

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE DISCOS
COMPACTOS Y PROCESO DE DIGITALIZACIÓN
DE LA INFORMACIÓN DE AUDIO**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR :

SOFÍA VIRGINIA LAYME OLIVERA

**PROMOCIÓN
1992-II**

**LIMA- PERÚ
2003**

**A mi hijo José Luis, la alegría de mi vida
prolongación de mi existir.
A mi esposo José Luis,
compañero tenaz, paciente y amoroso,
A mis padres Augusto y Hermelinda,
por su enorme amor,
apoyo y comprensión.
Son mis amores, inspiración
y fortaleza para seguir
luchando.**

AGRADECIMIENTO

Mediante estas líneas quiero dejar constancia de mi agradecimiento a Dios, nuestro creador, y a todas las personas que de algún modo me ayudaron en la realización del presente trabajo, que conlleva al logro de uno de mis mayores anhelos. Quiero agradecer en forma especial a Tecnología Digital Victoria empresa en la cual he adquirido los conocimientos e información necesaria para el desarrollo del presente informe, a la Sra. Vilma Torres por permitirme presentar a Tecnología Digital Victoria como fábrica modelo, así como al Sr. Raúl Torres y al Ing. José Vargas por su generosa confianza. Al Ing. Alfredo Rodríguez, asesor del presente informe, por sus valiosas sugerencias y apoyo incondicional. Finalmente también mencionaré la ayuda invaluable de mi hermano Augusto Layme.



**TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE DISCOS
COMPACTOS Y PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE
LA INFORMACIÓN DE AUDIO**

SUMARIO

El presente informe ofrece una visión de la tecnología óptica, partiendo con la historia y evolución de los discos ópticos, se presenta luego la descripción del proceso de fabricación de los discos compactos en sus etapas de masterización (creación de la matriz o stamper) y replicación (moldeo por inyección). Seguidamente, se expone el proceso de la digitalización de la información de audio: el muestreo y cuantización, la técnica de detección y corrección de errores, el subcódigo que acompaña a la trama de audio, mediante el cual los reproductores de discos compactos nos permiten disfrutar de las bondades de presentación y control. Además se expone el estado del arte de la tecnología óptica en nuestro país presentando para ello el modelo real de una fábrica peruana, su maquinaria, tecnología, productos, servicios y organización, que hacen de ella la pionera y la más moderna de nuestro país, consolidando también su expansión y presencia en los mercados internacionales como Chile, Bolivia y Ecuador.

INDICE

	PÁG.
PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I	
HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA FAMILIA DEL DISCO COMPACTO	03
1.1 HISTORIA DEL DISCO COMPACTO	03
1.2 LA GRABACIÓN ÓPTICA	06
1.3 PISTAS ESPECIALES DEL DISCO COMPACTO	12
CAPÍTULO II	
PROCESO DE FABRICACIÓN DEL DISCO COMPACTO	14
2.1 MASTERIZACIÓN	14
2.1.1 Sistema Automático de Masterización (AMS)	14
A. Preparación del Master Fotosensible	16
B. Secado de los compuestos químicos	16
C. Rayo Láser Grabador	16
D. Revelado de la Información	19
E. Metalizado	19
F. Sistemas de Suministro Externo	19
2.1.2 Sistema de Electroformado	22
A. Proceso de Electroformado	22
B. Limpieza del Stamper	25
C. Creación de la Familia de Stampers	26
D. Acabado Final	26
2.2 FABRICACIÓN DE LAS RÉPLICAS	26

2.2.1	Sistema de Replicación	27
A.	Moldeado	27
B.	Metalización	27
C.	Laqueado	27
D.	Curado UV	28
E.	Control de Calidad	28
2.2.2	Sistema de Estampado	28
2.2.3	Sistema de Empaque	28
CAPÍTULO III		
	PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE AUDIO	29
3.1	EL DISCO COMPACTO DE AUDIO DIGITAL: CD-DA	29
3.2	DIGITALIZACIÓN O CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE AUDIO	30
3.2.1	Muestreo y Cuantización	33
3.2.2	Detección y Corrección de errores	34
3.2.3	El Subcódigo: Sistema de Control y Presentación	40
3.2.4	Modulación Ocho a Catorce (EFM)	41
3.2.5	La Trama del Subcódigo	47
A.	La estructura de la trama	47
B.	El canal P	49
C.	El canal Q	51
3.2.6	Grabación	52
3.3	DECODIFICACION DE LA INFORMACIÓN DE AUDIO	52
3.3.1	Reproducción	52

3.3.2	Decodificación	52
CAPÍTULO IV		
OTROS FORMATOS DEL DISCO COMPACTO		56
4.1	EL CD COMO MEMORIA DE SOLO LECTURA: CD-ROM	56
4.1.1	La estructura del CD-ROM	58
4.1.2	Sectores	58
4.1.3	Acceso	59
4.1.4	Sistema de Archivo	59
4.1.5	ISO 9660	61
4.1.6	CD-ROM Aplicaciones	64
4.2	DISCO COMPACTO MULTIMEDIA: CD-interactivo (CD-i)	64
4.2.1	La estructura del CD-i	65
4.2.2	Estructura de Archivo	69
4.2.3	Video Full Movimiento	69
4.2.3	Formatos de Audio y Video	69
4.3	APLICACIONES	72
4.3.1	Enlace 1 – CD-ROM XA	72
4.3.2	Enlace 2 – CD-i Bridge	72
4.3.3	Enlace 3 – CD Multisesión	73
4.3.4	Video CD	74
4.3.5	Photo CD	75
4.3.6	CD Background Music	79
4.3.7	Enhanced Music CD	80
4.3.8	Otros Derivados, Estándares Pre-Grabados	80

4.4	SISTEMAS DE CD-GRABABLES (CD-RECORDABLE)	81
4.4.1	CD-Mageto Óptico (CD-MO)	81
4.4.2	CD-una sola Escritura (CD-WO: CD-Write Once)	82
4.4.3	Sesiones	82
4.4.4	Aplicaciones del CD-una sola Escritura (CD-WO)	83
4.4.5	CD-Borrable (CD-E: CD-Eresable)	83
4.4.6	Aplicaciones de CD-Borrable (CD-E)	84
4.5	LA INTERRELACION DE LOS ESTÁNDARES DE DISCOS COMPACTOS	84
4.6	UN MAPA DEL CAMINO	86
CAPÍTULO V		
UNA FÁBRICA PERUANA: “TECNOLOGÍA DIGITAL VICTORIA”		89
5.1	RESÚMEN EJECUTIVO	89
5.1.1	Productos	89
A.	CD-Audio	90
B.	CD-ROM	90
C.	DVD	90
D.	CD-Card	90
5.1.2	Servicios	91
A.	Pre-Prensa	91
B.	Prensa	91
C.	Estuches especiales	91
D.	Empaques	92
E.	Laboratorio Multimedia	92

F.	Laboratorio de Sonido	92
G.	Servicio de Exportación	92
5.1.3	Enfoque de la Empresa	93
A.	Misión	93
B.	Visión	93
5.2	LA CADENA DE VALOR	94
5.2.1	Las Actividades Primarias	94
A.	Logística de Entrada	94
B.	Operaciones	94
C.	Logística de Salida	95
D.	Marketing	96
5.2.2	Las Actividades de Apoyo	96
A.	Aprovisionamientos	96
B.	Desarrollo de Tecnología	97
C.	Gestión de Recursos Humanos	97
D.	Infraestructura de la Empresa	98
	CONCLUSIONES	99
	ANEXO A: EL CANAL Q	103
	ANEXO B: EJEMPLO DE INTERCALADO SIMPLE	114
	ANEXO C: DETECCION Y CORRECCION DE ERRORES	116
	ANEXO D: OCULTAMIENTO DE ERRORES	120
	ANEXO E: DIFERENCIAS ENTRE REPLICA Y COPIA	122
	ANEXO F: CAPACIDAD DEL DISCO COMPACTO	124
	ANEXO G: GALERIA DE FOTOS	127

ANEXO H: GLOSARIO	139
BIBLIOGRAFÍA	152

PRÓLOGO

Desde épocas inmemorables, el ser humano ha buscado medios de almacenar la información, con la finalidad de dejar su legado de conocimientos y cultura para las futuras generaciones.

Estos medios han avanzado conforme el hombre ha ido evolucionando. Así, en un comienzo el hombre de las cavernas hacia sus dibujos en las paredes de las cuevas. Luego vinieron los pergaminos, el papel, la imprenta y los medios de grabación magnética.

La grabación magnética se usa en muchos dispositivos tales como: cintas de audio, cintas para almacenar información de grandes computadores, diskettes y los discos duros de las computadoras personales (pc's).

Así también, conforme la humanidad ha ido desarrollando, la cantidad de información ha crecido a un ritmo exponencial y la preocupación del ser humano ha sido siempre encontrar un mejor modo de almacenar esta información. Es entonces que se desarrolla una nueva y poderosa forma de

almacenamiento que esta conduciendo a que la tendencia desde hace algunos años sea el almacenamiento de información óptico digital.

El presente informe da a conocer la moderna tecnología de fabricación de los discos compactos así como la forma en que se digitaliza la información de audio, poniéndonos al día con el estado del arte de la tecnología óptica. Se expone también un ejemplo práctico real de una fábrica peruana de discos compactos, los servicios, productos, tecnología y recursos con los que cuenta.

CAPÍTULO I

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA FAMILIA DEL DISCO COMPACTO

1.1 Historia del Disco Compacto

El disco compacto (CD: Compact Disc) es, seguramente, uno de los mayores fenómenos tecnológicos de nuestra era. Empezó como un sistema para la reproducción de sonido de alta calidad y rápidamente se desarrolló en toda una familia de sistemas, con aplicaciones que se extendieron a través de todos los medios de almacenamiento y distribución de datos.

El precursor del CD fue el disco Laser Vision que consistía en un disco óptico de tamaño LP (Long Play: disco de vinilo de larga duración) con video y audio analógicos. Originalmente concebido como un sistema de reproducción lineal en 1978, éste llegó a ser interactivo en 1981.

Por ese tiempo, la tecnología de grabación óptico-digital avanzó dando grandes saltos y condujo al lanzamiento del Disco Compacto de Audio Digital (CD-DA: CD-Digital Audio) en 1982.

En 1984, hizo su aparición el primer sistema de almacenamiento e intercambio de datos CD-ROM (CD Read Only Memory: CD memoria de sólo lectura). Fue concebido como un periférico de computadora y tres años después en 1987, el sistema multimedia interactivo CD-i (CD interactivo) hace su aparición. Un enlace entre estas dos plataformas, el cual da en realidad al CD-ROM su verdadera funcionalidad multimedia es el CD-ROM XA (CD-ROM eXtended Architecture: CD-ROM de Arquitectura Extendida) y nace en 1989.

En 1990 la familia del CD fue tomando un significativo y nuevo camino: capacidad de grabación. El CD-WO (CD Write Once: CD de una sola escritura) permitió a los usuarios hacer por si mismos, grabaciones en discos ópticos no borrables.

Para lograr la compatibilidad entre el CD-i y los otros sistemas de reproducción, se estableció el CD-i Bridge (CD-i puente) en 1991. Este guió el camino para el Photo CD en el mismo año, el Karaoke CD al año siguiente y el Video CD en 1993. Todos estos son, en realidad, aplicaciones del CD-i Bridge.

Para completar la historia, el CD-i fue extendido con vídeo de full-movimiento en 1993, mientras que 1995 contempló la llegada del CD de Música Mejorada (Enhanced Music CD: una mezcla de aplicaciones del CD de Audio y del CD-ROM XA en un CD multisesión) y del CD borrable (CD-E: CD-Eresable).

En la fig.1 se muestra el cuadro de la evolución de la familia del disco compacto.

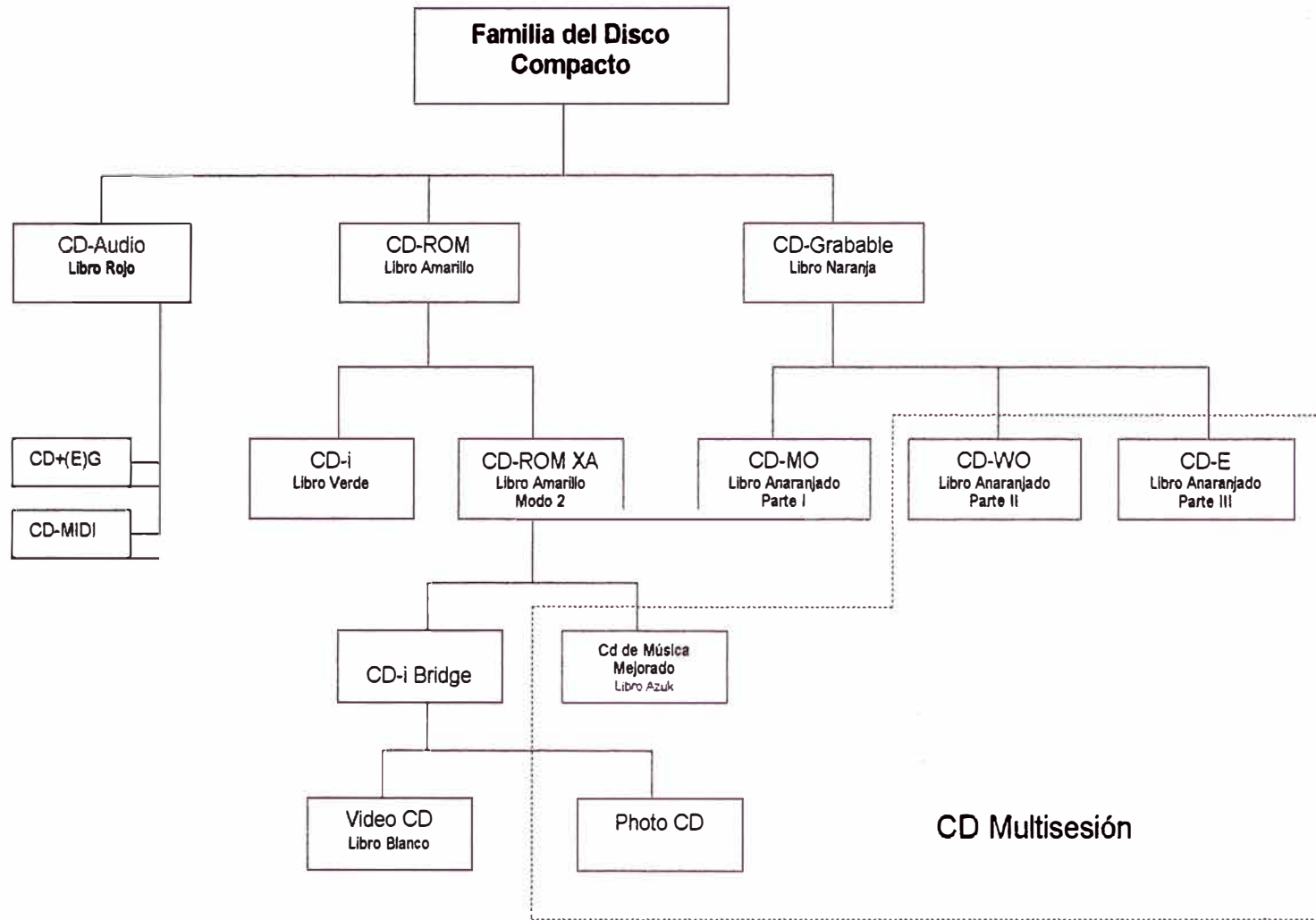


Figura 1: Familia del Disco Compacto

1.2 La Grabación Óptica

La idea del almacenamiento óptico fue concebida en los sesenta. Entre otros pioneros figuran Compaan y Piet Kramer de los Laboratorios de Investigación de Philips.

En un disco óptico pre-grabado, la grabación consiste de una pista en espiral con depresiones microscópicas (pits) moldeadas por inyección sobre un material plástico transparente (policarbonato) el cual es recubierto por una superficie metálica altamente reflectiva (aluminio). Con una separación cerca de $1.6 \mu\text{m}$, la pista de un disco óptico es 60 veces más densa que el surco del viejo LP. Sobre un diámetro estándar de 120 mm, el disco óptico tiene 1.2 mm de espesor y la pista puede tener cerca de 6 km de longitud. En la fig.2 se aprecia las características principales de un CD.

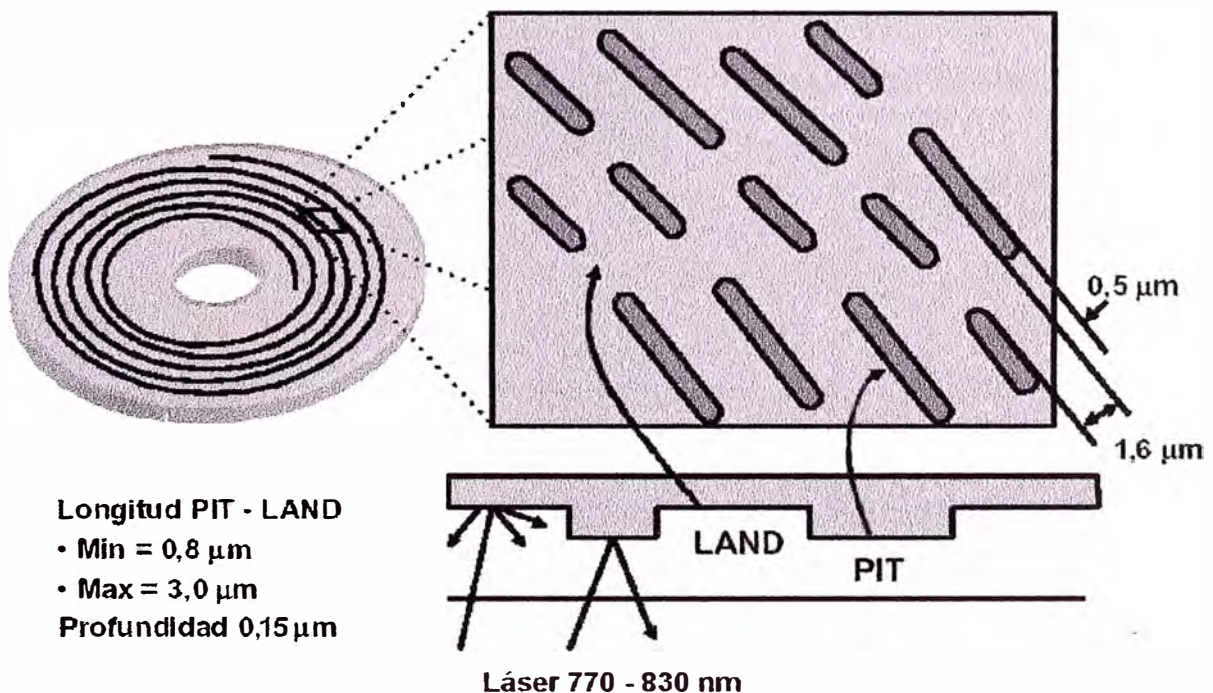


Figura 2: Características principales de un CD.

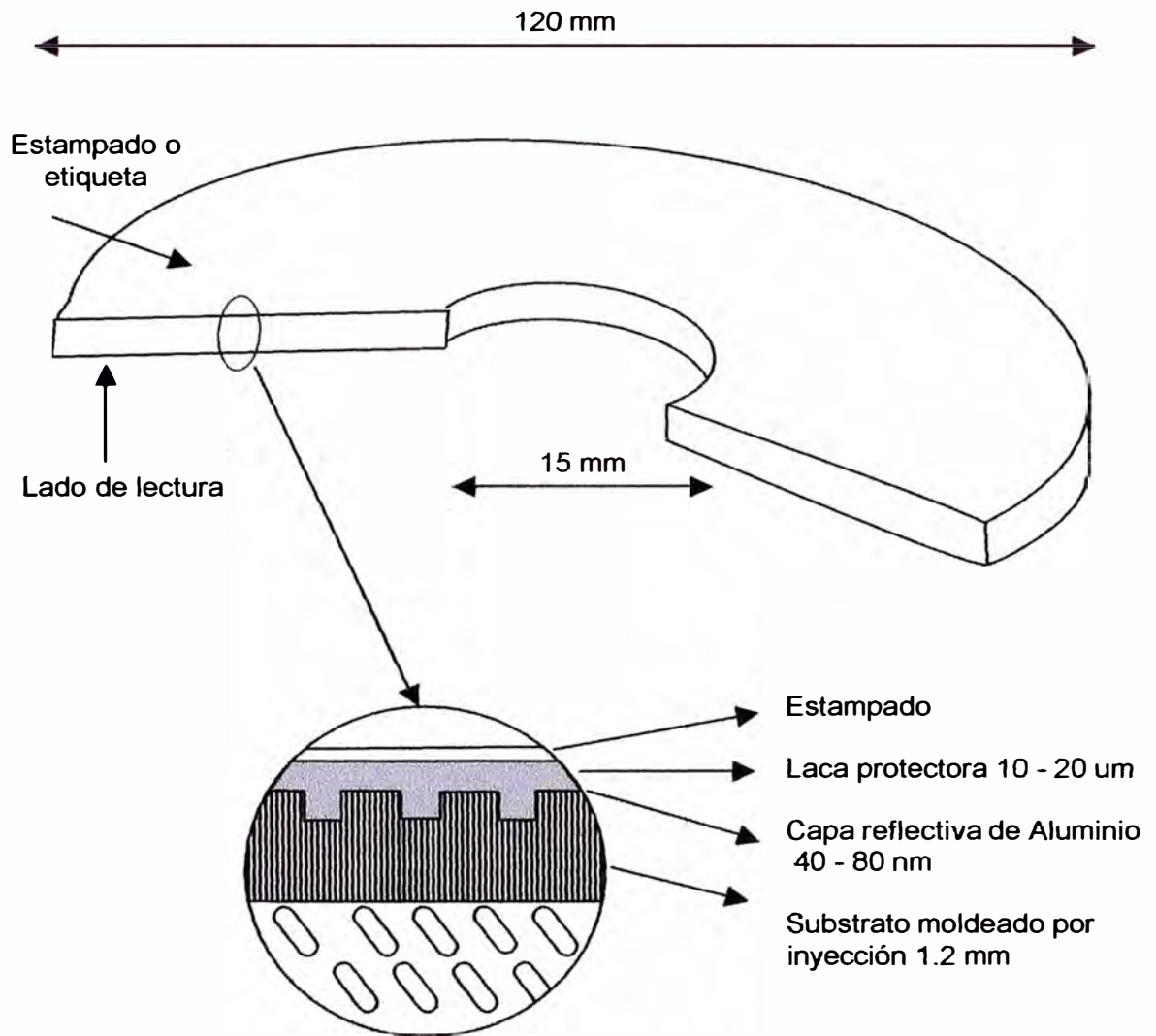


Figura 3 : Estructura Principal del Disco Compacto

Una capa de laca de protección se deposita sobre el aluminio y sobre esta superficie se imprime o estampa la etiqueta. En la fig.3 se muestra la estructura principal del disco compacto.

La grabación es leída por un rayo láser, enfocado a través del disco transparente (desde abajo del CD) sobre la capa reflectiva. Por una combinación de interferencia de trayecto múltiple y difracción del rayo láser, los pits (que son vistos como protuberancias por el haz del láser) atenúan el retorno del rayo. La resultante cambia en intensidad respecto a la luz reflejada, lo cual constituye los datos grabados y son detectados por un arreglo de fotodiodos.

La interferencia de trayecto múltiple resulta del hecho que la profundidad del pit es casi igual que un cuarto de la longitud de onda de la luz del láser (fig.4).

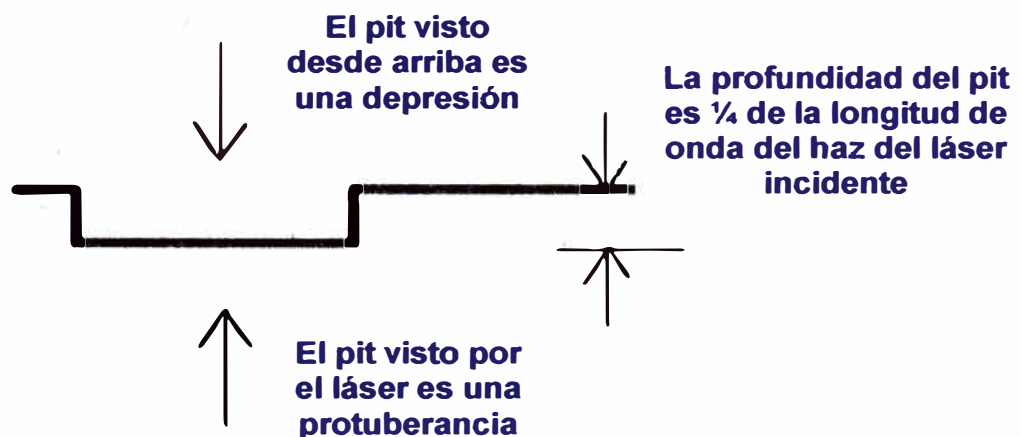


Figura 4: Profundidad del pit.

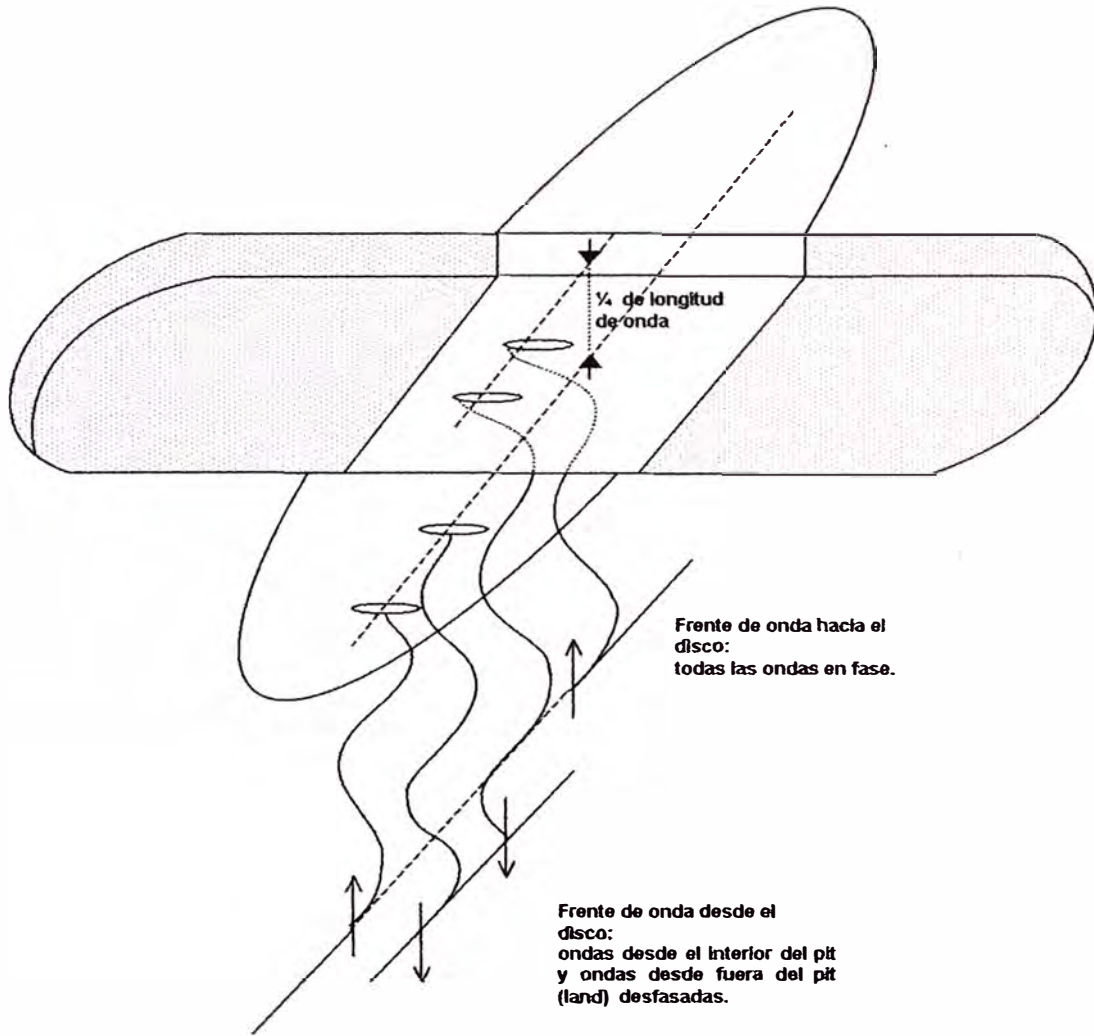


Figura 5a: Interferencia destructiva del haz del láser debido a la diferencia de fases.

La idea es que la luz que incide en la superficie del disco (land) viaja $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$ de una longitud de onda más que la luz que incide en la parte inferior del pit (para el láser, el pit es una protuberancia). La luz reflejada desde el land es por lo tanto retrazada por $\frac{1}{2}$ longitud de onda, y está por lo tanto exactamente fuera de fase con la luz reflejada desde el pit (fig.5a y fig.5b). Estas dos ondas se interfieren destructivamente con lo cual tienden a cancelarse mutuamente, dando como resultado efectivo la no emisión de luz.

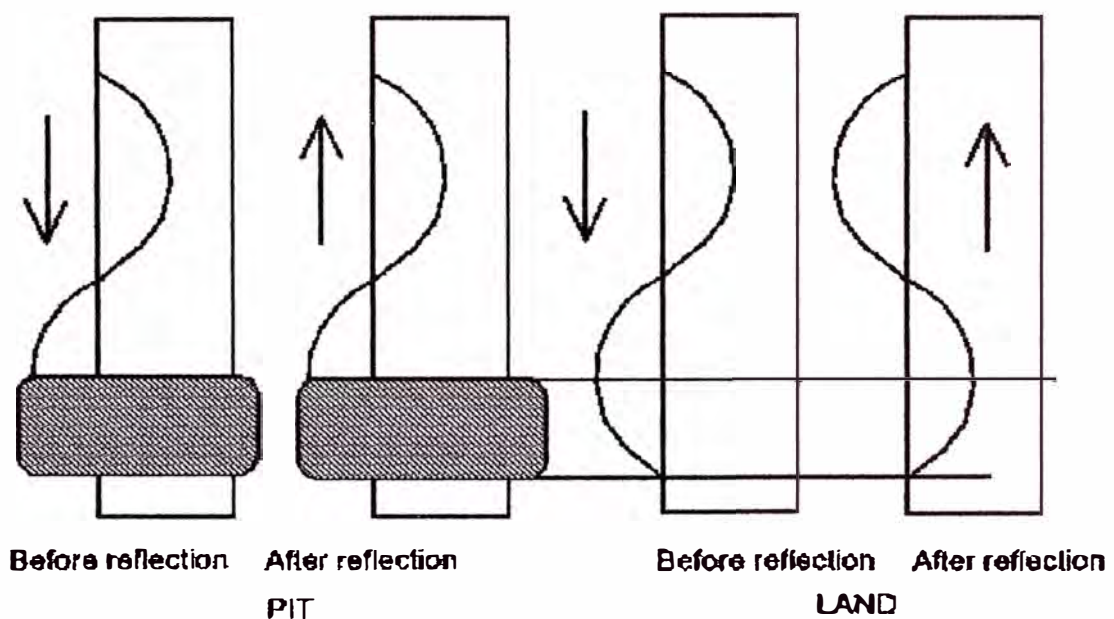


Figura 5b: Interferencia destructiva de la luz debido a diferencia de fases.

Adicionalmente, el ancho del pit actúa como una apertura de difracción, con interferencia de multitrayectoria (ordenes) en diferentes direcciones (ver fig.6). Este fenómeno reduce la intensidad del cero order (apertura central) del haz reflejado a un mínimo de 60%.

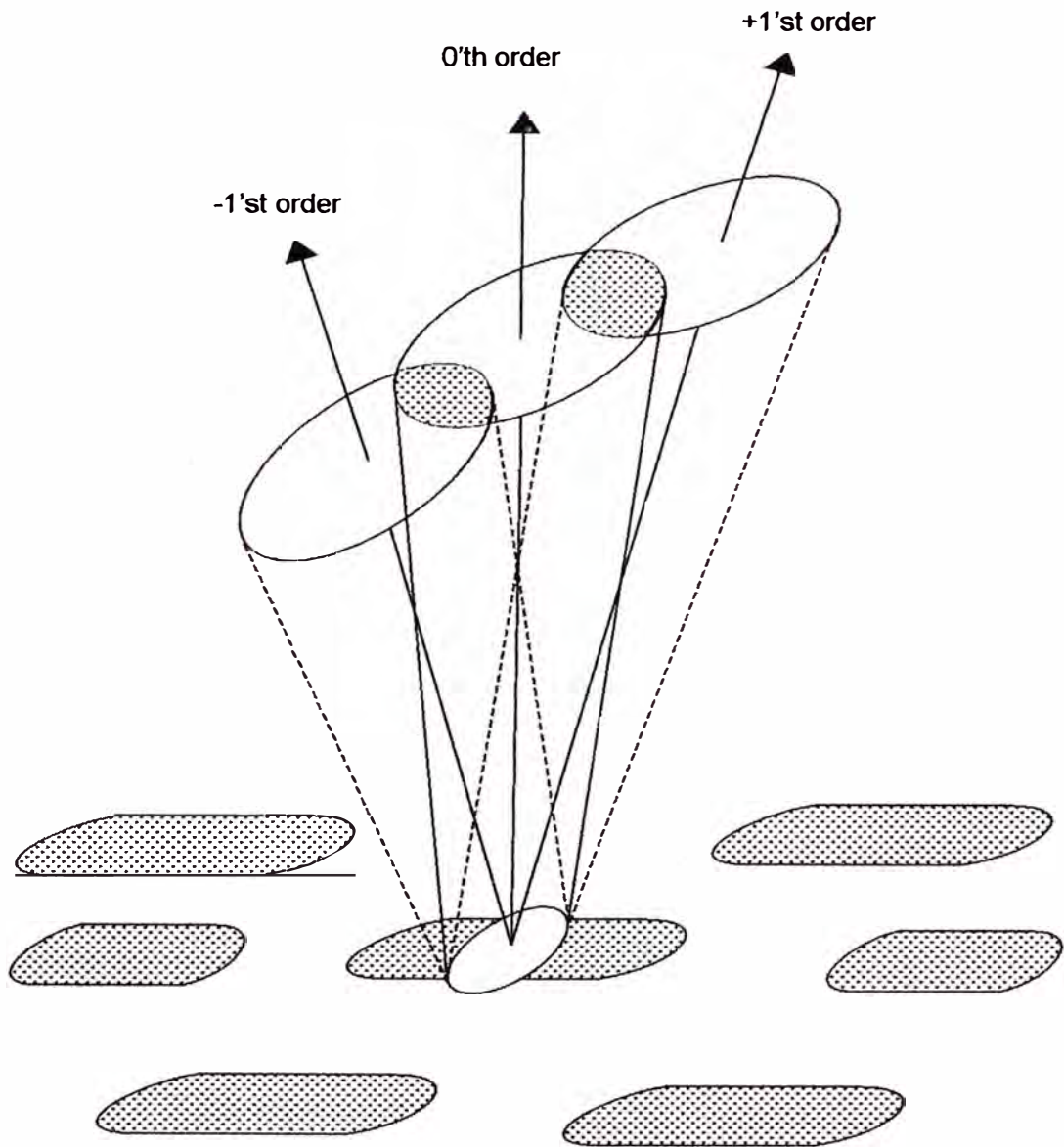


Figura 6: Difracción del haz reflejado

1.3 Pistas especiales del Disco Compacto

Como se mencionó el CD es un disco de policarbonato de 120 mm de diámetro el cual posee un agujero central de 15 mm de diámetro. La grabación de los datos empieza a 46 mm de diámetro y termina a 117 mm de diámetro medidos respecto del centro del disco.

Además de los tracks de información, se reservan dos tracks o pistas especiales.

Track 00 que es el **Track o área Lead-in**, contiene información acerca del CD, tal como los número de tracks o piezas musicales, su localización o posición en el CD, etc. Esta localizado en la parte cercana al centro, entre los diámetros 46 mm y 50 mm.

Track AA que es el **Track o área Lead-out**, localizado en la parte final del disco, su rango abarca el desde el diámetro de 116 mm a hasta 117mm.

Tracks de Información, esta localizado entre estos dos track especiales. Físicamente esta localizado entre los diámetros de 50 mm y 116 mm.

Esta configuración de tracks se muestra en la fig.7.

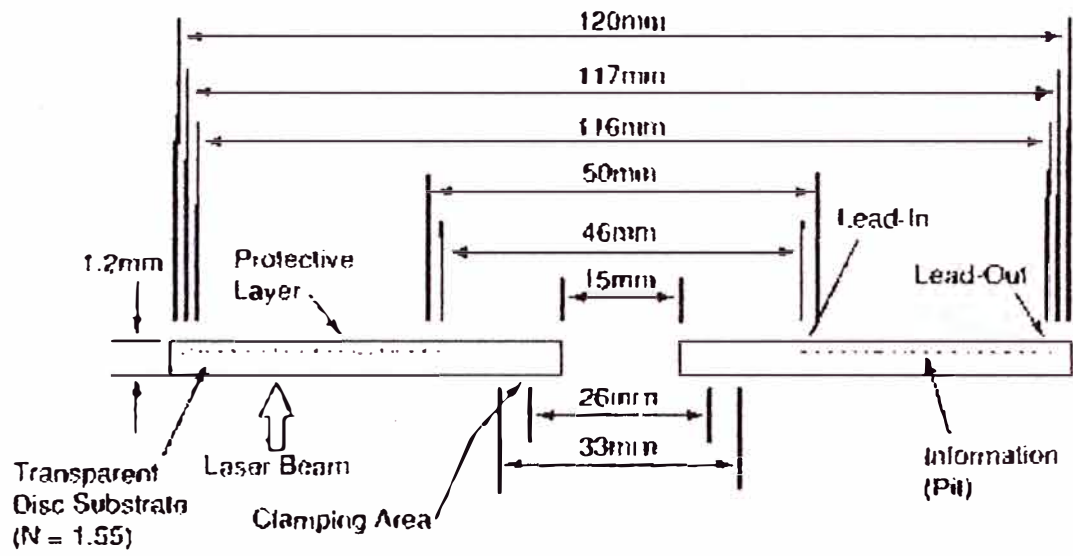


Figura 7: Principales tracks y áreas del disco compacto

CAPITULO II

PROCESO DE FABRICACIÓN DEL DISCO COMPACTO

La fabricación de discos compactos (CD's) consta básicamente de dos procesos: la masterización y la replicación.

2.1 Masterización

Consiste en la producción de la matriz o stamper para la replicación de CD's, a partir de la información original o Master, almacenada en un formato digital, tal como un disco compacto o una cinta exabyte.

El proceso de Masterización incluye dos grandes sistemas:

- Sistema Automático de Masterización (AMS)
- Sistema de Electroformado

2.1.1 Sistema Automático de Masterización (AMS)

Sistema totalmente automático que consta de un brazo-robot (DHS: Disc Handling System) y cinco estaciones de trabajo: RMP, PRE-BAKE, LBR, DEVELOPER, SPUTTERING, en las cuales se efectúan los procesos para la obtención del glass master. El DHS es el que se encarga de transporta el glass o substrato a las diferentes estaciones de trabajo.

Sistema Automático de Masterización - AMS

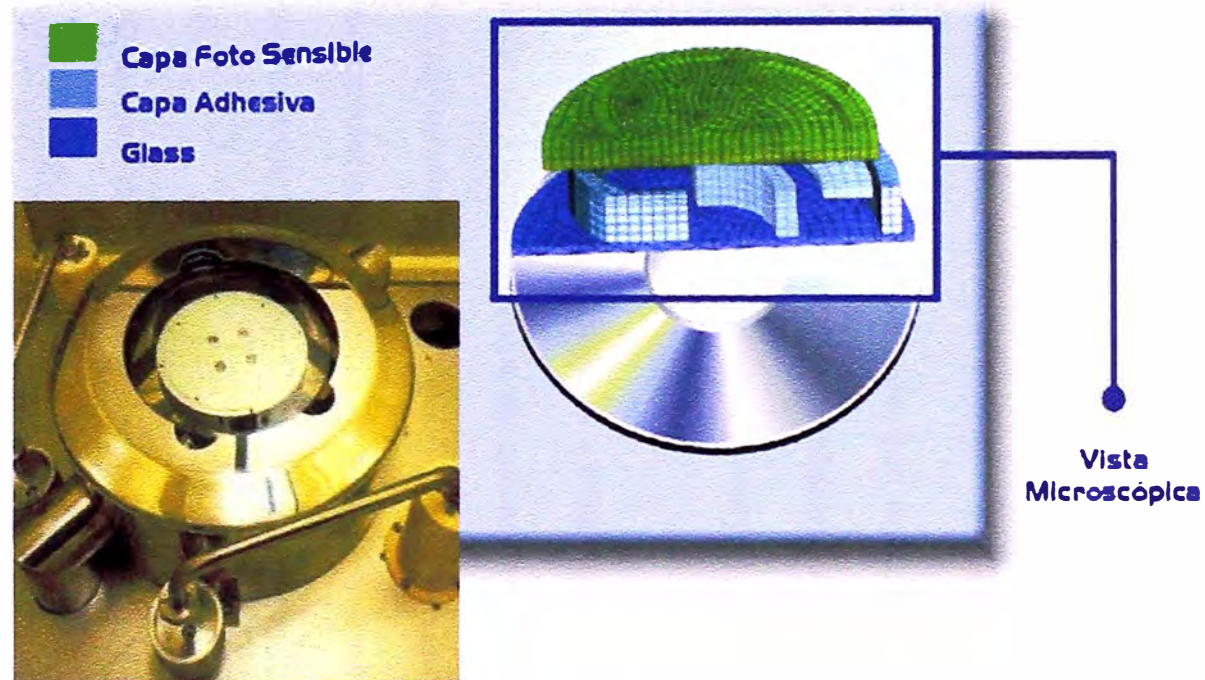


Fig. 8 Preparación del Master Fotosensible - RMP
(RESIST MASTER PREPARATION)

El glass o substrato es un disco de vidrio de 160 mm de diámetro por 1.5 mm de espesor que es el soporte principal en la fabricación de stampers.

A continuación se detallan los procesos que se efectúan en las diferentes estaciones de trabajo.

A. Preparación del Master Fotosensible

En la estación de trabajo RMP (Resist Master Preparation), se efectúa el primer proceso en el cual el glass es lavado con agua ultra pura para luego aplicarle un compuesto químico adhesivo (silane). A continuación se le aplica el compuesto químico fotosensible (photoresist) y se expulsa el resto de químicos por centrifuga (fig. 8).

B. Secado de los compuestos químicos – PRE-BAKE

En la siguiente estación de trabajo, la capa de compuestos químicos sobre el glass es secada completamente dentro de un horno interno por medio de aire caliente. Esto proporciona una superficie uniforme para el proceso de grabación y remueve también gran parte del solvente presente en la capa del photoresist (fig. 9).

C. Rayo Láser Grabador (LBR: Laser Beam Recorder)

En este proceso, la información original (CD o Exabyte) es tomada desde el procesador de datos y enviada al Láser Grabador; utilizando un láser de Argón de alta potencia (90 mW) que pasa a través de un modulador, se exponen pequeñas áreas sobre la capa fotosensible, que luego serán reveladas para formar los datos de información (fig.10).

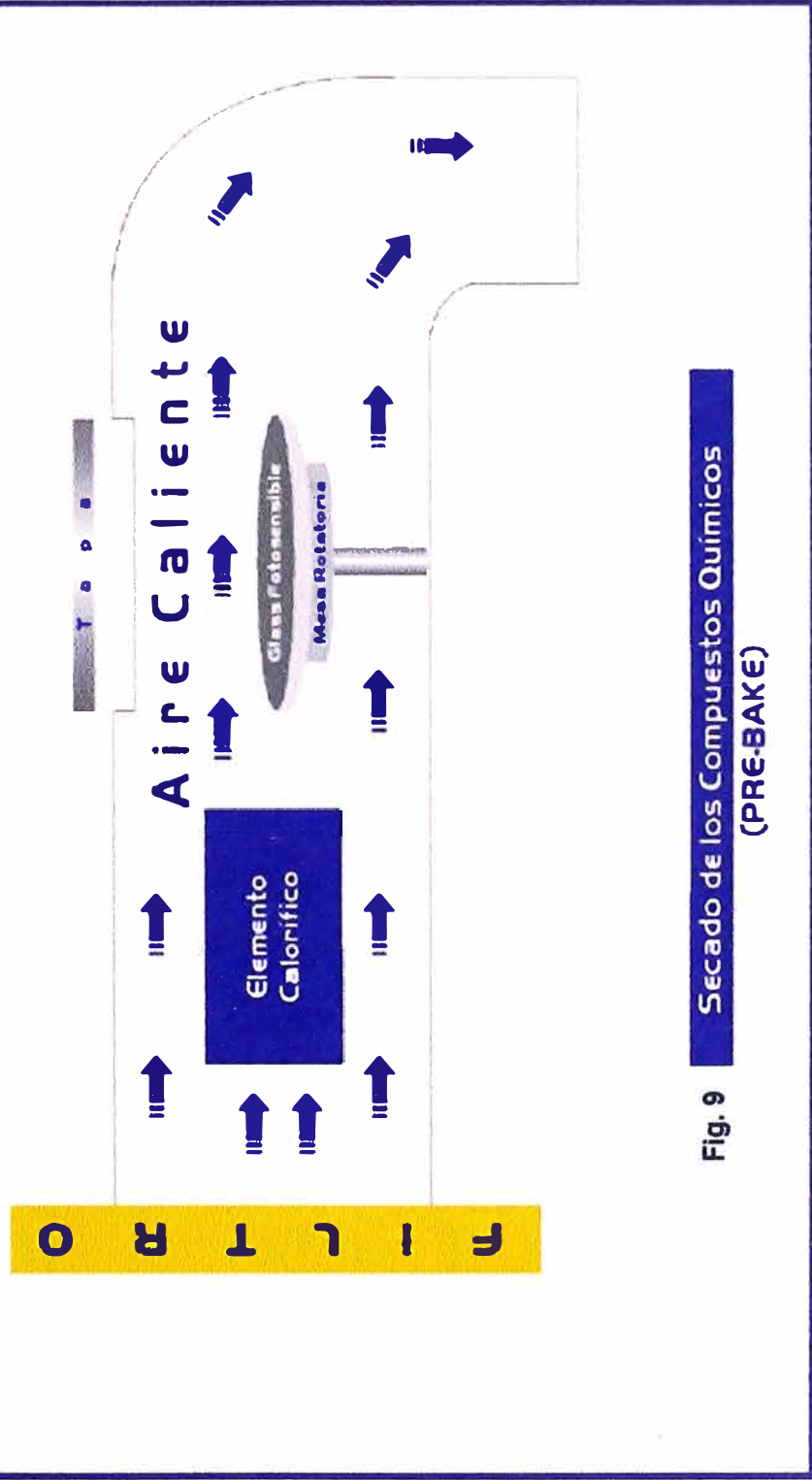


Fig. 9 Secado de los Compuestos Químicos (PRE-BAKE)

Sistema Automático de Masterización - AMS

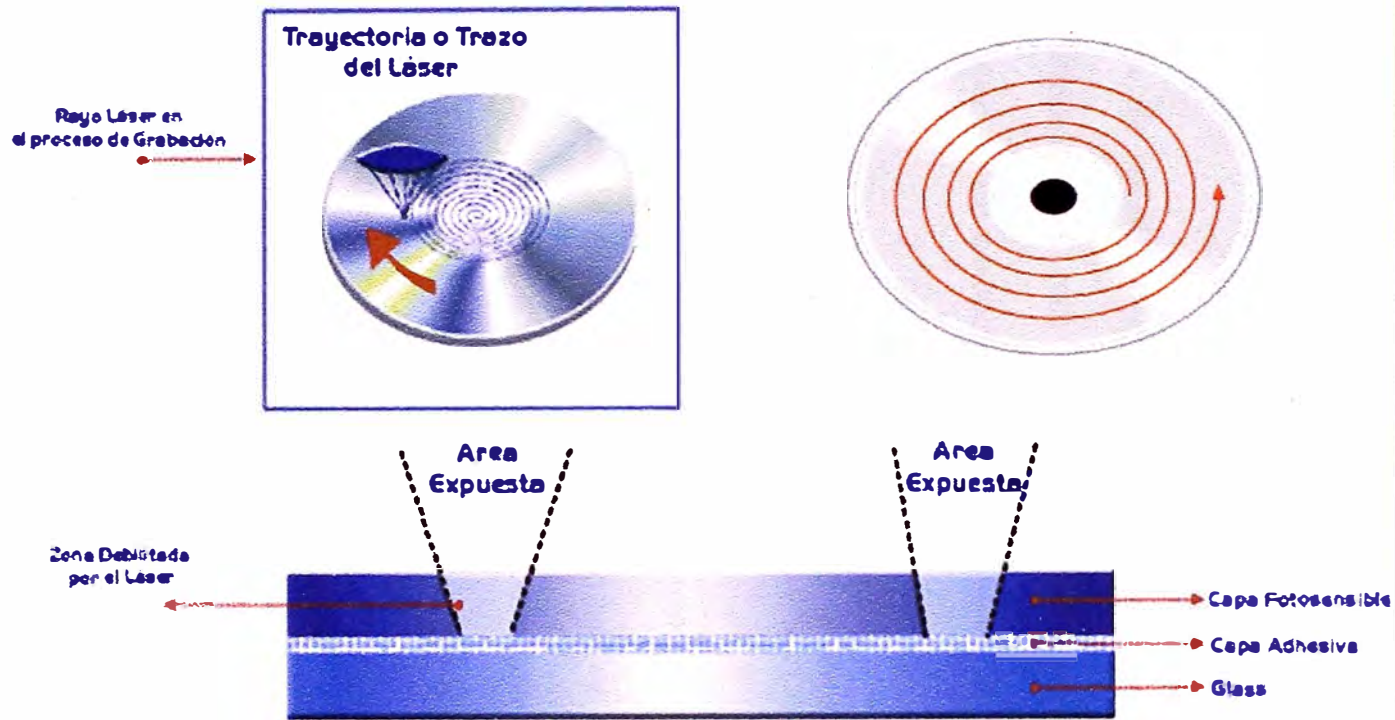


Fig. 10

Rayo Láser Grabador
(LASER BEAM RECORDER)

D. Revelado de la información (DEVELOPING: Revelador)

Durante el proceso de revelado, las áreas que han sido expuestas al láser en el momento de la grabación son fácilmente removidas por acción de un compuesto químico revelador. De esta manera se crean los “pits” en la capa del photoresist.

El proceso de revelado es monitoreado a través de un método de medición por difracción de otro láser de Helio-Neón el cual asegura la formación de la geometría correcta de los “pits” sobre la superficie del disco (fig.11).

Luego el glass es lavado nuevamente con agua ultra pura y secado por exposición de luz ultra violeta (UV).

E. Metalizado (SPUTTERING: Metalización por bombardeo iónico)

Para que el glass pueda ser usado en el proceso de Electroformado es necesario cubrirlo con una capa eléctricamente conductiva. Para lograr esto, el glass ingresa a una cámara de vacío y es expuesto a un bloque sólido de Níquel-Vanadio conocido como “target”, a través de un proceso eléctrico de ionización, pequeñas partículas de Níquel, desprendidas del target, son depositadas sobre el glass ya revelado (fig.12).

* El producto final que se obtiene del AMS se denomina “GLASS MASTER”.

F. Sistemas de Suministro Externo

El Sistema AMS necesita de dispositivos externos que le proporcionan un ambiente adecuado y los suministros necesarios para su funcionamiento. A continuación se listan estos dispositivos:

Creación de los "PITS" por Acción del Revelador

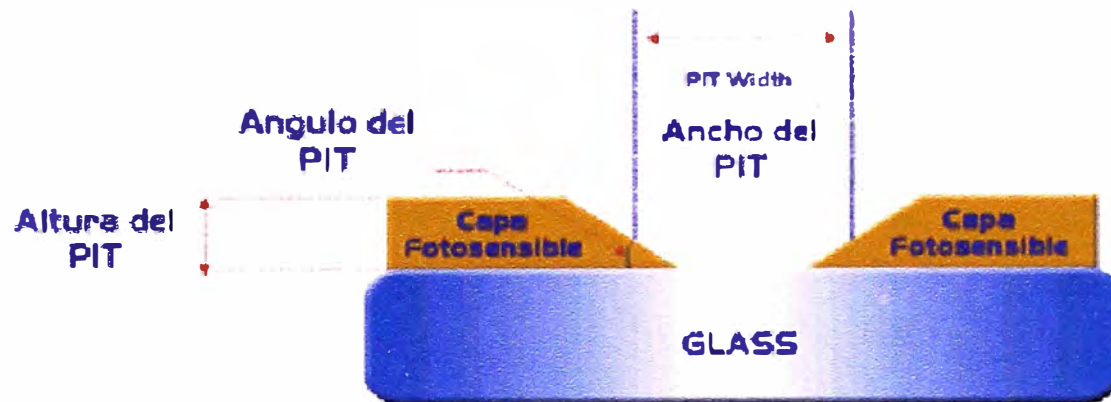


Fig.11

Revelado de la Información
(DEVELOPING)

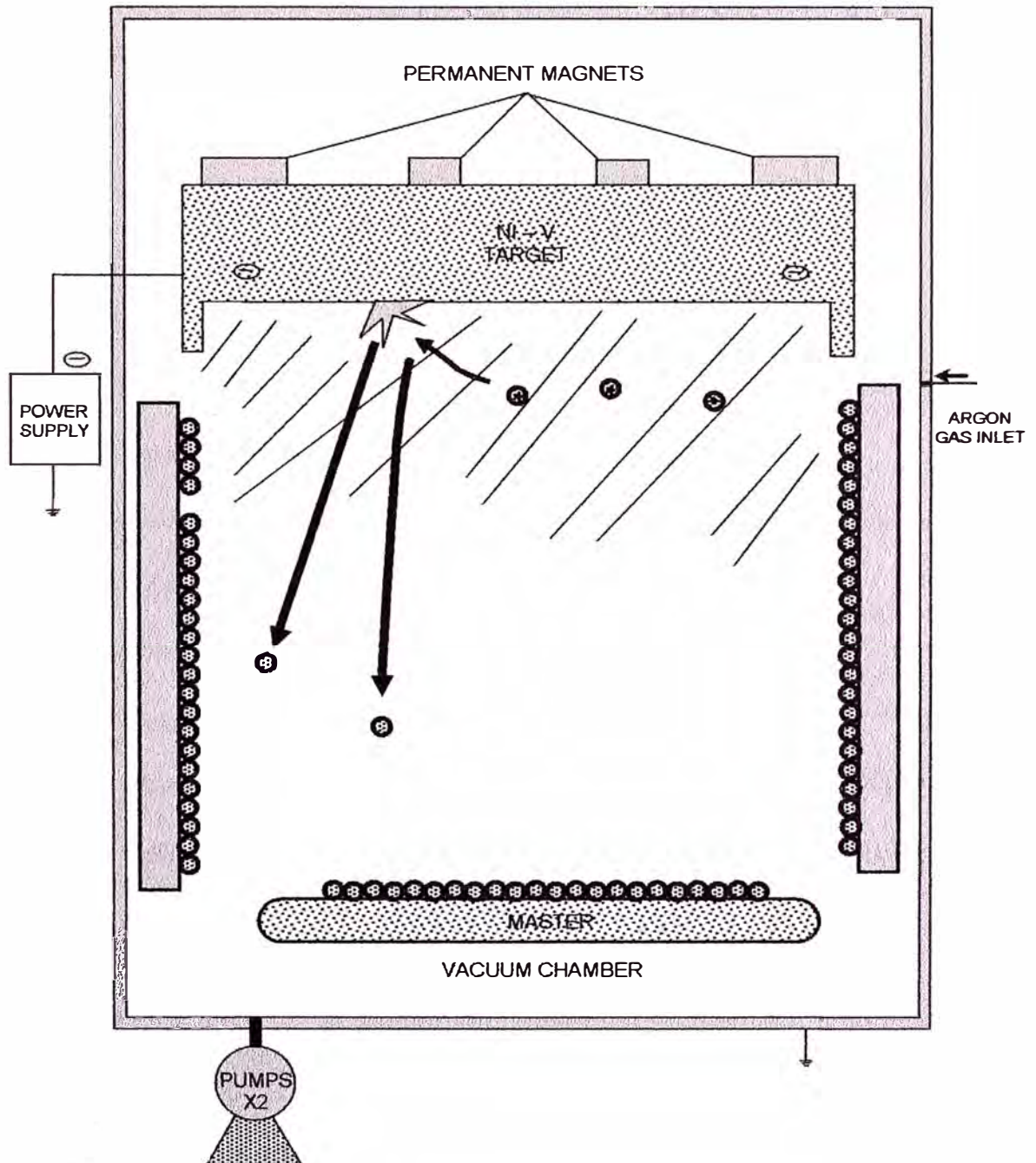


Figura 12: Esquema del Proceso de Metalizado

Unidad de tratamiento de aire (Air Handling Unit), se utiliza para proporcionar aire acondicionado limpio a la máquina AMS para obtener unas condiciones de limpieza de sala blanca de clase 100.

Sistema de agua ultra pura, utilizada para la limpieza del glass y la preparación de los químicos.

Sistema de agua fría (chiller), para mantener el láser de Argón a la temperatura adecuada.

Sistema de aire comprimido (Neumática / Vacío).

Suministro de gas Nitrógeno, que impulsa los químicos para su utilización en el interior de la máquina.

Suministro de gas Argón, utilizado para crear el plasma (gas ionizado) en el proceso de metalizado.

2.1.2 Sistema de Electroformado

A. Proceso de Electroformado

El Glass Master es colocado con un soporte dentro de una celda de electroformado y representa el Cátodo (-) de la celda. El Ánodo (+) está conformado por pequeñas bolitas de Níquel contenidas en un recipiente de Titanio.

El Ánodo y el Cátodo son colocados en forma paralela uno frente al otro y sumergidos en Sulfamato de Níquel (electrolito) (fig.13).

Luego se aplica un potencial eléctrico al sistema causando un bombardeo de iones de Níquel hacía el Glass Master hasta lograr una capa uniforme de Níquel.

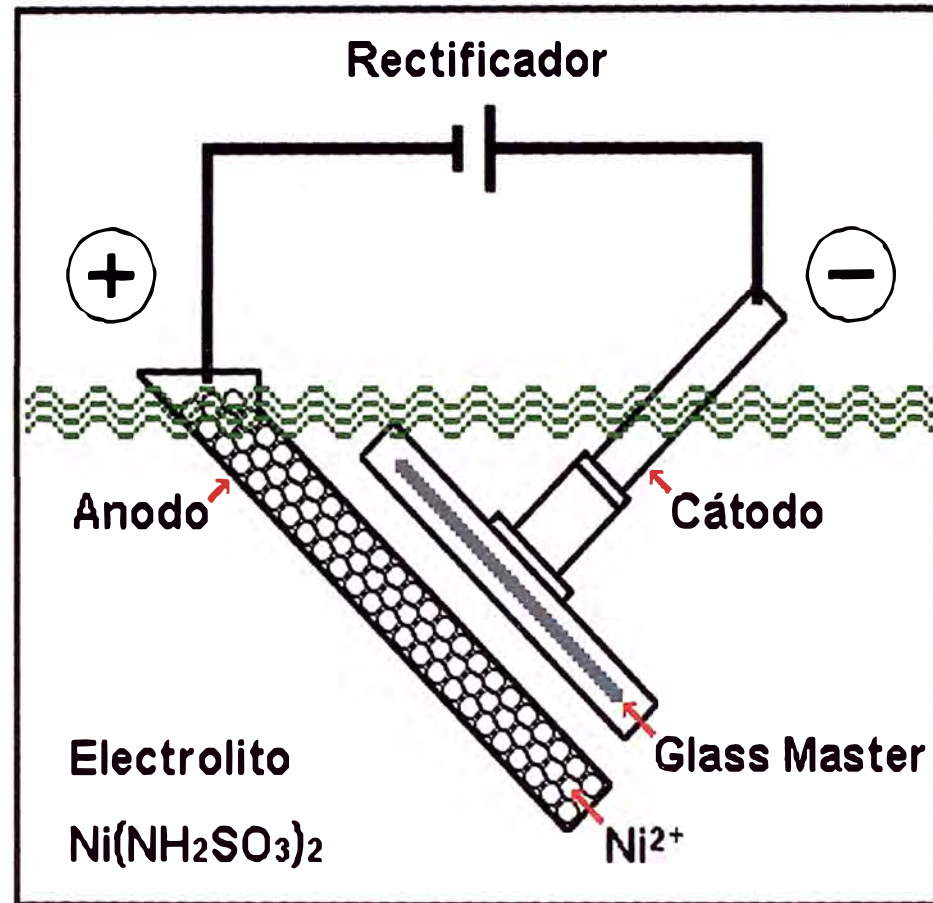
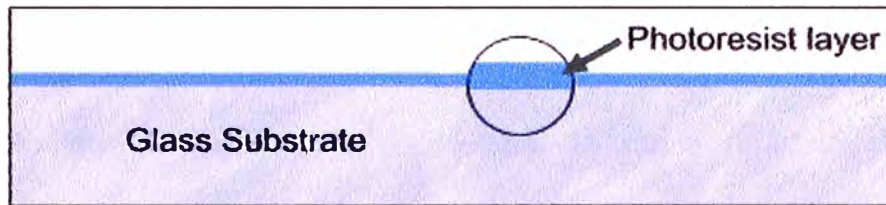


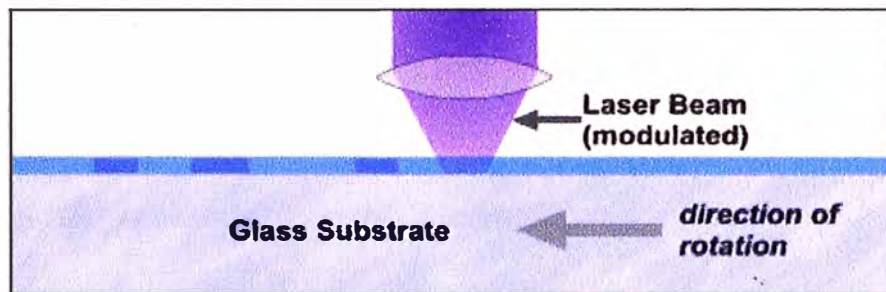
Figura 13: Celda de Electroformado

Fig. 14: Proceso de Masterización

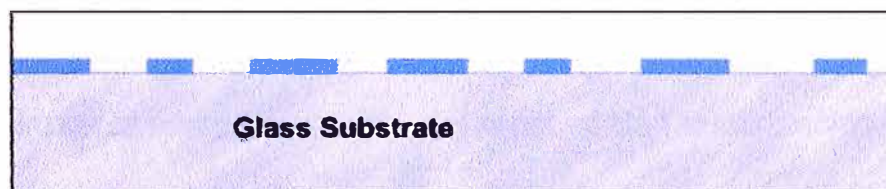
RECUBRIMIENTO DEL DISCO DE VIDRIO CON UNA CAPA DE MATERIAL FOTOSENSIBLE (PHOTORESIST)



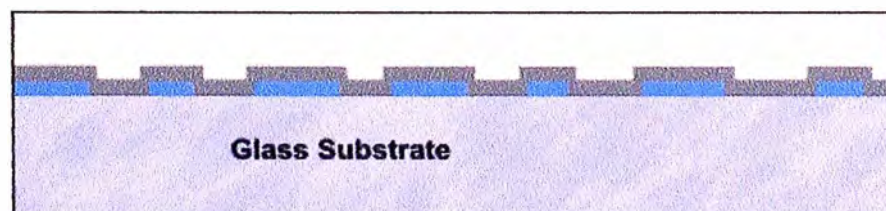
GRABACIÓN POR MEDIO DE UN RAYO LÁSER (LBR)



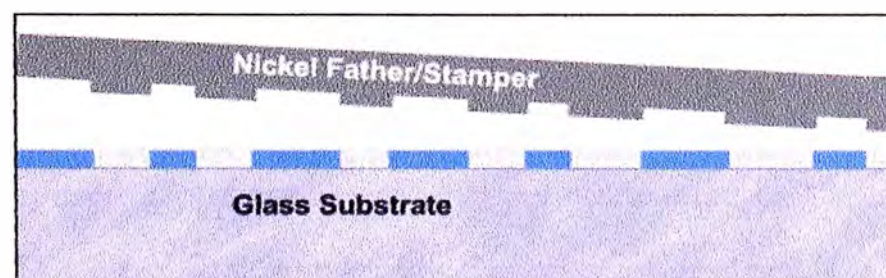
REVELADO (Developing)



METALIZACIÓN



ELABORACIÓN DEL STAMPER



Finalizado el Proceso, el Glass es separado de la capa de Níquel obteniendo el "stamper". La información pasa al Níquel pero en forma inversa.

B. Limpieza del Stamper

Al momento de la separación del Glass, la capa residual del químico fotosensible es transferida a la superficie del stamper y tiene que ser removida completamente antes de darle el acabado final.

Este proceso se realiza con una solución de Hidróxido de Sodio y luego se ingresa el stamper a un sistema de limpieza por UV y Ozono para eliminar cualquier rastro del químico fotosensible.

C. Creación de la Familia de Stampers

El proceso de creación de la familia de Stampers es usado para producir varios stampers a partir de un solo Glass Master. La creación de la familia de stampers reduce el tiempo y el costo del proceso de Masterización.

Stamper Father → Stamper Mother → Stamper

En una aplicación típica de CD's de audio, por cada Stamper Father se pueden obtener diez Stampers Mother y por cada Stamper Mother diez Stampers.

D. Acabado Final

Una vez que el stamper está totalmente limpio, se aplica una laca de protección (ercopell) sobre la cara que contiene la información y luego es secada en un horno a 75 °C por 15 minutos.

El espesor del stamper es medido por un Sistema de Ultrasonido (300 ± 3 um). El Stamper es pulido por la parte posterior con tres lijas (40, 26 y 8

μm). Luego es centrado y cortado al tamaño de producción (diámetro externo: $D = 138 \text{ mm}$, agujero interno: $d = 34\text{mm}$). Finalmente es entregado al Area de Replicación.

2.2 Fabricación de las Réplicas

El proceso de replicación es la producción en serie de Discos Compactos a partir de una Matriz (stamper).

El proceso de replicación consta de tres grandes sistemas:

- Sistema de Replicación
- Sistema de Estampado
- Sistema de Empaque

2.2.1 Sistema de Replicación

Esta constituido por las líneas de replicación que incluyen básicamente una inyectora de policarbonato, sistema de metalizado, aplicación de laca, curado UV y comprobación de errores físicos. La producción por cada línea es de 20,000 CD's diarios.

Una vez que ha sido colocado el stamper en el molde de la línea, la replicación consta de cinco procesos:

A. Moldeado

Este proceso se realiza en las inyectoras Netstal, y consiste en inyectar el policarbonato líquido en el molde donde el CD toma forma de un disco y adquiere la información del stamper en uno de sus lados. El tiempo de ciclo del moldeado para cada CD es de 3.95 s.

B. Metalización

Luego de un enfriamiento, el CD moldeado y transparente ingresa a una cámara de metalización al vacío, donde es cubierto con una película muy fina de aluminio metálico por el lado de la información. Este metalizado sirve de lámina reflectiva para que la información pueda ser interpretada en el reproductor de CD's, por medio de un rayo láser reflejado.

C. Laqueado

Sobre el metalizado se aplica una capa de laca para proteger de futuros daños a la información contenida en el CD.

D. Curado UV

La película de laca es secada en la unidad de curado por exposición a luz Ultra Violeta.

E. Control de Calidad

Para finalizar el proceso, el CD pasa por una unidad automática de control de calidad llamada Dr. Schenk, donde empleando rayos láser se le hace un revisión exhaustiva de su superficie para asegurar que no tenga el más mínimo defecto. Adicionalmente se hace un control de calidad visual. El disco, esta listo ahora para el estampado.

2.2.2 Sistema de Estampado

El estampado se realiza por medio de una impresión serigráfica de hasta cinco colores, en una máquina completamente automática, con una capacidad de 3600 CD's por hora. El estampado puede producir una imagen fotográfica, usando separación de colores y colores especiales. El Arte

gráfico es proporcionado, mediante fotolitos, por el departamento de diseño gráfico.

2.2.3 Sistema de Empaque

Se realiza en una máquina empacadora totalmente automatizada a la que se le alimentan los CD's estampados, con una capacidad de 3600 CD's por hora, el empaque preferido es el CD-BOX. Además existen una gran variedad de opciones para satisfacer las necesidades del cliente, tales como sobres, envolturas de plástico o papel. Adicionalmente se puede adjuntar otros componentes del empaque (tarjetas de registro, manuales, libros y similares).

CAPÍTULO III

PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE AUDIO

3.1 El Disco Compacto de Audio Digital: CD-DA

Para finales de los setenta, la reproducción de sonido analógico fué alcanzando sus límites de realización. El rango dinámico de un nuevo long play podía ser tan bajo como 60 dB, con una separación de canales de sólo 30 dB. Más aún, la grabación estuvo siempre propensa a daños por el uso, el deterioro y los accidentes.

Varios esfuerzos ya habían sido hechos para grabar video y audio analógico en discos ópticos, los cuales llevaron a realizar el disco Laser Vision. Lo más importante fue que estos esfuerzos condujeron a la realización del Disco Compacto de Audio Digital o CD-DA.

Las grabaciones ópticas, incrustadas dentro del disco y leídas por un rayo láser, no sufrían por el uso. Ellas estaban bien protegidas de los daños y usando técnicas digitales, podían ser posibles nuevas funciones:

- Los discos podían ser hechos para especificaciones de audio muy altas.
- Podían ser fabricados muy fácilmente y convenientes para reproducir, tenían además un rápido acceso a pistas individuales.
- Los discos podían ser muy compactos (12 cm de diámetro para más de una hora de reproducción). En consecuencia y significativamente, los reproductores podían ser muy compactos también.
- Los datos erróneos podían ser corregidos por medio de un sistema de corrección de errores.

Un interés en común llevó a Philips y Sony a trabajar juntos en este proyecto. Es así que en 1979 se llevó a cabo la exitosa demostración de un prototipo de laboratorio, hecho por la Philips. En seguida, se propuso la descripción del Sistema del Disco Compacto de Audio Digital en 1981.

El Disco Compacto de Audio Digital rápidamente captó la atención de los consumidores y profesionales por igual. Una mayor razón para esto fue que, se estableció el sistema como un estándar a nivel mundial, Philips y Sony estaban determinadas en el soporte total para las licencias, para garantizar la compatibilidad y crear confianza en el nuevo mercado a desarrollar.

3.2 Digitalización o Codificación de la Información

El CD es un medio de almacenamiento y reproducción digital. Así pues, esta basado en bits, codificados en un modo específico. Aunque se diseñó para audio, éste ha probado ser suficientemente flexible para adaptarse a los

requerimientos de otros tipos de información; mientras siga manteniendo compatibilidad de datos y la estructura del disco.

El requerimiento original fue convertir el sonido (audio analógico) en un formato digital adecuado para registrarlo en un disco, de tal manera que este formato pueda ser restaurado (decodificado) a su forma analógica por un reproductor especial.

Debido a la forma en que el láser detecta los unos y ceros en el CD, no puede haber unos consecutivos, cuando se almacena la información digital. La solución a este problema es la llamada modulación ocho a catorce (EFM: Eight to Fourteen Modulation), la cual consiste en transformar grupos de ocho bits de información en grupos de catorce bits, esto se efectúa en la última etapa de acondicionamiento de la música codificada, para su almacenamiento en el CD. Así también, se añaden tres bits de unión a cada grupo de catorce bits. Este proceso final asegura que no se presenten unos consecutivos, entre los grupos de catorce bits, antes del almacenamiento de la información.

Los pasos para la codificación de música digital (fig.15), se presentan a continuación:

La música analógica es convertida a señal digital mediante un convertidor analógico - digital.

Los canales izquierdo y derecho se mezclan en una secuencia de datos digitales mediante un multiplexor.

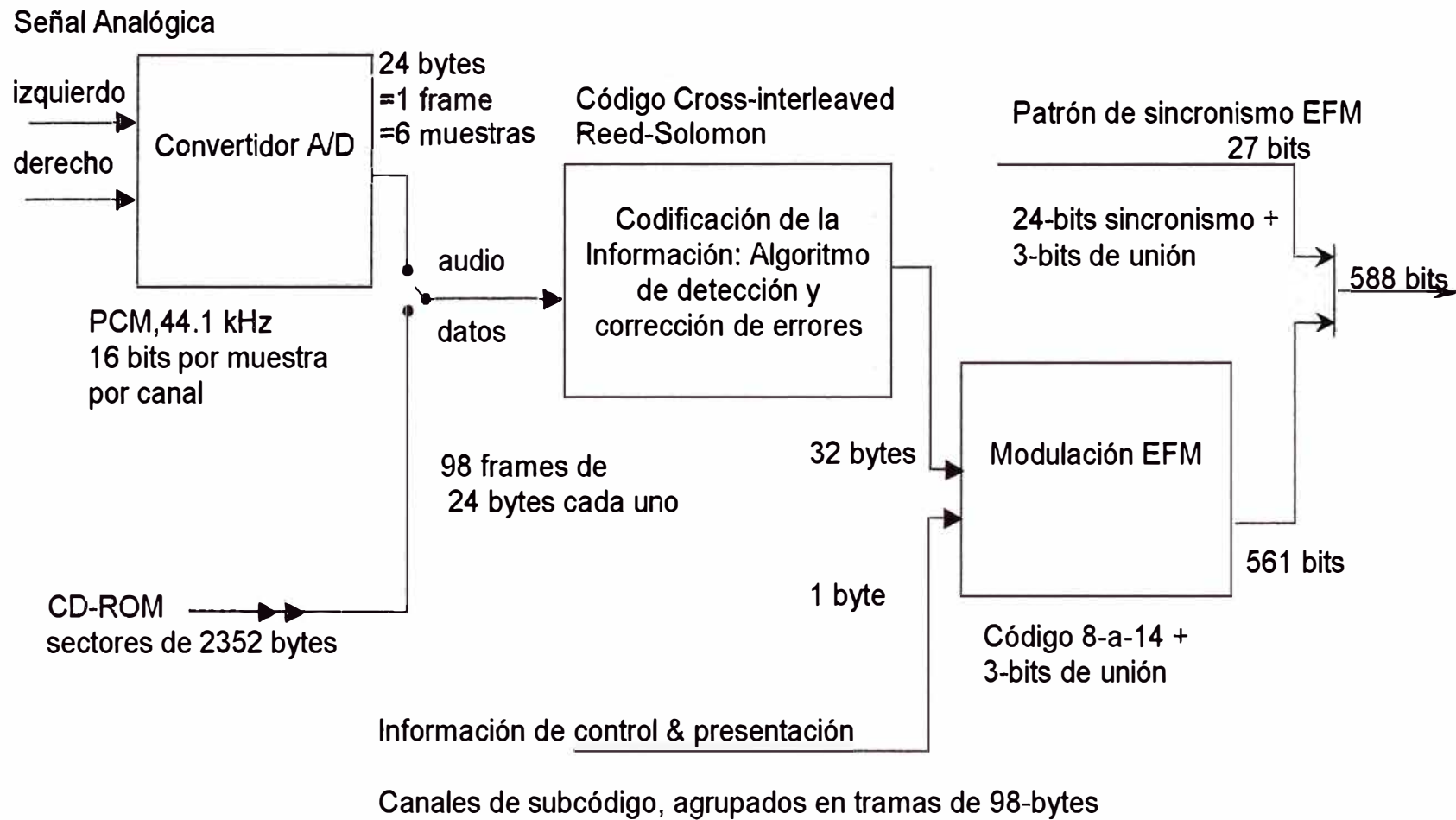


Figura 15: Modelo de Codificación del CD de Audio Digital

La secuencia de datos digitales es codificada mediante un algoritmo de detección y corrección de errores. El algoritmo usado es el Cross Interleaved Reed-Solomon Code (CIRC), el cual tiene dos finalidades: primero proporciona detección y corrección de errores para defectos en el CD y segundo intercala los datos de modo que diferentes porciones de un trama (frame) de música son localizados en posiciones diferentes del CD. Esto ayuda en la corrección de datos dañados debido a rayaduras o huellas digitales.

La secuencia de datos codificados pasa ahora a través del circuito EFM, el cual la preparará para su almacenamiento en el CD. Hasta este punto, la música codificada y modulada es una secuencia de unos y ceros la cual no contiene unos consecutivos.

El reproductor de CD puede considerarse como un decodificador, ya que básicamente ejecuta el proceso inverso de la codificación. La información leída desde un CD debe ser:

- demodulada

- decodificada

- demultiplexada

- convertida de digital a analógica usando un convertidor digital-analógico.

3.2.1 Muestreo y Cuantización

La primera etapa de la codificación es la generación de un flujo de bits digital, que directamente representa el sonido. La señal analógica (tiempo y

amplitud continuos), es convertida en muestras digitales discretas, por medio de muestreo y cuantización (fig. 16a y fig. 16b).

Para permitir una máxima frecuencia de audio de 20 kHz, se escogió una frecuencia de muestreo de 44.1 kHz. Esta es ligeramente el doble de la máxima frecuencia de audio requerida y además satisface el Teorema de Muestreo de Nyquist.

La amplitud de muestreo es dividida en partes iguales para una cuantización uniforme: una palabra de 16 bits para cada canal stereo (izquierdo y derecho), da un total de 32 bits (= 4 bytes) por muestra. El flujo de bits da como resultado una modulación por codificación de pulsos (PCM), y tiene un flujo de bits de: $44.1 \times 10^3 \times 32 = 1.41$ Mbits/seg.

3.2.2 Detección y Corrección de Errores

Para hacer posible la detección y la corrección de errores durante la reproducción, se adicionan bytes de paridad al flujo de bits.

Los reproductores de CD's usan técnicas de paridad e intercalado (interleaving) para minimizar los efectos de los errores en el disco. En teoría, la combinación de paridad e intercalado en un reproductor de CD puede detectar y corregir una ráfaga (burst) de error de hasta 4000 bits malos o un defecto físico de 2.47 mm de longitud. La interpolación puede corregir errores de hasta 13,700 o defectos físicos de hasta 8.5 mm de longitud [5].

La trama de audio contiene seis muestras de audio (24 bytes). Se adoptó el código de corrección de errores Cross Interleaved Reed-Solomon Code (CIRC). Se adicionan 8 bytes (4 bytes por cada componente del CIRC, C1 & C2) para cada trama de audio.

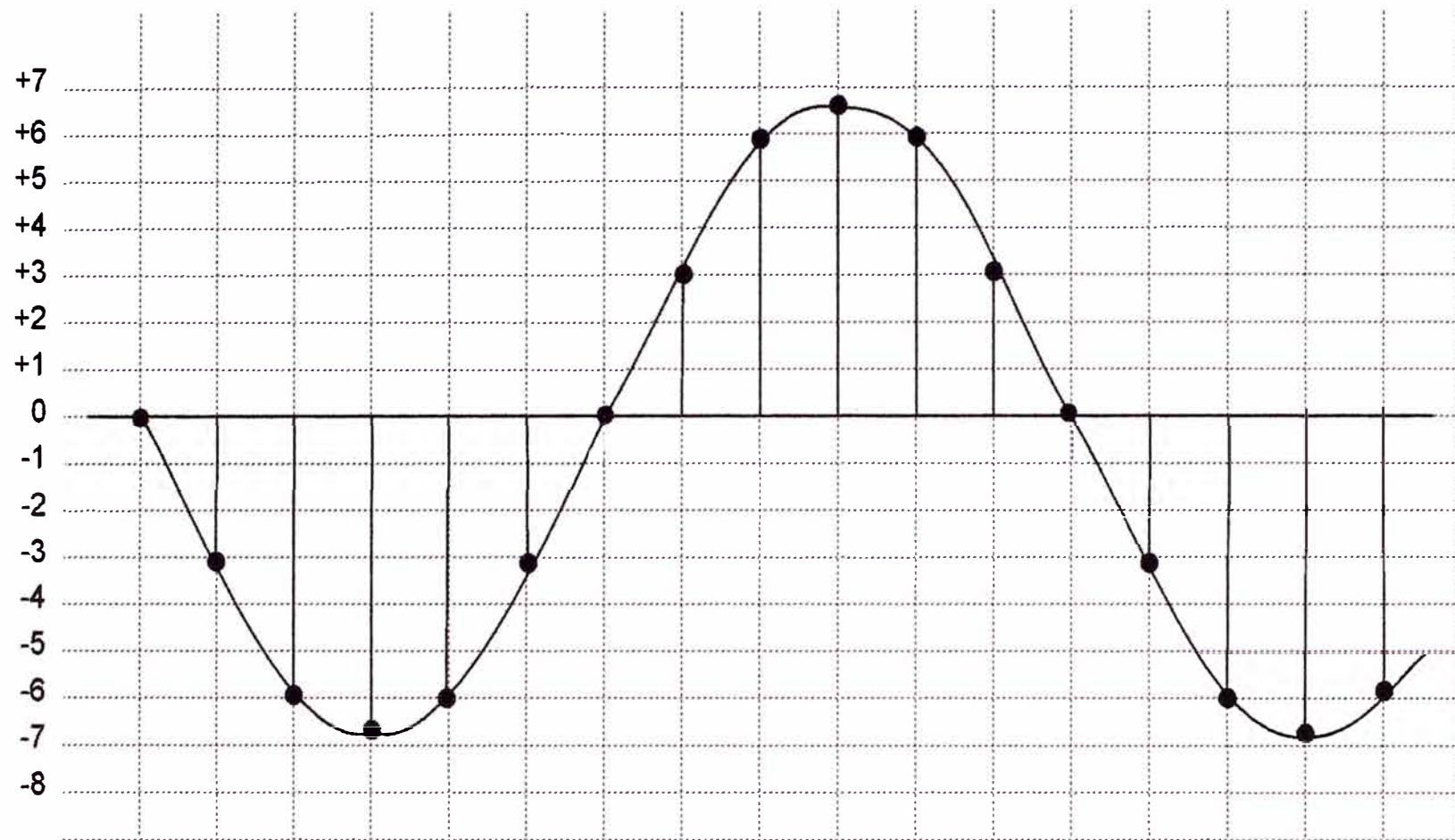


Figura 16a: Muestreo: tomar valores de la señal de audio analógica a intervalos de tiempo equidistantes.

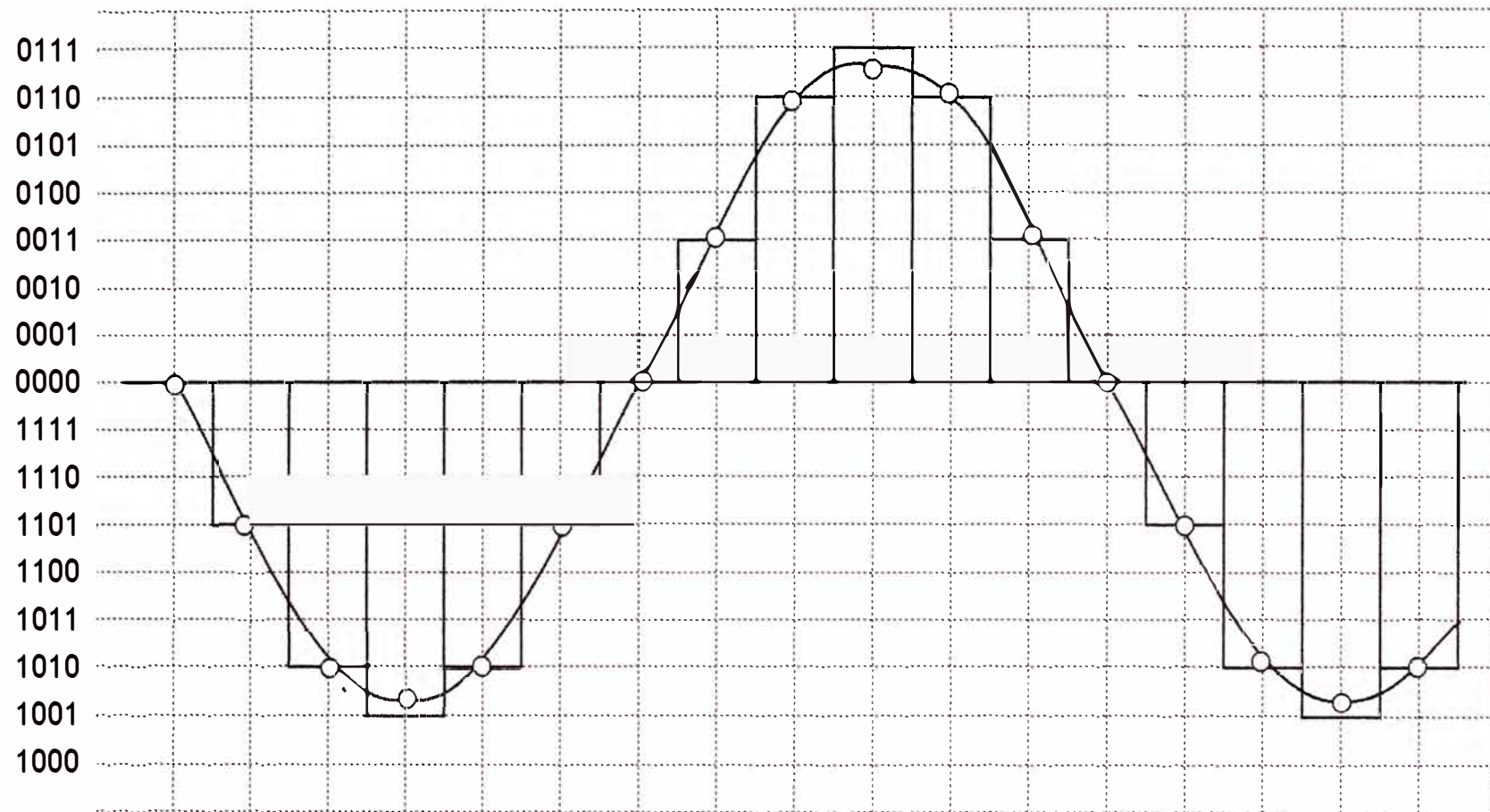


Figura 16b: Cuantización: Redondeo de los valores de audio muestreado al valor digital mas cercano (complemento a 2).

El CIRC tiene el efecto de intercalar el orden de los datos, los cuales separan cualquier error de burst en pequeños errores, habilitando el sistema de corrección de errores para corregir los mismos.

El algoritmo de corrección y detección de errores se resume totalmente en la fig.17 y a continuación se presenta la explicación del mismo.

La señal de música original es una forma de onda en el tiempo. Se toma una muestra de esta forma de onda en el tiempo y se digitaliza en dos palabras de 16 bits, una para el canal izquierdo y otra para el canal derecho.

Por ejemplo, una muestra simple de señal musical podría tener la siguiente estructura:

L1 = 0111 0000 1010 1000

R1 = 1100 0111 1010 1000

Se toman seis muestras (seis para el canal izquierdo y seis para el canal derecho lo cual da un total de 12 palabras de 16-bits cada una) para formar una trama:

L1 R1 L2 R2 L3 R3 L4 R4 L5 R5 L6 R6

Luego la trama se codifica en forma de palabras de 8-bits. Cada señal de audio de 16-bits se transforma en dos palabras de 8-bits.

L1 L1 R1 R1 L2 L2 R2 R2 L3 L3 R3 R3

L4 L4 R4 R4 L5 L5 R5 R5 L6 L6 R6 R6

Dando un total de 24 palabras de 8-bits cada una. Esta es la segunda columna de la tabla.

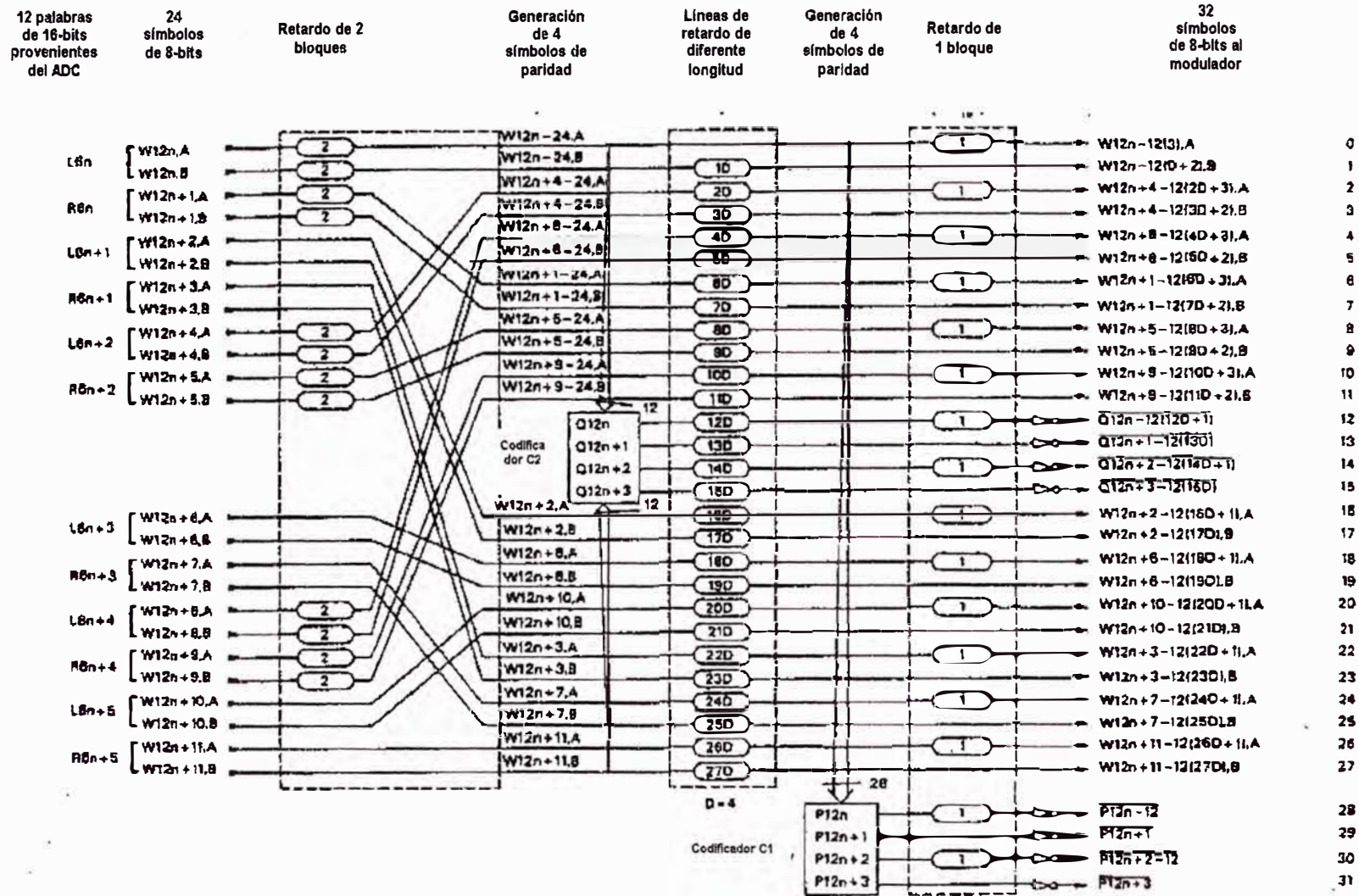


Figura 17: Algoritmo de detección y corrección de errores Cross Interleaved Reed-Solomon Code (CIRC).

Las palabras de 8-bits, provenientes de las muestras pares, sufren un retardo de dos bloques (1 bloque = 12 palabras de 16-bits) y la palabra resultante es cambiada de posición. Este retardo y cambio de posición es la primera parte del proceso de interleaving.

La palabra resultante de 24 bytes (recordar que tiene incluido un retardo de dos bloques, así algunos símbolos o bytes, en esta palabra provienen de bloques que se encuentran dos bloques atrás) tiene adicionado cuatro bytes de paridad. Esta paridad particular se llama paridad "Q". Los errores de paridad encontrados en esta parte del algoritmo se denominan errores C2.

La palabra resultante de $24 + 4Q = 28$ bytes se somete a un nuevo proceso de interleaving, mediante el cual cada uno de los 28 bytes es retardado por un periodo diferente. Cada período es un múltiplo entero de 4 bloques. Así el primer byte deberá tener un retardo de 4 bloques, el segundo de 8 bloques, el tercero de 12 bloques y así sucesivamente. El proceso de interleaving esparce la palabra sobre un total de $28 \times 4 = 112$ bloques.

La palabra resultante de 28 bytes nuevamente es sujeta a una operación de paridad. Esto genera cuatro bytes mas llamados P bytes los cuales se colocan al final de la palabra de datos de 28 bytes. La palabra ahora tiene una longitud total de $28 + 4 = 32$ bytes. Los errores de paridad encontrados en esta parte del algoritmo son llamados errores C1.

Finalmente, se efectúa otro retardo impar-par, pero esta vez en un simple bloque. Los bits de paridad Q y P se invierten (los "1s" se convierten en "0s") para ayudar a la lectura durante el proceso de silenciamiento.

Un subcódigo de 1 byte se añade a la palabra final. El subcódigo almacena información adicionales del disco tal como: el número total de tracks o pistas musicales en el disco, su longitud, etc. En el subcapítulo siguiente se explicará con mas detalle.

3.2.3 El Subcódigo: Sistema de Control y Presentación

Para las funciones de presentación y el control de la reproducción, se asigna un byte más a cada trama de audio. Este es el byte subcódigo. El subcódigo tiene su propio canal, separado del canal principal (audio), con su propia estructura y código de detección/corrección de errores.

El subcódigo tiene información acerca de: cuantas pistas (tracks) hay en un CD, que pista se esta escuchando, el tiempo restante de la canción o el tiempo restante en el CD. Con esta información, el sistema de control puede enviar comandos al manejador (drive) del motor para acelerar o disminuir la velocidad.

Debido a la información del subcódigo, el reproductor de CD tiene muchas características que no las tienen los reproductores de discos de vinilo o los reproductores de cintas de audio. Algunos ejemplos de estas características son los siguientes: programación en memoria y en forma aleatoria de los tracks que se desea escuchar; búsqueda manual (dando saltos entre pistas, hacia atrás o hacia delante con sólo presionar un botón); reproducción aleatoria y pausa del audio en el momento que se desee. El sistema de presentación puede también mostrar información diversa como: que track es el que se esta reproduciendo, el tiempo restante del track, el

tiempo restante en el CD, y el tiempo que queda de la programación en memoria (si es que se programó la memoria).

Finalmente, el sistema de control proporciona una interfase entre los botones de control y las perillas del reproductor de CD. Cuando se presiona el botón de 'skip' (saltos entre pistas), el sistema de control sensa el comando y envía las señales de control a varios sistemas encargados de ejecutar el comando 'skip'. Este sistema, muestra también la tarea que se esta requiriendo, en ese momento, en el display del reproductor.

3.2.4 Modulación Ocho a Catorce (EFM)

La modulación ocho a catorce (EFM: Eight to Fourteen Modulation), es un modo eficiente de reducir errores.

La idea es minimizar el número de transiciones de "0" a "1" y transiciones de "1" a "0", de esta forma se evita pits pequeños. La modulación ocho a catorce asegura que entre dos transiciones se tenga una distancia minima de 3 bits y como distancia máxima 11 bits. Con esto se obtendrá combinaciones de bits que tengan como mínimo 2 ceros consecutivos y como máximo 10 ceros consecutivos, ya que la transición es indicada por un bit "1".

Cada byte (8 bits) de audio, datos de CIRC y subcódigo es transpuesto por una tabla de revisión en un canal de 14 bits.

Así por ejemplo, el número 10 en binario tiene la siguiente secuencia:

0000 1010

en formato EFM su secuencia esta dada por:

1001 0001 0000 00

En la tabla 1 y 2 se muestran los códigos correspondientes a la codificación de la modulación ocho a catorce.

Finalmente, cada trama tiene una palabra de sincronización de 24 bits y cada grupo de 14 bits se une con los otros grupos a través de 3 bits de unión.

Estos bits de unión tienen los siguiente objetivos:

1. Que no haya dos 1's consecutivos de palabras contiguas de código EFM.

Hay muchas palabras de código EFM las cuales terminan en "1" (por ejemplo todas las palabras binarias de 8 ocho bits desde el número 128 al 152 terminan en "1". Del mismo modo, hay palabras de código EFM que comienzan en "1". Por lo tanto es relativamente fácil tener palabras adyacentes EFM que generen "1's" consecutivos.

Por ejemplo el binario 128 y el binario 57:

Número decimal:	128	57
Código Binario:	10000000	00111001
Código EFM:	01001000100001	1000000001000

2. Para mantener el valor de la suma digital cerca de cero.

La minimización de la suma digital es solamente para procurar mantener casi el mismo promedio de "0's" y "1's". El valor de +1 es asignado a los estados "1's" y el valor de -1 es asignado a los estados "0's". Entonces, el valor de los bits de unión se escogen para mantener el promedio cercano a cero.

0	: 00000000	01001000100000	64	: 01000000	01001000100100
1	: 00000001	10000100000000	65	: 01000001	10000100100100
2	: 00000010	10010000100000	66	: 01000010	10010000100100
3	: 00000011	10001000100000	67	: 01000011	10001000100100
4	: 00000100	01000100000000	68	: 01000100	01000100100100
5	: 00000101	00000100010000	69	: 01000101	00000001001000
6	: 00000110	00010000100000	70	: 01000110	00010000100100
7	: 00000111	00100010000000	71	: 01000111	001000100100100
8	: 00001000	01001001000000	72	: 01001000	01001001000100
9	: 00001001	10000001000000	73	: 01001001	10000001000100
10	: 00001010	10010001000000	74	: 01001010	10010001000100
11	: 00001011	10001001000000	75	: 01001011	10001001000100
12	: 00001100	01000001000000	76	: 01001100	01000001000100
13	: 00001101	00000001000000	77	: 01001101	00000001000100
14	: 00001110	00010001000000	78	: 01001110	00010001000100
15	: 00001111	00100001000000	79	: 01001111	00100001000100
16	: 00010000	10000000100000	80	: 01010000	10000000100100
17	: 00010001	10000000100000	81	: 01010001	100000001000100
18	: 00010010	10010000100000	82	: 01010010	100100001000100
19	: 00010011	00100000100000	83	: 01010011	00100000100100
20	: 00010100	01000010000000	84	: 01010100	01000010000100
21	: 00010101	00000001000000	85	: 01010101	00000001000100
22	: 00010110	00010000100000	86	: 01010110	000100001000100
23	: 00010111	00100001000000	87	: 01010111	00100001000100
24	: 00011000	01001000010000	88	: 01011000	01001000010000
25	: 00011001	10000000010000	89	: 01011001	10000000000100
26	: 00011010	10010000010000	90	: 01011010	10010000000100
27	: 00011011	10001000010000	91	: 01011011	10001000000100
28	: 00011100	01000000010000	92	: 01011100	01000000000100
29	: 00011101	00001000010000	93	: 01011101	00001000000100
30	: 00011110	00010000010000	94	: 01011110	00010000000100
31	: 00011111	00100000010000	95	: 01011111	00100000000100
32	: 00100000	00000000010000	96	: 01100000	010010000100010
33	: 00100001	10000100001000	97	: 01100001	10000100000100
34	: 00100010	00001000010000	98	: 01100010	100100000100010
35	: 00100011	00100000010000	99	: 01100011	100010000100010
36	: 00100100	01000100001000	100	: 01100100	01000100000100
37	: 00100101	00000000000100	101	: 01100101	000000000100010
38	: 00100110	01000000010000	102	: 01100110	010000000100010
39	: 00100111	00100100001000	103	: 01100111	00100100000100
40	: 00101000	01001000010000	104	: 01101000	010010000000010
41	: 00101001	10000000000100	105	: 01101001	100000000000010
42	: 00101010	10010000000100	106	: 01101010	100100000000010
43	: 00101011	10001000000100	107	: 01101011	100010000000010
44	: 00101100	01000001000100	108	: 01101100	010000010000010
45	: 00101101	00000000000100	109	: 01101101	000000000000010
46	: 00101110	00010000000100	110	: 01101110	000100000000010
47	: 00101111	00100000000100	111	: 01101111	001000000000010
48	: 00110000	00000100000000	112	: 01110000	100000000000010
49	: 00110001	10000000000100	113	: 01110001	100000000000010
50	: 00110010	10010000000100	114	: 01110010	100100000000010
51	: 00110011	10001000000100	115	: 01110011	000100000000010
52	: 00110100	01000000000100	116	: 01110100	010000000000010
53	: 00110101	00000000000100	117	: 01110101	000000000000010
54	: 00110110	00010000000100	118	: 01110110	000100000000010
55	: 00110111	00100000000100	119	: 01110111	001000000000010
56	: 00111000	01001000000100	120	: 01111000	010010000000010
57	: 00111001	10000000000100	121	: 01111001	000100000000010
58	: 00111010	10010000000100	122	: 01111010	100100000000010
59	: 00111011	10001000000100	123	: 01111011	100010000000010
60	: 00111100	01000000000100	124	: 01111100	010000000000010
61	: 00111101	00001000000100	125	: 01111101	000010000000010
62	: 00111110	00010000000100	126	: 01111110	000100000000010
63	: 00111111	00100000000100	127	: 01111111	001000000000010



C1 es el primero

Tabla 1: Tabla de Conversión EFM del 0 al 127 (representación NRZ-I)

128	: 10000000	01001000100001	192	: 11000000	01000100100000
129	: 10000001	10000100100001	193	: 11000001	10000100010001
130	: 10000010	10010000100001	194	: 11000010	10010010010000
131	: 10000011	10001000100001	195	: 11000011	00001000100100
132	: 10000100	01000100100001	196	: 11000100	01000100010001
133	: 10000101	00000000100001	197	: 11000101	00000100010001
134	: 10000110	00010000100001	198	: 11000110	00010010010000
135	: 10000111	00100100100001	199	: 11000111	00100100010001
136	: 10001000	01001001000001	200	: 11001000	00001001000001
137	: 10001001	10000001000001	201	: 11001001	10000100000001
138	: 10001010	10010001000001	202	: 11001010	00001001000010
139	: 10001011	10001001000001	203	: 11001011	00001001000000
140	: 10001100	01000001000001	204	: 11001100	01000100000001
141	: 10001101	00000001000001	205	: 11001101	00000100000001
142	: 10001110	00010001000001	206	: 11001110	00000100010000
143	: 10001111	00100001000001	207	: 11001111	00100100000001
144	: 10010000	10000000100001	208	: 11010000	00000100100100
145	: 10010001	10000010000001	209	: 11010001	10000010010001
146	: 10010010	10010010000001	210	: 11010010	10010010010001
147	: 10010011	00100000100001	211	: 11010011	10000100100000
148	: 10010100	01000010000001	212	: 11010100	010000100010001
149	: 10010101	00000010000001	213	: 11010101	00000010010001
150	: 10010110	00010010000001	214	: 11010110	00010010010001
151	: 10010111	00100010000001	215	: 11010111	00100010010001
152	: 10011000	01001000000001	216	: 11011000	01001000010001
153	: 10011001	10000010010000	217	: 11011001	10000000010001
154	: 10011010	10010000000001	218	: 11011010	10010000010001
155	: 10011011	10001000000001	219	: 11011011	10001000010001
156	: 10011100	01000010010000	220	: 11011100	01000000010001
157	: 10011101	00001000000001	221	: 11011101	00001000010001
158	: 10011110	00010000000001	222	: 11011110	00010000010001
159	: 10011111	00100010010000	223	: 11011111	00100000010001
160	: 10100000	00001000100001	224	: 11100000	01000100000010
161	: 10100001	10000100001001	225	: 11100001	00000100000010
162	: 10100010	01000100010000	226	: 11100010	10000100010010
163	: 10100011	00000100100001	227	: 11100011	00100100000010
164	: 10100100	01000100001001	228	: 11100100	01000100010010
165	: 10100101	00000100001001	229	: 11100101	00000100010010
166	: 10100110	01000000100001	230	: 11100110	01000000100010
167	: 10100111	00100100001001	231	: 11100111	00100100010010
168	: 10101000	01001001001001	232	: 11101000	10000100000010
169	: 10101001	10000001001001	233	: 11101001	10000100000100
170	: 10101010	10010001001001	234	: 11101010	00001001001001
171	: 10101011	10001001001001	235	: 11101011	00001001000010
172	: 10101100	01000001001001	236	: 11101100	01000100000100
173	: 10101101	00000001001001	237	: 11101101	00000100000100
174	: 10101110	00010001001001	238	: 11101110	00010000100010
175	: 10101111	00100001001001	239	: 11101111	00100100000100
176	: 10110000	00000100100000	240	: 11110000	00000100100010
177	: 10110001	10000010001001	241	: 11110001	10000010010010
178	: 10110010	10010010001001	242	: 11110010	10010010010010
179	: 10110011	00100100010000	243	: 11110011	00000100010001
180	: 10110100	01000010001001	244	: 11110100	01000010010010
181	: 10110101	00000010001001	245	: 11110101	00000010010010
182	: 10110110	00010010001001	246	: 11110110	00010010010010
183	: 10110111	00100010001001	247	: 11110111	00100010010010
184	: 10111000	01001000001001	248	: 11111000	01001000010010
185	: 10111001	10000000001001	249	: 11111001	10000000010010
186	: 10111010	100100000001001	250	: 11111010	10010000010010
187	: 10111011	100010000001001	251	: 11111011	10001000010010
188	: 10111100	01000000001001	252	: 11111100	01000000010010
189	: 10111101	000010000001001	253	: 11111101	0000100000010010
190	: 10111110	000100000001001	254	: 11111110	0001000000010010
191	: 10111111	001000000001001	255	: 11111111	0010000000010010

Simbolos
de 8 bits Transiciones
entre bits de
canal

Tabla 2: Tabla de Conversión EFM del 128-255 (representación NRZ-I)

Por lo tanto, la trama final (la cual comenzó con $6 \times 16 \times 2 = 192$ bits de datos de audio) ahora contiene:

- palabra de sincronismo	24 bits
- señal de subcódigo	$1 \times 14 = 14$ bits
- datos de audio	$24 \times 14 = 336$ bits
- bits de paridad o corrección de error	$8 \times 14 = 112$ bits
bits de unión	$34 \times 3 = 102$ bits
Total de bits por trama	588 bits

La trama completa de audio se puede apreciar en la fig.18.

Todo lo antes mencionado resulta en una velocidad de bits por canal de 4.32 Mbits/seg, cuya deducción se muestra a continuación:

$$(588 \text{ bits/trama}) / (6 \text{ muestras/trama}) = 98 \text{ bits/muestra}$$

$$\text{bits por canal} = (98 \text{ bits/muestra}) \times (44.1 \times 10^3 \text{ muestras/seg.})$$

$$\text{bits por canal} = 4.32 \text{ Mbits/seg.}$$

Así, la geometría del Disco Compacto, permite teóricamente un tiempo de reproducción máximo de 79 minutos y 58 segundos. A continuación se presenta la fórmula para el cálculo del tiempo de reproducción:

$$T = \frac{\pi * (R_{\text{end}}^2 - R_{\text{start}}^2)}{V * P}$$

Donde:

T = tiempo de reproducción

V = velocidad lineal

R_{end} = radio final del track

P = distancia entre tracks

R_{start} = radio inicial del track

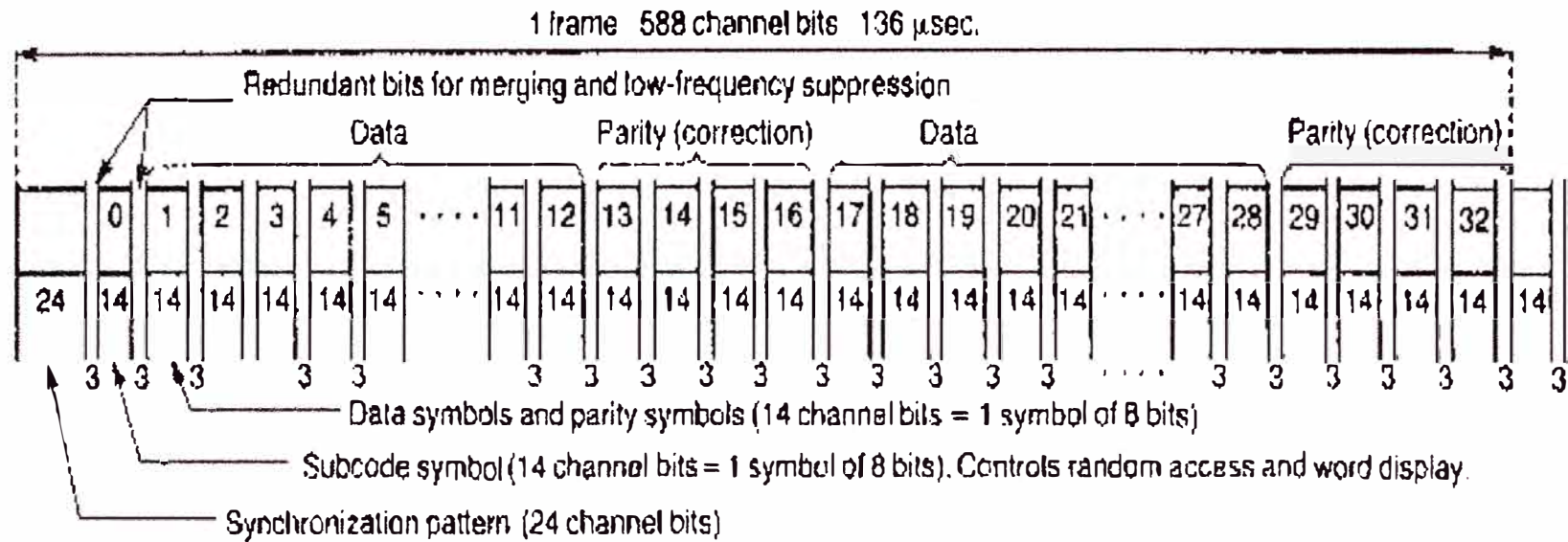


Figura 18: Formato de la Trama de Audio

Por limitaciones prácticas y tolerancias de fabricación, el tiempo de reproducción máximo está limitado en realidad a cerca de 74 minutos.

3.2.5 La Trama del Subcódigo

En cada trama de audio (588 bits de canal) existen 8 bits (P, Q, ..., W) de subcódigo que se encuentran disponibles después de la modulación para propósitos de control y presentación. Cada uno de los 8 bits del byte subcódigo forman parte de un canal de información separado (canales subcódigo P-W).

Un ciclo completo de información de subcódigo se extiende sobre un bloque de 98 tramas EFM y es conocido como la trama del subcódigo. Como una trama EFM tiene 24 bytes de audio, entonces a una trama de subcódigo le corresponde $98 \times 24 = 2352$ bytes de datos de audio (ver fig. 19). Así, los bits P, Q, ..., W de estas 98 tramas consecutivas se agrupan y cada grupo de 98 bits conforma un canal de subcódigo. Por lo tanto, hay un canal P de 98 bits, un canal Q de 98 bits, un canal R de 98 bits y así sucesivamente.

El canal P es un simple flag de separación de tracks de música, que indica el comienzo y final del track. En el canal Q se encuentran codificados datos como el número de track y el tiempo de duración. Los canales R al W son usados para propósitos de presentación. La fig. 20 muestra un ejemplo de la codificación del canal P y Q.

A. La estructura de la trama

Un bloque de subcódigo consiste de 98 símbolos de subcódigo. La frecuencia de repetición de un bloque es de 75 Hz.

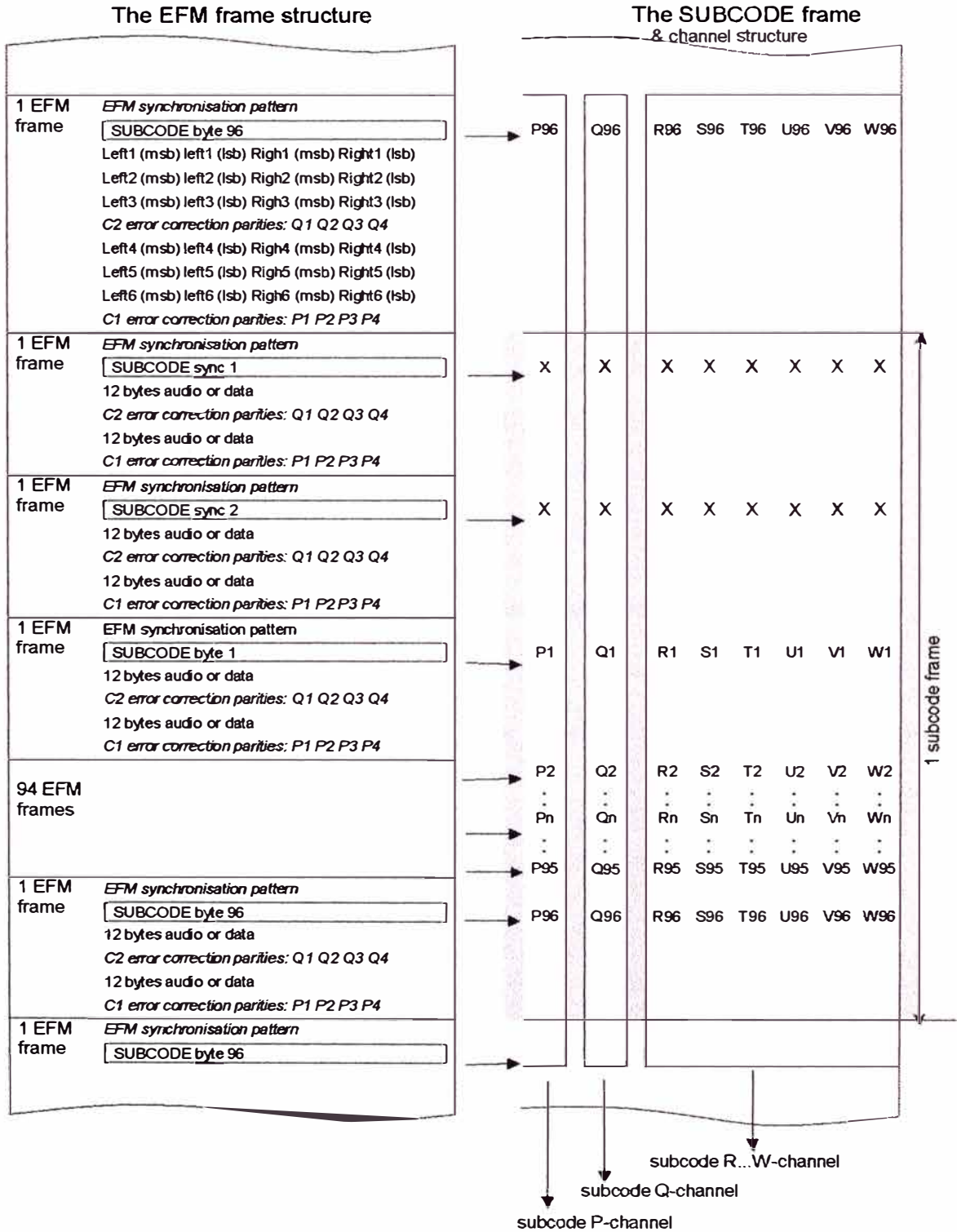


Figura 19: Estructura de la tramas EFM y del Subcódigo.

Los dos primeros símbolos del subcódigo, S0 y S1, conforman patrón del sincronismo (ver tabla 3).

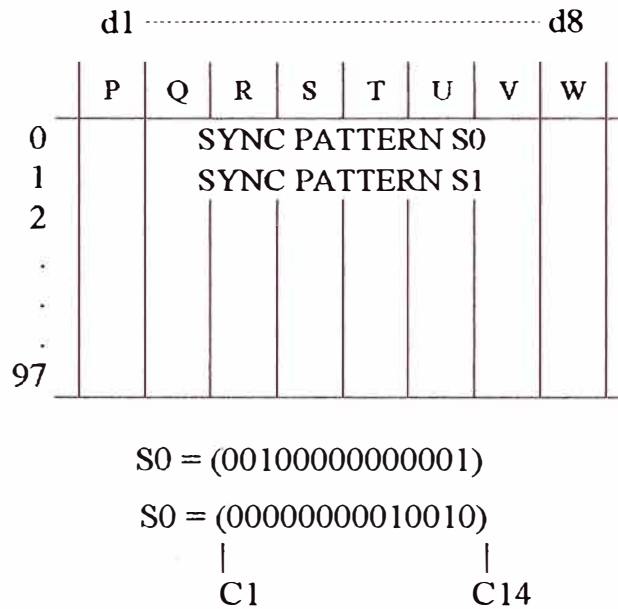


Tabla 3: Bloque del Subcódigo

B. El canal P

El canal P es un bit de flag que indica el inicio de un track con las siguientes reglas de código:

música : P = 0

flag de inicio : P = 1

La longitud mínima de un flag de inicio codificado en el canal P es de 2 segundos, el final del flag de inicio codificado indica el inicio del siguiente track.

Si la pausa actual excede de 2 segundos, la longitud del flag de inicio la da la longitud de la pausa actual (ver fig. 20).

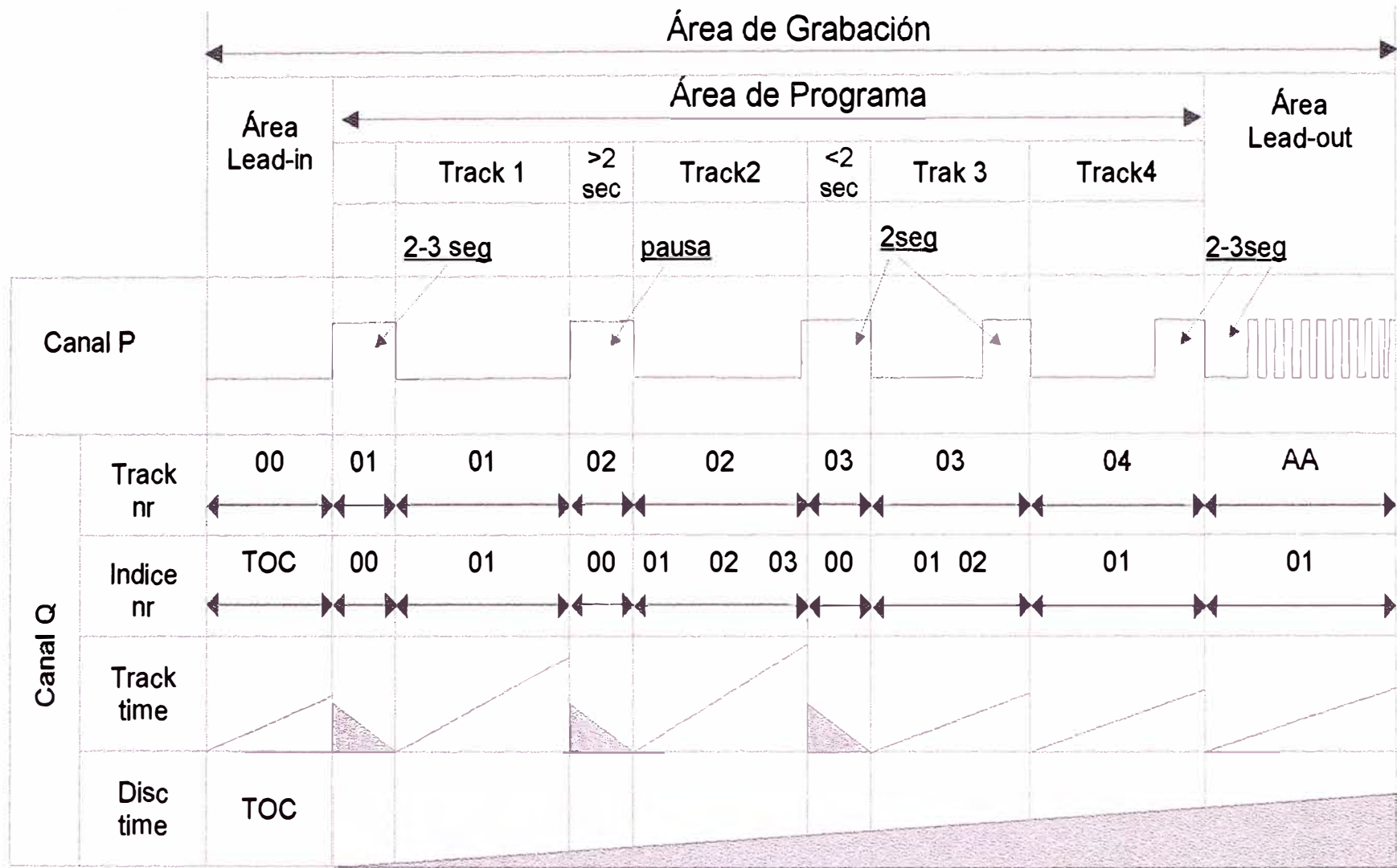


Fig. 20: Configuración general de los tracks dada por los canales P y Q del subcódigo

En el track lead-in el canal P es codificado como música ($P=0$). La primera pieza de música es precedida por un flag de inicio ($P=1$) de 2–3 segundos.

El track lead-out es precedido por un flag de inicio de 2-3 segundos (durante el último track de música en el disco). El final del flag de inicio indica el comienzo del track lead-out. El canal P permanece en cero, por 2-3 segundos, después del comienzo del track lead out, luego P cambia alternadamente de 0 a 1 a un ritmo de 2 Hz \pm 2% (duty cycle 50 \pm 10%).

C. El canal Q

En el área lead-in, el canal Q porta una tabla de contenido (TOC: Table of Content), que contiene la dirección de inicio de cada pista en el área de programa, repetida varias veces. En el área de programa, el canal Q porta el número y tiempo de duración del track así como los índices de entrada del track. También registra el número de catálogo del disco y el código ISRC (International-Standard-Recording-Code: Código de Grabación Estándar Internacional), el cual da un número único a cada track o pista de música. Todos los datos del canal Q están protegidos contra errores por la Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC: Cyclic Redundancy Check).

La velocidad de los datos es de 75 tramas por segundo, permitiendo un código de tiempo en minutos, segundos y tramas. Este es suficientemente preciso para señalar el inicio de un track de música. En efecto, se percibió una gran ventaja del CD, la fácil y conveniente manera con la cual los tracks de música podían ser encontrados y reproducidos.

3.2.6 Grabación

Por medio de un láser, la señal EFM es grabada sobre un disco master como una pista continua en forma de espiral. Para lograr la máxima densidad de datos, la grabación es hecha a una velocidad lineal constante (CLV). La grabación, la cual comienza en el radio interno del disco, empieza con el área lead-in, que contiene los canales subcódigo P y Q, incluyendo la Tabla de Contenido (TOC). Luego viene el área de Programa, que contiene hasta 99 tracks, seguido por el área lead-out, ambos con canales subcódigo P y Q con información del tiempo del disco y del track.

Del master, se hacen los stampers que se usan en el proceso de moldeo por inyección por medio del cual se replican los CD's.

3.3 Decodificación de la Información de Audio

3.3.1 Reproducción

En los reproductores de CD, el disco nuevamente gira a la misma velocidad lineal constante, lo cual significa que el motor del tomamesa disminuye gradualmente desde 540 rpm al inicio, hasta llegar a 200 rpm al final, dependiendo de la longitud de la grabación.

3.3.2 Decodificación

El formato de codificación, especificado en la Descripción del Sistema de CD-DA o llamado también Red Book, habilita al reproductor de CD's a leer los datos del disco usando un láser que recoge y deriva la señal EFM de estos.

Para una buena calidad de audio, el canal principal de datos tiene que llegar hasta la salida del decodificador a un rango fijo y muy constante. Sin

embargo, el rango de datos EFM es variable, porque éste es directamente proporcional a cualquier variación de la CLV (velocidad lineal constante) en el disco (ej. debido a excentricidad). El sistema de control del motor del tomamesa, con su ancho de banda limitado, no es capaz de cancelar estas variaciones con suficiente precisión. Los datos EFM demodulados son, por lo tanto, enviados a un buffer de primera entrada-primer salida (fifo), en el cual la entrada es sincronizada por el bit de sincronismo EFM y la salida es sincronizada por el sistema de sincronismo X-tal. El factor de llenado del buffer fifo es usado para controlar la velocidad del motor del tomamesa y, de este modo, el promedio del rango de entrada de los datos del disco. Conforme el buffer fifo se llena, el motor baja la velocidad y viceversa. Los datos que fluyen dentro del circuito de corrección de error se retrasan, pero llegan al rango fijo a la salida (sincronismo X-tal).

Los datos subcódigo y la señal de sincronismo se extraen directamente del demodulador EFM, lo cual significa que el rango varía proporcionalmente a las variaciones de la CLV.

Debido al retraso de tiempo variable de la decodificación del canal principal (el cual depende del factor de llenado del buffer fifo) y la variación del rango de datos a la salida del procesador del subcódigo, hay una diferencia de tiempo variable entre la llegada de los datos del canal principal y la llegada de los datos subcódigo, a sus respectivas salidas.

Para las funciones de acceso y presentación del CD-Audio estas diferencias son demasiado pequeñas como para causar disturbios.

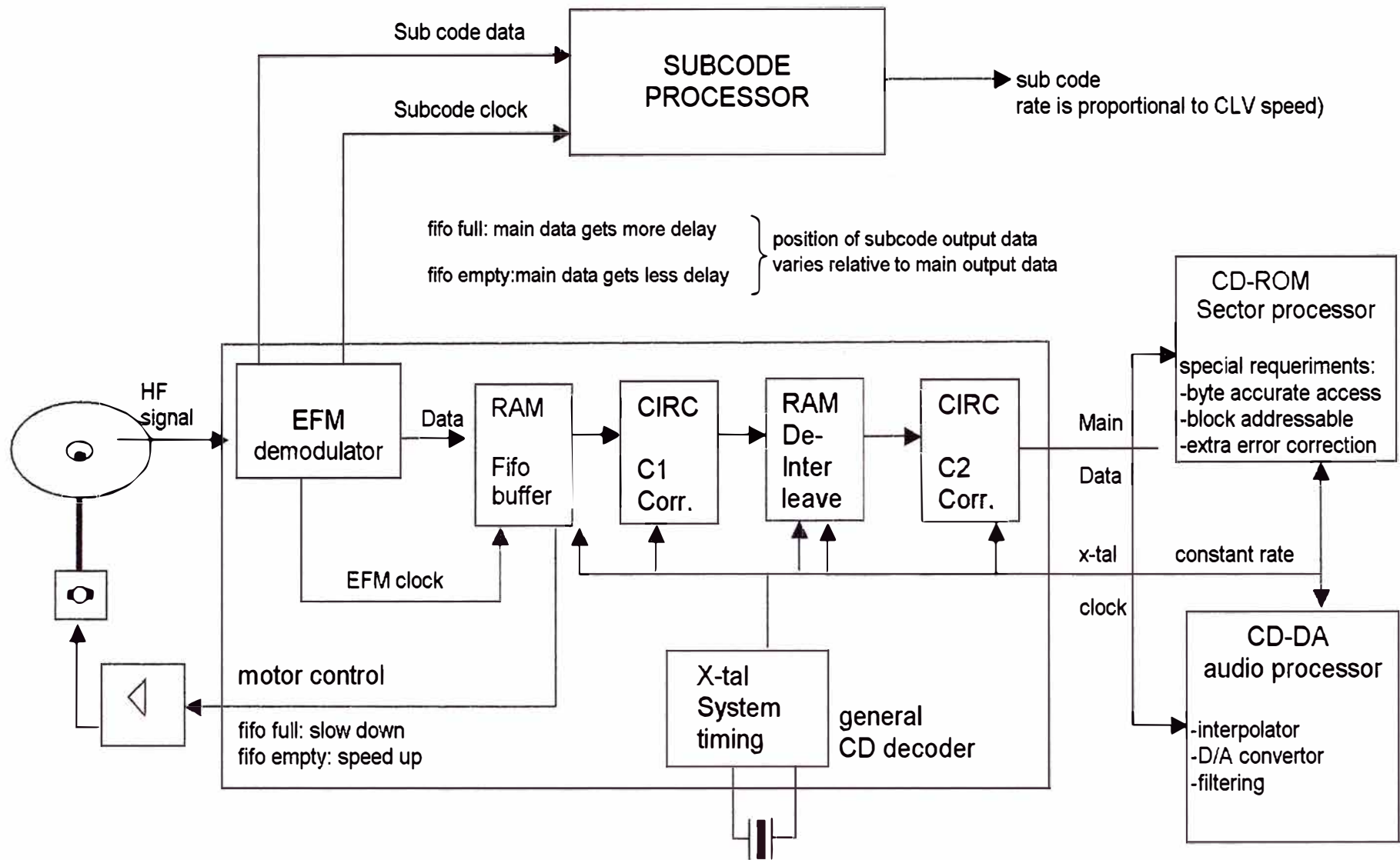


Fig. 21: Diagrama de Bloques de un Reproductor de CD

Para el CD-ROM, sin embargo, se necesitan requerimientos especiales para mejorar la precisión del acceso.

Los errores son corregidos tanto como sea posible. El resto de errores pueden entonces ser eliminados por un esquema de interpolación. Finalmente, la señal PCM reconstruida es restaurada a su forma analógica por un convertidor digital-analógico. En la fig. 21 se presenta un diagrama de bloques de un reproductor de CD.

CAPÍTULO IV

OTROS FORMATOS DEL DISCO COMPACTO

4.1 El CD como Memoria de Sólo Lectura: CD-ROM

Cuando el CD-DA apareció, las computadoras personales estaban en su infancia todavía. Por esos días, las memorias magnéticas eran el estándar de moda, pequeñas en capacidad y muy costosas. La industria estaba reclamando por un medio de almacenamiento e intercambio más grande y barato; una alternativa a los medios de almacenamiento magnético como los diskettes y los discos duros.

Mientras tanto, el CD, no era sólo sonido sobre la superficie de policarbonato, eran datos. Era una realidad, durable y no-volátil, un medio de almacenamiento de bajo costo que podía mantener cientos de Megabytes. Convenientemente formateado, el disco brindaba una gran capacidad, fácilmente instalable y portátil; una memoria transportable de sólo lectura para computadoras: el CD-ROM. Y ésta mantenía la compatibilidad de respaldo esencial con el CD-DA; los reproductores (drives) de CD-ROM también podían reproducir discos CD-DA.

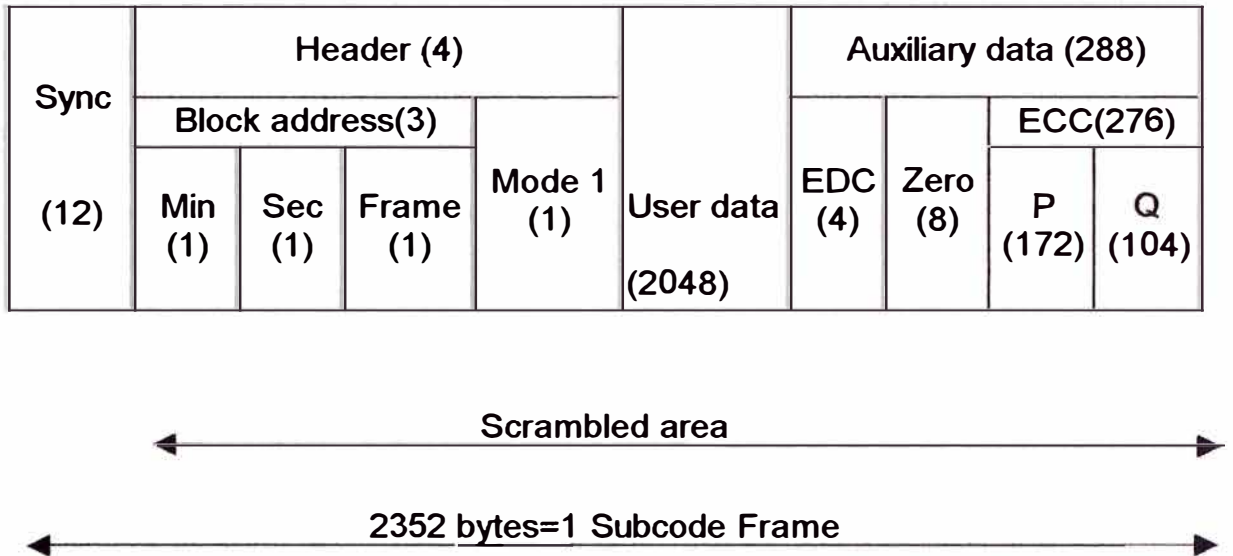


Figura 22a: Estructura del CD-ROM Modo 1.

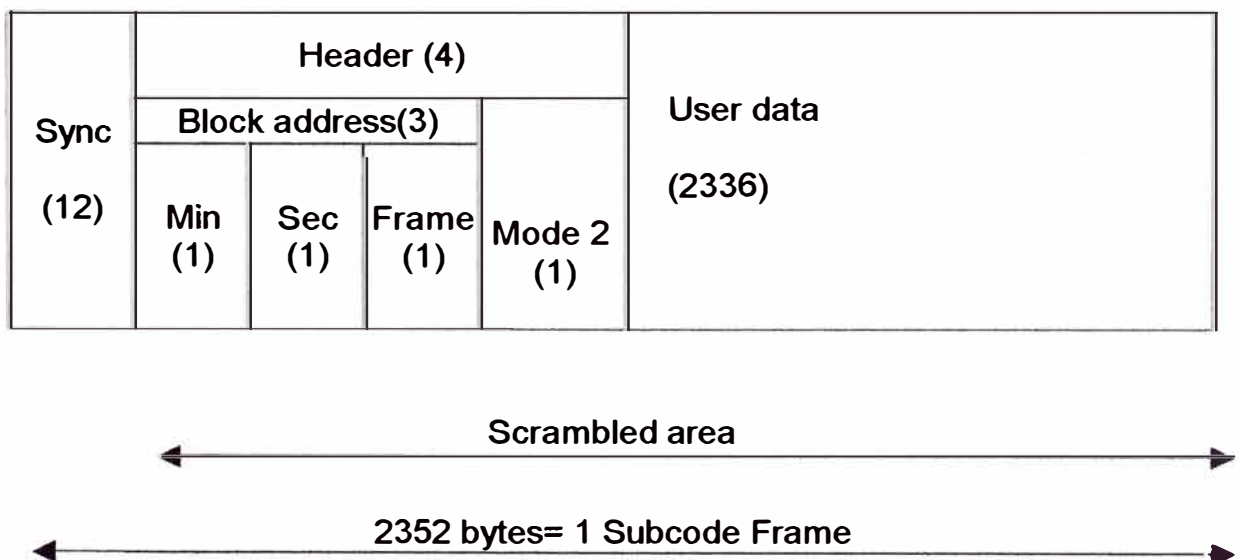


Figura 22b: Estructura de CD-ROM Modo 2.

Hoy en día, un número creciente de drives de CD-ROM están en uso como periféricos de computadoras.

4.1.1 La Estructura del CD-ROM

Las ondas de sonido son continuas en tiempo y en amplitud. Estas siguen un patrón el cual es algo extenso y predecible. Para reconstruir el patrón, los CD de Audio Digital usan interpolación para eliminar cualquier error demasiado grande para el CIRC de corrección de error. Y para encontrar la pista, direcciona realmente sólo lo que necesita, suficientemente preciso para encontrar las brechas entre las pistas de música.

Los datos de las computadoras, por otro lado, son intrínsecamente aleatorios. En general estos no tienen un patrón, y no pueden ser predecibles. Si los datos a recuperar tienen que ser usados, todos los errores tienen que ser corregidos. Además, es esencial un acceso rápido y preciso al bit, para tramas (sectores) de datos individuales.

4.1.2 Sectores

El CD-ROM por lo tanto usa una trama relacionada con el subcódigo del CD-DA, de 2352 bytes como su unidad básica o sector. Para asegurar la integridad de los datos, facilitar el direccionamiento y mayor sincronismo, se incluyen una cabecera y un código extra de detección y corrección de errores, adicionalmente a los datos actuales del usuario (fig. 22a).

Los datos tales como audio, video y gráficos son derivados de una información de tiempo y amplitud continuos, por lo que no necesitan una corrección extra de error. Para este tipo de datos, el CD-ROM proporciona

un sector simple de Modo 2, el cual tiene un 15% más de datos que el sector regular de Modo 1 (fig. 22b).

Con estas consideraciones, el CD-ROM usa el mismo formato básico que el CD-DA. En la fig. 23 se muestra un modelo de codificación para el CD-ROM.

4.1.3 Acceso

Los datos son accedidos en dos etapas: el subcódigo encuentra la región sobre el disco y el sector requerido es entonces identificado precisamente desde su dirección en minutos, segundos y tramas, contenidos en la cabecera del sector. La cabecera de 4 bytes también incluye un byte de indicación del modo.

Así como en el CD-DA, la información es almacenada como un gran espiral, ésta es leída a una relativamente baja velocidad lineal constante, comparada con la velocidad angular constante de los diskettes. Saltando de un punto a otro sobre el disco, la velocidad angular frecuentemente necesita ajustarse antes que los datos puedan ser leídos. Los tiempos de acceso son, en consecuencia, más lentos que con los medios magnéticos. Sin embargo, los reproductores que trabajan a doble, cuádruple o aún más altas velocidades, están ahora disponibles para tiempos de acceso mucho más cortos.

4.1.4 Sistemas de Archivo

La habilidad básica para acceder a los sectores todavía no es suficiente. Los sistemas de computadora están acostumbrados al manejo de archivos y los diferentes sistemas tienen también diferentes formas de hacerlo.

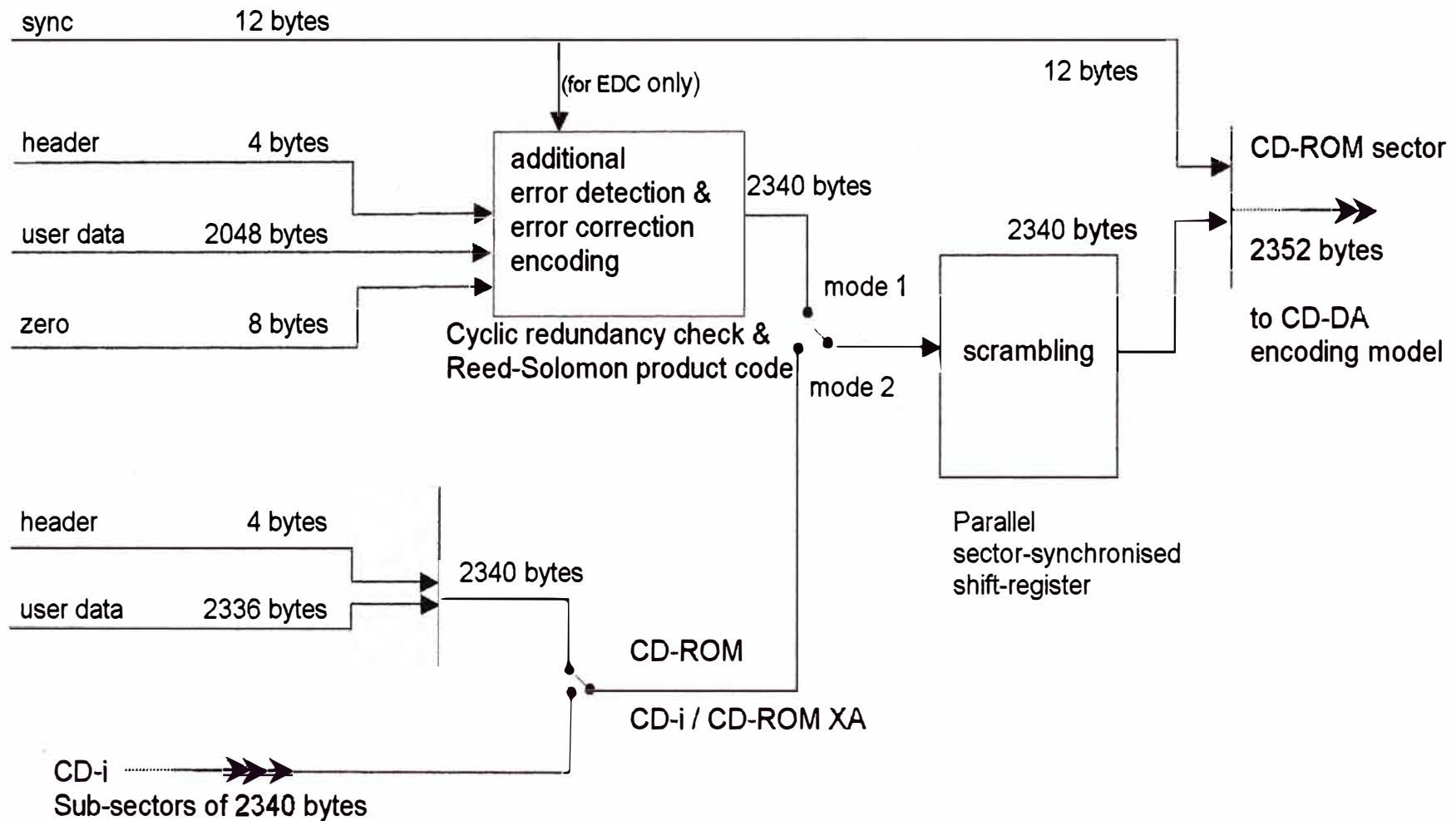


Figura 23: Modelo de Codificación del CD-ROM.

La Descripción del Sistema del CD-ROM (Yellow Book) es en sí misma abierta y no especifica una estructura lógica de archivos y directorio, ya que diferentes sistemas de computadora tienen sus estructuras particulares. Sin embargo, para alcanzar un grado práctico de compatibilidad entre los sistemas, era necesaria alguna forma de estructura común para la industria, la cual fue suministrada por High Sierra Group, un grupo de trabajo con representación de las compañías líderes. El resultado de las deliberaciones de High Sierra Group fueron expresadas eventualmente en el ISO 9660. El ISO 9660 especifica un sistema de archivo que es usado, entre otros, en sistemas IBM de PC-compatibles, y ha sido incluido posteriormente en los estándares del CD. Para los sistemas Unix, el Protocolo compatible de Intercambio Rock Ridge (RRIP: Rock Ridge Interchange Protocol) del ISO 9660 ha sido adoptado para CD-ROM. El ISO 9660 garantiza el uso del mismo disco CD-ROM en diferentes sistemas de computadoras.

El Sistema de Archivo Jerárquico(HFS: Hierarchical File System) es frecuentemente usado en computadoras Macintosh y sus discos no pueden ser usados en otros sistemas de computadora.

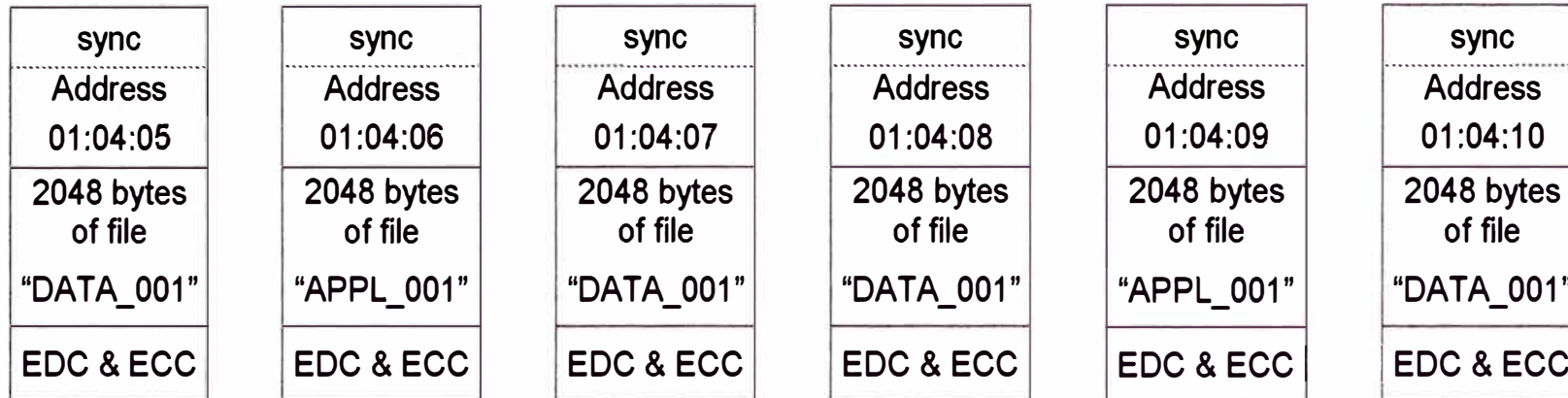
4.1.5 ISO 9660

El ISO 9660 define una estructura de archivo jerárquico, en oposición a la organización lineal de tracks. Un directorio jerárquico permite organizar los archivos de una forma más flexible. Como punto de inicio para el acceso, el ISO 9660 define una etiqueta del disco con un Descriptor de Volumen Primario (PVD: Primary Volume Descriptor), con una ubicación pre-definida en el disco. El PVD contiene la ubicación del directorio raíz, y una tabla guía

que guarda las direcciones de todos los archivos. De esta manera cualquier archivo puede ser accedido por una simple operación de búsqueda. Esta es, por supuesto, la naturaleza estática del sistema de archivo que hace posible tal procesamiento.

ISO 9660 soporta intercalado de archivos. En contraste con un track, el cual es una secuencia continua de datos, un archivo consiste de sectores que no necesariamente se encuentran almacenados contiguamente. En general, los sectores que pertenecen a un archivo pueden estar posicionados en el disco en grupos de igual tamaño, con espacios de tamaño constante entre grupos sucesivos. Estos espacios están disponibles para el almacenamiento de otros archivos. Un ejemplo de intercalado se muestra en la fig. 24.

A diferencia de otros sistemas de archivos en los cuales los archivos pueden ser ubicados en el disco de un modo aleatorio, esta estructura regular no solamente permite un acceso aleatorio a cualquier sector de un archivo, sino que soporta la implementación de los llamados archivos en tiempo real. Estos archivos se caracterizan por reducir la velocidad a la cual son procesados y reproducidos. La velocidad constante de lectura de sucesivos sectores intercalados de un disco es suficiente para contrarrestar estas reducciones. La posibilidad de leer simultáneamente un número de archivos en tiempo real intercalados, permitiendo procesamiento sincronizado de audio, video y texto; es usado, por ejemplo, en el CD-i.



1 SECTOR DE ARCHIVO: APPL_001 "intercalado con 2 sectores del archivo: "DATA_001"

Figura 24: Ejemplo de intercalado de archivos en sectores de Modo 1

El intercalado puede ser usado para ahorrar espacio en el disco. Si la velocidad de procesamiento de un archivo de tiempo real es menor que 75 sectores por segundo, este puede ser intercalado con otro archivo de tiempo real para subir el llenado del espacio de disco hasta que una velocidad de unión de 75 sectores por segundo sea alcanzada.

4.1.6 CD-ROM Aplicaciones

El CD-ROM fue desarrollado como un periférico para un amplio rango de sistemas de computadoras, cada una de las cuales efectúa sus propios arreglos de acuerdo a la aplicación que realiza. Los discos CD-ROM están particularmente bien estructurados para publicaciones con base de datos grandes, ofreciendo una alternativa costo-efectivo para sistemas on-line. También se usan mucho para la distribución de software, tales como manuales y trabajos técnicos de referencia.

Adicionalmente al track de datos, un disco CD-ROM puede también contener tracks de audio. Estos discos son conocidos como discos de “modo mixto”. Tales aplicaciones pueden ser encontradas por ejemplo, en los CD’s de juegos.

4.2 Disco Compacto Multimedia: CD-interactivo (CD-i)

No todos nos sentimos cómodos con las computadoras. Pero todos podrían aprender del valor de un CD-ROM como portador de datos en el suministro de información. Si tan sólo esto pudiera ser fácil de usar; y particularmente, si esto pudiera manejar el concepto avanzado de multimedia.

Las aplicaciones multimedia, con su uso intensivo de material audio-visual, son una interesante área de aplicación para los CD’s. Mientras los

CD-DA trabajan con 1.41 Mbits de datos de audio por segundo, el video es generalmente mucho más demandante con respecto a los requerimientos de almacenamiento. Para ambos, audio y video, hay usualmente una competencia entre cantidad y calidad.

Así surge el CD-i. En este único concepto, un desarrollo basado en el CD-ROM, se especifica un completo sistema de hardware y software (especificado en el Green Book). El disco contiene tanto la aplicación como los datos del usuario, el reproductor tiene una computadora incorporada, y un sistema con su propia estructura de archivos y directorios. Un sistema de operación en tiempo-real que puede manejar un amplio rango de niveles especificados de audio y video, así como texto y gráficos. Se define la manera en que los medios son integrados, así como también una opción de interfase de un dispositivo específico y teclado del usuario. Desde su introducción, el CD-i ofrece el primer verdadero ambiente multimedia.

4.2.1 La estructura del CD-i

Un aspecto importante en las aplicaciones multimedia es el tiempo-real de operación. El material de audio-video tiene que ser reproducido sin discontinuidad perceptible y debe estar cuidadosamente sincronizado.

Así como el CD-ROM, el CD-i tiene dos diferentes formatos de sector, uno con ECC adicional (Forma 1) para datos de "error-sensitivo" (fig. 25a) y uno sin ECC adicional (Forma 2) para aplicaciones de "demanda de capacidad" tales como audio y video (fig. 25b). Estos dos formatos usan el sector básico Modo 2 del CD-ROM.

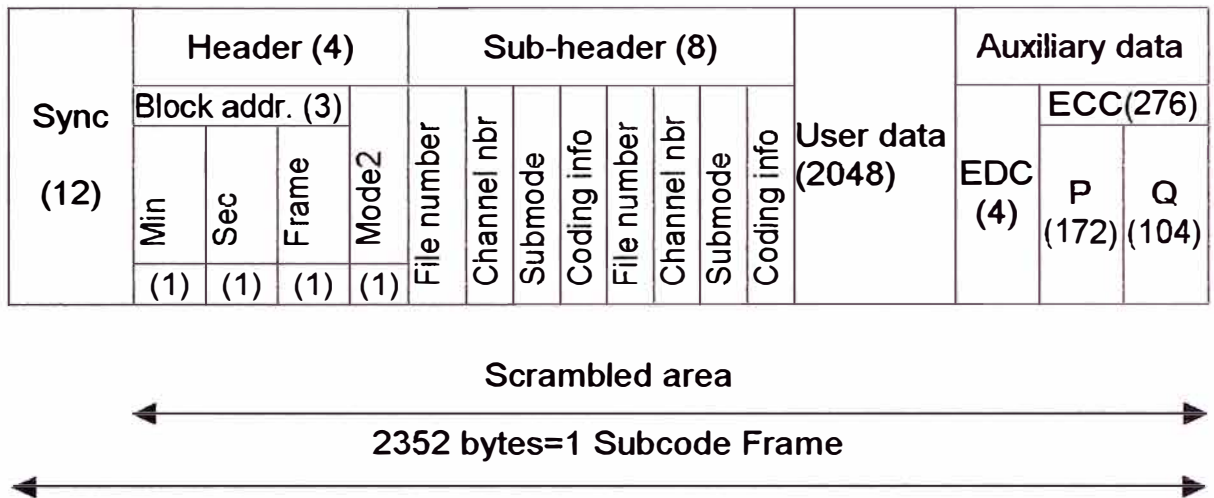


Figura 25a: Estructura del sector del CD - i Forma 1.

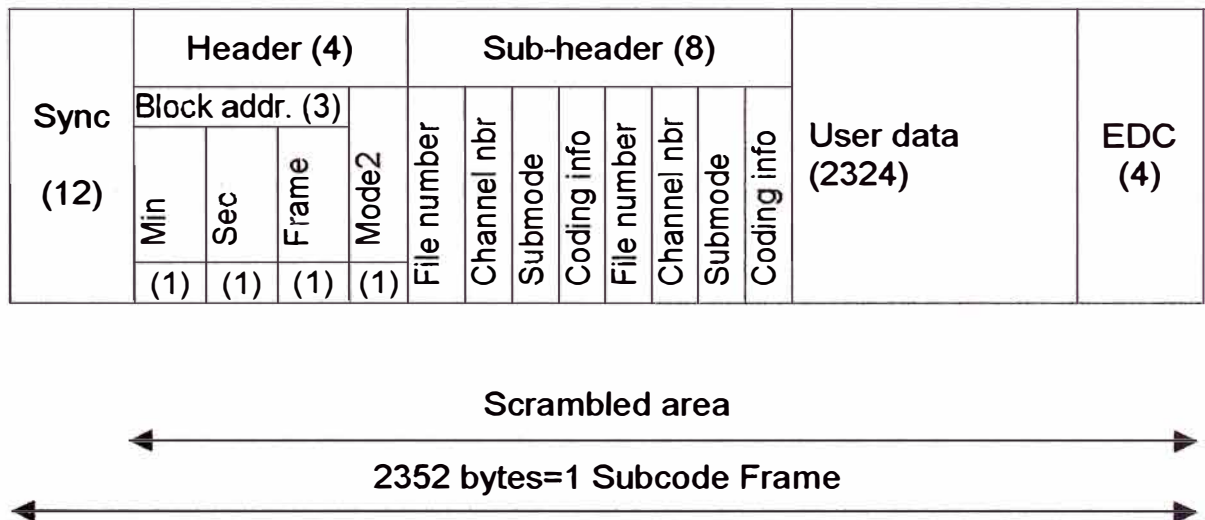


Figura 25b: Estructura del sector del CD - i Forma 2.

Como el tiempo de acceso esta involucrado, estos requisitos no pueden cumplirse para acceso aleatorio de material relevante en el disco. Por lo tanto, las secuencias de audio-video son almacenadas en el disco en modo intercalado de manera que puedan ser reproducidas por una simple lectura.

La sincronización de varios tipos de datos se puede lograr intercalando archivos, cada uno conteniendo un tipo de datos o intercalando varios tipos de datos dentro de un archivo. Para esta última opción, el CD-i usa el concepto de canales intercalados. Los archivos que contienen esta información de tiempo-crítico son conocidos como archivos de tiempo real.

Para procesar varios flujos de información en tiempo-real, sincronizadamente, un simple archivo de tiempo-real puede consistir de canales, el cual puede almacenar varios flujos de información en tiempo-real sincronizada. Los canales están compuestos de sectores. Los sectores de los canales dentro de un archivo pueden intercalarse de un modo arbitrario. Un canal, por ejemplo, podría usarse para video y varios de los otros canales podrían usarse para el acompañamiento de audio en varios idiomas. Cualquier combinación de canales de un archivo puede escogerse en tiempo real durante la reproducción. Para manejar baja velocidad de datos, la descripción del Sistema del CD-i (Green Book), permite la ubicación de archivos a lo largo de la pista en espiral en una estructura regular. De este modo, los archivos pueden leerse a la velocidad requerida mientras que el láser examina (scanea) el disco a la velocidad fijada. Los archivos pueden ser intercalados para ahorrar espacio en el disco (ver fig. 28).

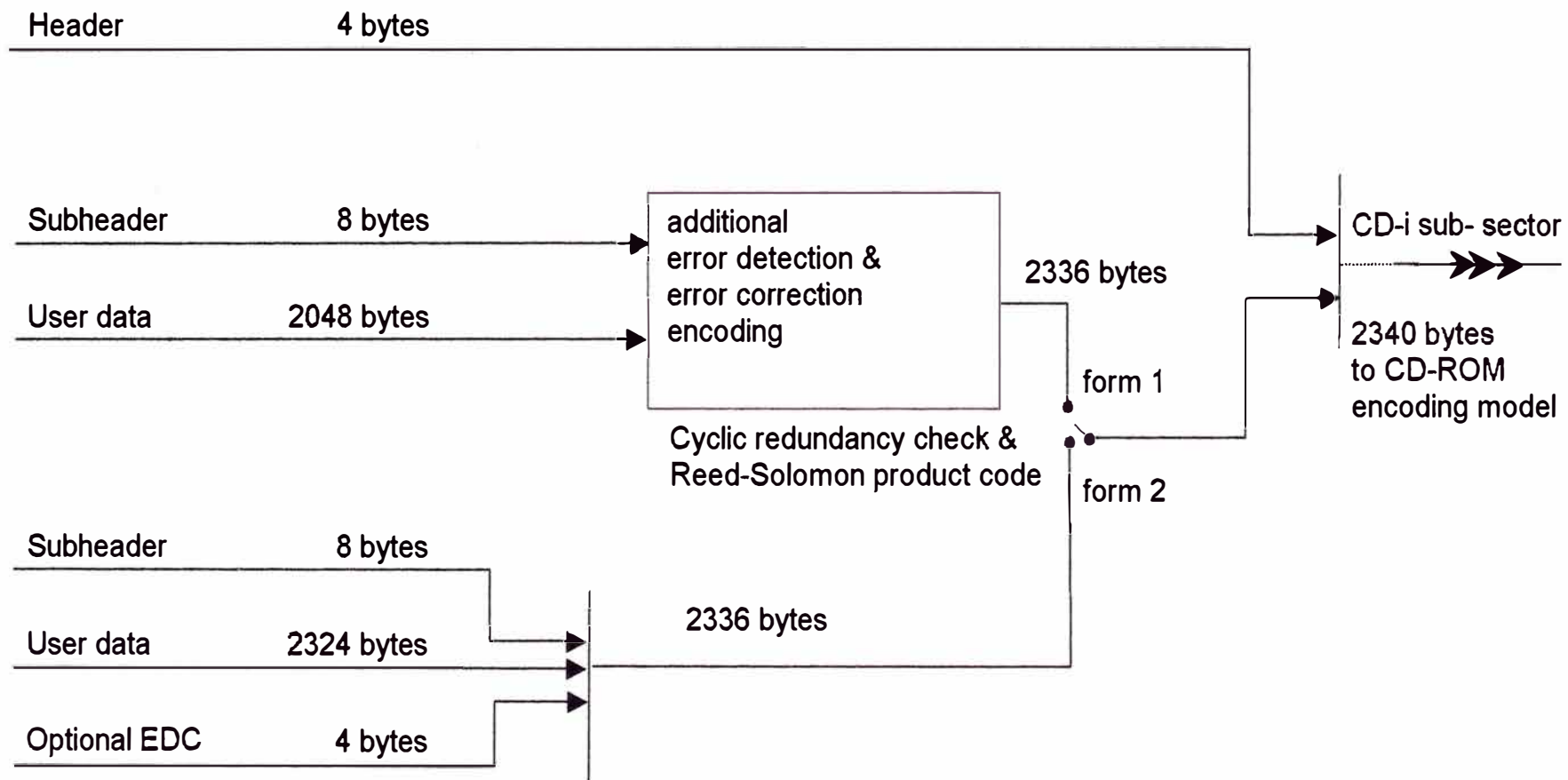


Figura 26: Modelo de Codificación del CD-i

Mientras el CD-i es compatible con el *Red Book* y el *Yellow Book*, en el *Green Book* se establece un formato de disco con cinco diferentes tipos de sector (Audio, Video, Datos, Vacío y Mensaje). Todos estos sectores son básicamente CD-ROM Modo 2, donde los datos del usuario incluyen un campo de Sub-encabezado, con información de direccionamiento extra, relacionado al número de archivo, número de canal en tiempo-real, sub-modo (para sectores de administración, incluyendo selección del nivel apropiado de corrección de error y sincronización) y codificación del tipo de datos (ver fig. 26).

4.2.2 Estructura de Archivo

Las especificaciones también están establecidas para una estructura de archivo y directorio (las cuales están basadas en ISO 9660, pero no son totalmente compatibles), datos de audio, datos de video en tiempo-real, datos relacionados al programa y el sistema operativo OS-9 basado en tiempo-real, CD-RTOS.

4.2.3 Video full-movimiento

Una extensión del CD-i estándar es el video full-movimiento, codificado en MPEG-1 (Motion Pictures Expert Group), el estándar esta definido en ISO 11172. Sólo los reproductores de CD-i que correspondan a la extensión pueden reproducir discos de Video full-movimiento.

4.2.4 Formatos de Audio y Video

Los formatos de audio del CD-i son de modulación por codificación de pulso (PCM) del CD-DA y modulación por codificación de pulso diferencial adaptativo (ADPCM) a tres niveles de calidad de audio. Para video MPEG-1

full-movimiento, el acompañamiento de audio es también codificado de acuerdo al estándar MPEG-1, para el cual la frecuencia de muestreo es siempre 44.1 kHz, mientras el número promedio de bits por muestra está en el rango de 0.36 hasta 5.08 bits.

En el CD-i estándar, se reconocen los niveles ADPCM A, B y C. Los niveles B y C también se usan en CD-ROM XA. El nivel A usa 8 bits por muestra, mientras que los niveles B y C usan 4 bits por muestra. Las frecuencias de muestreo usadas para medir las señales de audio son 37.8 kHz para los niveles A y B, y 18.9 kHz para el nivel C. Esto lleva el ancho de banda (la frecuencia máxima a ser reproducida) a 17 y 8.5 kHz, respectivamente (Tabla 4).

Los formatos de video CD-i son RGB (red, green, blue), DYUV (delta luminance/crominance), DYUV+QHY (quantized high-resolution luminance), CLUT (color look-up table) y MPEG-1 para video full-movimiento. A excepción del CLUT, con un rango limitado de color, todos los demás formatos pueden ser usados para almacenar imágenes naturales y de color verdadero. La velocidad a la cual los datos pueden ser leídos desde el disco restringen el uso de RGB, DYUV o DYUV+QHY, solamente a una parte de la pantalla, para video full-movimiento. Para imágenes tipo dibujos animados y animaciones en general la elección que se acostumbra es el CLUT ya que se requiere solamente unos cuantos colores. En dichas imágenes se puede comprimir la longitud de la codificación de la secuencia de pixels del mismo color, en vez de codificar cada píxel individualmente.

Format	Sampling freq	Bits/sample	Bandwidth	Number of channels	Quality
CD-DA	44.1 kHz	16	20 kHz	1	Stereo
CD-i ADPCM					
Level A	37.8 kHz	8	17 kHz	2	Stereo
				4	Mono
Level B	37.8 kHz	4	17 kHz	4	Stereo
				8	Mono
Level C	18.9 kHz	4	8.5 kHz	8	Stereo
				16	mono

Tabla 4: Niveles de Calidad de Audio del CD-i

4.3 Aplicaciones

4.3.1 Enlace 1 – CD-ROM XA

Si los programas multimedia podían ser corridos en los reproductores de CD-i, entonces ¿por qué no en las computadoras normales (personales)? Incluyendo un programa de inicio en un disco CD-ROM básicamente, el CD-ROM XA (de Arquitectura Extendida: eXtended Architecture) hace esto posible, en la medida que el propio sistema de computadora soporte la decodificación de video y audio requeridas.

Con el propósito de crear un cierto nivel de compatibilidad en las aplicaciones de audio y video, se han incluido varias opciones del sistema CD-i en la Descripción del Sistema de CD-ROM XA. Estos incluyen entre otros, compresión de audio (ADPCM niveles B y C), audio multicanal, algunos formatos de video y archivos intercalados.

El CD-ROM XA por lo tanto también adoptó el formato de sector Modo 2 Forma 1 y 2 del CD-i.

Los drives de CD-ROM XA son apropiados como periféricos para muchos tipos de computadora, incluyendo sistemas multimedia así como aplicaciones normales del CD-ROM. Los discos CD-ROM XA no corren en los reproductores de CD-i porque estos no portan el programa de aplicación para CD-i.

4.3.2 Enlace 2 – CD-i Bridge

Si un programa de aplicación para CD-i es adicionado a un disco CD-ROM XA, este disco puede ser reproducido en ambos sistemas, tanto en computadoras como también en reproductores de CD-i. Y si ciertos archivos

con información concerniente al contenido y aplicaciones del disco son también ubicaciones fijas en el disco; éstos también pueden ser reproducidos empleando microcontroladores simples especificados para aplicaciones particulares.

El CD-i Bridge (Puente) brinda esta oportunidad. Un estándar propio abierto, el cual permite detalles adicionales específicos para ser definidos por aplicaciones individuales. El Photo CD y el Video CD son productos de este concepto. Estos no son verdaderamente sistemas propios, pero son aplicaciones del CD-i Bridge.

4.3.3 Enlace 3 – CD Multisesión

Originalmente definido por CD-Write Once (una sola escritura), la técnica de Multisesión ahora también encuentra aplicaciones en los medios pre-grabados. Para que los discos CD-WO puedan ser leídos por un drive de CD-ROM estándar, éstos necesitan tener un área lead-in con la Tabla de Contenido (TOC) en el subcódigo. Esta TOC, sin embargo, puede ser generada sólo cuando la escritura del disco es finalizada. El proceso de finalización del disco y escritura de las áreas lead-in y lead-out es llamado finalización del CD-WO, y puede ser realizado también en un disco escrito parcialmente. Para permitir que la parte no escrita del disco sea usada después, se introdujo la técnica de “Sesiones”.

Una sesión puede ser vista como un “disco completo” dentro de un CD, con su propia área lead-in, área de programa y área lead-out. Un CD puede contener más de una sesión y es llamado entonces un CD Multisesión. En cada uno de los discos, todas las áreas lead-in, excepto la

última, contienen un puntero para la siguiente (posible) sesión. Usando estos punteros, un drive de CD-ROM compatible con Multisesión puede acceder al contenido completo del disco.

Un ejemplo de un CD Multisesión es el Photo CD grabable, en el cual cada rollo de película revelada es puesta en una sesión en el disco. El disco es llenado paso a paso conforme las películas son tomadas y reveladas, mientras todas las sesiones pueden ser leídas en un drive de CD-ROM o de CD-i.

Otra poderosa función del CD Multisesión es usada en el Enhanced Music CD (CD de Música Mejorado). Los reproductores normales de CD-Audio pueden acceder sólo a la primera sesión en cada disco, la cual es una sesión normal audio. La segunda sesión, es una sesión CD-ROM XA con información adicional, la cual puede ser manejada sólo por los drives de CD-ROM en las computadoras personales y están automáticamente ocultas para los reproductores de CD-Audio.

4.3.4 Video CD

También basado en el CD-i Bridge, el Video CD almacena video digital usando la extensión del CD-i del video full-movimiento. Consecuentemente, las imágenes son codificadas en conformidad con el estándar MPEG-1 definido en ISO 11172. Usando el rango de compresión de MPEG-1, 74 minutos de video full-movimiento y full-pantalla, con acompañamiento de audio, pueden ser grabados en un disco de Video CD de 12 cm.

La mayor aplicación del Video CD está en los videos de música y Karaoke.

El Video CD está definido en las especificaciones del Video CD, también conocido como Libro Blanco (White Book).

Además, de tener la capacidad de ser reproducidos en una variedad de sistemas, incluyendo reproductores de CD-i y Video CD, y los sistemas de computadora (personal) equipados con un drive de CD-ROM y el hardware o el software apropiado para decodificar MPEG, existe la posibilidad de conectar un adaptador de video full-movimiento a la salida digital de un reproductor de CD-DA. En tal caso, sin embargo, el reproductor podría aceptar discos que no sean CD-DA, y pasar información que no sea audio a su salida digital.

Nota: El Video CD no debe ser confundido con el CD Video, el cual es un híbrido del CD-DA y el LaserVision.

4.3.5 Photo CD

Este sistema, basado en el CD-i Bridge y desarrollado asociadamente por la Compañía Eastman Kodak y Philips, almacena imágenes fotográficas de alta-resolución para ser mostradas en un televisor o impresas en equipos de gran capacidad. Esto proporciona un medio para las películas fotográficas escaneadas, para poder procesarlas y grabarlas como una serie de imágenes codificadas-digitalmente en diferentes resoluciones en un disco Photo CD. Estos discos pueden ser ya sea pre-grabados o discos CD-Write Once (una sola escritura). En este último caso, las imágenes pueden ser grabadas en un disco, con un número de sesiones secuenciales. Los discos pre-grabados también pueden contener más de una sesión.

	B B/4 B/16	B	B B/4	B	B B/4 B/16	B	B B/4	B	B B/4 B/16	B
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	B B/4	B	B B/4	B	B	B	B B/4	B	B B/4	B
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	B B/4 B/16	B	B B/4	B	B B/4 B/16	B	B B/4	B	B B/4 B/16	B
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	B B/4	B	B B/4	B	B B/4	B	B B/4	B	B B/4	B
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	B B/4 B/16	B	B B/4	B	B B/4 B/16	B	B B/4	B	B B/4 B/16	B

All fields constitute the Base Picture,
 All gray fields constitute the Base/4 picture,
 The dark gray fields constitute the Base/16 picture.

Figura 27: Resoluciones del Photo CD

sync	sync	sync	sync	sync
address 01:04:05	address 01:04:06	address 01:04:07	address 01:04:08	address 01:04:09
sub-header: file#01 chn#07 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#00 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#01 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#02 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#03 sbmd\$64 cdinf\$00
2324 bytes of channel 7 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 0 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 1 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 2 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 3 of file "bg_music"
EDC	EDC	EDC	EDC	EDC

sync	sync	sync	sync	sync
address 01:04:10	address 01:04:11	address 01:04:12	address 01:04:13	address 01:04:14
sub-header: file#01 chn#04 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#05 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#06 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#07 sbmd\$64 cdinf\$00	sub-header: file#01 chn#00 sbmd\$64 cdinf\$00
2324 bytes of channel 4 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 5 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 6 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 7 of file "bg_music"	2324 bytes of channel 0 of file "bg_music"
EDC	EDC	EDC	EDC	EDC

BACKGROUND MUSIC with 8 channels "ADPCM, level B, mono"
submode bits: real-time audio
coding information: no emphasis, 4 bits, 37.8 kHz sampling rate, mono

Figura 28: Ejemplo de sectores CD-i de un archivo con canales intercalados

La más alta resolución de imagen contiene 3072 x 2048 elementos de imagen o pixels. Sin embargo, las imágenes pueden aceptarse a bajas resoluciones, dependiendo del uso que se le de. Cada imagen es por lo tanto almacenada en cinco resoluciones, obtenidas mediante un fraccionamiento repetitivo de la imagen de más alta resolución por un factor de dos en ambas direcciones, horizontal y vertical. En un incremento del orden de la resolución, estas son llamadas: "Base/16", "Base/4", "Base", "4Base" y "16Base". Las tres primeras son almacenadas directamente en el disco: para muchos sistemas de video estas son fáciles de acceder y pueden tener toda la calidad necesaria de imagen. Para la resolución 4Base, solamente se almacena la diferencia entre la imagen Base interpolada y la imagen 4Base completa, para lo cual se usa codificación de longitud variable. Del mismo modo una imagen 4Base interpolada se usa para almacenar la imagen 16Base. La fig. 27 muestra las resoluciones del Photo CD. Bajo estas consideraciones, un disco Photo CD de 12 cm puede contener más de 100 imágenes.

Los Photo CD's se ajustan a los archivos fotográficos ya sea para los consumidores en general o los profesionales. El estándar también soporta presentaciones fotográficas con acompañamiento de audio.

4.3.6 CD Background Music

Un sistema basado también en el CD-i, pero algo diferente, es el CD Background Music; el cual es una aplicación puramente para audio, usando codificación de audio ADPCM para CD-i con intercalado, logrando un bajo

rango de bits. Debido a la compresión ADPCM, sólo es necesario 1/8 del rango de datos del CD (fig.28).

Aplicando intercalado de 8-niveles, este rango de datos es alcanzado con un canal, mientras se reproduce el disco a velocidad nominal, sin ningún desperdicio de capacidad. Dependiendo del nivel de calidad requerido, un disco simple puede contener más de 20 horas de música. Los discos CD Background Music sólo se reproducen en sus propios reproductores.

4.3.7 Enhanced Music CD

El CD de Música Mejorado, también conocido como CD-Extra, es la última rama en el siempre-creciente árbol de la Familia del CD. El disco es un CD Multisesión con una sesión de CD Audio y una sesión CD-ROM XA. La sesión de CD Audio es en sí misma un “Disco Compacto completo” con áreas lead-in, de programa y lead-out. Este se reproducirá en cualquier reproductor de CD Audio.

La sesión CD-ROM XA, es un “segundo CD”, que contiene archivos de datos relacionados a los tracks de audio en la primera sesión, con información tal como el título del álbum, títulos de las canciones, letras, video, artes, gráficos, etc.

La sesión CD-ROM XA puede usarse en sistemas de computadora equipados con un drive CD-ROM, o en los reproductores exclusivos para “Enhanced Music CD”.

El formato, tal como está establecido en la especificación del Enhanced Music CD o Libro Azul (Blue Book), habilita el uso de todas las funciones interactivas del disco en sistemas de computadora multimedia, a la

vez que éste se mantiene exáctamente como un disco de CD Audio en los reproductores de CD Audio.

4.3.8 Otros Derivados, Estándares Pre-Grabados

Otros estándares de sólo-lectura, derivados en su totalidad o en parte del CD, aunque menos ampliamente usados, también deberían mencionarse aquí.

El CD Video (CD-V) está especificado como una adición al Red Book. Este puede almacenar hasta 5 ó 6 minutos de video analógico en combinación con CD-Audio (del mismo modo como el Laser Disc) conjuntamente con 20 minutos de CD-Audio, en un disco de 12 cm. Este no debe ser confundido con el Video CD.

El CD+G, CD+EG y CD-MIDI están basados en CD-Audio. A través de los canales subcódigo R..W, el CD-DA estándar permite la codificación de los datos relacionados con música. El CD+(E)G define el modo por el cual un texto simple y un gráfico (extendido) pueden ser grabados para luego mostrarlos en la pantalla de un reproductor o de un televisor. El CD-MIDI similarmente, define el modo de grabación de datos en conformidad al Interfase Digital de Instrumentos Musicales (MIDI: Musical Instrument Digital Interface).

4.4 Sistemas de CD-Grabables (CD-Recordable)

Todos los sistemas hasta aquí descritos son sistemas pre-grabados, pero no tienen la facilidad de un soporte de grabación tal como los disfrutados para los sistemas de cinta. Los nuevos sistemas de CD-Grabables (CD-Recordable) cubrieron esta deficiencia.

4.4.1 CD-Magneto Óptico (CD-MO)

La primera versión de CD-Recordable, el CD-MO, usaba una tecnología de grabación magneto-óptica (MO). La tecnología MO no es compatible con los parámetros ópticos básicos, como la reflectividad, del CD. Como resultado, éste no tuvo mayor aceptación. Sin embargo, debe mencionarse que los sistemas Mini Disc están basados en CD-MO.

4.4.2 CD-una sola Escritura (CD-WO: CD-Write Once)

El CD-una sola escritura (CD-WO), tiene la ventaja de una total compatibilidad con todos los sistemas de CD's pre-grabados. Este también presenta el concepto adicional de disco multisesión (híbrido).

La clave del CD-WO es una capa orgánica de color (la capa de foto-absorción) aplicada sobre un substrato, conteniendo un canal de pista balanceada. La frecuencia de balance del canal está modulado en FM con información del código de tiempo. El promedio de la frecuencia de balance se usa para controlar la velocidad del motor del tornamesa, mientras que la información del código de tiempo, se usa para la posición de las grabaciones en el disco.

La capa orgánica de color, a su vez, es cubierta con una capa reflectiva. La capa orgánica es inicialmente transparente, y por medio de la grabación, ésta es quemada por un rayo láser. Cuando la intensidad de la luz láser pasa un cierto umbral, aparece una marca sobre la capa. Este es un proceso irreversible, el cual altera drásticamente las características ópticas. Usando esta técnica, un patrón del *pit* (o mejor dicho una protuberancia) es escrito en el canal de la pista por un láser (relativamente

de alta-potencia), de un grabador especial. La potencia del láser requerida para grabación, es típicamente de un orden más alto que los 0.5 mW de la potencia del láser usada para lectura.

4.4.3 Sesiones

Las sesiones del CD-WO pueden ser grabadas en diferentes momentos y en diferentes grabadores. Cada sesión tiene sus propias áreas lead-in, de programa y lead-out, y esta misma puede ser grabada en partes sobre cualquier período de tiempo. Una sesión debe ser finalizada antes que otra pueda empezar, y cada sesión sencilla en un disco debe ser conforme a los estándares del CD-DA, CD-ROM, CD-ROM XA o CD-i. El formato de cada sesión está indicado en el Subcódigo, en el área lead-in de esta sesión en particular.

La primera sesión en un disco CD-WO puede ser reproducida por un reproductor normal del tipo apropiado, pero es necesario un reproductor multis Sesiones para reproducir todas las demás sesiones.

4.4.4 Aplicaciones del CD-una sola Escritura (CD-WO)

El CD-WO ofrece velocidad, conveniencia, gran-capacidad, almacenaje de gran información a un relativo bajo costo por megaByte. Este puede ser usado para hacer uno mismo, sus propias aplicaciones tales como prototipos y masterización, almacenamiento y recuperación de datos, distribución de software en bajo volumen, publicidad casera, almacenamiento de archivos fotográficos y presentaciones simples.

4.4.5 CD-Borrable (CD-E: CD-Eresable)

En 1995 se dio el anuncio de la descripción del sistema del CD-Borrable (eresable). El CD-E puede ser visto como una extensión lógica de la serie de sistemas del CD-Grabable (CD-Recordable) basado en el mismo substrato como el del CD-WO, con sólo otro tipo de capa de grabación.

Los drives de CD-E serán capaces de escribir, leer y re-escribir discos CD-E, así como escribir y leer discos CD-WO y leer todos los discos CD-ROM. Mientras el CD-WO encuentra aplicaciones en entornos de pequeñas oficinas, tal como el intercambio y almacenamiento de grandes archivos, el CD-E cumple el rol de medio de respaldo en aplicaciones críticas de negocios y almacenamiento personal, como si éste fuera un enorme diskette. Sólo con una menor modificación en la parte electrónica, la cual todos los fabricantes de drives para CD-ROM pueden implementar fácilmente, los futuros drives de CD-ROM también se habilitarán para leer discos CD-E.

4.4.6 Aplicaciones del CD-Borrable (CD-E)

El CD-E no intenta reemplazar al CD-WO, pero mejora el trabajo que el CD-WO no puede hacer convenientemente, tal como aplicaciones de edición. Todos los futuros drives de CD-Recordable/Eresable (CD-R/E) se diseñarán para trabajar con ambos tipos de discos.

4.5 La Interrelación de los Estándares de Discos Compactos

El modo en el cual los miembros de la familia del CD se relacionan se muestra en una forma 3-dimensional en la fig.29.

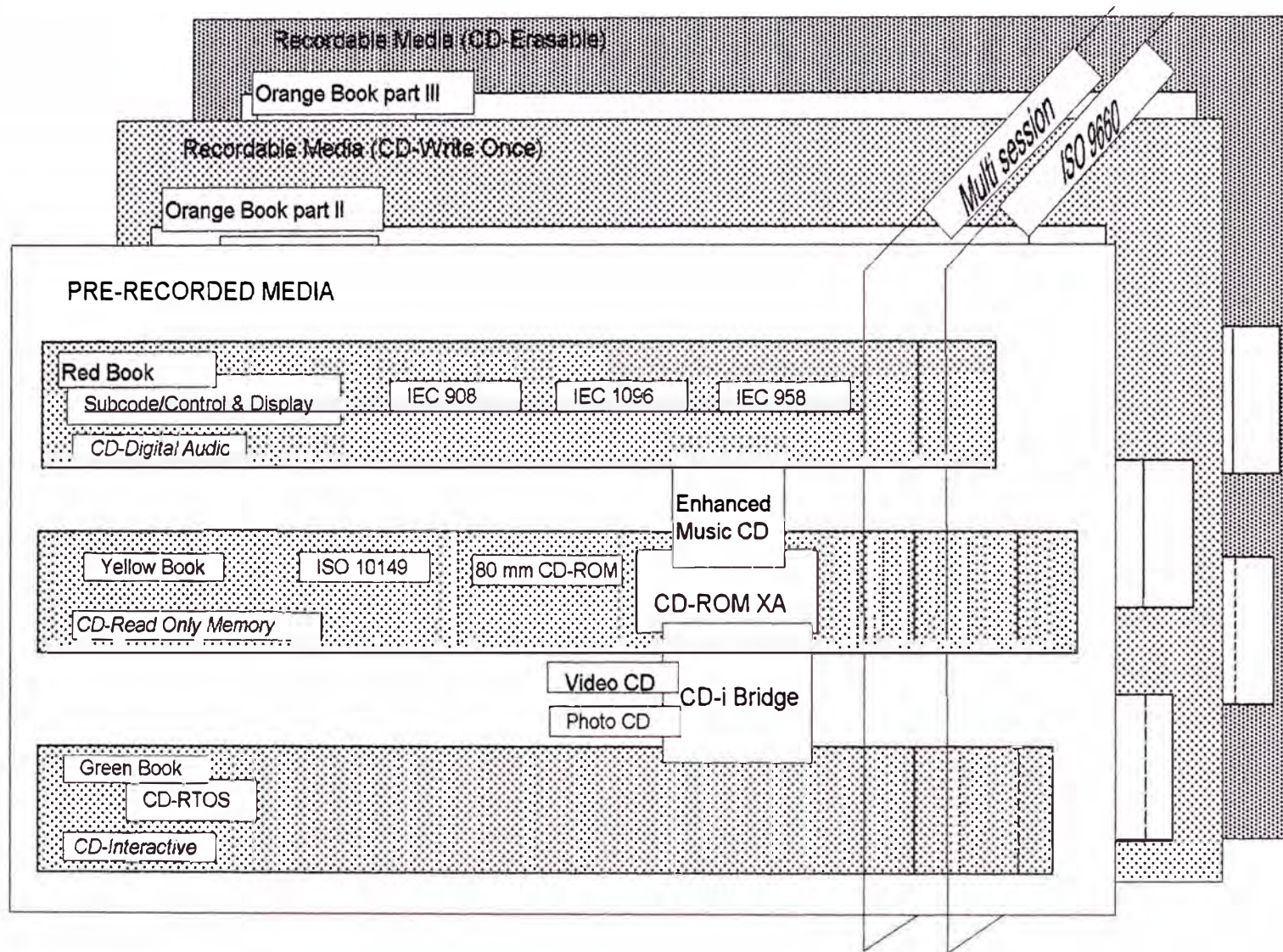


Figura 29: Interrelación de los Estándares de CD's.

Cada uno de los tres diferentes planos representa uno de los campos de los medios CD: Pregrabados, una sola Escritura y Borrable. En cada campo, ocurren los mismos sistemas de CD: CD-DA (Libro Rojo), CD-ROM (Libro Amarillo) con CD-ROM XA y CD-i (Libro Verde).

La interrelación entre estos sistemas principales esta dada por los estándares de los cuales se expanden: CD de Música Mejorado (Enhanced Music CD: Libro Azul) y el CD-i Puente (CD-i Bridge) con sus aplicaciones de Video CD (Libro Blanco) y Photo CD.

Adicionalmente los tres campos se intersectan por dos planos de enlace funcional: multisesión e ISO 9660. El estándar Multisesion se aplica en general para todos los sistemas de los tres campos. El ISO 9660 también se aplica en los tres campos, pero solamente con respecto a la rama del CD-ROM y en forma limitada al CD-i (lo cual se indica con una línea punteada).

4.6 Un Mapa del Camino

La electrónica de las computadoras y de consumo han tenido una convergencia por años hasta ahora, una tendencia acelerada por el desarrollo de la familia del disco óptico CD, la cual abrió el camino al reciente y explosivo crecimiento de los sistemas multimedia. Como se muestra en el mapa del camino de la fig. 30, el video digital se desarrolló a lo largo de un sendero separado del CD-DA, y está ahora en el mercado en forma de CD-i, Video CD y compresión MPEG-1 bajo el ISO 9660.

Conforme esta convergencia continua, la necesidad está creciendo en la industria filmica para los nuevos discos de video de alta-capacidad, e igualmente en la industria de las computadoras por un disco CD-ROM de

alta-capacidad. Ambos grupos de requerimientos están siendo reunidos por un nuevo disco de alta-densidad, el cual es en esencia un CD-ROM, igualmente conveniente para video digital y aplicaciones de computadora. Este está representado por la línea en la parte inferior del mapa (DVD).

Para medios pre-grabados, el pit reducido, las dimensiones de la pista y la estructura del formato mejorado de los discos de alta densidad, significarán un grandioso incremento en la capacidad de datos. Esto dará como resultado tiempos de reproducción de video más largos, permitiendo que prácticamente todas las películas se almacenen en álbumes de un disco-sencillo y un igual potencial para los más sofisticados programas de software.

Los medios borrables y de una sola escritura se beneficiarán con la estructura mejorada del formato de alta-densidad. Para la recuperación de datos, el volumen recomendado y la estructura del archivo estarán en concordancia con el nuevo estándar UDF (Universal Disc Format: Formato de Disco Universal), lanzado por "OSTA" (Optical Storage Technology Association: Asociación de Tecnología de Almacenamiento Óptico), logrando una mejor compatibilidad con los futuros sistemas grabables.

Los medios borrables de alta-densidad, podrían también tener la capacidad de grabar video digital (MPEG-1 y MPEG-2). Existen también otras maneras de hacer grabaciones de video, en vez de sólo copiar; por ejemplo con cámaras. Las futuras PC's, con drives para CD-WO/E de alta-densidad, serán herramientas poderosas para la re-edición de material de video digital desde una variedad de fuentes.

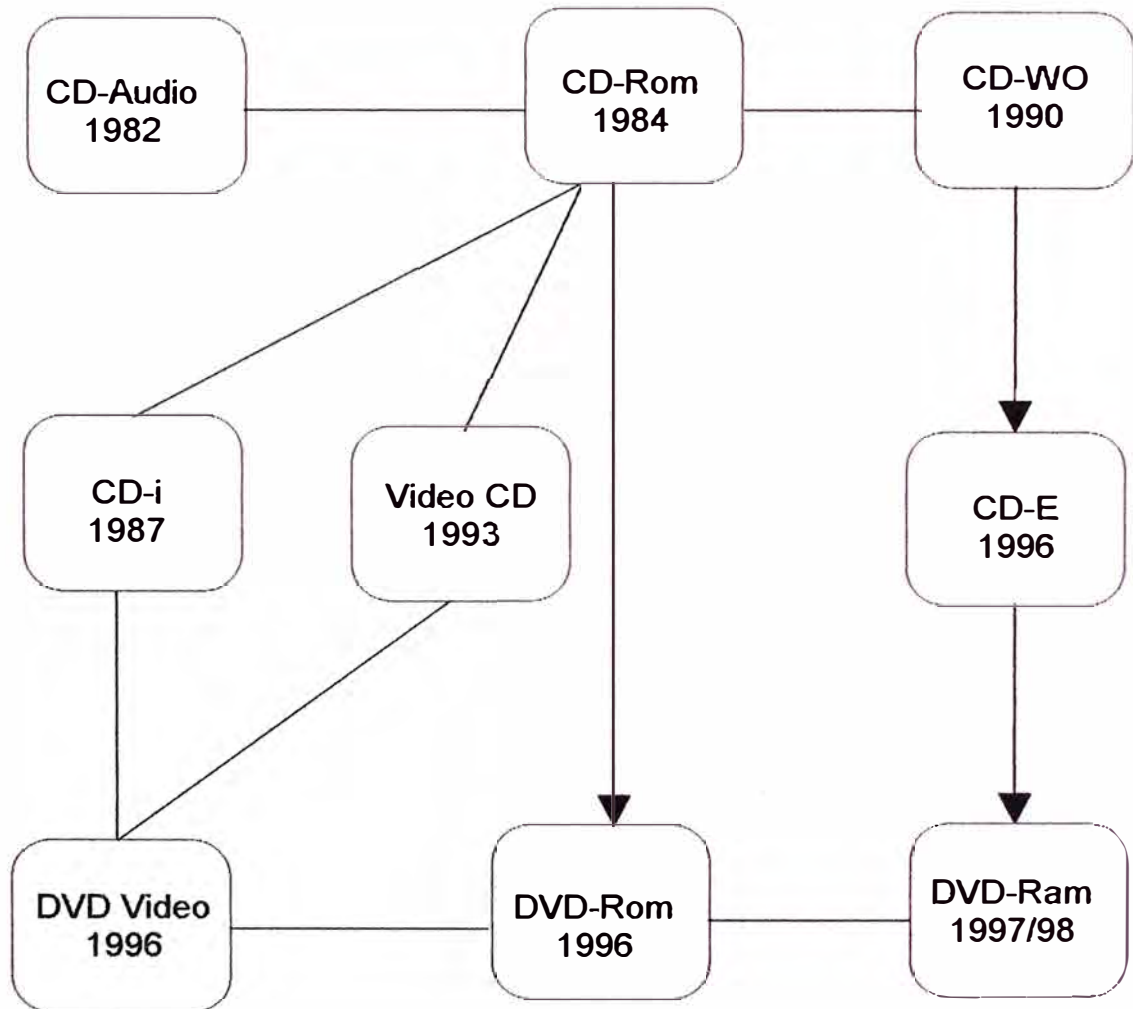


Figura 30: Mapa del camino

Un acceso aleatorio rápido y fácil para grabaciones en disco (en oposición a la cinta), un tiempo de vida de almacenamiento virtualmente ilimitado, son sólidos beneficios que serán apreciados por los consumidores y por los profesionales en los sectores de video y las computadoras.

CAPÍTULO V

UNA FÁBRICA PERUANA: “TECNOLOGÍA DIGITAL VICTORIA”

5.1 Resumen Ejecutivo

La tecnología de Discos Ópticos es sin lugar a dudas uno de los mayores fenómenos tecnológicos del siglo XX, desde que apareció a principios de los ochenta, cuando revolucionó el entretenimiento y las comunicaciones.

Es así que en 1998, surge en nuestro país, Tecnología Digital Victoria, TDV Perú, una empresa 100% peruana, que mediante un proceso vertical e integrado, con la mejor tecnología de punta y manteniendo una moderna infraestructura con todos los requerimientos que los estándares mundiales exigen para la fabricación de CD's y DVD, se pone a la vanguardia en toda la región (Chile, Bolivia y Ecuador).

5.1.1 Productos

Ofrece una gama de productos que permite cubrir las diferentes necesidades de un mercado cada día más exigente, acorde con las últimas innovaciones tecnológicas.

A. CD - Audio

Compact Disc Digital Audio, es empleado para almacenar todo tipo de información de Audio Digital, siendo utilizado principalmente para la grabación y reproducción de música de alta calidad.

El CD-Audio tiene una capacidad de almacenamiento de 74 minutos.

B. CD – ROM

Compact Disc Read Only Memory, un medio de almacenamiento e intercambio de datos de computo, por lo que únicamente se puede acceder a la información que contiene el disco a través de un computador. Se distinguen dos tipos de CD-ROM:

CD-i : Compact Disc Interactivo, un sistema para mostrar información (textos, imágenes y videos).

CD-XA : XA por eXtended Architecture es un standard para CD-ROM el cual permite utilizar tracks de audio y data en un mismo disco.

C. DVD

Es lo último en tecnología digital, puede utilizarse para almacenar películas, música, data y juegos. Tiene una capacidad que varia desde 4.7 a 17 Gigabytes, espacio suficiente para reproducir cerca de 133 minutos de video en alta calidad, contiene 8 pistas multilenguaje para reproducir el sonido en 8 idiomas, subtítulos en 32 idiomas, etc; permitiendo incluir todas las probabilidades en un solo formato.

D. CD – Card

Mantiene las mismas características de fabricación de un CD, pero su tamaño es reducido. Según su presentación puede llegar a tener una

capacidad de 16 a 60 Megabytes (MB) . El CD-Card es una herramienta de uso personalizado y específico. Mediante los recursos multimedia se puede mostrar su contenido en un computador, ya sea opciones comerciales de una empresa, información personal, lanzamientos de nuevos productos, eventos, etc., de una manera práctica y novedosa.

5.1.2 Servicios

Dentro de su filosofía de integración vertical, para dar mayor atención y comodidad a sus clientes, cuenta con servicios únicos que la convierten en una empresa competitiva y diferenciada, entre los que se puede mencionar:

A. Pre – Prensa

Disponen de lo último en software de Diseño Gráfico, computadoras interconectadas en una intranet de sistemas MAC y PC, con máquinas para filmación de fotolitos y pruebas de color Matchprint. Se especializan en la elaboración de diseños creativos para la papelería y el estampado del CD.

B. Prensa

Ofrecen una alta calidad de impresión Offset, troquelado y doblado automático, baño UV total o sectorizado. Exactitud de medidas para el empaque automatizado. Profesionales de experiencia dan la garantía de un trabajo de alto nivel.

C. Estuches Especiales

Estuches para Compact Disc en diversidad de modelos y medidas, en cartón impreso o plástico, tales como CD Shell, Super Jewel Box, Super Slim, etc.

D. Empaques

Ofrecen servicio integral de diseño, impresión y embolsado termo sellado para el encarte que acompaña al compact disc, con lo cual se logra una mejor presentación, que es la solución para impactar en mercados cada vez más competitivos.

E. Laboratorio Multimedia

Cuentan con el más avanzado equipo, para el desarrollo total de multimedia. Captura de videos en formato digital, edición de videos para multimedia, objetos y logos en 3D, animación, entornos virtuales, sonido digital, efectos especiales, presentaciones gráficas atractivas, todo con los softwares más potentes del mercado.

F. Laboratorio de Sonido

Poseen un laboratorio de grabación Audio Digital, equipado con alta tecnología, como una consola digital TASCAM DA-800, secuenciadores, interfaces y el sistema PROTOOLS 24, en un ambiente con diseño acústico adecuado.

G. Servicio de Exportación

Desde que se hace la orden de compra, en TDV se esfuerzan al máximo para que llegue a manos del cliente un producto de alta tecnología y excelente calidad. De este modo, donde se encuentre el cliente, ellos se encargan de enviarle su producción siempre a tiempo y con la mayor seguridad.

5.1.3 Enfoque de la Empresa

A. Misión

“Dentro de un panorama mundial donde los mercados abiertos, altos niveles de calidad, precios super competitivos y tiempos cortos de respuesta, marcan la dirección de la demanda; nosotros ofrecemos nuestro “Servicio Total” de STAMPER y REPLICACIÓN con la más alta calidad y mejores precios de toda la región. La instalación del Mastering, el AMS de Toolex, nos consolida como los líderes de la industria de CD’s en el Perú, ahora tenemos todas las piezas de esta fabulosa industria y podemos competir internacionalmente, porque somos serios y transparentes en nuestros compromisos, porque la “rápida respuesta” es parte de nuestra filosofía.

Una nueva era comienza, con un universo de posibilidades, se abre para empresas, instituciones y gobiernos; en los campos del marketing, publicidad, educación, música, datos, multimedia, etc., que ahora tienen en TDV Perú, justo lo que necesitan. Desde su idea original hasta la entrega del producto final, estaremos con Ud., para satisfacer plenamente las exigencias del mercado”.

B. Visión

“TDV Perú, es la primera fábrica de Compact Disc en el Perú, y ha creado un nuevo standard en Latinoamérica para este tipo de industria única y vertical, 100% integrada, con instalaciones nuevas y modernas, con una organización dinámica, listos para afrontar los retos del futuro, con agresivos planes de consolidación y expansión en los países vecinos de la región”.

5.2 La Cadena de Valor

5.2.1 Las Actividades Primarias

A. Logística de Entrada

Con la finalidad de abaratar los costos de producción, TDV importa sus insumos y materias primas a empresas grandes y bien consolidadas a nivel internacional, que se caracterizan por ser los principales fabricantes, comercializadores y exportadores, en su correspondiente rubro, a nivel mundial que ofrecen productos de buena calidad a precios muy competitivos. TDV importa grandes volúmenes de materia prima e insumos, cumple con sus compromisos de pago en los tiempos establecidos, casi al contado, lo cual le da margen a negociar los precios y exigir el cumplimiento de las entregas en los plazos pre-establecidos. Adicionalmente, TDV tiene un sistema informático en red, que controla los inventarios para llevar un control más estricto y hacer los pedidos en forma oportuna.

B. Operaciones

TDV cuenta con maquinaria de punta, que cumple con los requisitos más exigentes para la fabricación de CD's, que la pone al nivel de las mejores fábricas de CD's a nivel mundial. El proceso de fabricación de los CD's comienza con la etapa del **pre- master** en la cual se analiza el master fuente, proporcionado por el cliente, mediante un software que detalla la estructura física del CD, para detectar errores digitales. Luego sigue el proceso de **masterización**, que consiste en la creación de la matriz (Glass Master – Electroforming), en la cual se graba la información del master

fuelle (CD, CD-R, DAT), y luego es utilizada para la replicación de los CD's. Posteriormente viene el proceso de **replicación**, mediante el cual se fabrican los CD's y consta de las etapas de moldeo (inyección de policarbonato), metalización (baño de aluminio), laqueado y UV curing. Seguidamente se tiene la etapa del **estampado**, que consta de una línea automática silkscreen (especiales o de selección), artes en fotografía (300 dpi) o lineales. Finalmente viene el **empaque**, proceso en el cual se inserta el CD y su respectiva papelería en un jewel box o estuche de CD, para luego envolverlo con celofán, todo de manera automática.

Para efectuar todo este proceso cuenta con la siguiente maquinaria: una máquina Masterizadora AMS 100 de tecnología holandesa, tres líneas de replicación de tecnología alemana, una línea de CD card y mini CD, una línea de stampado y un línea de empaque / encelofanado.

Desde que el momento en que el cliente pone una orden de producción, esta es registrada en el sistema informático de control, así también su paso por las diferentes áreas es registrado.

C. Logística de Salida

Los CD's son despachados normalmente en cajas de cartón que contienen 100 unidades, pero la cantidad puede variar de acuerdo con el pedido del cliente. Cuando los CD's son para exportación, se envían en "bulk" (los CD's se colocan en spindles que luego se empacan en pequeñas cajas especiales de tecknopor), con los estuches aparte, con la finalidad que estos no se rompan. TDV se encarga de la exportación, este es un servicio adicional que se brinda al cliente. Toda producción terminada figura en el sistema

informático de control, por lo cual al momento de ser despachada al cliente, automáticamente genera una guía de salida y factura. Los precios de los CD's varían de acuerdo con la cantidad del pedido, entre más grande sea el pedido, el precio del CD por unidad disminuye. El precio promedio del CD es \$1.00 (precio al distribuidor o productor, este a su vez fija un nuevo precio al cliente final, en el cual se consideran los derechos de autor y otros gastos adicionales).

D. Marketing

TDV no cuenta con una campaña agresiva de marketing, ya que sus clientes no son directamente los usuarios finales del producto. TDV hace sus producciones en base a pedidos de sus clientes los cuales son distribuidores o promotores de los cantantes y/o productos.

Se puede observar que TDV da mayor énfasis en la logística de entrada, operaciones y logística de salida.

5.2.2 Actividades de Apoyo

A. Aprovisionamientos

TDV importa casi la totalidad de sus insumos y materia prima, para lo cual tiene un departamento de importaciones que se encarga que estén a tiempo para la producción. Casi nunca se ha tenido inconvenientes por falta de stock de insumos y materia prima. Sus principales proveedores son empresa de reconocido prestigio tales como: BAYER de Alemania, la cual proporciona el policarbonato, que es la materia prima para la fabricación de los CD's; SYMCOM, empresa Holandesa que provee todos los insumos y materia prima para la elaboración de los stampers. Los estuches de CD's se

importan de Taiwán, un promedio de 300,000 estuches mensuales, a precios muy competitivos y se tiene un stock de 2'000,000 de unidades para cubrir posibles eventualidades. Esto permite que se cumpla siempre con las entregas a los clientes. Se mantienen relaciones muy cordiales con los proveedores, que se van consolidando con el tiempo, garantizando una relación duradera a largo plazo.

B. Desarrollo de Tecnologías

El producto que fabrica TDV es un producto relativamente moderno que utiliza tecnología de punta para su fabricación. En el Perú está en pleno apogeo y con tendencia a incrementar su consumo. La empresa también se preocupa por estar al día con los nuevos productos del mercado del disco óptico, que tienen un significativo nivel de demanda, tal como los CD card y mini CD, para lo cual compró la máquina para su fabricación. Asimismo, dos líneas de replicación tienen la posibilidad de ser acondicionadas para la fabricación de DVD. Aunque este mercado no tiene una significativa demanda, por el momento, tiende a incrementarse en un futuro cercano.

C. Gestión de Recursos Humanos

Cuenta con agradable ambiente de trabajo, permitiendo que la actividad de trabajo sea mas productiva y el trabajador se sienta motivado a realizarla. Se organizan cursos de capacitación en temas como liderazgo, motivación, e integración. También se llevan a cabo talleres de exposición, preparados por los mismos trabajadores, acerca las actividades que efectúan, permitiendo que los trabajadores de las otras áreas, tengan una visión total de cómo se realizan las diferentes actividades productivas dentro de la empresa. La

Empresa cuenta con un gimnasio e instructores, y este servicio es totalmente gratuito para el personal. Finalmente cuenta con un restaurante de lujo, al cual son invitados los trabajadores para deleitar exquisitos platos.

D. Infraestructura de la Empresa

Cuenta con un sistema administrativo eficiente con áreas de trabajo y funciones definidas, planes de desarrollo y expansión a corto y largo plazo; infraestructura moderna , que cuenta con un sistema informático de control que permite integrar todo el proceso productivo y contable de la empresa. Cuenta con un departamento legal, que resulta imprescindible, por tratarse de un negocio que involucra constatar los derechos de autor de las producciones, asegurando su formalidad y el cumplimiento de las normas y leyes.

CONCLUSIONES

1. Los discos ópticos son, sin lugar a duda, el medio de almacenamiento que ha revolucionado el campo de la informática y las comunicaciones, permitiendo el almacenamiento de gran cantidad de información en un medio resistente, robusto, durable y de fácil transporte.
2. Muchos años de arduo estudio, investigación y pruebas de laboratorio, llevados a cabo por empresas pioneras y de gran prestigio, como Philips y Sony, nos permiten disfrutar de lo que ahora conocemos como disco compacto.
3. La tecnología óptica utilizada en la fabricación y lectura de los discos compactos permite que estos no sufran desgaste y perduren por años, obteniéndose además un producto final de alta calidad, tal como los CD's de audio y CD-ROM..
4. La evolución de los discos ópticos ha sido y es de manera continua y constante, así podemos apreciar que ha ido pasando por diferente formatos, comenzando por el disco compacto de audio digital (CD-

DA), continuando con el CD-ROM (utilizado en el almacenamiento de datos y programas) y sus diferentes variaciones y mejoras como el CD-i (disco compacto interactivo para aplicaciones multimedia de texto, imágenes y video) que utilizaban reproductores especiales, CD-ROM XA que es un CD-i pero con la capacidad de ser reproducido en computadoras comunes, el CD de música mejorada (CD Enhanced Music) que es un CD multisesión con capacidad de audio (CD-DA) y datos (CD-ROM XA), para terminar con el video CD y el photo CD. También tenemos por otro lado los CD's grabables que se iniciaron con la técnica magneto-óptica, luego siguieron los CD's de una sola escritura y finalizando con los CD's borrables. Toda esta evolución que a través de los años se ha logrado en la medida que se requería cubrir las necesidades y requerimientos de capacidad de almacenamiento para los diferentes tipos y formatos de información que se han ido creando y descubriendo conforme avanza la tecnología y la capacidad inventiva y creativa del hombre.

5. El proceso de fabricación de los discos compactos utiliza una tecnología avanzada que involucra el uso de maquinaria moderna, 100% automatizada, en ambientes especiales conocido como sala blanca de clase 100, de alta limpieza y pureza.
6. El proceso de digitalización de la información se lleva a cabo usando algoritmos de corrección de errores que garantiza un producto de alta calidad casi inmune a errores.

7. La información contenida en el subcódigo permite acceder a las diferentes facilidades en la reproducción del disco compacto, tales como selección de tracks, información de tiempos de duración, track actual, tiempo restante del track y diversas opciones que proporcionan una manera más práctica y funcional de reproducción del disco compacto.
8. El DVD es el futuro ya actual de la tecnología óptica con capacidades de: 4.7 GB (DVD 5), 8.5 GB (DVD 9), 9.4 GB (DVD 10), 17 GB (DVD 18).
9. Paralelamente al DVD existen prototipos de nuevos formatos como: el Super Audio CD con capacidad de 650 MB + 4.5 GB y el Blu-ray Disc de 27 GB.
10. Tecnología Digital Victoria es una empresa peruana con su moderna infraestructura y tecnología de punta nos pone a la altura de los países industrializados, siendo pionera de la fabricación de discos compactos en nuestro país se expande internacionalmente a países como Chile, Bolivia y Ecuador.
11. Se debe mantener los ambientes y maquinaria adecuados para la fabricación de CD's de este modo se obtendrá un producto final que cumpla con los estándares internacionales y así poder competir internacionalmente,
12. El gobierno peruano debería dar leyes y hacerlas cumplir, contra la copia ilegal de CD's (piratería) que tanto daño hace a los artistas,

autores y compositores así como a la industria óptica nacional que se encuentra en pleno desarrollo.

ANEXO A
EL CANAL Q

EL CANAL Q

El canal Q contiene la mayor parte de información del programa y tiempos.

El formato general de datos se muestra a continuación:

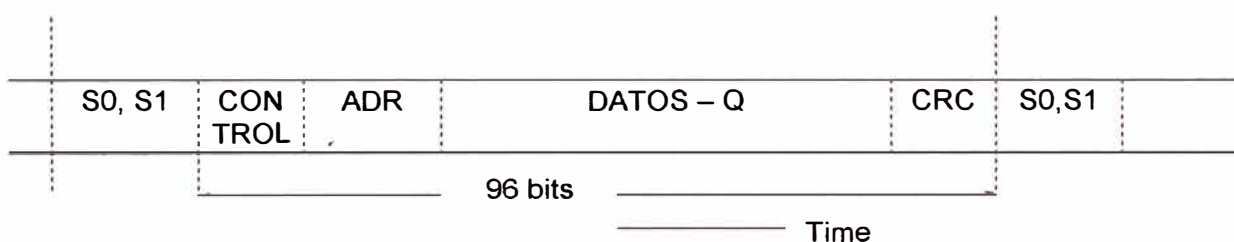


Figura 31: Canal Q

Los dos primeros bits (S0 y S1) son los bits de sincronismo. Los cuatro bits siguientes (bits 3 al 6) son los bits de control. El bit 3 controla el número de canales (2 ó 4), el bit 4 no está asignado, el bit 5 es la protección contra copia y el bit 6 es bit de pre-énfasis. El resultado de la combinación de los bits de control se muestra en la Tabla 5.

Los cuatro bits siguientes (ADR) controlan el modo (se definen tres modos). Los 72 bits siguientes son datos (DATOS-Q) y los últimos 16 bits son para la comprobación de redundancia cíclica (CRC) del canal de datos.

MSB	LSB
Bit #	3456
00x0	- 2 canales de audio sin pre-énfasis
00x1	- 2 canales de audio con pre-énfasis de 50/15 us
10x0	- 4 canales de audio sin pre-énfasis
10x1	- 4 canales de audio con pre-énfasis de 50/15 us
01x0	- track de datos
01x1	- reservado
11xx	- reservado
xx0x	- copia digital prohibida
xx1x	- copia digital permitida

Tabla 5 : Bits de Control

Se definen tres modos para los DATOS-Q.

Modo 1 : ADR = 1 = (0001)

Contiene la información de tiempo de selección primaria. En el modo 1 es posible tener dos diferentes formatos de datos, uno para el track lead-in y otro para las áreas de programa y lead-out.

En el área lead-in, esta información consiste en el número de tracks y el tiempo de inicio absoluto de cada track. Esta información continuamente se repite en el área lead-in y permite al reproductor de CD construir la tabla de contenido (TOC: table of contents).

La fig. 32 muestra el formato de datos durante el track lead-in.

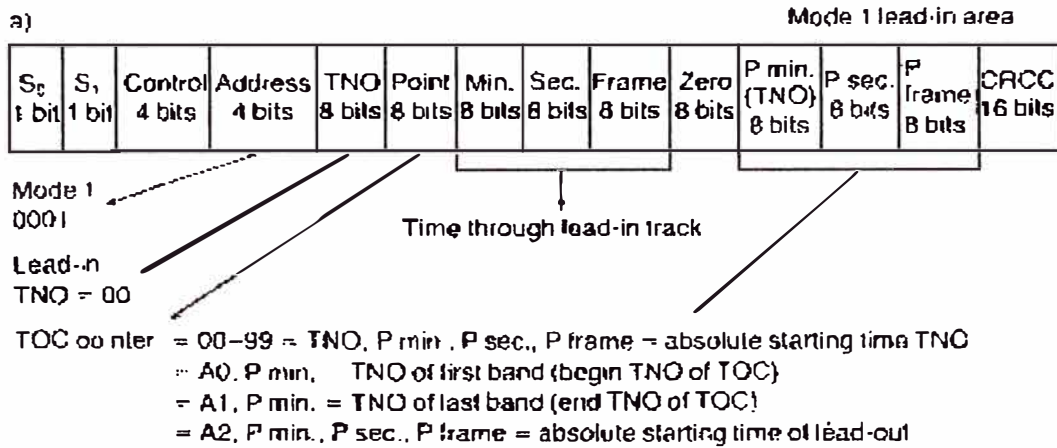


Figura 32 : Formato de datos del track lead-in en el Modo 1

En las áreas de programa y lead out, la información del Modo 1 da el número de track, los números de índices dentro de un track, el tiempo del track y el tiempo absoluto.

Durante los tracks de música (área de programa) y lead-out del disco, el formato de datos es como sigue:

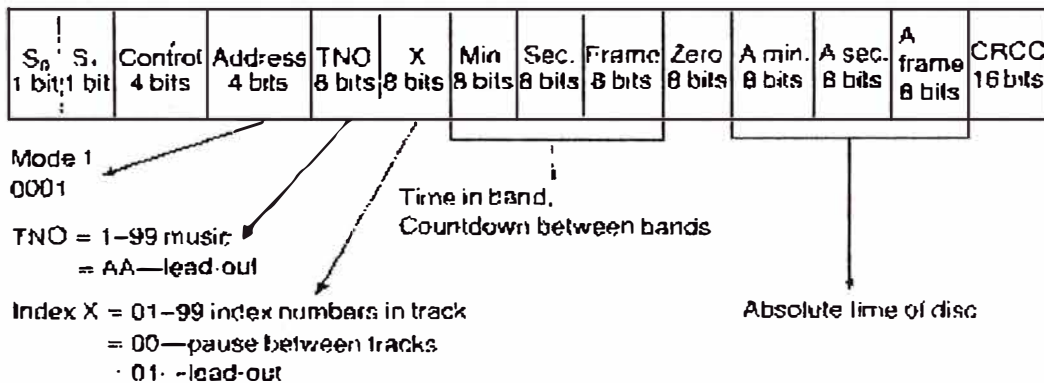


Figura 33: Formato de datos para el área de programa y el track lead-out en el Modo 1

TNO: Número de track expresado en 2 dígitos BCD (código 8-4-2-1).

00: Track lead-in.

El final del track lead-in, marca el comienzo del diámetro del área de programa.

01-99: Números de tracks.

Un track puede estar precedido por una pausa con el mismo número de track. La numeración del track tiene que empezar con el valor 01 y se incrementa de uno en uno. En el caso que un programa sea almacenado en varios discos, la numeración puede continuar.

AA: Track lead-out.

El track lead-out comienza al final del último track de música del disco, no le precede código de pausa alguno.

X: Índice del número de track (TNO), 2 dígitos BCD.

Durante el track lead-in, no esta disponible el índice X.

00: Codificación de pausa.

La codificación de la pausa en el canal Q da la longitud de la pausa al igual que para la música. La primera pieza musical es precedida por una codificación de pausa de 2-3 segundos. El track lead out es codificado como música.

01-99: Números de subdivisión.

Durante el track lead-out, X es 01. Dentro de un track de música (TNO = 01-99 y X diferente de 00) el primer valor de X es 01. El valor de X se incrementa de uno en uno.

ZERO: Estos 8 bits son cero.

MIN, SEC, FRAME: cuentan el tiempo dentro de un track expresado con 6 dígitos BCD: MIN, SEC y FRAME cada uno de 2 dígitos. El tiempo se pone a cero en el comienzo del track. El tiempo se incrementa en la música y decrece en la pausa, terminando con el valor cero al final de la pausa. En el lead-in y el lead-out el tiempo se incrementa.

Los minutos son almacenados en MIN, los segundos en SEC. Un segundo es subdividido en 75 FRAMES (variando desde 00 hasta 74).

AMIN, ASEC, AFRAME: Corren el tiempo en el disco expresado con 6 dígitos BCD: AMIN, ASEC y AFRAME cada uno de 2 dígitos. En el comienzo del diámetro del área de programa, el tiempo es fijado a cero y el TNO toma el valor del primer track del disco.

Los minutos son almacenados en AMIN, los segundos en ASEC. Un segundo es subdividido en 75 FRAMES (variando desde 00 hasta 74).

POINT, PMIN, PSEC, PFRAME: Durante el track lead-in una tabla de contenidos es almacenada en estas posiciones. Esta tabla de contenidos es continuamente repetida en el área lead-in (TNO = 00). En cada tabla de contenido, los ítems son repetidos tres veces (ver fig. 34). Al final del área lead-in, la tabla de contenido puede terminar con cualquier valor de POINT (puntero).

El valor de PMIN, PSEC y PFRAME da el punto de inicio del número de track señalado por POINT. Estos valores dan la posición de inicio del track en la escala de tiempo absoluto (AMIN, ASEC y AFRAME) con una exactitud de +/-1 segundo. La posición inicial de un track es la

primera posición con el nuevo número de track y con X diferente de 00.

Si POINT = A0, el valor de PMIN da el número de la primera pieza musical en el disco, PSEC y PFRAME tienen el valor de cero.

Si POINT = A1, el valor de PMIN da el número de track del último track en el disco, PSEC y PFRAME tienen el valor de cero.

Si POINT = A2, el punto de inicio del track lead-out se da en PMIN, PSEC y PFRAME.

La Tabla 6 muestra un ejemplo de la codificación de la tabla de contenido de un disco con 6 piezas musicales.

Modo 2 : ADR = 2 = (0010)

El modo 2 contiene el número de catálogo del disco, además de la continuación del contador de tiempo absoluto.

El formato de los datos en modo 2 se muestra a continuación:

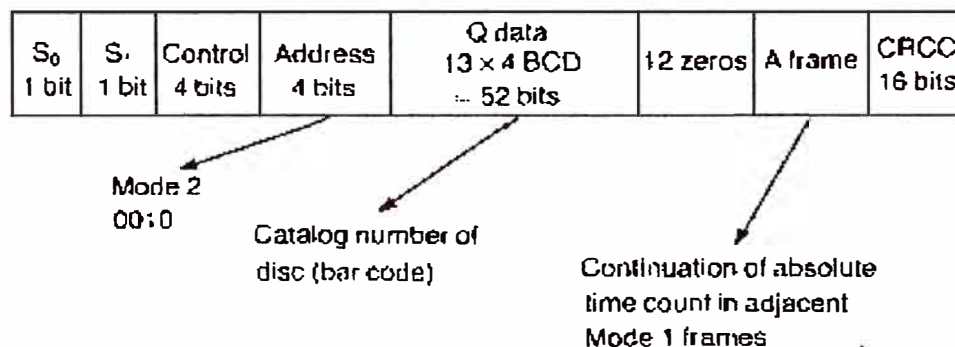


Figura 34: Formato de datos en el Modo 2

Frame number	POINT	PMIN, PSEC, PFRAME
n	01	00,02,32
n+1	01	00,03,33
n+2	01	00,04,34
n+3	02	10,15,12
n+4	02	10,15,12
n+5	02	10,15,12
n+6	03	16,28,63
n+7	03	16,28,63
n+8	03	16,28,63
n+9	04	
n+10	04	
n+11	04	
n+12	05	
n+13	05	
n+14	05	
n+15	06	49,10,03
n+16	06	49,10,04
n+17	06	49,10,05
n+18	A0	01,00,00
n+19	A0	01,00,00
n+20	A0	01,00,00
n+21	A1	06,00,00
n+22	A1	06,00,00
n+23	A1	06,00,00
n+24	A2	52,48,41
n+25	A2	52,48,41
n+26	A2	52,48,41
n+27	01	00,02,32
n+28	01	00,03,33

Tabla 6: Codificación de la tabla de contenidos (TOC) de un disco con 6 piezas musicales.

Q-Data: Número del catálogo del disco expresado en 13 dígitos BCD (N1-N13).

El código que se usa es el UPC/EAN-code (BAR code). El número del catálogo no cambia en un disco. En el caso que el número de catálogo no estuviese codificado de acuerdo al UPC/EAN-code, N1-N13 serían todos ceros o el modo 2 sería borrado del disco.

ZERO: Estos 12 bits son ceros.

AFRAME: La continuación del AFRAME, en el modo 1 (dos dígitos BCD que van desde 00 hasta 74). Durante el área lead-in (TNO = 00) estos 8 bits son cero.

Modo 3 : ADR = 3 (0011)

El modo 3 es usado para dar un número único al track de música. Para lo cual se usa el ISCR (International Standard Recording Code). El ISCR esta definido en la norma DIN-31-621.

Si no se usa el código ISCR, el modo 3 debe ser borrado. Durante los track lead-in y lead-out, el modo 3 no esta presente en el disco.

El código ISCR solamente puede cambiar inmediatamente después que el número de track (TNO) haya sido cambiado.

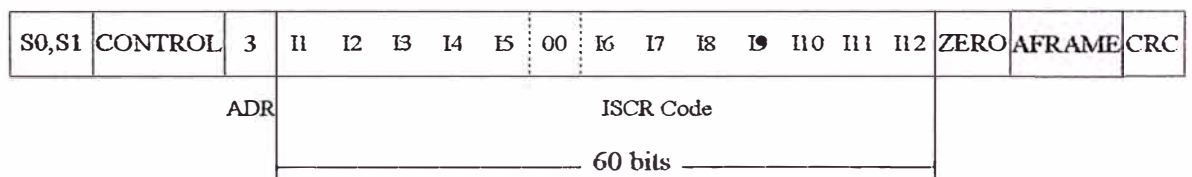


Figura 35: Formato de datos en el Modo 3

Los 12 caracteres del código ISRC están representados por I1-I12. El código del País está dado en I1-I2, el código del autor está dado en I3-I5, el año de la grabación está en I6-I7 y el número de serie de la grabación está en I8-I12. Los caracteres I1-I5 están codificados en un formato de 6 bits, de acuerdo con la Tabla 7. Los dígitos I6-I12 son números BCD de 4 bits.

CARACTER	BINARY	OCTAL
0	0 0 0 0 0 0	00
1	0 0 0 0 0 1	01
2	0 0 0 0 1 0	02
3	0 0 0 0 1 1	03
4	0 0 0 1 0 0	04
5	0 0 0 1 0 1	05
6	0 0 0 1 1 0	06
7	0 0 0 1 1 1	07
8	0 0 1 0 0 0	10
9	0 0 1 0 0 1	11
A	0 1 0 0 0 1	21
B	0 1 0 0 1 0	22
C	0 1 0 0 1 1	23
D	0 1 0 1 0 0	24
E	0 1 0 1 0 1	25
F	0 1 0 1 1 0	26
G	0 1 0 1 1 1	27
H	0 1 1 0 0 0	30
I	0 1 1 0 0 1	31
J	0 1 1 0 1 0	32
K	0 1 1 0 1 1	33
L	0 1 1 1 0 0	34
M	0 1 1 1 0 1	35
N	0 1 1 1 1 0	36
O	0 1 1 1 1 1	37
P	1 0 0 0 0 0	40
Q	1 0 0 0 0 1	41
R	1 0 0 0 1 0	42
S	1 0 0 0 1 1	43
T	1 0 0 1 0 0	44
U	1 0 0 1 0 1	45
V	1 0 0 1 1 0	46
W	1 0 0 1 1 1	47
X	1 0 1 0 0 0	50
Y	1 0 1 0 0 1	51
Z	1 0 1 0 1 0	52

Tabla 7: Formato de 6 bits para la codificación de los caracteres I1-I5

- 00:** Estos dos bits son ceros.
- ZERO:** Estos 4 bits son ceros.
- AFRAME:** Es la continuación el AFRAME o contador de tiempo absoluto de tramas adyacentes del Modo 1.

ANEXO B

EJEMPLO DE INTERCALADO SIMPLE

EJEMPLO DE INTERCALADO SIMPLE

El intercalado es una idea simple pero muy poderosa. Para ilustrar el intercalado, supongamos que se tiene una trama que consiste de varios caracteres de información,

UNIVERSITYOFWASHINGTON

Supongamos que por algún motivo (rayaduras u otros) el disco se daña y se destruyen varios de los caracteres.

RSITYOFWASHINGTON

La primera palabra es muy difícil de reconstruir. Sin embargo, se puede tomar la trama original y desordenarla de la siguiente forma:

UNIVERSITYOFWASHINGTON
ONSTHUGRFSIIOTWNNVEIYA

luego se daña,

UGRFSIIOTWNNVEIYA

al ordenarla se tiene,

UNIVERIYOFWASIGTN

es mucho más fácil “interpolar” o “adivinar” las letras que faltan.

ANEXO C

DETECCIÓN Y CORRECCION DE ERRORES

DETECCIÓN Y CORRECCION DE ERRORES

Los códigos de detección y corrección de errores son importantes para la operación de cualquier sistema de almacenamiento digital. Hay literalmente miles de tales códigos. Estos códigos normalmente usan bits adicionales (llamados bits de paridad) para transportar la información de detección y corrección de errores.

En una simple verificación de paridad binaria, un bit de paridad es un simple bit que representa si el total de números "1s" en una cadena de datos particular es par (0) o impar (1). (Adición de módulo dos).

Por ejemplo, asumir que se fija un bit de paridad sobre los dígitos de la siguiente palabra,

1101 0000

el número total de "1s" es impar, por lo tanto el bit de paridad debe ser

1. Entonces, la palabra debería ser escrita como:

1101 0000 1

donde el último dígito es el bit de paridad.

Las verificaciones de paridad binaria simple pueden convertirse aún un poco complejas si más de un bit de paridad es usado. Por ejemplo, se puede elegir tener dos bits de paridad – uno para los cuatro primeros bits de la palabra y uno para los cuatro últimos.

1	1	0	1	0	0	0	0	P1	P2
x	x	x	x					1	
				x	x	x	x		0

Si se usan suficientes bits de paridad, entonces los errores no solamente podrían ser detectados – sino que también podrían ser corregidos. Por ejemplo, consideremos que sucedería si se usan cuatro bits de paridad. El primero para los cuatro primeros bits, el segundo para los cuatro segundos bits, el tercero para los bits 1, 2, 5, 6 y el cuarto para los bits 2, 3, 6, 7.

1	1	0	1	0	0	0	0	P1	P2	P3	P4
x	x	x	x					1			
				x	x	x	x		0		
x	x			x	x					0	
	x	x			x	x					1

Ahora, asumimos que hay un error en el último bit.

1	2	3	4	5	6	7	8	P1	P2	P3	P4
1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
x	x	x	x					1			
				x	x	x	x		1		
x	x			x	x					0	
	x	x			x	x					1

El bit de paridad P1 concuerda con el bit de paridad de la palabra transmitida, P2 no concuerda, P3 y P4 concuerdan. Como P2 es el único bit de paridad que no concuerda con la palabra transmitida, entonces el error debe estar en el 8vo bit. Con lo cual se es fácil detectar el error.

ANEXO D

OCULTAMIENTO DE ERRORES

OCULTAMIENTO DE ERRORES

En la práctica algunos errores son tan grandes que no pueden ser corregidos por los algoritmos de detección y corrección de errores. Al menos que estos errores sean tratados por algún otro método, estos pueden ocasionar clics audibles en la salida de audio. De modo que para evitar estos clics, se utilizan varios métodos para ocultar los errores incorregibles:

Interpolación: con esta técnica, se construye un promedio usando los datos válidos alrededor de un error . Este promedio luego es sustituido por los datos erróneos. Como la mayoría de música es continua (excepto el heavy metal), este método trabaja bien para ocultamiento de errores relativamente cortos.

Silenciamiento: es la última opción utilizada como técnica en el ocultamiento de errores, ya que esta crea efectivamente un periodo de silencio en el audio. Sin embargo, no se trata simplemente de poner todos los dígitos binarios a cero, ya que esto produce exactamente el clic que es lo que se esta queriendo evitar. Lo que se hace es bajar el volumen y luego volverlo a subir ocultando de este modo el error.

ANEXO E

DIFERENCIAS ENTRE RÉPLICA Y COPIA

DIFERENCIAS ENTRE REPLICA Y COPIA

<u>Características</u>	<u>CD Réplica (Original)</u>	<u>CD Copia (Pirata)</u>
Capacidad del Disco	Hasta 650 MB / 74 Min. (Normalizado por Philips). Puede ser reproducido en cualquier reproductor de CDs.	Hasta 700 MB / 80 Min. Puede ser reproducido sólo por algunos reproductores de CDs.
Soporte o Substrato	Policarbonato. Makrolon – Bayer. Especial para CDs y DVDs.	Policarbonato. La calidad depende de la marca del CD.
Distancia entre Pistas	1.6 um. (Normalizado por Philips).	< 1.5 um. Ocasiona problemas en la lectura de la información.
Método de transferencia de la información	- Creación del Glass Master para la obtención de la Matriz o Stamper. - Moldeo del CD por inyección de Policarbonato.	- Quemado del disco por medio de un Rayo Láser grabador.
Metalizado	Aluminio.	Oro, aleación de plata o bronce.
Reflectividad	Optima.	La calidad depende de la marca del CD. Puede causar daño del lector Láser a largo plazo.
Color del lado de lectura	- Plateado (Aluminio).	- Azulino (Cyanine)*. - Verde (Phthalocyanine)*. * Recubrimiento Químico.
Estampado del Disco	Impresión serigráfica. 4 colores CMYK (Cuatricomía) y base blanca. 5 colores (Pantone). Secado por luz Ultra Violeta.	Impresión serigráfica. Un solo color manualmente o etiqueta autoadhesiva.
Papelería	Impresión en Offset. 4 colores CMYK (Cuatricomía) 5 colores (Pantone)	Impresión de baja calidad o fotocopia a colores.
Respaldo de Garantía	IFPI - International Federation of Phonographic Industries.	Ninguno.
Condiciones de Almacenamiento	Puede soportar ciertas condiciones de luz solar, humedad y temperatura.	No debe ser expuesto a la luz solar directa, humedad ni altas temperaturas.

ANEXO F

CAPACIDAD DEL DISCO COMPACTO

CAPACIDAD DEL DISCO COMPACTO

¿Cual es la relación entre los parámetros del LBR y la capacidad máxima del CD?

En general:

$$\text{Capacidad} = [(Pa_{\text{end}}^2 - Pa_{\text{start}}^2) * \pi] / (Tp * Linvel * 10^6) - 2 \text{ sec}$$

Donde:

Pa_end: Es el radio final del área de programa en um.

Pa_start: Es el radio inicial del área de programa en um.

Tp: Es la mínima distancia entre pistas en um.

Linvel: Es la mínima velocidad lineal en m/s.

El Pa_end, Pa_start, Tp y Linvel, son multiplicados por el factor de contracción (shrink factor). Normalmente la multiplicación no tiene ningún efecto porque ésta afecta tanto al numerador como al denominador.

Por ejemplo para el Sistema Automático de Masterización (AMS) de TDV:

Radio inicial = 24900 um

Radio final = 58500 um

Shrink Factor= 1.007

Veloc. Lineal	Track Pitch	Duración (seg)
1.21 m/s	1.55 um	73:34
1.21 m/s	1.54 um	74:02
1.21 m/s	1.53 um	74:32
1.21 m/s	1.52 um	75:01
1.21 m/s	1.51 um	75:31
1.21 m/s	1.50 um	76:01
1.20 m/s	1.55 um	74:11
1.20 m/s	1.54 um	74:40
1.20 m/s	1.53 um	75:09
1.20 m/s	1.52 um	75:38
1.20 m/s	1.51 um	76:09
1.20 m/s	1.50 um	76:39
1.19 m/s	1.55 um	74:48
1.19 m/s	1.54 um	75:17
1.19 m/s	1.53 um	75:47
1.19 m/s	1.52 um	76:17
1.19 m/s	1.51 um	76:47
1.19 m/s	1.50 um	77:18

Nota: Al reducir los valores de estos parámetros, la calidad del CD no está garantizada.

ANEXO G

GALERIA DE FOTOS

GALERIA DE FOTOS

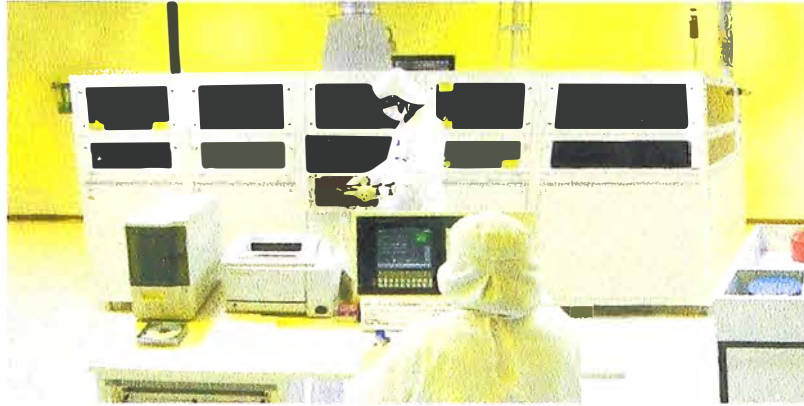


Fig. 31: Sistema Automático de Masterización (AMS)



Fig. 32: Soporte Principal (glass o substrato)



Fig. 33: AMS-Producto Final: Glass Master



Fig. 34: Sistema de Electroformado

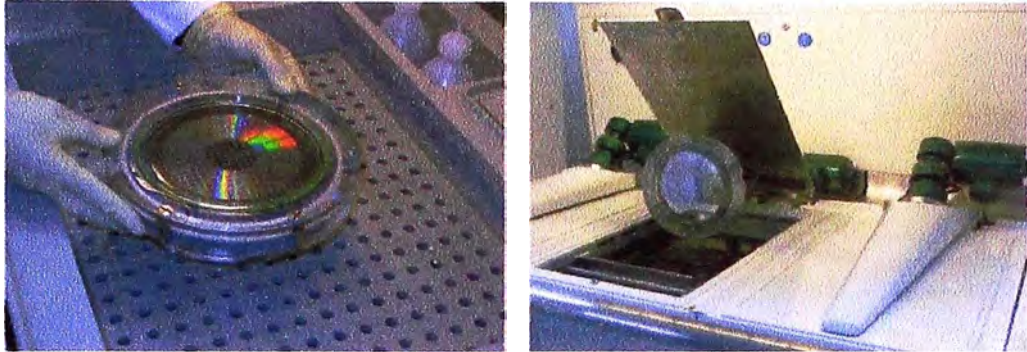


Fig. 35: El glass master es colocado con un soporte dentro de una celda de electroformado.

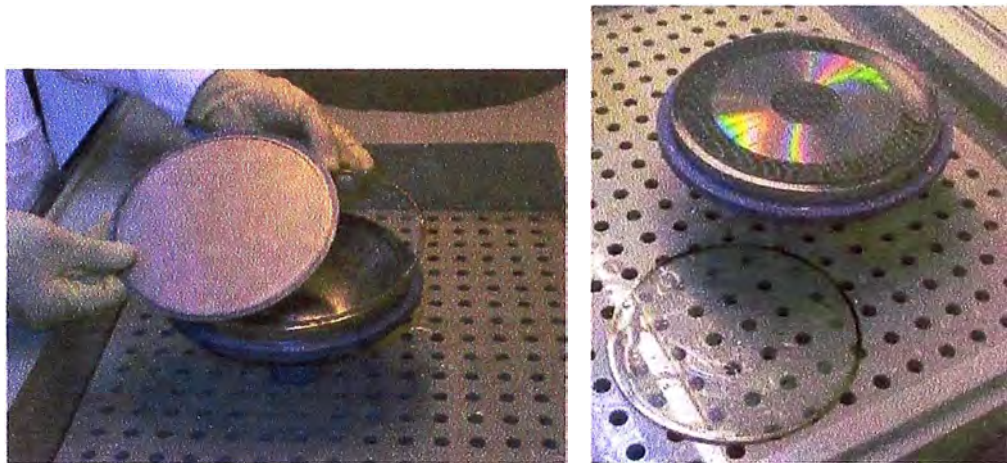
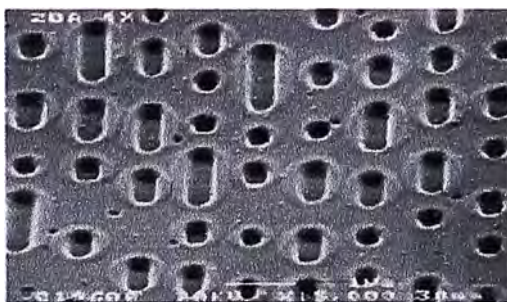


Fig. 36: Separación del Glass y obtención de la matriz o stamper



Glass master (vidrio)



Stamper (níquel)

Fig. 37: La información pasa del glass master al stamper, pero en forma invertida

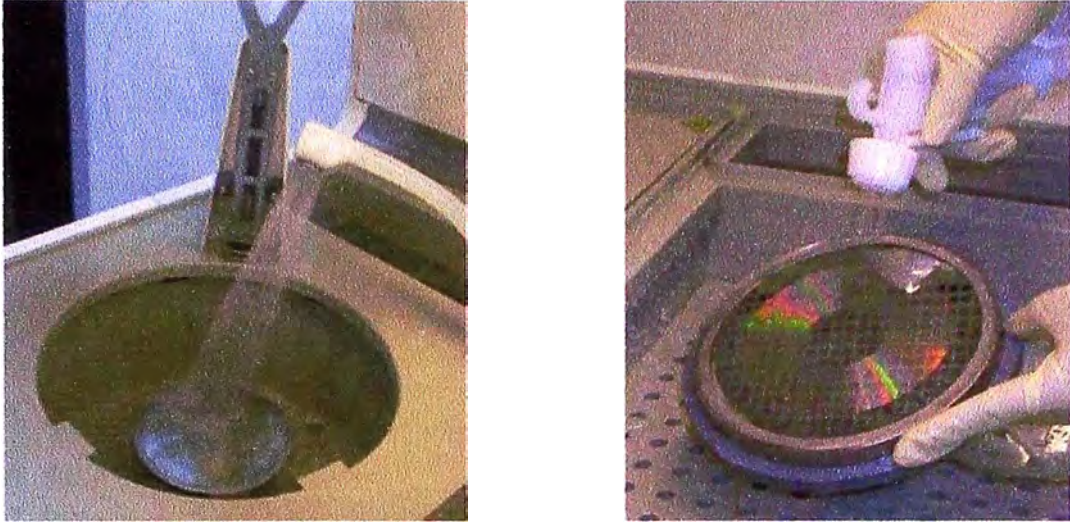


Fig. 38: Lavado de los residuos del químico fotosensible



Fig. 39: Limpieza del stamper por luz UV y ozono.

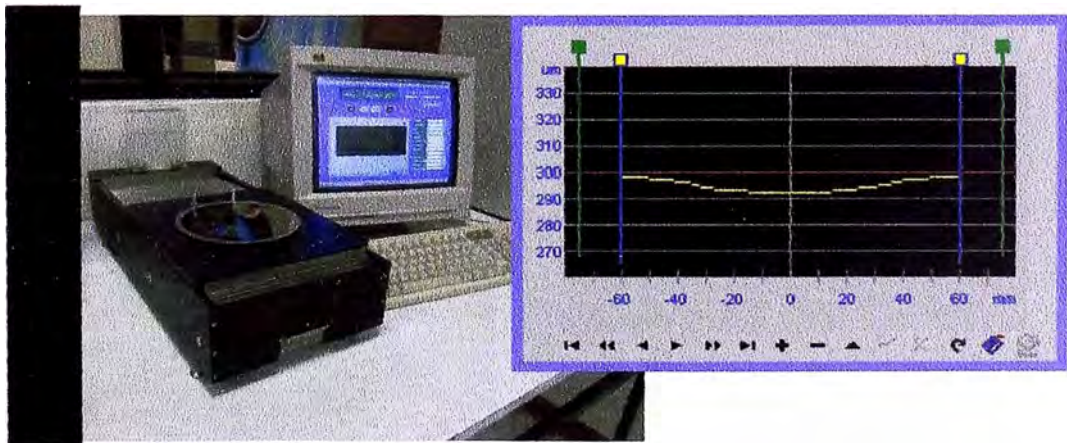


Fig. 40: Medición del espesor del stamper por ultrasonido (300um +/- 5)



Fig. 41: Aplicación de la laca de protección (Ercopell)



Fig. 42: Pulido de la parte posterior



Fig. 43: Centrado y corte al tamaño de la producción



Fig. 44: Matriz o stamper para replicación

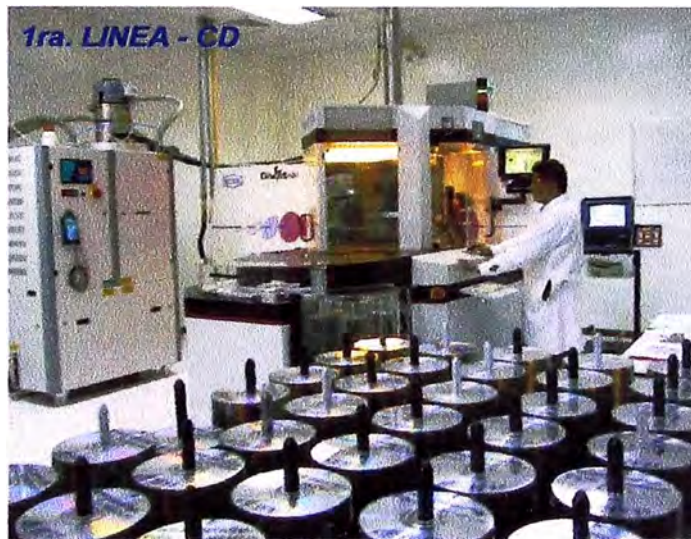


Fig. 45: Máquina replicadora: ARCADIA



Fig. 46: Máquina replicadora: SKYLINE



Fig. 47: Máquina replicadora: MCL-50

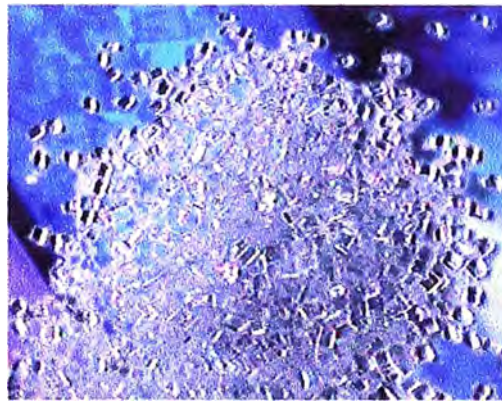


Fig. 48: Policarbonato

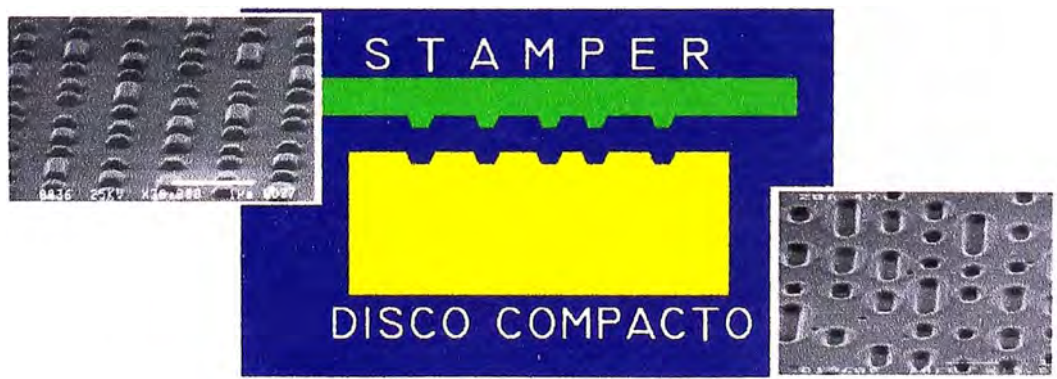


Fig. 49: Transferencia física de la información desde el stamper hacia el CD de policarbonato

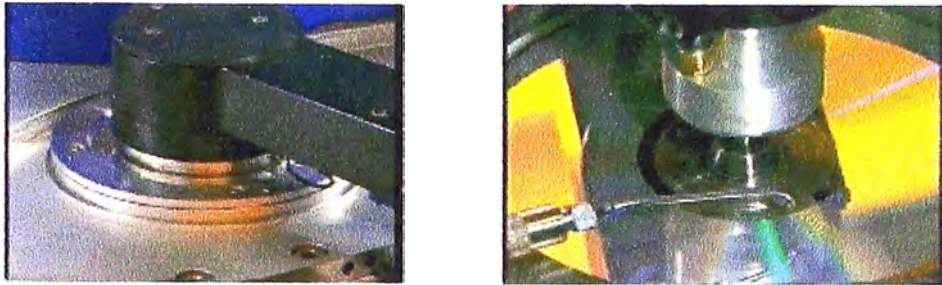


Fig. 50: El CD transparente ingresa a una cámara de metalización por aluminio y se le aplica una capa de laca para proteger la información.



Fig. 51: La capa de laca es secada por luz UV y luego el CD pasa por una unidad automática de control de calidad llamada Dr. Schenk.

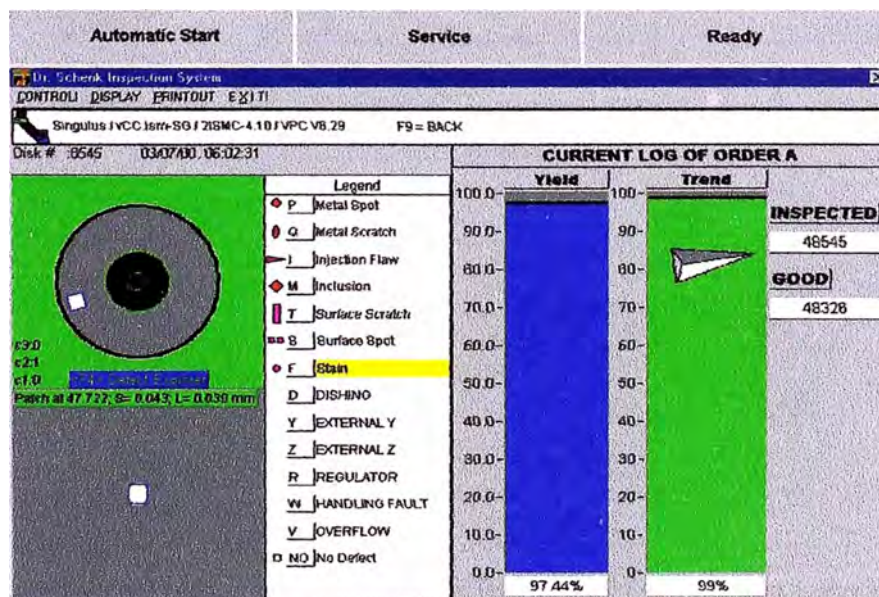


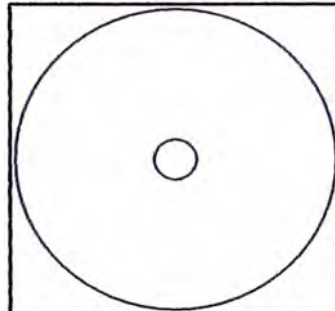
Fig. 52: El Dr. Schenk verifica la parte física del CD



Fig. 53: Sistema de Estampado



Disco Compacto



Estampado color blanco (base)



Estampado color Cyan



Estampado color Magenta



Estampado color Amarillo



Estampado color Negro

Fig. 54: Estampado por impresión serigráfica: 4 colores CMYK (cuatricomía) y base blanca.



Fig. 55: Estampado – producto final



Fig. 56: Máquina empaadora



Fig. 57: Proceso de empaque

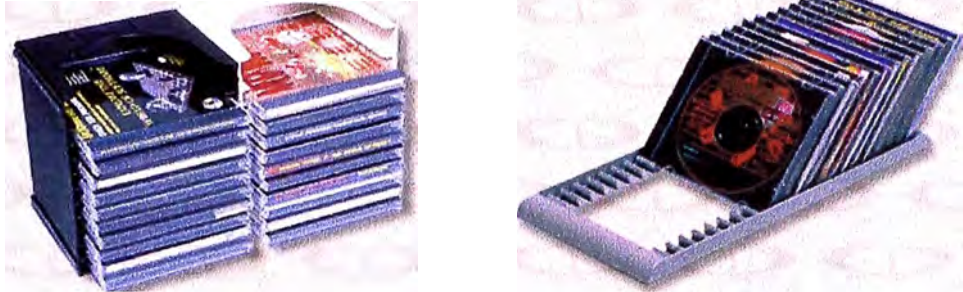


Fig. 58: Empaque – producto final

Nuevos Formatos



Fig. 59: CD-Shape



Fig. 60: Data Play = 250 – 500 MB



Fig. 61: Super Audio CD 650 MB + 4.5 GB



Fig. 62: Blu-ray Disc = 27 GB

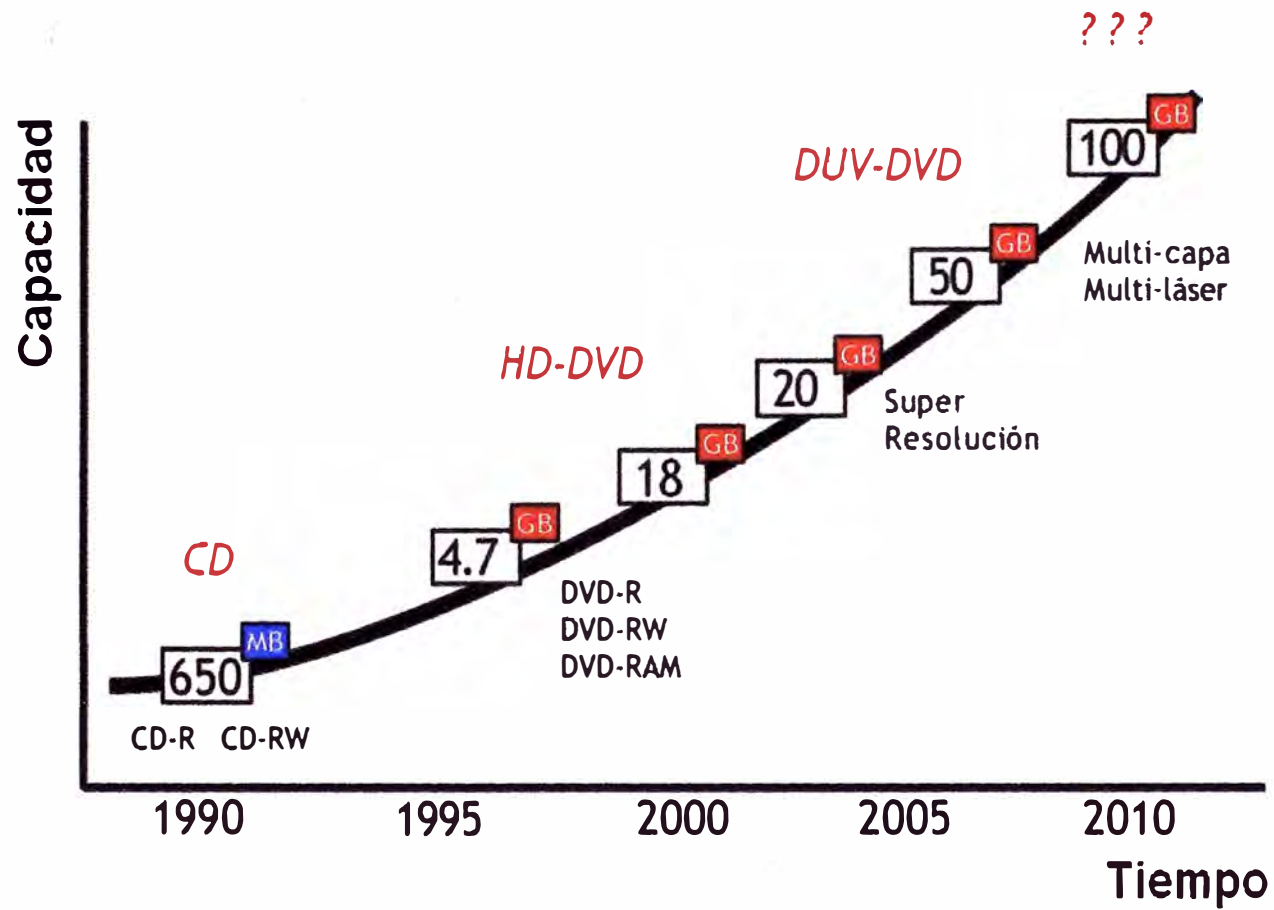


Fig. 63: Futuro de la Tecnología Óptica y la Capacidad de Almacenamiento

ANEXO H
GLOSARIO

GLOSARIO

ADPCM

Adaptative Differential Pulse Code Modulation; método de almacenamiento de datos de audio comprimidos, en el cual no se expresa el valor de la señal que está almacenada, sino la diferencial de la muestra previa (o medida). Esto significa que sólo 8 o 4 *bits* por muestra son usados, en vez de 16 *bits*.

ASCII

American Standard Code for Information Interchange; esquema de codificación, el cual representa caracteres en un formato binario de 8 *bits*. Casi todos los idiomas usan la misma codificación para los primeros 128 símbolos en esta tabla. Diferentes tablas son usadas para los números ASCII del 128 al 255.

Backup

Copia de reserva de información; para que, en caso de emergencia, la última situación pueda ser restituida.

BER

Bit Error Rate; expresado como el rango promedio del número de *bits* erróneos y el número total de *bits* procesados. Para CD-ROM este valor está alrededor de 10^{-15} .

Bit

La mínima unidad de información dentro de los sistemas de computadora. Contracción de los términos "binario" y "dígito". Un dígito binario tiene el valor "0" o "1".

BLER

Block Error Rate; expresado como el número de bloques (*frames* EFM), con al menos 1 error del número total de bloques procesados.

Block

En la tecnología del CD-ROM, los datos son almacenados en bloques; algunas veces llamados sectores o *frames*, de 2 KBytes (2048 Bytes). Aparte de los datos del usuario, información extra es adicionada (ver: Modo 1/2, Forma 1/2).

Byte

Un símbolo o carácter, consistente en 8 *bits*.

CAV

Constant Angular Velocity; número fijo de revoluciones por segundo del disco.

CD-DA o CD-Audio

Disco Compacto de Audio Digital; el CD de Audio "normal".

El estándar está definido por Philips y Sony en el *Red Book*.

CD-E

Disco Compacto Borrable; actualmente conocido como CD-RW.

El estándar está definido por Philips y Sony en el *Orange Book* – Parte III.

CD-i

Disco Compacto Interactivo; un sistema para presentación de información (texto, imágenes y video) en un monitor de computadora o una pantalla de televisión.

El estándar está definido por Philips y Sony en el *Green Book*.

CD-i Bridge

Un tipo especial de disco CD-ROM XA con un programa de aplicación CD-i.

Usando el concepto del disco CD-i Bridge (Puente), los discos pueden ser reproducidos en una variedad de reproductores, tales como CD-i, CD-ROM XA, etc.

CD-MO

Disco Compacto Magneto-Optico; la primera versión de CD-R. Los sistemas *Mini Disc* están basados en esta tecnología. El estándar está definido por Philips y Sony en el *Orange Book* – Parte I.

CD-R

Disco Compacto Grabable. El estándar está definido por Philips y Sony en el *Orange Book*.

CD-ROM

Disco Compacto con Memoria Sólo de Lectura; medio de almacenamiento, el cual sólo puede ser leído. Está basado en la tecnología del CD-Audio.

Máxima capacidad en Modo 1:

para 74 minutos: 681,984,000 Bytes = 650 MBytes

para 63 minutos: 580,608,000 Bytes = 553 MBytes

donde 1 minuto = 60 segundos;

1 segundo = 75 frames;

1 frame = 2048 Bytes.

El estándar está definido por Philips y Sony en el *Yellow Book*.

CD-ROM XA

CD-ROM de Arquitectura Extendida; es un estándar para CD-ROM, en el cual un número de opciones del CD-i han sido adicionados. Esto incluye compresión de audio (ADPCM), audio multi-canal (máximo 16) y compresión de imagen. Un disco CD-ROM XA es un disco Modo 2, en el cual los datos son localizados por sectores de Forma 1 (2048 Bytes/Sector) o de forma 2 (2324 Bytes/Sector). El estándar está definido por Philips y Sony en el *Yellow Book – Modo 2*.

CD-WO

Disco Compacto de Una Sola Escritura. El estándar está definido por Philips y Sony en el *Orange Book – Parte II*.

CIRC

Cross-Interleaved Reed-Solomon Code; código usado para la corrección de errores.

CLV

Constant Linear Velocity; condición por la cual una velocidad uniforme relativa es mantenida entre el disco y el recojo de datos.

Compresión de Datos

Técnica por la cual, tanta información redundante como sea posible es removida de los datos; por ejemplo: una secuencia repetitiva puede ser almacenada como el valor de la secuencia y el número de repeticiones.

Conversión de Datos

Método de transformación de datos de un formato de almacenamiento electrónico a otro formato distinto; por ejemplo: convertir un texto de un procesador a códigos ASCII.

Directorio

Un archivo que contiene información (nombre y ubicación) acerca de los demás archivos en un disco. Usado con casi todos los medios de almacenamiento (*diskettes*, discos duros, CD-ROM's, etc.).

Disco Duro

Medio de almacenamiento permanente para datos de computadora; basado en un disco giratorio con una capa magnéticamente sensible. La información puede ser escrita en este y leída nuevamente, usando un cabezal de lectura/escritura. La información almacenada es re-escribible.

ECC

Error Correction Code; código de corrección de error. Información redundante, de acuerdo a algunos algoritmos especiales, usado para corregir *bytes* erróneos.

ECMA

European Computer Manufacturers Association. ECMA tiene relaciones de trabajo con cuerpos de estandarización europeos e internacionales como IEC e ISO.

EDC

Error Detection Code; verificación sobre los *bytes* en un sector o *frame*. Este habilita a los decodificadores para determinar inmediatamente que un error ha ocurrido durante la lectura de la información. Con el uso del ECC, los errores de esta clase pueden ser corregidos hasta cierto punto. El EDC es aplicado por ejemplo en el Subcódigo del CD y en los sectores de datos del CD-ROM.

EFM

Eight to Fourteen Modulation; método de modulación de 8 *bits* en secuencias de 14 *bits*. Estos grupos de 14 *bits* son “enlazados juntos” por 3 *bits*.

Enhanced Music CD

Disco Compacto de Música Mejorado; también conocido como CD-Extra. El disco es un CD Multisesión con una sesión de CD Audio y una sesión CD-ROM XA. El estándar está definido por Philips y Sony en el *Blue Book*.

Floppy Disk o Diskette

Medio magnético transportable en una cubierta sintética. La información se puede almacenar en este formato, usando un cabezal de lectura/escritura. La información almacenada es re-escrible.

FMV

Full Motion Video; video full-movimiento (*full screen*).

Forma 1

Usado en Cd-i y CD-ROM XA. División de un sector Modo 2 en: Sincronismo (12 Bytes), Cabecera (4 Bytes), Subcabecera (8 Bytes), Datos del Usuario (2048 Bytes), EDC (4 Bytes) y ECC (276 Bytes). Esta disposición es usada para archivos de datos normales (incluyendo Photo CD).

Forma 2

Usado en Cd-i y CD-ROM XA. División de un sector Modo 2 en: Sincronismo (12 Bytes), Cabecera (4 Bytes), Subcabecera (8 Bytes), Datos del Usuario (2324 Bytes) y 4 Bytes para EDC (o cerrado). Esta disposición es usada para archivos donde la corrección de error es menos importante y la razón de datos más alta posible es necesaria, tal como en audio (comprimido) o imágenes en movimiento.

GB

Giga Byte: 1024 Mega Bytes.

HFS

Hierarchical File System; Sistema de Archivo Jerárquico, adoptado por la compañía Apple para computadoras Macintosh. Usado para diskettes, discos duros y CD-ROM's.

High Sierra

El predecesor del estándar ISO 9660; publicado por el Comité Consultivo Ad Hoc del CD-ROM (también conocido como High Sierra Group), el 28 de Mayo de 1986. El uso de este estándar no es recomendado. Es preferible el ISO 9660.

IEC

International **E**lectrotechnical **C**ommission. Ver también ISO.

Indice

Lista separada de palabras o claves, ordenadas alfabéticamente o numéricamente, con una referencia a su ubicación en el texto o base de datos.

Interfase

Punto de contacto o superficie límite entre dos sistemas. Estos pueden ser items o equipamiento. Por ejemplo, el interfase SCSI entre una computadora y un reproductor de CD-ROM o módulos de *software*.

ISO

International **S**tandarization **O**rganization; El ISO y el IEC en conjunto, forman un sistema de estandarización a nivel mundial.

JPEG

Algoritmo de compresión definido por el **J**oint **P**hotographic **E**xpert **G**roup; para imágenes de tono continuo, permitiendo pérdida de información no-esencial para la observación humana, rangos de compresión de 10-30:1 pueden ser logrados.

Karaoke

Palabra japonesa que significa "orquesta vacía". Una forma de entretenimiento donde los invitados, por ejemplo en un bar *Karaoke* pueden tomar un micrófono y empezar a cantar con un fondo musical.

KB

Kilo Byte: 1024 Bytes.

LaserVision

Sistema de video en un disco óptico analógico; conocido también como *Laser Disc*.

Masterización

Proceso por el cual se obtiene un *Glass Master*; necesario para hacer *Stampers*, los cuales a su vez son usados para la replicación de CD's. El *Glass Master* es cubierto con una laca fotosensible, la cual es expuesta a un Rayo Láser Grabador (LBR). Los datos para masterización provienen de una cinta pre-masterizada o de un disco CD-R.

MB

Mega Byte: 1024 Kilo Bytes.

Medio Interactivo

Medio en el cual el usuario es requerido/esperado para tomar una acción, para poder encontrar información o para poder ser provisto con información.

MIDI

Musical Instrument Digital Interface; formato de grabación de datos.

Modo 1

Un sector del CD-ROM con Sincronismo (12 Bytes), Cabecera (4 Bytes), Datos del Usuario (2048 Bytes), EDC (4 Bytes), Zero (8 Bytes) y ECC (276 Bytes).

Modo 2

Un sector del CD-ROM con Sincronismo (12 Bytes), Cabecera (4 Bytes) y Datos del Usuario (2336 Bytes). Para CD-i y CD-ROM XA, dos formatos determinados son especificados en el Modo 2: Forma 1 y Forma 2.

Moldeo por Inyección

Proceso por el cual el “*policarbonato*” es inyectado bajo una gran presión contra el *Stamper*, para producir un CD.

MPEG

Una norma para la compresión de video en movimiento, desarrollado y definido por el **Motion Picture Expert Group**. Este se ha convertido en un estándar ISO y es usado en los reproductores de CD-i y Video CD. El algoritmo usado, logra un extremadamente alto rango de compresión posible (200:1).

OSTA

Optical **S**torage **T**echnology **A**ssociation.

PCM

Pulse **C**ode **M**odulation; Modulación por Codificación de Pulso, codificación digital de la amplitud de una señal. El número de *bits* para expresar el valor de la amplitud es dependiente del rango de la señal a ruido requerida (S/N). Para CD-DA esta es 16 *bits*, dando como resultado una S/N > 96 dB. La frecuencia con la cual la amplitud tiene que ser medida (rango de muestra) es dependiente del ancho de banda requerido. Para CD-Audio el rango de muestreo es 44.1 kHz, resultando un ancho de banda de 20 kHz. PCM no usa compresión.

Rango de Transferencia

La velocidad con la cual la información puede ser transferida. Usualmente expresado en términos de Kilo Bytes por segundo. Un *drive* de CD-ROM

estándar tiene un rango de 150 KB/seg. Un reproductor de doble velocidad puede entregar 300 KB/seg.

Replicación

La producción de réplicas idénticas de un Disco Compacto, a partir de un *stamper*.

Sync

Un *bit* patrón especial, con ayuda del cual, los decodificadores pueden sincronizar a todo un flujo de *bits*.

Stamper

La "Matriz" de metal usada para la fabricación de CD's en el proceso de moldeo por inyección.

Subcódigo

Información (*track*, tiempo, texto, gráfico o MIDI) almacenado junto con audio en un CD. El Subcódigo es distribuido a través de 8 canales (PQRSTUWV). P y Q contienen la información del *track* y del tiempo, mostrados en la pantalla de un reproductor de CD.

Track Pitch

Distancia promedio en dirección radial, entre dos *tracks* de la pista en espiral de un CD.

Tiempo de Acceso

Es el tiempo que necesita el *drive* de CD-ROM para leer los datos requeridos del disco y enviarlos de regreso a la computadora.

TOC

Table Of Contents; Tabla de Contenidos: una lista en el subcódigo en el área *lead-in* del disco, conteniendo las direcciones de inicio de los *tracks* en el área de programa.

UDF

Universal Disc Format; formato de archivo propuesto como continuación para ISO 9660.

Video CD

Disco Compacto de Video Digital. La mayor aplicación del Video CD está en los videos de música y *Karaoke*. El estándar está definido por Philips y Sony en el *White Book*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boudewijn van Dijk y Jaap Nijboer, "Digital Consumer Electronics Handbook" Chapter 11: The CD Family, McGraw-Hill Book Company and Philips Consumer Electronics B.V., March 1996.
2. Philips Consumer Electronics B.V., "The Compact Disc Digital Audio System Description", August 1995.
3. Optical Disc Manufacturing Equipment, "Sistema AMS (con SPUTTERING) Manual del usuario y mantenimiento básico Tomo I de II", ODME B.V., 1999.
4. Optical Disc Manufacturing Equipment, "AMS/AM SYSTEMS Process Manual", ODME B.V., 1999.
5. Kelin Kuhn, "This is a text version of the imagemap", Department of Electrical Engineering, University of Washington, 1997.
<http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/cdmulti/cdtext.htm>.
6. Rami ARIELI, "The Laser Adventure" Chapter 9: Laser applications, KSU - Manhattan KANSAS, 1997.
<http://www.phys.ksu.edu/perg/vgm/laserweb/Ch-9/F9s4t1p1.htm>.
7. Floreal Acebrón Linuesa, Curso: "Periféricos del Computador" Tema 5: Discos ópticos, Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA), Universidad Politécnica de Valencia - España, 2001.
http://miron.disca.upv.es/pco/doc/tema5_02.pdf.
8. José Luis Bernier Villamor, Asignatura: Periféricos, Tema 4: Almacenamiento Óptico, Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, Universidad de Granada – España, 2002.
<http://atc.ugr.es/~jbernier/asignaturas/perifericos/transparencias/tema4.pdf>.
9. Eduardo Carbajal, Sofía Layme, Willians Pacheco, Carlos Salazar; "Análisis Estratégico de Tecnología Digital Victoria", ESAN, 2001.