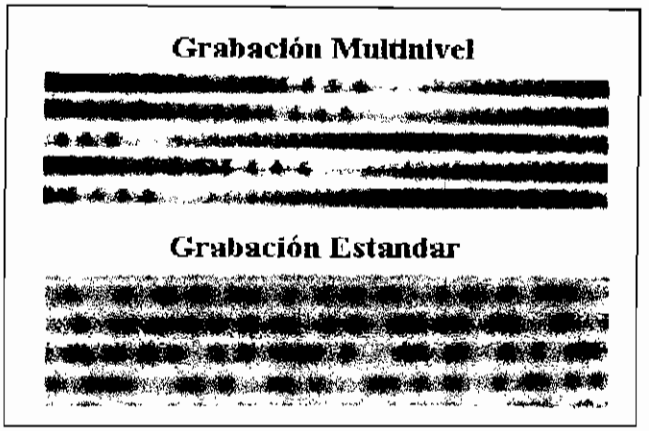


Figura A5.2: Superficie grabada convencionalmente y con multinivel

ANEXO B

ABREVIACIONES

CIRC.- Cross Interleaved Reed-Solomon Code
CD.- Disco Compacto
CPU.- Unidad Central de Proceso
ECC.- Código Corrector de Errores (Error Correction Code)
EFM.- Eight to Fourteen Modulation
EFM+.- Eight to Sixteen Modulation
DVD.- Disco Versatil Digital
IEC.- Comisión Electrotécnica Internacional
ISO.- Organizacion Internacional de Estándares
LASER.- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
MPEG.- Motion Picture Experts Group
M-UDF.- Micro UDF
NA.- Apertura numérica
NTSC.- National Television System Committe
PAL.- Phase Alternating Line
SECAM.- Sequentiel Couleur Avec Memoire
UDF.- Universal Disc Format

GLOSARIO

Apertura numérica (NA).- El valor de NA se calcula como el seno de la mitad del ángulo de apertura por el índice de refracción del medio en el que se encuentran las lentes.

BLER (Block Error Rates).- La velocidad de error de bloque, indica el número de tramas por segundo que contienen bytes errados durante una lectura. El BLER además sirve para calibrar con efectividad los procesos de fabricación del disco.

CRC.- . El CRC es un método para detectar errores en la transferencia de datos, mediante un algoritmo polinómico especial produce un residuo y utiliza un coeficiente (de 16 o 32 bits) para chequear si la transmisión se efectuó sin problemas.

DSI (Data Search Information).- En el DVD-Video, DSI involucra códigos de navegación, ángulos de cámara, satos, etc. Incluyen códigos para direccionar sectores con tramas de referencia de video (para reproducción sin saltos).

EIDE.- Es la abreviatura de "Enhanced IDE", una versión mejorada de la interfaz IDE (Intelligent

Device Electronics) para dispositivos de almacenamiento masivo. EIDE soporta velocidades de transferencia de 11.1 a 13.3 MBps, cerca de cuatro veces más rápido que con IDE. Además puede soportar dispositivos de almacenamiento masivo de más de 8.4 Gbytes.

FEC (Forward Error Correction).- La corrección de errores hacia delante, es un esquema de corrección de error que detecta y corrige los errores de transmisión, en el lado receptor, sin pedir retransmisión.

Frecuencia de corte óptico (fco).- Es la relación entre la velocidad lineal de barrido (s), y el diámetro del punto láser (w):

$$fco = s / w$$

PARÁMETRO	UNIDAD	DVD	CD
Frecuencia de corte óptico: [fco]	MHz	6.44	1.47
Ancho de banda relativo [E / fco]	–	0.68	0.52

Índice de refracción.- Es la razón de la velocidad de la luz en el vacio a la velocidad de la luz de determinada longitud de onda dentro de cierta substancia, recalcando que la luz de cualquier longitud de onda se propaga con la misma velocidad en el vacío, no asi en diferentes substancias.

Intercalado.- La técnica de entrelazado también se usa para interponer apropiadamente porciones de archivos de diferentes tipos de datos (texto, video, audio, gráficos, etc.), de manera que la aplicación pueda usarlos para un despliegue más coordinado, haciendo que se visualicen varios tipos de datos a la vez.

MSCDEX.- Es la abreviación de "Microsoft CD-ROM Extensions", el programa MSCDEX.exe permite al computador compatible con IBM, reconocer una unidad de CD-ROM asignándole una letra por nombre, y acceder al contenido de los CD's con ISO 9660. Existen programas similares para otras plataformas, por ejemplo Macintosh utiliza el sistema HFS (Hierarchical Filing System) para CD's en plataforma Mac. MSCDEX.exe es parte de MS-DOS y de Windows.

PCI (Presentation Control Information).- En el DVD-Video, contiene información para la temporización y opciones de presentación de un programa (ángulo, relación de aspecto, subimágenes, etc).

RLE (Run Lenght Encoding).- Es un algoritmo usado para comprimir archivos gráficos, que aprovecha muestras continuas que tienen el mismo valor.

SCSI (Small Computer System Interface).- La interfaz SCSI está hecha para buses de 8 y 16 bits, sirve para conectar más de siete periféricos a la vez y todos los dispositivos pueden estar

disponibles, ya que cada uno de ellos tiene una dirección específica y responde únicamente a las instrucciones direccionadas a aquellos. Trabaja con velocidades de transferencia de 40 MBps.

VBR (Variable Bit Rate).- La velocidad de transmisión variable es implementada por MPEG-2, para optimizar la calidad del programa de video, suministrándole máxima compresión. Esencialmente, las secuencias con alto nivel de movimiento utilizan velocidades de transmisión mayores a las usadas en secuencias con bajos niveles de movimiento. En este proceso se usa el buffer de la pista. En el DVD, la velocidad variable fluctúa de 2 a 10 Mbps.

ANEXO C1

Alternativas para la implementación de una sala de audiovisuales en base a un sistema de"cine en casa"

a) Alternativa económica.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
57XBR	Televisión SONY de 57" con formato de Widescreen.	7432.28
LIFEST Y5	Sistema de parlantes de teatro en casa, marca SOUNDTRACK, con subwoofer. Impedancia de los parlantes 8 OHMS. Potencia de 100 Watts RMS. (Potencia Real)	705.00
VR-505	Amplificador marca KENWOOD, de 100 Watts por canal, con sistemas DTS y Dolby Digital. Auxiliares para conectar equipos de audio y video.	430.00
DVD S300	DVD-Video SONY región uno, incorporado con sistema DTS y Dolby Digital.	389.05
	TOTAL:	**8956.33**

Tabla 4.1 Detalle de características y precios (USD) de equipos, utilizados en la implementación de un "cine en casa" relativamente económico.

b) Alternativa intermedia.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
57 XBR	Televisión de 57" con formato de Widescreen. Sistema de recuadro con doble sintonizador de canales. Filtros dimensionales de video que hacen que la imagen sea de mejor definición. Duplicador de líneas de resolución (1080 líneas). 5 entradas de video (3 de S-video), una salida de audio.	7432.28
GA SILVER	Conjunto de parlantes de 8 OHMS y 50 Watts de potencia, para sistemas de teatro en casa 5.1 con subwoofer.	

SILVER	sistemas de teatro en casa 5.1 con subwoofer.	1820.00
FR-975	Amplificador de 100 Watts por canal con entrada de 5.1. Sistema DTS y Dolby Digital para efectos de teatro en casa. Aparato controlado por control remoto universal.	591.00
DVD-4050	DVD KENWOOD regiones 1 y 4, con CD player de 5 discos. Conexiones de video por cable de S-video y por cable RCA. Salida de audio por cable RCA y por cable de fibra óptica.	482.00
	TOTAL:	**10325.28**

Tabla 4.2 Descripción de características y precios de los equipos, usados para la construcción de un "cine en casa" de categoría intermedia.

c) Alternativa de calidad.

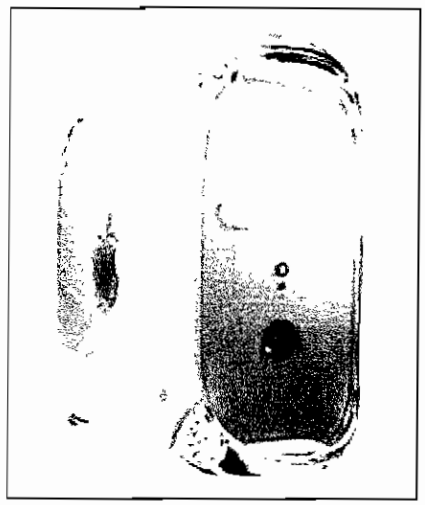
CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
KB-65XBR	Televisión SONY de 65" con formato Widescreen, sistema con recuadro, doble sintonizador de canales. Filtro dimensional de video para mejor resolución. Duplicador de líneas de resolución (1080 líneas). 5 entradas de video (3 de S-video), una salida de audio.	8636.00
MKS-100	Parlantes de Surround con sistema THX. Sistema de control de Treble. Impedancia de 4 OHMS. 100 Watts de potencia en RMS.	983.00
MK-150	Parlante central con sistema THX. Impedancia de 4 OHMS. 100 Watts de potencia en RMS.	1011.00

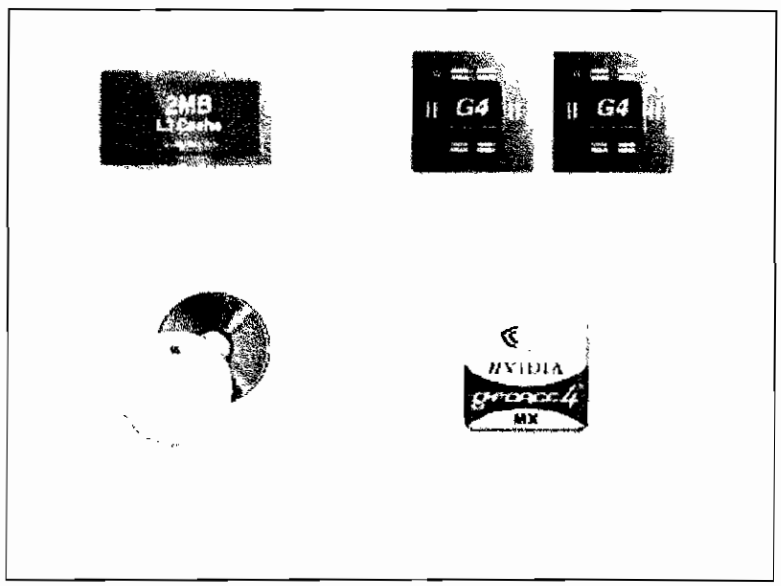
MKS-150	Parlantes frontales con sistema THX. Impedancia de 4 OHMS. 100 Watts de potencia en RMS. Protector de pantalla de TV (Sistema antimagnético)	1946.20
MK-MX105	Parlante amplificado de bajos. Peso: 57 libras. 100 Watts de potencia en RMS.	1369.44
DVD PID-43	Reproductor de DVD PIONEER multiregión. Compatible con CD, CD-R, CD-RW y Video-CD. Convertidor análogo digital de 96 KHz, 24 bits.	419.51
AVC-2500	Amplificador PARASOUND con sistemas de audio THX, Dolby Digital y DTS. 150 Watts de potencia.	6000.00
	TOTAL:	**20635.15**

Tabla 4 .3 Especificaciones de productos de un"cine en casa" de buena calidad.

ANEXO C2

Computador Power Mac G4





El Power Mac G4 viene con un disco duro Ultra ATA de 40 GB (en el modelo a 800 MHz), de 60 GB (en el modelo a 933 MHz) y de 80 GB (en el modelo con doble procesador a 1 GHz) a 7.200 rpm y tres bahías de ampliación con soporte para discos duros de 3,5 pulgadas que admiten hasta dos unidades ATA internas, tres unidades SCSI internas o una combinación de dos ATA y una SCSI que suman un total de 232 GB de almacenamiento interno. Dado que los modelos del Power Mac G4 equipados con SuperDrive vienen con iDVD 2, puede grabar CDs y DVDs de datos con la sencillez de seleccionar y hacer clic para archivar el trabajo.

El SuperDrive, que acompaña a dos de los tres modelos del nuevo Power Mac G4, viene con el software que se necesita para crear DVDs. No en vano se ha aclamado al Power Mac G4 con SuperDrive como el primer sistema de creación y grabación de DVD asequible y global jamás creado. Con iDVD de serie y

con el software opcional DVD Studio Pro, este G4 es, realmente, un estudio de producción de DVDs completo.

Se ha medido la velocidad del Power Mac G4 codificando video, la tarea principal y la más lenta a la hora de grabar un DVD, en una prueba que consistía en codificar un clip de video digital de 126 segundos en formato MPEG-2. Los resultados han sido asombrosos: el nuevo Power Mac G4 con doble procesador a 1 GHz no sólo supera al Power Mac G4 original con SuperDrive, codificando la información del DVD a más del doble de velocidad que antes, sino que codifica el video cuatro veces más rápido que un Pentium 4 a 2 GHz*.

Existen dos aplicaciones que permiten producir DVDs: iDVD 2 y DVD Studio Pro. iDVD 2, que viene con el Power Mac G4 equipado con SuperDrive, proporciona una interfaz sencilla con una única ventana para montar DVDs con la facilidad de arrastrar y soltar. DVD Studio Pro, por otra parte, es una aplicación para crear DVDs de gama alta con controles precisos diseñados para saciar al perfeccionista que todos llevamos dentro, y tan potente que deberían venderla sólo con receta. Ambas aplicaciones disponen de funciones de codificación MPEG en formato QuickTime que han redefinido las reglas de la industria de publicación en DVD.

Archivado de datos en CDs y DVDs con un Power Mac G4.

Los discos ópticos son ideales para hacer copias de seguridad porque ofrecen una enorme capacidad en un reducido espacio que se almacena fácilmente y dura mucho tiempo. Los CDs admiten hasta 650 MB de datos, más que 450 disquetes. Los DVDs pueden almacenar la desconcertante cantidad de 4,7 GB de datos, equivalente a unos 180 discos Zip 250 o a 3.200 disquetes (como curiosidad, todos esos disquetes juntos alcanzarían una altura de 12 metros). Con tanta capacidad, se puede hacer fácilmente copias de seguridad de toda una colección de fotos digitales, de hasta 90 minutos de video o miles de MP3 y almacenarlos con seguridad durante años.

Características del SuperDrive.

El Power Mac G4 equipado con SuperDrive permite leer y grabar tanto CDs como DVDs que se pueden reproducir en la mayoría de los equipos de DVD domésticos. La SuperDrive (DVD-R/CD-RW) lee DVDs a una velocidad de 6x (7,8 megabytes por segundo) y graba discos DVD-R de 4,7 gigabytes a 2x (2,6 megabytes por segundo). La SuperDrive también lee CDs a 24x, graba CD-Rs a 8x y graba CD-RWs a 4x. Admite video en DVD, DVD-ROM y DVD-R, así como discos CD-ROM, CD-Audio, CD-R, CD-RW, CDI, CD Bridge, CD Extended, CD Mixed Mode y Photo CD.

Software.

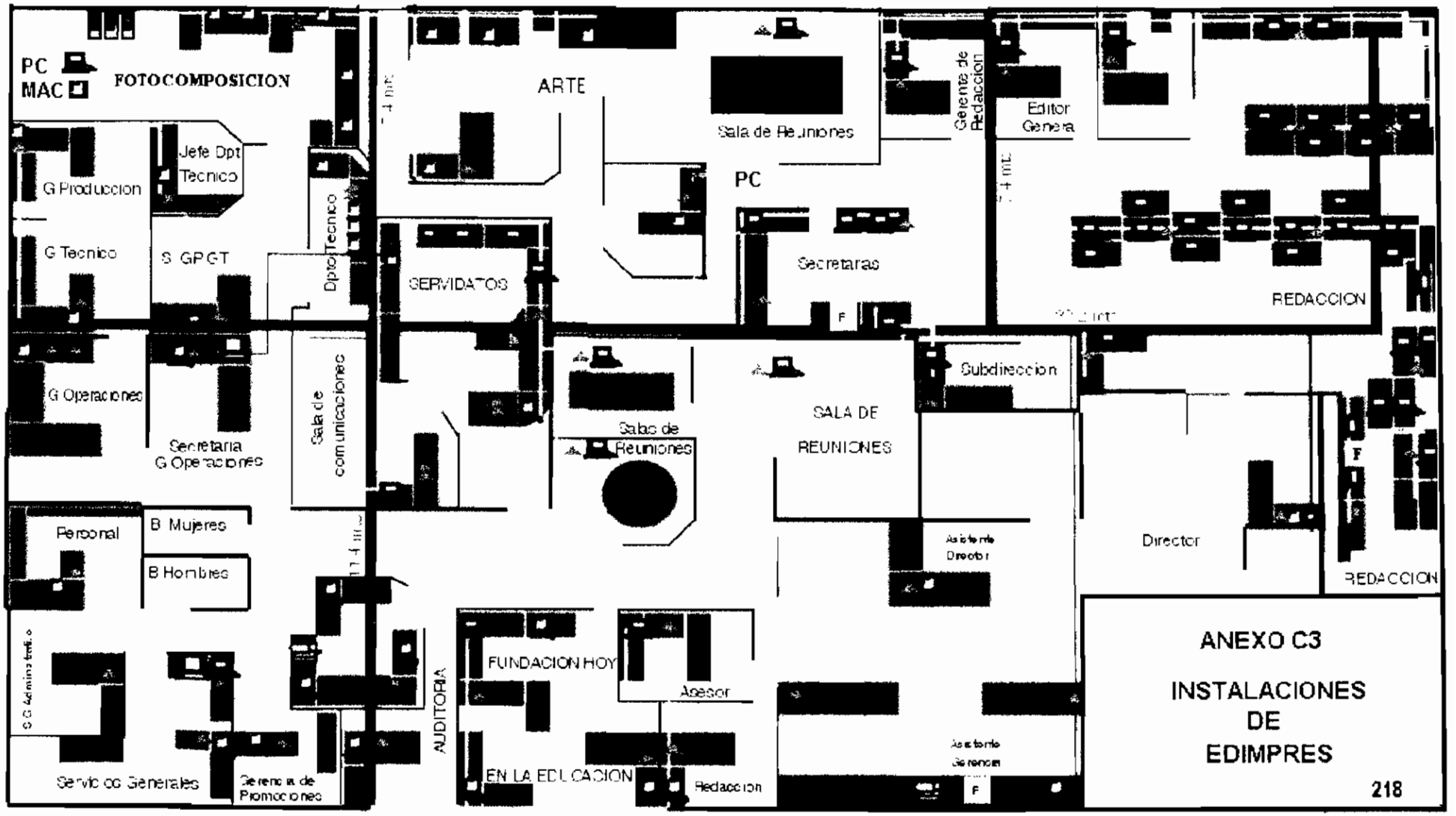
Todos los modelos incluyen MAC OS X, MAC OS 9, QuickTime, iMovie2, iDVD, iTunes, Microsoft Internet Explorer y Outlook Express, Netscape Communicator, FAXstf y Palm Desktop.

Especificaciones técnicas.

Modelo	M8359	M8360	M8361
Procesador	PowerPC G4 a 733 MHz.	PowerPC G4 a 867 MHz.	Dos PowerPC G4 a 800 MHz.
Caché en chip de nivel 2	256 K a 733 MHz.	256 K a 867 MHz.	256 K a 800 MHz.
Caché backside de nivel 3	----------	2 MB a 217 MHz	2 MB a 200 MHz
Memoria (SDRAM PC133)	128 MB; admite hasta 1.5 GB.	128 MB; admite hasta 1.5 GB.	256 MB; admite hasta 1.5 GB.
Disco duro	Ultra ATA/66 de 40 GB.	Ultra ATA/66 de 60 GB.	Ultra ATA/66 de 80 GB.
Unidad óptica	CD-RW	SuperDrive (DVD-R/CD-RW)	SuperDrive (DVD-R/CD-RW)
Soporte para gráficos	NVIDIA GeForce2 MX con 32 MB de SRDAM; conectores ADC y VGA.	NVIDIA GeForce2 MX con 32 MB de SRDAM; conectores ADC y VGA.	NVIDIA GeForce2 MX con TwinView y 64 MB de SDRAM; conectores ADC y VGA.

Las siguientes características son para los tres modelos:

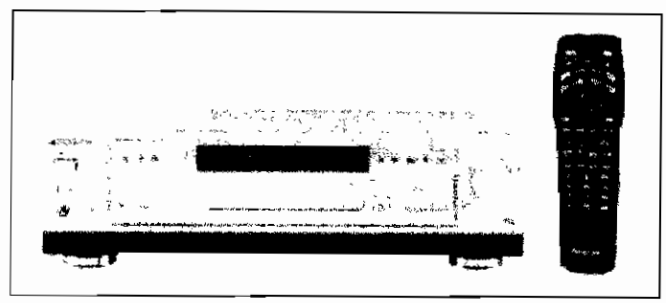
Ranuras de expansión	Cinco ranuras: cuatro ranuras PCI libres de 64 bits a 33 MHz; una ranura AGP 4X con tarjeta gráfica incorporada.
Puertos	Dos puertos FireWare (cable incluido); dos puertos USB.
Conexión en red	Ethernet 10/100/1000BASE-T incorporada y módem de 56 K V.90; lista para AirPort.


PC
MAC
FOTOCOMPOSICION
ARTE
Sala de Reuniones
Gerente de Redaccion
Editor General
PC
Jefe Dpt Tecnico
G Produccion
G Tecnico
S GPGT
Dpto Tecnico
SERVIDATOS
Secretaras
REDACCION
Subdireccion
G Operaciones
Secretaria G Operaciones
Sala de comunicaciones
Salas de Reuniones
SALA DE REUNIONES
Personal
B Mujeres
B Hombres
Director
REDACCION
AUDITORIA
FUNDACION HOY
Asesor
EN LA EDUCACION
Redaccion
Servicios Generales
Gerencia de Promociones
ANEXO C3
INSTALACIONES DE EDIMPRES
218

ANEXO C4

PANASONIC DMR-E10

DVD-RAM Recorder with High-quality MPEG2 Video Recording Capability



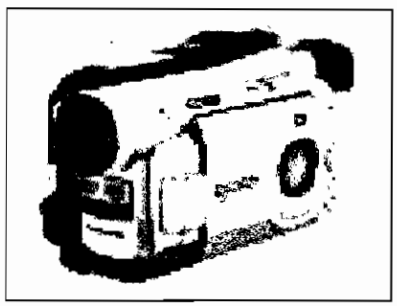
- MPEG2 Encoding with Hybrid VBR(Variable Bit Rate) provides superb picture quality by combining the two encoding technologies of Real Time VBR and Visibility Modulation Technology.
- Input TBC and 3D Y/C separation provides exceptional picture and sound quality.
- 3D Digital Noise Reduction reduces the noise that might occur when transferring images from old videotapes to a DVD-RAM disc.
- Dolby Digital® (Dolby AC-3) 2ch Audio Recording improves sound quality during transfer of images from videotapes to a DVD-RAM disc.
- Advanced Built-in Dolby Digital®[1] Decoder delivers crisp, theater-like sound.
- DTS®[2] Digital Out for amazing home theater sound quality.
- Progressive Scanning (480P) output for true-to-film picture playback of DVD movie discs[3]
- On-Screen Menus allow for easy operation.
- Find blank recording space in a snap and play back your latest recording immediately
- Direct Navigator lets you find a desired program for quick access.
- MSRP $3999.95

ANEXO C5

PANASONIC VDR-M10

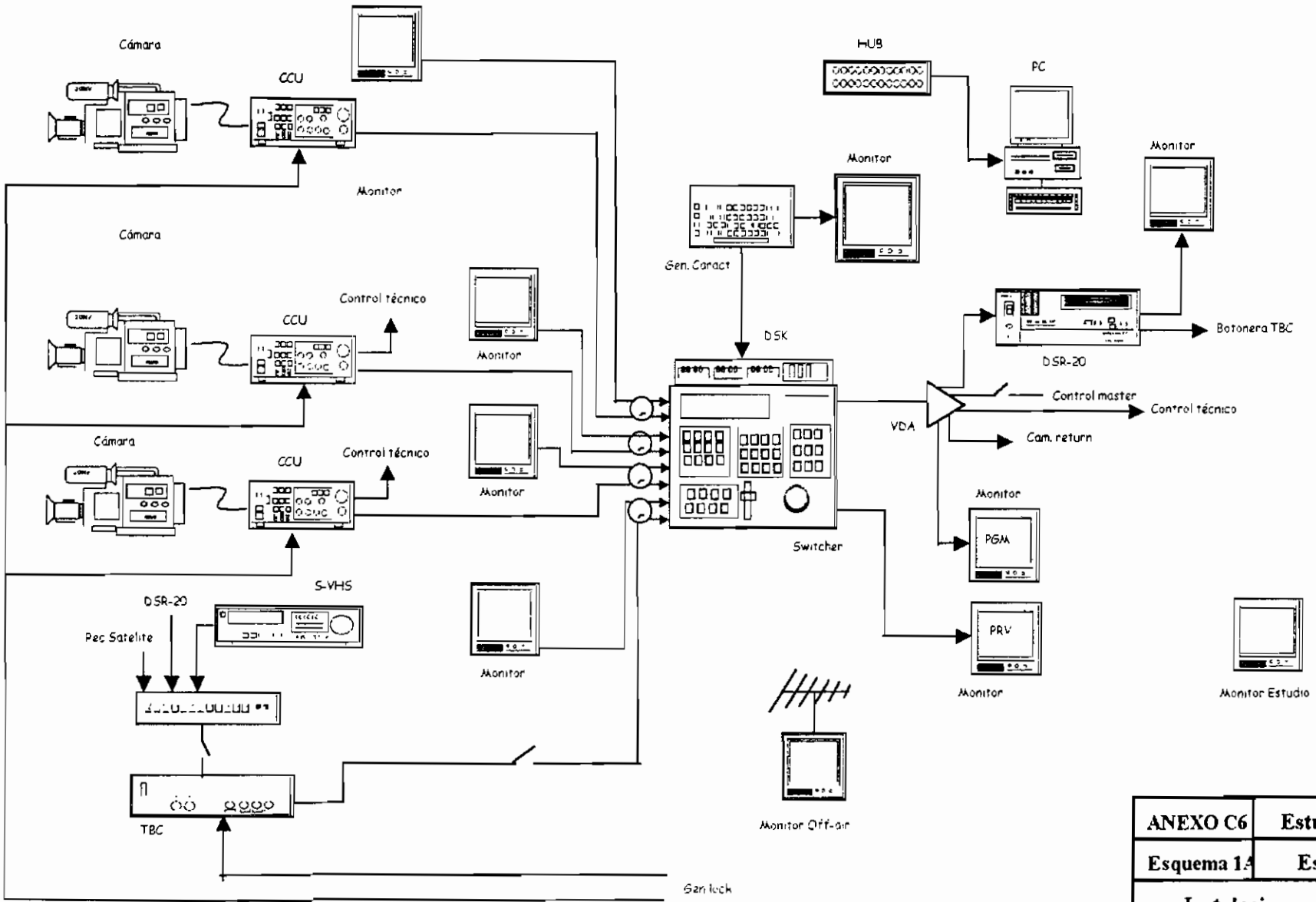
DVD Palmcorder Camcorder with 3.5" diagonal LCD

With the VDR-M10, you can create and edit ultra-high quality home movies on a DVD-RAM disc.

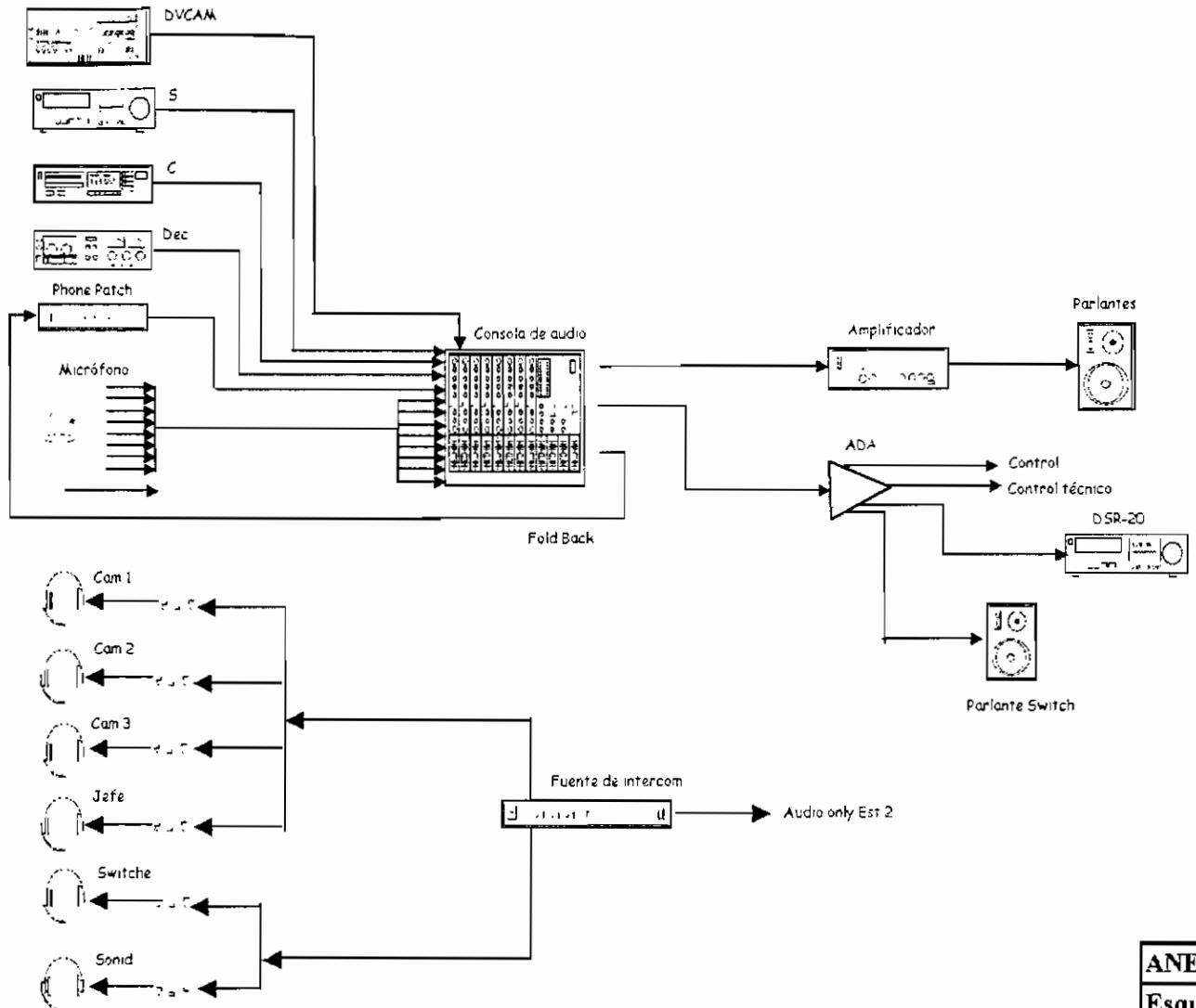


- VDR-M10 DVD Camcorder
- 3 5" diagonal LCD Monitor
- Recording on a DVD-RAM disc. Includes one disc in box.
- 12x optical/48x digital zoom[1] allows you to always be close to the action.
- MPEG2 Recording Levels. Fine Mode(up to 60 minutes) and Standard Mode (up to 120 minutes)
- High-Capacity DVD-RAM disk lets you record up to 1998 JPEG still images (1280 x 960)
- USB interface for quick transfer of images.
- 1 1 Megapixel CCD for super-high resolution.
- Disk Navigation provides instant access and easy editing of images
- Playlist function lets you easily edit selected scenes marked on the disc.
- Digital EIS helps you stabilize you recordings by reducing jitter
- Program AE (Auto Exposure)
- Built-In Flash Light for shooting in low lighting.
- MSRP $2499 95

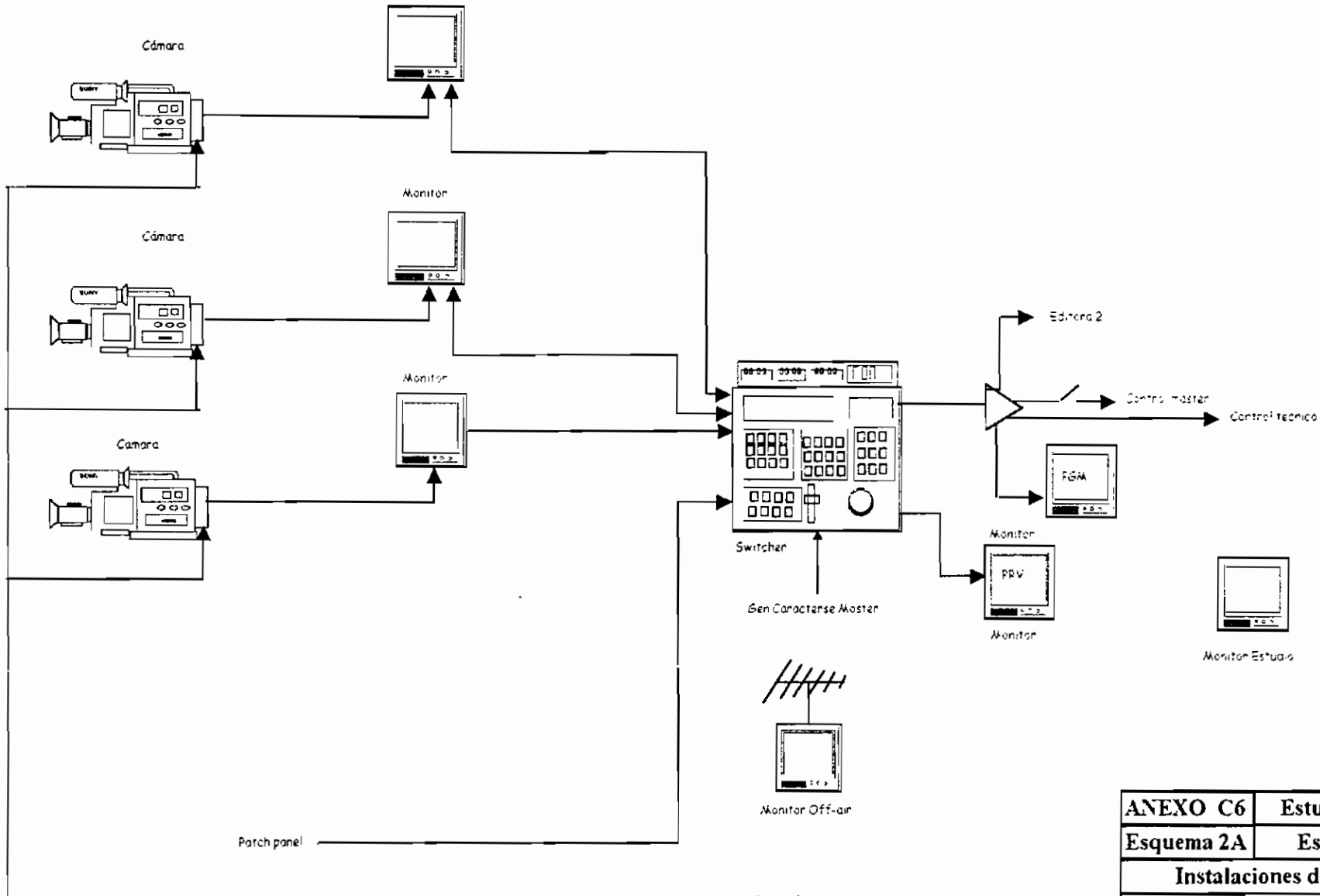
1 As digital magnification increases, resolution significantly decreases



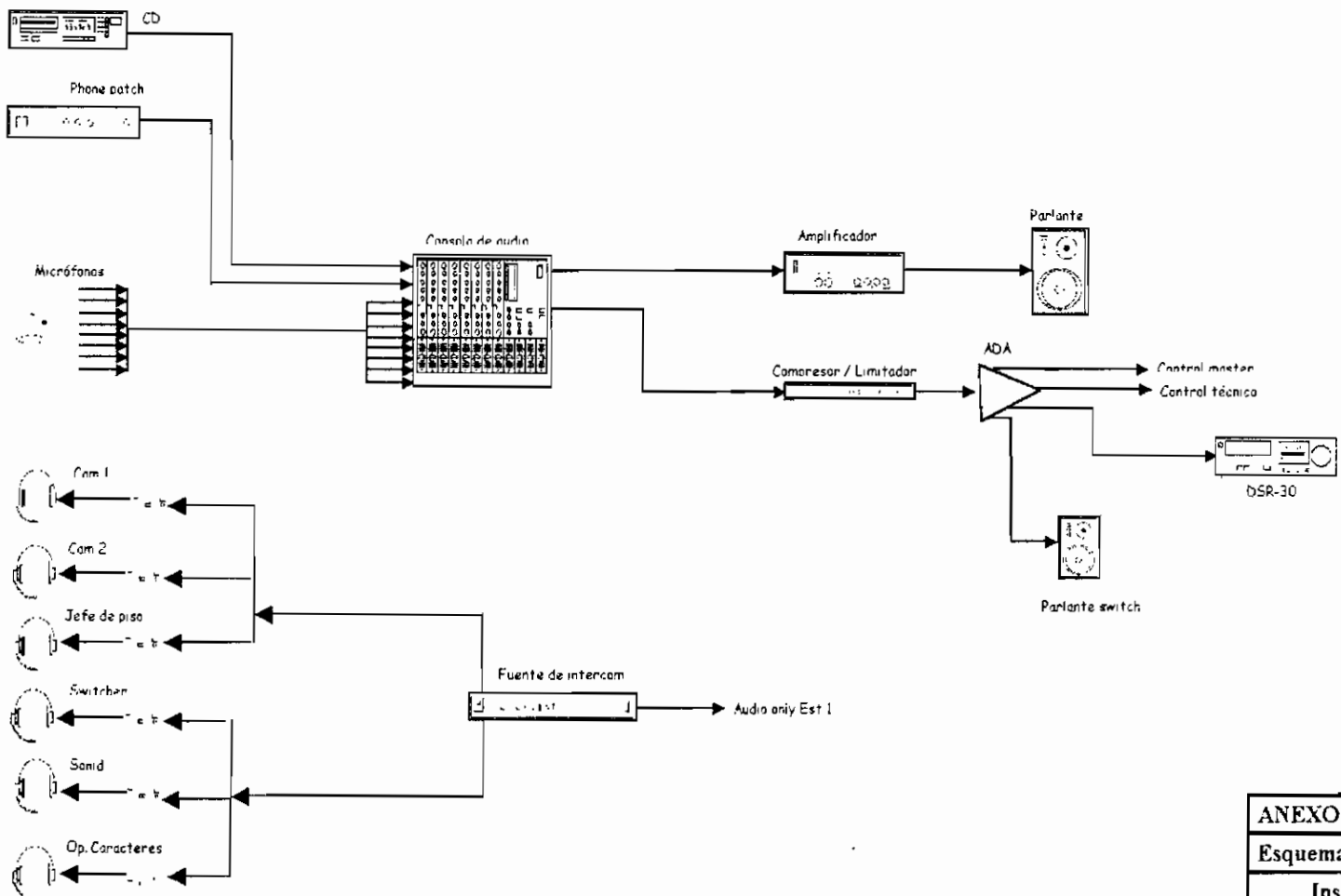
ANEXO C6	**Estudios de televisión**
Esquema 1	**Estudio 1 (Video)**
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	



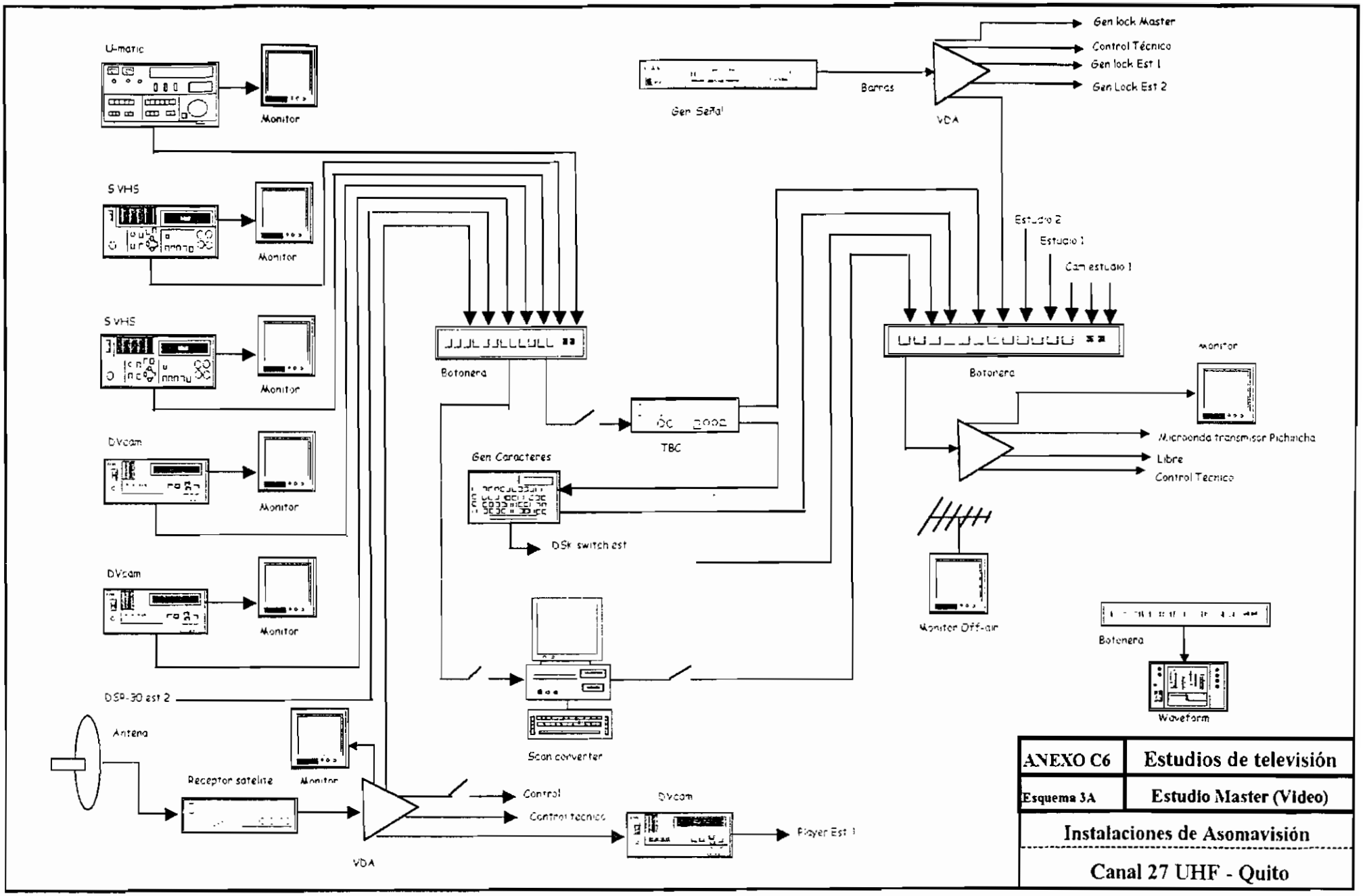
ANEXO C6	Estudios de televisión
Esquema 1B	Estudio 1 (Audio)
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	

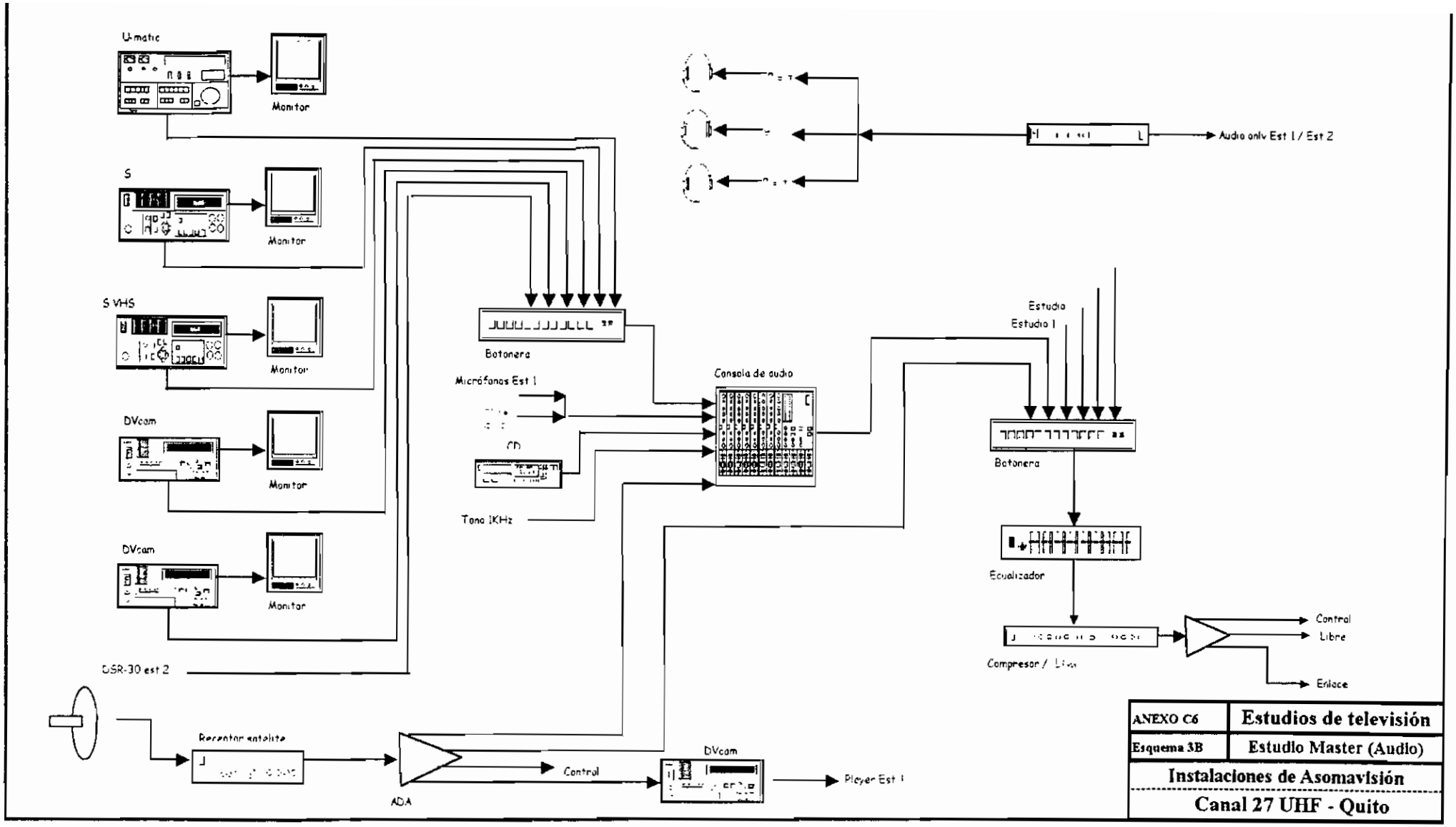


ANEXO C6	Estudios de televisión
Esquema 2A	Estudio 2 (Video)
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	

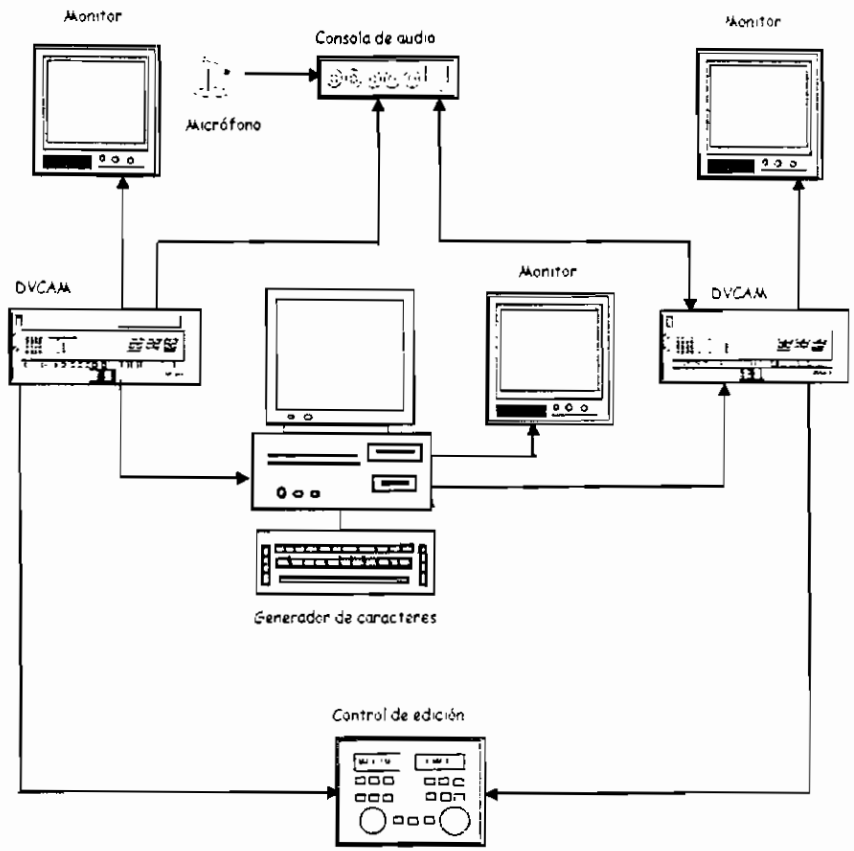


ANEXO C6	Estudios de televisión
Esquema 2B	Estudio 2 (Audio)
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	

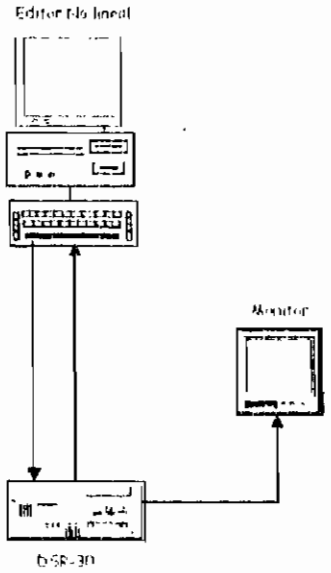

U-matic
Monitor
S VHS
Monitor
S VHS
Monitor
DVcam
Monitor
DVcam
Monitor
DSP-30 est 2
Antena
Receptor satelite
Monitor
VDA
Control
Control tecnico
DVcam
Player Est 1
Botonera
TBC
Gen Caracteres
DSK switch est
Scan converter
Gen Señal
Barras
VDA
Gen lock Master
Control Técnico
Gen lock Est 1
Gen Lock Est 2
Estudio 2
Estudio 1
Cam estudio 1
Botonera
Monitor
Microonda transmisor Pichincha
Libre
Control Tecnico
Monitor Off-air
Botonera
Waveform
ANEXO C6
Estudios de televisión
Esquema 3A
Estudio Master (Video)
Instalaciones de Asomavisión
Canal 27 UHF - Quito

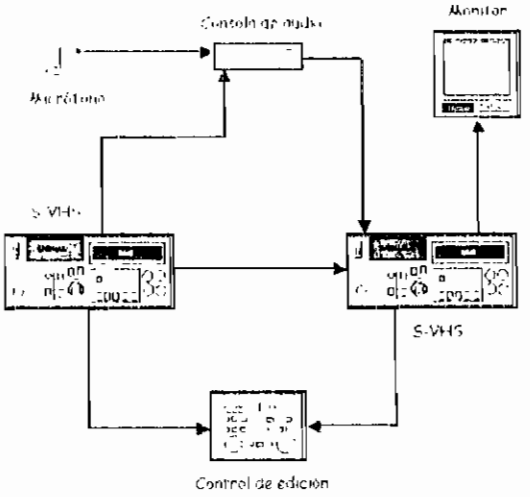


ANEXO C6	**Estudios de televisión**
Esquema 3B	**Estudio Master (Audio)**
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	



ANEXO C6	Estudios de televisión
Esquema 4	Editora 1
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	





ANEXO C6	Estudios de televisión
Esquema 5	Editora 2
Instalaciones de Asomavisión	
Canal 27 UHF - Quito	

FÉ DE ERRATAS

Página	Línea	Incorrecto	Correcto
79	12	discos muy alta	discos de muy alta
104	7	tan como	tan flexibles como
119	15	incoporación	incorporación