GRABACION Y REPRODUCCION DE VIDEO EN DISCOS

ING. TANIA PEREZ R.
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

PRINCIPIOS BASICOS

Los video discos son dispositivos de almacenamiento de información de alta densidad. Los varios sistemas se diferencian fundamentalmente por la técnica de detección de la señal grabada: técnicas con contacto físico a través de una aguja, o sin contacto que utiliza una tecnología sofisticada con rayo laser para reproducir la señal grabada.

GEOMETRIA DEL DISCO

Los discos pueden ser de un solo lado o de doble lado. Su diámetro varía entre 20 y 30 cm (8 a 12 pulgadas); su grosor puede estar entre 0.15 y 2 mm (0.006 a 0.08 pulgadas).
Un video disco puede tener entre 400 y 700 surcos o canales por milímetro, dependiendo del sistema. Para el sistema NTSC de 525 líneas y una velocidad angular de disco de 30 rev/seg (un cuadro por revolución). Para tener 30 minutos de grabación se deben grabar 54000 cuadros. Un análisis dimensional de un típico disco de un cuadro por revolución con un radio de 15 cm (5.75 pulgadas), indica una longitud tangencial, para una línea de televisión, de 1.747 mm. Así, con una frecuencia modulante de 8 MHz y una velocidad angular del disco de 30 rev/s, se deduce que por cada revolución habrá 267000 ciclos, lo que equivale a 508 ciclos de información por línea.

VELOCIDAD DE ROTACION Y TIEMPO DE GRABACION

La mayoría de los sistemas de disco están diseñados para ser analizados de afuera hacia adentro durante la reproducción; sin embargo algunos sistemas recorren de adentro hacia afuera. La ventaja de esta última alternativa es que el mecanismo de inicio de recorrido, en los sistemas automáticos de cambio, es independiente del diámetro del disco.
Los discos pueden ser grabados con una velocidad angular constante (CAV) o con velocidad lineal constante (CLV). La grabación con CAV da como resultado un modelo de disco con un número constante de campos de televisión por cada revolución, permitiendo el despliegue de un cuadro en el caso de tener 2 campos por revolución. La grabación CLV se adopto para incrementar el tiempo de reproducción por lado mediante el incremento de la densidad de almacenamiento en la zona externa del disco, de tal forma de que iguale a la de un disco CAV en su zona interior.
Las desventajas en el sistema CLV son, en primer lugar, que la relación señal a ruido del disco completo no es mejor que la que se consigue en el radio interior de un disco grabado con CAV; además, el despliegue de un cuadro no es posible sin procesamiento externo de la señal.
En el sistema CAV de grabación la relacion señal a ruido mejora con el incremento del radio debido al incremento de la velocidad tangencial.
Las velocidades de rotación que han sido adoptadas para el sistema CAV de grabación son tres: 450 rev/min (cuatro cuadros de televisión por revolución), 900 rev/min (dos cuadros de televisión por revolución), y 1800 rev/min (un cuadro por revolución). En el caso de la grabación CLV, la velocidad varía desde, aproximadamente 600 rev/min, en el radio interior hasta 1800 rev/min en el radio exterior.
Las operaciones a velocidades altas producen imágenes de mejor calidad con menor ruido, pero a cambio de ello se disminuye el tiempo de grabación, se tiene mayor exentricidad del disco y menor estabilidad mecánica de los sistemas de rotación.

SISTEMA ACANALADO CON AGUJA MECANICA

Las firmas Telefunken y Decca lanzaron su disco "TelDec" flexible de un solo lado grabado espiralmente en canales. El disco de material termoplástico tiene un diámetro de 12 cm y 0.12mm de grosor. Las portadoras de video y audio separadas, moduladas en frecuencia se graban provocando la formación de crestas y depresiones de diferentes alturas y profundidades y con ángulos rectos a la superficie del disco. La profundidad de la modulación es de aproximadamente 0.3 micrómetros y el paso de cada surco de 3.6 micrómetros, dando como resultado una densidad de 280 canales o surcos por milímetro. El ángulo interior de cada surco es de 130 grados. Se graban dos canales de audio con portadoras separadas moduladas en frecuencia, que dan la posibilidad de reproducción estereo. El tiempo de grabación es de 10 minutos.
La velocidad de rotación y el formato de grabación fueron diseñados para que la reproducción se realizara desde fuera hacia dentro del disco y una revolución correspondiera a un cuadro de TV.

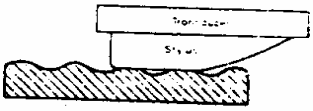


Fig.1 *Aguja transductora y sección transversal del disco.*

Un punzón de diamante especialmente diseñado (Fig.1) se coloca en contacto, a presión, con el disco elástico de tal forma de aplanar las crestas que se han formado durante la grabación. Cuando la presión se elimina, conforme el disco gira, el cambio repentino de las crestas deformadas retornando a su posición original causa un pulso en el transductor de presión colocado sobre la aguja, permitiendo así regenerar la señal FM grabada, para luego ser amplificada y demodulada.
La información grabada de crominancia y luminancia se codifica utilizando un sistema mezclador secuencial de rojo, azul y verde (R,B,G). La parte de baja frecuencia de cada línea secuencial correspondiente a R-Y, B-Y y G-Y se mezcla con el espectro de alta frecuencia de la señal Y, tal como se muestra en la Fig.2.

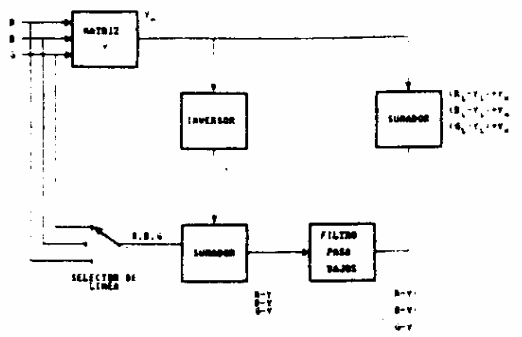


Fig 2 *Diagrama del sistema TelDec*

El espectro de la señal grabada se ilustra en la Fig 3, en el que además constan las frecuencias de 0 8 y 1 07 MHz que corresponden a los canales uno y dos de sonido FM cada cual con una desviación de ± 50 KHz Para operación estereo, el canal 1 contiene la información de suma R+L, y el canal 2 contiene la de diferencia (R-L

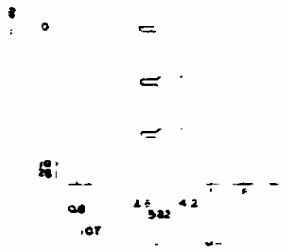


Fig *Espectro de la señal grabada para sistema TelDec*

DISCO ACANALADO DE CAPACITANCIA

Este sistema fue patentado por RCA como capacitive electronic disk CED debido a que la información grabada en el disco se recupera sensando los cambios capacitivos entre las crestas y depresiones de la superficie conductiva del disco acanalado de PVC y el electrodo metálico acoplado a la aguja de diamante La capacitancia de la aguja al disco es parte de un circuito resonante excitado por un oscilador cuya frecuencia corresponde al pico de la curva de resonancia del circuito
La respuesta de la amplitud a la excitación es detectada con un detector de pico La magnitud de la señal detectada depende de cuanto cae la señal de oscilador en la curva de resonancia Conforme la capacitancia aguja-disco varía la señal generada por el oscilador será modulada en amplitud El voltaje [illegible] por el detector de pico [illegible] responderá [illegible] a variación de la capacitancia aguja-disco Fig4

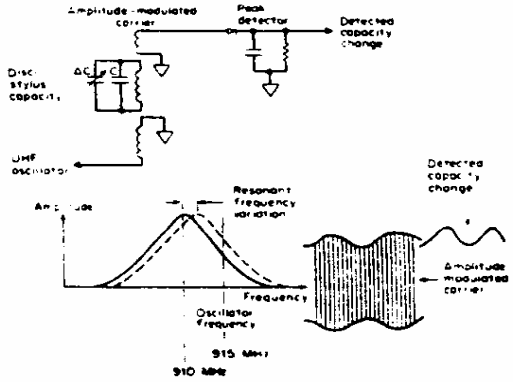
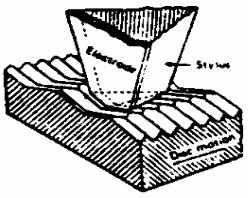


Fig.4 *Circuito de detección de RF de para el sistema CED*

La información de luminancia, crominancia y el doble canal de audio están modulados en frecuencia y son grabados con la variación del ancho y la periodicicad de las crestas y depresiones en el canal espiral que tiene la forma de V con un ángulo de 140 grados. El tiempo de grabación es de una hora por lado a una velocidad de rotación de 450 rev/min, correspondiente a cuatro cuadros por revolución El paso del canal espiral es de 2.64 micrómetros La profundidad del canal es de 0.48 micrómetros con una variación de la altura, entre las crestas y depresiones de la señal grabada, de aproximadamente 80 nanómetros. La Fig.5 ilustra la sección transversal de un disco recubierto con carbón conductivo



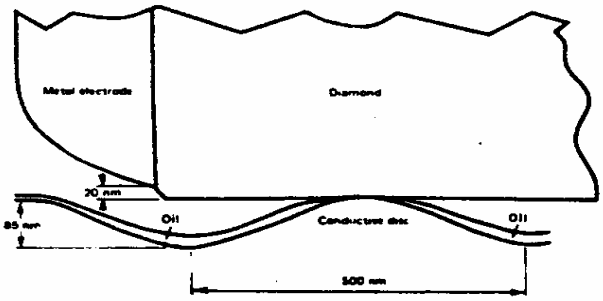


Fig 5 *Disco conductivo CED Perfil de la aguja y el disco en un surco La portadora de video aparece con la mínima longitud de onda*

El espectro de la onda reproducida se ilustra en la Fig 6 Durante la grabación se separa la crominancia de la señal compuesta y se traslada a subportadora de crominancia de 1 58 a 1 53MHz Adicionalmente dos portadoras separadas de audio

están presentes en 0.718 y 0.905 MHz. La grabación estereo se obtiene modulando en frecuencia la una portadora con la señal L+R y la otra con L-R. El ancho de banda de luminancia es de 3 MHz y el de crominancia es de 0.5 MHz. La desviación de la portadora de audio es de ± 50 KHz.

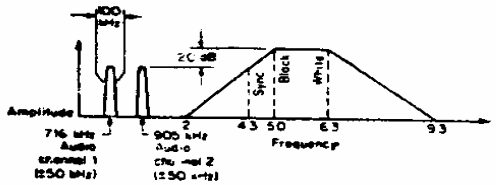


Fig.6 *Espectro de frecuencia del sistema CED.*

SISTEMAS DE REFLEXION OPTICA

Los sistemas de video de reflexión óptica fueron desarrollados por Philips y por MCA, simultaneamente. Como resultado del intercambio tecnológico de las dos compañías se produjo un disco óptico en el cual la información de video y audio son grabadas en forma de depresiones rectangulares moldeadas en un substrato plástico. Las depresiones u orificios tienen ancho y profundidad constantes; sinembargo el largo y el espaciamiento varía de acuerdo con las señales modulantes de audio y video. (Ver Fig.7).

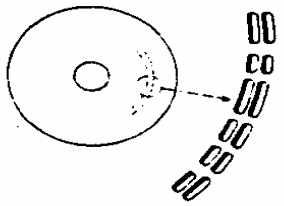


Fig.7 *Información de video y audio en los orificios en la superficie del disco óptico.*

El substrato esta recubierto por una finísima película metálica que convierte en reflexiva toda la superficie del disco. se añade sobre el metal una cubertura plástica que protege la información. Los discos pueden ser grabados en los modos CAV y CLV. Ambos tipos son de doble lado, con diámetro de 30.5 cm y 2.5 mm de grosor. El tiempo de grabación es de 30 min por lado a 1800 rev/min para los discos CAV. Para los discos CLV el tiempo de grabación es de 60 min por lado. La velocidad de rotación para los discos CLV varía desde 1800 rev/min en la zona externa hasta 600 rev/min en la zona interior.
El espectro de frecuencias de la señal se muestra en la Fig.8.

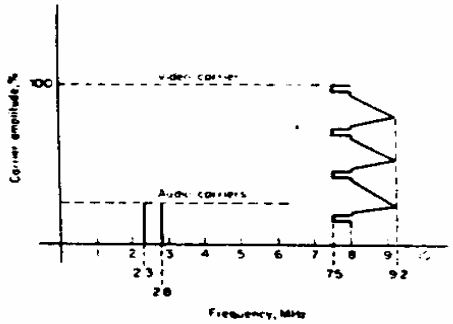


Fig.8 *Espectro de frecuencias en un sistema óptico.*

La información de video está codificada de tal manera que, para el sistema NTSC la señal compuesta modula una portadora de 8 MHz. Dos señales separadas de audio modulan dos portadoras de 2.3 y 2.8 MHz con una desviación de ± 100 KHz.

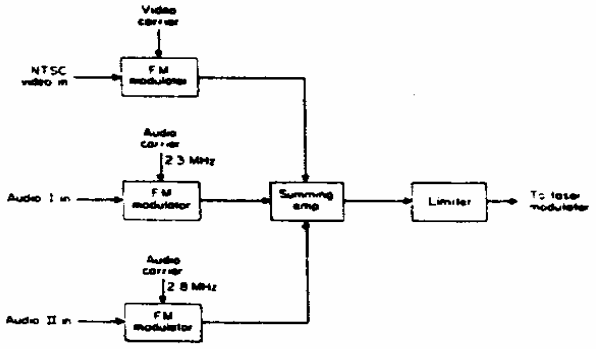


Fig.10 *Codificación en sistema óptico.*

El proceso de codificación se ilustra en la Fig.10. La señal compuesta de video modula una portadora, mientras que dos señales de sonido independientes modulan cada una a una portadora asociada. Las tres señales portadoras se suman linealmente e ingresan a un circuito limitador, a la salida del cual se tiene una señal modulada por ancho de pulso tal como se ilustra en la Fig.11.

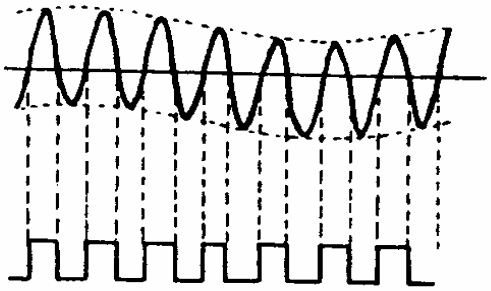


Fig. 11 *Modulación por ancho de pulso.*

La reproducción se lleva a cabo mediante la detección del rayo laser HeNe (helio-neon) de baja potencia reflejado desde la superficie del disco que contiene la información. Esta luz reflejada se detecta mediante un fotodiodo para luego ser regenerada como señales de audio y video. Esto resulta de la difracción que ocurre en los orificios de información, causando que la mayoría de los rayos difractados caigan fuera de los lentes de apertura del sistema de detección. De esta manera se recibe menos luz cuando un orificio pasa frente a los lentes que cuando una sección plana lo hace. La información contenida en los orificios, entonces, modula la corriente del fotodiodo. La máxima modulación ocurre cuando la profundidad del orificio es igual a un cuarto de la longitud de onda del rayo laser. En otras palabras, el rayo incidente reflejado desde el fondo del orificio está 180 grados fuera de fase con la luz reflejada desde la superficie del disco, dando como resultado la cancelación. El sistema descrito está ilustrado en la Fig.12.

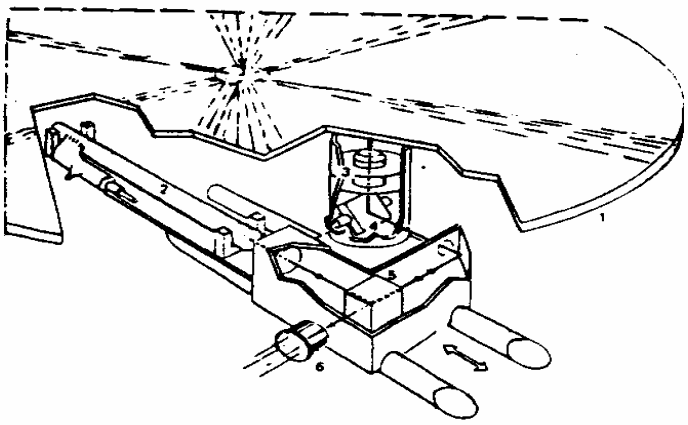


Fig.12 *Sistema de reproducción de un disco óptico de reflexión.*

TECNICAS DE GRABACION

El corte mecánico de un disco se define al proceso mediante el cual un transductor excitado electronicamente, dirige un estilete cortante, el cual forma las depresiónes u orificios, o los canales (surcos) en la superficie de un substrato master.
El requerimiento para grabación de señales de video de alta frecuencia en tiempo real, impone la necesidad de realizar los cortes a una velocidad promedio de 5 MHz con un paso de surco y profundidad de corte constantes, sobre una superficie completamente plana. Aunque las grabaciones en tiempo real se han llevado a cabo con éxito en los laboratorios, los sistemas de producción existentes se han limitado a un medio del tiempo real, debido a los problemas asociados con la alta potencia requerida para manejar los estiletes cortantes, así como la fricción entre el estilete y el disco y el problema de la recolección del material cortado en la superficie del disco.
Los elementos más importantes de un grabador electromecánico se muestran en la Fig.13. Una cabeza cortante es montada sobre un brazo asociado a un mecanismo de traslación que mueve la cabeza radialmente a través del disco. Una placa giratoria de precisión es cuidadosamente fijada a la fuente de señal mediante un tacómetro y un servo sistema de velocidad.

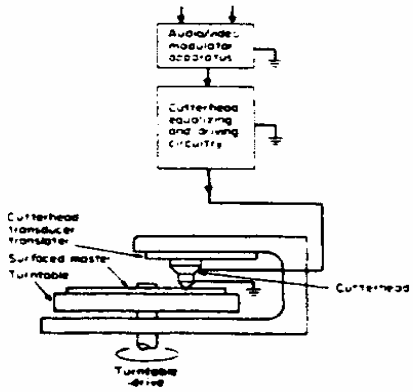


Fig 13 *Grabador electromecánico*

Sobre la placa giratoria se coloca un disco plano de aluminio recubierto con finísimas partículas de cobre que será cortado por un agudo punzón de diamante colocado en la cabeza cortante. Este punzón tiene una aguja que corresponde a la sección deseada del surco, que es abierto al mismo tiempo que la señal se graba. La amplitud de la señal grabada está determinada por el movimiento de alta frecuencia impartido a la aguja. Las señales que dirigen la cabeza cortante se entregan a través de un circuito ecualizador, el cual es requerido para compensar las variaciones de la respuesta de amplitud y fase de la cabeza en función de la frecuencia.
La señal compuesta de video generada por el grabador es corregida en la base de tiempo, preenfatizada y codificada en una subportadora oculta, mientras que la subportadora de color es trasladada de 3.58 a 1.53 MHz que corresponde a la 195 armónica de la frecuencia mitad de línea. Esta señal análoga se convierte a forma digital con 8 bits muestreados a 14.3 MHz que se almacenan en unidades de dos campos desde donde se leen posteriormente. Luego la señal digital se convierte nuevamente a análoga y se añade la señal de identificación de campo en el intervalo de borrado vertical durante las líneas 17 y 280. La señal de video pasa a modular una portadora de FM al igual que la señal de audio lo hace con otra portadora. Se combinan estas dos señales produciendose así la señal compuesta que excitará a la cabeza cortante.

EXPOSICION A UN HAZ ELECTRONICO

Este sistema de exposición del videodisco fue ensayado inicialmente por RCA para satisfacer los requerimientos de alta resolución de las señales de video grabadas en tiempo real. Un substrato de aluminio con revestimiento de cobre con canal espiral precortado recubierto con una película sensible al impacto de un haz electrónico, es ensamblado en una cámara de vacío, sobre una placa giratoria que rota bajo un haz electrónico, que a su vez realiza un movimiento radial de tal forma que el haz rastrea el canal. El haz impacta o deja de hacerlo de acuerdo a la señal de video y audio que serán grabadas. Después de la grabación se revela el disco dando como resultado la formación de la imagen en forma de orificios en alto relieve.

REBAJADO DE PELICULAS METALICAS CON RAYO LASER

La técnica de erosión de películas metálicas mediante rayo laser ha sido investigada por la posibilidad que ella da de reproducir datos al instante sin necesidad de ningún procesamiento adicional del disco. Esta técnica implica dejar que un rayo laser impacte sobre un substrato transparente recubierto de una capa metálica de bajo punto de fusión. Los más utilizados son el bismuto, el teluro, el arsenio y el selenio. El grosor de la película metálica varía de 10 a 50 nm. Debido a que, en la actualidad, el proceso de rebajado o erosión implica tanto la fusión como la evaporación del metal, la selección óptima del metal debe incluir consideraciones de su tensión superficial, temperatura de fusión y toxicidad.

TECNICAS DE REPRODUCCION

El proceso de réplica y producción de discos destinados al consumidor, a partir del disco máster puede realizarse con diferentes técnicas. Si el substrato grabado no es metálico, se le recubre con una placa conductiva, después de lo cual se le somete a un proceso de galvanización del que se obtienen cientos de impresiones de níquel, que sirven de moldes para la producción masiva de discos.

SISTEMAS DE REPLICA POR COMPRESION

Bajo esta tecnologia se han explorado cuatro métodos de producción para el moldeo de videodiscos:

- Moldeo por compresión
- Moldeo por inyección
- Moldeo en alto relieve
- Moldeo por fundición de fotopolímeros.

Después de la fabricación, los discos reciben un tratamiento de lavado y lubricación que extiende la vida de la aguja o estilete del sistema de reproducción, reduce el desgaste del disco y evita el contacto directo entre la aguja y la superficie del disco.

TECNOLOGIA DE LECTURA DIRECTA DESPUES DE GRABAR

Esta tecnologia (direct read after write technology: DRAW) ha sido investigada, por el momento, para aplicaciones no comerciales, que requieren alta densidad de almacenamiento de datos. Idealmente, un sistema DRAW dispone de un solo rayo laser que es utilizado tanto para grabar como para reproducir datos con tiempo despreciable entre la grabación y reproducción, sobre un substrato adecuadamente sensibilizado que no requiera ningún procesamiento adicional. La necesidad de acceso rápido y los requerimientos de alta resolución, han impues o el uso exclusivo de tecnología óptica para este tipo de sistemas.
Las caracteristicas tipicas de un sistema de esta naturaleza incluyen las siguientes:

- Almacenamiento para un periodo entre 10 y 100 años.
- Densidad de información de 10^{10} a 10^{12} bits por cada lado del disco.
- Error inherente bajo.
- Posibilidad de borrado.
- Substratos de calidad óptica.
- Alta sensibilidad a las longitudes de onda grabadas.
- Materiales no tóxicos.
- Capacidad de alta definición.
- Grabación y reproducción bajo condiciones de ambiente con dosis normales de polvo.
- La potencia de reproducción del laser debe ser del 25% al 30% de la potencia de grabación del laser.

TECNOLOGIA DE DISCO REGRABABLE

Esta tecnologia ha sido investigada en muchos laboratorios del mundo con el interés de desarrollar un medio que sea capaz de incluir las caracteristicas de alta densidad de almacenamiento de los video discos y las propiedades de grabar/borrar/regrabar de los materiales magnéticos.
Las investigaciones han sido encaminadas al uso de materiales con propiedades magneto-ópticas, así como al uso de materiales cuyas propiedades son reversibles entre una fase amorfa y una cristalina como efecto de aplicar un rayo laser.
La investigación magneto-óptica se ha concentrado en el uso de tierras raras metálicas magnetizadas verticalmente que, en presencia del rayo laser y de un campo magnético externo cambian la dirección de su magnetización vertical. La reproducción se lleva a cabo detectando el cambio en la polarización entre el rayo laser incidente y el reflejado.
El cambio de estado de amorfo a cristalino ocurre en materiales tales como el suboxido de teluro que varian de la fase cristalina altamente reflexiva a la fase amorfa de baja reflexividad por una exposición selectiva al rayo laser. La reproducción se realiza detectando la diferencia en la reflexividad de los dos estados.

BIBLIOGRAFIA

- Fourth Layer Improves Magneto-optic Disk, Electronics, July 1982.
- Erasable Optical Disks Could Be Here in 1985, Electronics, July 1983.
- Video Disc, RCA Rev., vol. 39, no. 1, March 1978.
- Video Discs Optics, RCA Rev., vol. 39, no. 3, September 1978.
- Cutting the VideoDics Master, RCA Rev., vol. 43, no. 1, March 1982.
- McGraw-Hill Book Company, Television Engineering Handbook, K. Blair Benson, 1985.
- Oceano Centum, Enciclopedia de la Electrónica, Charles Belove, 1990.