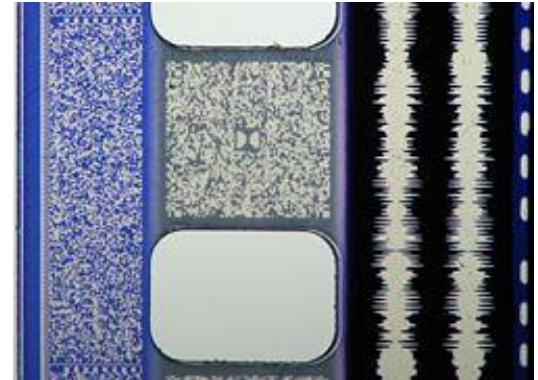





Laura Prieto
Radio Nacional de España
Universidad Complutense de
Madrid
Bogotá, Noviembre 2014



Soportes Audiovisuales: recorrido histórico, conservación y restauración



**JORNADAS ACADÉMICAS SOBRE TÉCNICA Y GESTIÓN
EN LOS ARCHIVOS AUDIOVISUALES**



Restauración física y preparación de los soportes y equipos para los procesos de digitalización

- Tipologías de soportes de sonido
- Tipologías de equipamientos

Tipologías de soportes de sonido

- Señal analógica, grabación mecánica
- Señal analógica, grabación magnética
- Señal analógica, grabación óptica
- Señal digital, grabación magnética
- Señal digital, grabación magneto-
óptica
- Señal digital, grabación óptica

Señal analógica, grabación mecánica

○ Paleófono


- Abril 1877: Charles Cross, investigador y profesor de sordomudos, registra la patente en la Academia de Ciencias de París y, aunque nunca se construyó, Cross reclamaría al menos la paternidad intelectual de su descubrimiento


○ Fonógrafo y cilindros de cera

○ Gramófono y discos

Fonógrafo y cilindros de cera

- Noviembre 1877: Edison patenta su fonógrafo, en principio concebido como dispositivo para grabar mensajes telefónicos y discursos, generalmente en el ámbito empresarial, y no es hasta una década después cuando comienzan a utilizarse los cilindros para grabar música
- La señal analógica se transforma en vibraciones mecánicas que mueven un estilete que graba un surco helicoidal sobre un cilindro. El fonógrafo, por tanto, es el aparato que permite grabar y reproducir el sonido fijado en el soporte denominado cilindro. Las primeras máquinas se venden con los accesorios necesarios para grabar
- Cilindros de cera
 - cartón recubierto de estaño, en cuya superficie se grababa la señal acústica
 - cartón cubierto de una mezcla de parafina y cera alba:
 - primeras palabras conservadas, del compositor inglés Sir Arthur Sullivan el 5 de octubre de 1888
 - Primera grabación musical: versión para piano solo de las Danzas Húngaras de Johannes Brahms, realizada por Theo Wangeman el 2 de diciembre de 1889, año de la comercialización de este tipo de soporte
 - cera dura o cera de carnauba, material patentado en 1890 por Charles Tainter

- 
-
- Hasta la utilización de la cera sólida, varias empresas, entre ellas Edison Records y Columbia Phonograph, diseñaron y comercializaron cilindros incompatibles entre sí, aunque luego acordaron un modelo de medidas estándar –10 centímetros de largo por 5,7 centímetros de diámetro- y una duración de unos dos minutos, que se vendían en tubos de cartón. La información visible en los tubos constaba del nombre de la compañía, título de la obra y autor, y número de grabación, primero escritos a mano o mecanografiados y más adelante impresos. También se introducía en ellos unas hojas de papel que ampliaban los datos de la grabación.
 - Los cilindros incluían un pequeño anuncio con el título, artista y nombre de la compañía
 - Armarios para guardar los cilindros
 - Los primeros cilindros sólo se podían escuchar unas cuantas veces, puesto que se solían desgastar, pero había la posibilidad de pulirlos para poder reutilizarles con nuevas grabaciones
 - Los cilindros de cera dura podían reproducirse hasta un centenar de veces

- 
-
- La Edison Records comercializó cilindros de alta calidad bajo la denominación de "Edison Gold Moulded Records", al tiempo que trabajó en la fabricación de cilindros de cuatro minutos
 - 1906: utilización de un plástico duro como el celuloide en lugar de la cera, fabricado por la Indestructible Record Company, y aporta como ventaja el ser un material irrompible que se podía reproducir miles de veces sin que se desgastara, con una durabilidad incluso mayor que los posteriores discos de vinilo. No se podía pulir y reutilizar
 - La Edison se sumó a esta tecnología con un plástico llamado amberol que recubría un núcleo de escayola y que se reproducían en unos fonógrafos denominados amberolas
 - La comercialización de los cilindros de cera termina en 1929

Dictáfono

- En origen, sin diferenciación en la denominación comercial
- 1907: la casa Columbia lo registra como Dictaphone, en 1907, nombre que termina imponiéndose
- 1908: la Edison lo registra como Ediphone
- 1947: Columbia sustituye los cilindros de cera en su Dictaphone por la tecnología Dictabelt, que consistía en una cinta de plástico en la que se realizaban los surcos de grabación
- Su comercialización se prolonga en el tiempo hasta los años 50
- Su evolución natural se ve influida por los micrófonos eléctricos para realizar las grabaciones en los años cuarenta y, en la década siguiente, con la sustitución de la cera del cilindro por una cinta de plástico, posteriormente sustituida, a su vez, por la cinta magnética


Gramófono

- **Emile Berliner, 1888**: sistema de grabación y reproducción de sonido que utiliza un disco plano
 - plato giratorio: gira gracias a un motor eléctrico, que puede adoptar velocidades constantes de 16 (o $16 \frac{2}{3}$), 33 (o $33 \frac{1}{3}$), 45 o 78 (o $78 \frac{4}{5}$) revoluciones por minuto
 - La velocidad 16 rpm utilizada para grabaciones de palabra (lecturas dramatizadas, cuentos, etc...) por su lentitud
 - brazo en cuyo extremo final hay fijada una púa o aguja que labra sobre la superficie de un disco plano unos surcos en espiral al ser transformadas en vibraciones las originales ondas sonoras
 - amplificador

○ Discos:

- 1894: Gramophone saca los primeros discos de ebonita (goma endurecida) con la denominación de 'Vulcanite', y una medida de 5 pulgadas de diámetro (12,5 cms)
- 1894: Gramophone comercializa en 7 pulgadas de diámetro, medida que se estandariza.
 - La vulcanita ofrece peor calidad que los cilindros de cera
- 1896: Berliner inaugura la primera fábrica europea de fabricación de discos en Hannover
- 1897: se comercializan los discos de goma-laca o shellac
 - 10 pulgadas (25 cms) de diámetro
 - 12 pulgadas (30 cms) de diámetro
 - 78 rpm
 - 4 ó 5 minutos por cara
- 1901: la industria fonográfica se une para competir con el gramófono:
 - Edison National Phonograph, y la Columbia Phonograph Company
- 1902: Victor Talking Machine Company
- 1900s: grabación por las dos caras (Odeon Record Company, luego filial de la Gramophone). La Victor no grabó por dos caras hasta 1923

-
- 1902: primeros 10 discos de Gramophone con grabaciones de Enrico Caruso
 - 1905: Pathé deja de fabricar fonógrafos y cilindros y pasa a la comercialización de gramófonos y discos
 - 1902-1910: Edison avanza la versatilidad de los cilindros, llegando a los 4 minutos y mejorando los componentes. Columbia pasa a los discos
 - 1913: Edison presenta su "Edison Diamond Disc", disco de celuloide que conserva el principio grabación vertical
 - En España, el Archivo Sonoro de Radio Nacional, incluye las voces de Thomas Woodrow Wilson (1912 y 1913), Theodore Roosevelt (1913), Raymond Poincaré (1914), Guillermo II (1914), Lenin (1917 y 1918), Alfonso XIII (ca 1920 y 1921), Miguel Primo de Rivera (1925), Charles Lindbergh (1927), Marconi (1930), Franklin Roosevelt (1933), Jorge V de Inglaterra (1932), José Calvo Sotelo (1933) o José Antonio Primo de Rivera (1934), además de la colección de treinta voces recogidas de las actividades de la Residencia de Estudiantes durante la Segunda República, entre ellas, las de Azorín, Unamuno, Pío Baroja o Alcalá Zamora, publicadas por el Centro de Estudios Históricos, o voces procedentes de bandas sonoras de películas o documentales, como las de Adolf Hitler, Mussolini, la Pasionaria y otros.

- 
-
- 1925: primeros motores eléctricos. Standard 78 rpm
 - 1930: la Victor comercializa los primeros discos de vinilo
 - 1948: Columbia saca el 33 rpm
 - 1949: RCA Victor saca el 45 rpm
 - 1948-1950 Columbia y RCA se disputan el mercado en lo que se conoció como 'La guerra de la velocidad'
 - 1958: discos estéreo, que venían experimentándose desde 1931, con los descubrimientos de Alan Blumlein
 - 1971: discos cuadrafónicos

Grabación en disco

- Grabación y mezcla en cinta magnética
- Masterización o matrizaje: las señales acústicas se manipulan en frecuencia, nivel e intensidad de sonido, y anchura del surco, en función de la duración prevista
- Cortar el disco: el contenido de la cinta maestra se traspassa a un 'disco patrón', llamado acetato o laca, que suele ser de aluminio recubierto de laca negra = proceso físico de grabar el surco a través de un torno que tiene un cabezal de corte
- Ecuación de la señal, llamada curva R.I.A.A (Recording Industry Association of America) : definir la cantidad de compresión de las notas graves y de expansión de las notas agudas, aplicada a la grabación de los discos, así como la cantidad de ecualización necesaria en la reproducción para restablecer las características del sonido original
- Se lava el acetato y se recubre con cloruro de estaño y una capa de plata, para luego sumergirlo en una solución de níquel a la que se le aplica electricidad
-

-
- Se retira la capa de plata y níquel, obteniendo una copia negativa del disco, denominada 'disco matriz' o 'disco padre', resultando un 'disco padre' por cada una de las caras del disco
 - Del disco matriz se sacan ocho copias positivas o 'discos madre', de cada una de las cuales se realizan dos copias negativas, llamadas 'discos estampadores'
 - De los 'discos estampadores' se sacan las copias comerciales, prensando una pastilla de acetato de vinilo entre los dos estampadores correspondientes a cada una de las caras del disco
 - Incorporación de las etiquetas que contienen la información sobre el sonido grabado
 - Alternativa: 'matrizaje directo en metal', o DMM (direct metal mastering): música directa en los estampadores
 - Grabación monoaural, estéreo, cuadrafónica o multipista
 - Reproducción: conversión de los movimientos mecánicos en señales eléctricas, generalmente mediante una cápsula fonocaptora, que se envían al amplificador y de éste a los altavoces

-
- Tipología de discos de vinilo
 - Single: 45 r.p.m., 7 pulgadas, 1 canción por cara
 - Flexi disc: 33 ó 45 r.p.m., 7 pulgadas, material de plástico flexible, 2 ó 3 canciones por cara, destinados a promociones comerciales
 - Extended play (EP): 33 ó 45 r.p.m., 7, 10 ó 12 pulgadas, 2 ó 3 canciones por cara
 - Maxi single: 33 ó 45 r.p.m., 12 pulgadas, 1 canción por cara, utilizados especialmente por los pinchadiscos
 - Long play (LP): 33 ó 16 r.p.m., 4 ó más canciones por cara

Señal analógica, grabación magnética


- Telegráfono o telegrafón
- Magnetófono
 - De bobina abierta
 - Monoaural
 - De 2 pistas
 - Estéreo
 - Multipista
 - De casete
 - De cartucho

Telegráfono o telegrafón

- Inventado en 1898 por el danés Valdemar Poulsen y patentado en varios países
- Primer dispositivo diseñado para registrar el sonido de forma magnética
- Grabación en un hilo de acero enrollado de forma helicoidal en un carrete o cilindro que gira por efecto de un electroimán
- Un micrófono recoge la señal acústica y la transforma en señal eléctrica y ésta en variaciones magnéticas
- Proceso de escucha inverso, es decir, transformando las variaciones magnéticas en señales eléctricas y éstas nuevamente en ondas sonoras a través del altavoz
- Pensado en origen para grabaciones telefónicas
- Fragilidad de los carretes de hilo
- Señal acústica débil
- Poulsen adelantó con sus investigaciones la aparición de la cinta magnética
- Primera grabación: emperador Francisco José de Austria durante la Exposición Universal de París de 1900, RNE

Magnetófono de cinta abierta

- Fritz Pfeumer continúa las investigaciones de Poulsen. AEG intenta comprar a Pfeumer los derechos para Alemania en 1930, pero resulta fallido por la vigencia de la patente de Poulsen.
- AEG comienza la fabricación de magnetófonos y cintas, éstas últimas asociada con IG Farben, filial de la BASF = cintas de acetato de celulosa cubierta con una laca de óxido férrico (1934) y el modelo de magnetofón K-1 (1935)
- Uso principal en el ámbito radiofónico, al permitir las emisiones en diferido.
- Premagnetización de alta frecuencia: mejor calidad de sonido
- Cintas estereofónicas (1942), Helmut Kruger
- Manipulación de las cintas
- Primera grabación: concierto de la Orquesta Filarmónica de Londres, dirigida por Sir Thomas Beecham, en Alemania, el 19 de noviembre de 1936
- Propaganda política

- 
-
- 1945: comienza la fabricación de magnetófonos en EEUU: John T Mullin
 - 1950: primer magnetófono comercializado para consumo amateur
 - Revox: modelo más conocido y popular
 - Incidencia en las grabaciones discográficas
 - 1960: Magnetófonos multipista: emisiones radiofónicas e industria discográfica

Magnetófono

- Motor de velocidad de grabación / reproducción o capstan
- Motor de avance rápido
- Motor de rebobinado rápido
- Cabezales de grabación / reproducción
- Ejes para insertar las cintas
- Compatibilidad entre velocidad de grabación y de reproducción, con independencia del equipo utilizado
- Las velocidades más comunes: 4'75, 9'5, 19 y 38 centímetros por segundo, en el argot profesional, 3¾, 7½, 15 y 30 pulgadas por segundo, siendo la segunda la más habitual
- A mayor velocidad, mayor calidad y mayor respuesta en frecuencia, que oscila entre los 30 Herzios y los 22 Kiloherzios
- Velocidad constante: evitar el llamado efecto lloro, aunque puede ajustarse mediante unos potenciómetros, llamados variadores, que se utilizan, por ejemplo, para minimizar los retardos entre dos emisoras
- Diafonía: al reproducir una pista, se escucha parte del sonido de otra pista adyacente
- Estado los cabezales de grabación y reproducción: evitar pérdidas en las frecuencias

- Tipología


- Monoaural: 1 sola pista en el estándar de ancho de cinta de ¼ pulgada. Graban la señal sobre todo el ancho de la cinta
- Estéreo: 2 pistas en el estándar de ancho de cinta de ¼ pulgada. Cada una de las pistas ocupa aproximadamente la mitad de la cinta. También es conocido como formato media pista
- De 2 pistas:
 - La cinta se divide en 4 pistas, por lo que también se conoce como formato cuatro pistas. Al reducir el ancho de la cinta (han de caber 4 pistas donde antes sólo había dos) aumenta la distorsión y empeora la relación señal/ruido
 - Intenta reproducir las dos caras de una cinta de cassette: la primera vez que la cinta se graba, el sonido queda registrado en la pista 1 y 3. Cuando volvemos a grabar la cinta el sonido queda registrado en las pistas 2 y 4. Entre los técnicos se conocía también esta segunda grabación como “la otra cara”
 - menos superficie de contacto entre el cabezal y la cinta = pérdidas momentáneas de señal (*drop out*)
 - Relegado al ámbito doméstico

-
- Multipista: 4, 8, 16 ó 24 pistas, que se numeran en orden ascendente desde el borde superior de la cinta hasta el inferior
 - Determinado tipo de cintas según las pistas a grabar: de 1/2 pulgada para 4 pistas, de 1 pulgada para 8 pistas, de 2 pulgadas para 16 pistas y de 2 pulgadas para 24 pistas
 - En la actualidad se graba cada fuente en pista separada, mezclándolas al final y pre-ecualizando los niveles sonoros para ajustarlas las frecuencias a los niveles que pueden soportar los cabezales. Hay una serie de curvas de nivel normalizadas, como las IEC/CCIR, NAB, o DIN, que son los estándares europeo, americano o alemán, respectivamente. Los magnetófonos suelen permitir elegir alguna de estas curvas normalizadas o bien personalizarlas según los criterios del usuario
 - Grabar las señales de las distintas fuentes en pistas simultáneas (laying down), realizar la mezcla final, enviando cada pista a la entrada del mezclador para que pueda manipularse de forma independiente. Así mismo, pueden añadirse nuevas pistas a una grabación previa, necesitando, en este caso, sincronizar la reproducción de lo grabado con la grabación de la nueva pista. Se utiliza para ello el llamado sistema SEL SYNC

Cinta magnética abierta

- **Cinta magnética**: banda de plástico flexible revestido de una sustancia magnética, generalmente óxido de hierro, con un ancho de 6mm (1/4 pulgada). En ella puede grabarse tanto imagen, como sonido o datos.
- **Tipología según sustancia magnética**:
 - Tipo I: recubrimiento de óxido gamma-férrico. Son las más comunes, antiguas y baratas
 - Tipo II: Dióxido de cromo (cintas de ferro-cromo). Basf, 1960.
 - Doble capa: superior de dióxido de cromo (frecuencias altas), inferior óxido férrico (frecuencias bajas)
 - Mejor relación señal / ruido
 - Mejora en altas frecuencias, distorsión en medias frecuencias
 - Tipo III: óxido de hierro con cobalto

-
- Tipo IV: partículas de hierro puro o aleación de hierro (cintas de metal puro).
 - Formato cassette
 - 1980: resuelto problema quemado partículas hierro
 - Más caras
 - Casetes domésticos: adaptación a cinta
 - Buena calidad: 12 db de mejora en relación señal / ruido. Buena respuesta frecuencias altas.
 - Tipología según espesor:
 - Estándar (SP): 50 micras y pueden grabar 33 minutos sobre una bobina de 25 cm de diámetro
 - Larga duración (LP): 35 micras y pueden grabar 48 minutos.
 - Doble duración (DP): 25 micras, frágiles, no uso profesional
 - Triple duración (TP): 10 micras, frágiles, no uso profesional
 - Para multipista: Siempre van arrolladas sobre carrete y tienen mayor dimensión: 1/2 pulgada para 4 pistas, 1 pulgada para 8 pistas y 2 pulgadas para 16 y 24 pistas

- 
-
- Comercialización sobre un eje con tapas o sin tapas (torta)
 - Guardadas en cajas con número de lote impreso: mismo lote = mismas propiedades magnéticas
 - Efecto copia o eco: Mal almacenamiento de las cintas = se inducen el magnetismo
 - Pre-eco: se oye lo grabado por adelantado
 - Post-eco: se oye parte de lo que se acaba de escuchar
 - Ambos efectos pueden eliminarse
 - Almacenamiento de cola
 - La cinta se deja en el último punto de grabación, sin rebobinar, dejando un espacio de cinta virgen.

Magnetófono de casete

- Conocido como casete o pletina
- Esencialmente dirigido al mercado aficionado / doméstico
- Calidad razonable, manejo sencillo, transportable
- Primeras cintas de casete: sólo reproducción
- 1963: primer casete compacto (Philips)
- Casetes de doble pletina:
 - Pletina grabadora / pletina reproductora
 - Copia tiempo real / copia doble velocidad
- Duplicadores de casete: uso profesional: velocidades 16, 32 ó 64 veces superiores a la real
- Elcaset (Sony)
 - Velocidad duplicada / cinta 6mm / mayor calidad sonido
- Portaestudio (TEAC, años setenta)
 - 4 pistas que pueden grabarse por separado con velocidad duplicada y sincronizada
- Walkman (años ochenta) : casete portátil de tamaño reducido y con auriculares / grabador / sintonizador radio

Cinta de casete

- Banda de 3mm (1/8 pulgada) de ancho
- Insertada en un cartucho de plástico
- 4 pistas estereofónicas (dos por cara) que se desplazan a una velocidad de 4'76 centímetros por segundo
- Comercializada por Philips en 1963
- 1964: producción en masa de audio cassetes compactos en Hannover, Alemania
- Cassetes de música pregrabada conocidos como musicassetes o MC
- 1965: primera cinta virgen
- Maxell, Sony, TDK y Ampex
- Mayor longitud de cinta = menor grosor (el tamaño del cartucho siempre es el mismo)
- Mayor longitud de cinta = mayor debilidad (rotura, pérdida de contacto con cabezales...)
- Duración: 60, 90 y 120 minutos

-
- Industria discográfica: lanzamiento simultáneo en vinilo y casete
 - 1971: Advent Corporation introduce su modelo 201, incorporando la reducción de ruidos dolby y una cinta de dióxido de cromo = inicio de la alta fidelidad
 - Tipos:
 - Cintas **IEC tipo I** o de tipo **normal**. Óxido férrico gamma y fue el tipo original de cintas. Se identifican con una muesca en cada extremo para protección de escritura
 - Cintas **IEC tipo II**. 3M desarrolla las cintas de cobalto, y BASF las de dióxido de cromo. 2 muescas en cada extremo
 - Cintas **IEC tipo III**. Sony patenta las de óxido férrico con dióxido de cromo (ferrocromo).
 - Cintas **IEC tipo IV** o de **metal** (Metal Cassettes). 2 muescas en cada extremo y otras dos centrales

Cartucheras y cartuchos

- Cartucheras o magnetófono de cartuchos
 - Reproductores / grabadores de cartuchos
- Cartuchos
 - Tipo de cinta magnética de audio que se graba por impulsos que marcan el principio y fin del audio
 - La reproducción atiende a los intervalos marcados
 - Utilizado en el medio radiofónico para emitir espacios como anuncios, cortes de palabra o música, cuñas publicitarias, sintonías, etc...
 - Estudios radiofónicos: cartucheras en cadena para ir reproduciendo los cartuchos de un espacio

Generalidades sobre el almacenamiento óptico


- Desarrollo en dos ramas paralelas
 - David Paul Gregg (EEUU), con la compañía MCA, desarrolló un disco óptico analógico para grabar vídeo y lo patentó en 1961 y 1969
 - Philips lanza el primer disco óptico para grabar video en Eindhoven (Holanda) en 1969
- 1972: MCA y Philips se unen para el desarrollo del Láser Disc (LD), la primera encargada del dispositivo y la segunda de los reproductores. La sociedad se disuelve unos años después
- 1979: Philips y Sony se unen para desarrollar el CD, que lanzan en 1983
- Pioneer investiga el desarrollo del DVD
- La OSTA (Optical Storage Technology Association) es el organismo encargado de regular los estándares de almacenamiento óptico.

Evolución almacenamiento óptico

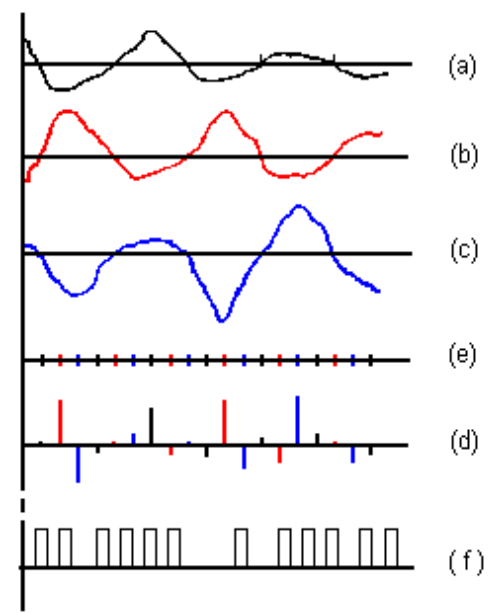
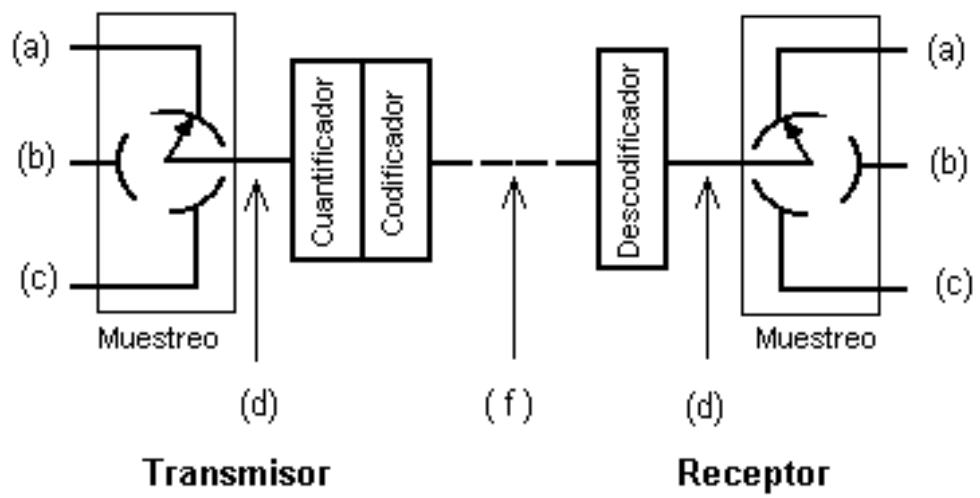
- *Música y software: Laserdisc, Compact Disc (CD), Disco magneto-óptico*
- *Datos, sonido y video digital : Minidisc*
- *Datos con gran capacidad: DVD, DMD, DIVX, Dataplay*
- Disco óptico: superficie circular de policarbonato donde la información se guarda haciendo unos surcos en la superficie del disco
 - El acceso a los datos se realiza cuando un material especial del disco, que suele ser de aluminio, es iluminado con un haz de láser
 - Los surcos en la superficie modifican el comportamiento del haz de láser reflejado y nos dan la información que contiene el disco
 - La información es almacenada secuencialmente en una espiral desde el círculo más interno hasta el más externo

Señal analógica. Grabación óptica

- Láser Disc (LD)
 - Primer sistema comercializado de almacenamiento en disco óptico y fue usado principalmente para reproducir películas
 - Propiedad de la patente: MCA (antecedente de la Universal)
 - Conocido en sus inicios como *Sistema de video disco óptico reflexivo*, aunque MCA lo había denominado Disco Visión
 - 1958: David Paul Gregg (patente 1961, 1969)
 - 1972: MCA y Philips muestran el primer Video disco
 - 1978: inicio de la venta de reproductores y discos, siendo MCA propietaria de los derechos sobre la mayor parte de las películas

- 
-
- Richard Wilkinson, Ray Deakin y John Winslow fundan Optical Disc Corporation (ahora ODC Nimbus, líder mundial en el mercado)
 - Finales de los 70: Pioneer inicia la fabricación y comercialización de reproductores y discos, con el nombre de Láser Disco Vision
 - Philips fabrica con el nombre de Láser Visión, y los reproductores VDP (Video Disc Players)
 - 1981: Denominación del formato = Láser Disc
 - EEUU y Japón, mercados mantenidos
 - Primera película: Tiburón (1978)

-
- Formato analógico, con posibilidad en Audio de almacenamiento analógico, digital o cualquier codificación de audio
 - 30 cms diámetro (12 pulgadas)
 - 30 minutos / cara (CAV: **velocidad angular constante**)
 - 60 minutos / cara (CLV: **velocidad lineal constante**)
 - 18 cms diámetro (7,2 pulgadas)
 - 12 cms diámetro (5 pulgadas)
 - Dos discos de aluminio de una sola cara adheridos con cola
 - Hendiduras y regiones forman la estructura del disco mediante una modulación de frecuencia con la que se obtiene una onda portadora que es codificada mediante modulación por anchura de pulsos
 - Acceso aleatorio
 - Primeros discos de audio: sólo analógico
 - Discos en NTSC (*National Television System Committee*)
 - 2 pistas analógicas de sonido + 2 pistas audio digital PCM (Pulse Code Modulation, o MIC: Modulación por impulsos codificados) descomprimido
 - Discos en PAL (*Phase Alternating Line*)
 - 2 pistas de sonido, tanto analógico como digital



-
- Sistemas audio utilizados
 - Dolby digital (AC3)
 - Almacenado en forma de frecuencia modulada en una pista normalmente usada para el audio analógico
 - Extraer el sonido requiere de un reproductor equipado con una salida especial de AC3 RF y un demodulador externo, además de un descodificador de AC3
 - DTS
 - Sistema digital de codificación de sonido que permite la existencia de 6 canales independientes de audio en una sola señal comprimida
 - Extraer el sonido requiere una conexión de sonido digital óptica a un descodificador DTS
 - Mayor calidad de sonido que Dolby Digital
 - Dolby Surround / Dolby Pro Logic
 - usan tecnología "Matrix" para extraer canales adicionales de sonido codificado en Estéreo
 - se codifican cuatro canales de sonido en canales estéreo ordinarios (2 canales) usando técnicas de cambio de fase

Formatos

- **CAV (velocidad angular constante)** ó discos de **reproducción estándar**
 - Congelación de la imagen
 - Cámara lenta variable
 - Reproducción inversa.
 - Giran a una velocidad rotacional constante durante la reproducción, leyendo un fotograma por cada vuelta.
 - Almacenan por cara 54.000 fotogramas individuales ó 30 minutos de audio/video
 - Reducen la visibilidad de ambigüedades entre pistas adyacentes
 - Utilizado esencialmente para películas con extras y efectos especiales
 - Identificación individual de cada fotograma (trick play)
- **CLV (velocidad lineal constante)** ó discos de **larga duración**
 - No identifican individualmente los fotogramas
 - Pueden reproducirse hacia delante y hacia atrás a velocidad variable
 - Almacenan 60 minutos de audio / vídeo por cara

-
- **CAA (aceleración angular constante).**
 - Presentados por Pioneer para resolver problemas de distorsión de los CLV.
 - Similar a la velocidad lineal constante, cambiando la velocidad mediante la rotación angular del disco, en lugar de disminuir la velocidad gradualmente
 - Esquema estandarizado en los discos CLV
 - Láser Disc-ROM
 - Visualización de imágenes o información con fines educativos o de archivo
 - Acoplamiento a ordenador para visualización
 - MUSE LD: codifica el sistema de TV MUSE "Hi-Vision" de NHK, almacenando 1125 líneas de vídeo y utilizando un láser rojo capaz de leer sobre defectos como rayas, etc.
 - LD+G: fabricado por Pioneer esencialmente para el mercado del karaoke en Japón. Almacena música y gráficos
 - LaserActive: fabricado por Pioneer y similar al LD+G, y al LD-ROM. Fue utilizado por reproductores LaserActive interactivos y videoconsolas lanzados en 1993, y contenía video y audio analógicos, junto con los datos digitales
 - Squeeze LD: Laserdisc que reproducción con un ancho de banda rango 16:9, diseñados para este tipo de televisores



○ Algunos formatos grabables

- CRVdisc (Componente Recordable Video Disc), SONY
 - Mercado profesional
 - Grabable una sola vez por cara
 - Copias de seguridad
 - Coste elevado
- RLV o Recordable LaserVision, Optical Disc Corporation (ODC, ahora ODC Nimbus), 1984

Reproductores de Láser Disc

- Aparato de reproducción similar al del DVD, CD...
 - Salida compuesta (conectores RCA): usa el filtro de cresta del dispositivo de visualización
 - Salida S-Video: usa su propio filtro de cresta interno, diseñado para ayudar a reducir el ruido de las imágenes, separando la luminancia (densidad angular y superficial de flujo luminoso) de la crominancia (componente de la señal de vídeo que contiene las informaciones del color) transferidas de forma independiente
- Fabricación japonesa más avanzada que la estadounidense. Algunos modelos, todos de Pioneer: CLD-R7G, LD-S9, HLD-X9 y HLD-X0
- Reproductor combi DVD/LD: salen al mercado en 1996 y desaparecen poco después

Ventajas

- Imagen más nítida que VHS (400 líneas para NTSC y 440 líneas para PAL)
- Interpreta tanto audio analógico como digital
- Los discos en NTSC podían almacenar pistas de sonido múltiples (2 analógicas + 2 digitales)
- Acceso a disco aleatorio y basado en capítulos
- Ningún contacto físico entre el reproductor y el disco, excepto la abrazadera del reproductor que sujeta el disco en su centro cuando este gira para ser leído
- Formato analógico, sin comprimir = mejor calidad que DVD en compresión MPEG-2

Desventajas

- Sin capacidad de grabación
- Pesados, voluminosos
- 30 o 60 minutos por lado, cambio manual
- Deterioro por mala calidad del adhesivo, llegando a corromper la información por oxidación ("La putrefacción del Laserdisc" (o "LaserRot"))
- Posible lectura de las pistas adyacentes = crosstalk
- Posible parpadeo
- Mayor sensibilidad al polvo y al rayado
- Calidad de reproducción sujeta a la calidad del reproductor
- Luminancia y crominancia en una sola señal, que debe separarse en la reproducción

Señal digital. Grabación magnética

- DAT
- MDM

DAT (Digital Audio Tape)

- Primer formato de casete digital comercializado
- Philips y Sony comercializan conjuntamente en 1986
- Cinta de metal de alta coercitividad (Fuerza electromagnética requerida para magnetizar o codificar una banda magnética) y un **ancho de cinta** de 3'81 mm (1/7 de pulgada) y un **grosor** de 13 micras.
- Mercado profesional, mayoritariamente uso radiofónico y discográfico. Coste elevado
- Permite grabación multipista

- **Formatos:**

- S-DAT (DAT de Cabeza Estacionaria)
- R-DAT (DAT de Cabeza Rotatoria)

- Características comunes

- Resolución de 16 bits = lineal
- Resolución de 12 bits = no lineal
- Frecuencias de muestreo: 32, 44'1 y 48 kHz
- Velocidad de transferencias de datos: **2'77Mb/s**
- Utilizan el código Reed-Solomon (Irving Reed y Gustave Solomon) para la detección, corrección y cancelación de errores: intercalación de muestras con uso de bits de control de datos
- **Sistema SCMS (Serial Copy Management System)** de protección contra la piratería

R-DAT

- Ancho de cinta de 1/7 de pulgada y un grosor de 13 micras
- Se basa en el funcionamiento de los vídeos domésticos
- Durante la grabación, se mueve tanto la cabeza cilíndrica (montada sobre un tambor que gira) como la cinta
- Velocidad relativa cabeza-cinta: 8'15, 4' 075 y 12'255 mm/s
- Permite 4 modos de grabación-reproducción y dos modos de reproducción diferentes.
- Permiten la grabación de 20 bits con una frecuencia de muestreo de 96 kHz
- Ancho de cinta de 1/7 de pulgada, grosor de 13 micras, espesor de 10'5 mm y profundidad de 54 mm
- Las pistas son diagonales (grabación helicoidal) con una anchura de 13'59 micras, sin necesidad de cinta de guarda

R-DAT

- Cada pista, sigue una dirección opuesta a la que sigue su pista adyacente
- Se pueden grabar pistas adyacentes que se llegan solapar gracias a la información que proporciona el **AFT** (Seguimiento automático de Pistas)
- Permite mayor superficie de grabación
- La casete contiene 60 metros (120 minutos de reproducción)
- Con niveles de humedad muy altos, la cinta puede pegarse al tambor.
- No dispone de borrado, que ha de realizarse sobrescribiendo las pistas.
- No permite el duplicado industrial de cintas con las técnicas de alta velocidad. Como si fuera un CD, necesita de un disco maestro y se realiza de un copiado por contacto

S-DAT

- Durante la grabación, sólo se mueve la cinta, la cabeza permanece fija
- Velocidad relativa cabeza-cinta: 47'6, 43'7, 31'7 y 23'8 mm/s
- Permite 4 modos de grabación-reproducción y 1 modo de reproducción de sonido pregrabado
- Divide la cinta en 20 pistas paralelas de 65 micras, entre las cuales hay una separación de guarda
- Las pistas son lineales (Caras A y B)
- Las pistas de una cara siguen la dirección opuesta a las de la otra
- Contiene 130 metros (90 minutos de reproducción)
- La casete no tiene tapa
- No permite regrabar la información de sub-código

-
- DAT divide la información en tres grandes bloques.
 - Datos **PCM**, audio digital codificado. El algoritmo de compresión PCM es un sistema de compresión sin pérdidas. En la codificación PCM se muestrea la amplitud instantánea de la señal analógica y se traduce a un valor predeterminado que depende de la resolución. Así, si la resolución es de 16 bits tenemos 65.536 (2^{16}) combinaciones posibles. Por el contrario, si se trata de 12 bits, las combinaciones posibles son 4096 (2^{12}). Como la señal es estéreo, una vez codificada es multiplexado.
 - Datos de Sub-código. Señal inaudible de control que indica, entre otros aspectos: el arranque de la cinta, facilita la localización de contenidos introduciendo marcas (aunque el acceso a este punto tenga que hacerse de forma secuencial), señala el final de la grabación y el propio final de la cinta (lo que permite saber el tiempo de grabación disponible).
 - Patrones ATF. (Patrones de seguimiento automático de pistas). Son una señal inaudible de alineamiento para las cabezas y de identificación de las pistas, pues detectan la frontera entre la zona de datos y la de subcódigos

MDM (Modular Digital Multitrack o Multipista digital modular)

- Utilización de Cinta magnética de vídeo (Hi8 o S-VHS), para la grabación digital multipista de audio desde finales de los setenta
- Formatos
 - ADAT
 - DA-88
 - DTRS
- Características comunes:
 - Frecuencia de muestreo: **44'1 kHz o 48 kHz.**
 - Respuesta en frecuencia: **20 a 20.000 Hz.**
 - Rango dinámico: **90 a 92 dB**

ADAT (Alesis Digital Audio Tape)

- Lanzado por Alesis en 1992
- Ámbito doméstico de grabación de audio digital: buena relación calidad / precio
- Usa una cinta S-VHS convencional, y permite grabar hasta 8 pistas con una resolución de 16, 20 ó 24 bits
- Frecuencia de muestreo: 44'1 ó 48 kHz
- Duración de la cinta: 40, 54, 62 minutos
- Formateo de cinta previo a la grabación
- Introducción de códigos de tiempo para la edición
- Formato multicanal que utiliza un tambor giratorio helicoidal con dos cabezales de lectura y dos de grabación, dispuestos en el tambor cada 90 grados
- Otros formatos
 - ADAT XT-20
 - ADAT LX20

DA-88

- Comercializado por Tascam
- Usa una cinta Hi8 convencional, permite grabar hasta 8 pistas con una resolución de 16 bits, aunque lo habitual son 4 pistas.
- Frecuencia de muestreo: 44'1 ó 48 kHz
- Duración de la cinta: 3, 25, 56, 75 minutos
- Tipos:
 - MP: partículas de metal, mejor calidad
 - ME: evaporación de metal

DTRS (Digital Tape Recording System)

- Comercializado por Tascam
- Usa una cinta Hi8 convencional, permite grabar hasta 8 pistas con una resolución de 16 ó 24 bits.
- Frecuencia de muestreo: 44'1 ó 48 kHz
- Duración de la cinta: 30, 60, 113 minutos
- Se pueden conectar hasta 16 equipos DTRS en cadena, lo que permite grabar hasta 128 pistas (16x8)

Señal digital. Grabación magneto-óptica

- Disco magneto-óptico
 - Mini-disc

Disco magneto-óptico (MO)

- Disco óptico para la grabación y regrabación tanto de datos como de audio
- Graba la información de forma magnética mediante un rayo láser, que también se utiliza en la reproducción, realizada de forma óptica
- Resistentes a los campos magnéticos, almacenan la información sin deterioro hasta 30 años
- Verifican la información durante el proceso de grabación
- Son reconocidos en el ordenador como un disco duro
- Pueden formatearse en varios sistemas
 - FAT (File Allocation Table / Tabla de asignación de archivos): sistema de intercambio de datos en la coexistencia de diferentes sistemas de archivos en un ordenador
 - HPFS (High Performance File System / Sistema de archivos de altas prestaciones): sistema mejorado respecto a FAT, gestiona metadatos
 - NTFS (New Technology File System): uso de estructura de datos avanzados

-
- Aparecen a finales de los 80
 - Medidas: 5'25" / 3'5"
 - Encapsulados en una casete o cartucho
 - El disco consta de una capa ferromagnética cubierta por una de plástico, y nunca hay contacto físico con él.
 - Los datos se graban en una aleación metálica que se conoce como recubrimiento de cambio de fase. La aleación debe calentarse a 180° para hacer posible la grabación. Para borrar la información grabada debe alcanzarse también la misma temperatura. En inicio, el rayo hacía primero un borrado y luego la escritura, pero en los años 90 empezó a utilizarse la tecnología Direct Overwrite, que eliminaba la fase previa de borrado y, en 1997, la tecnología Light Intensity Modulated Direct Overwrite
 - Para la lectura, el rayo láser refleja en función del magnetismo, y los rayos reflejados son detectados por un sensor.
 - En la reproducción utiliza un buffer (memoria de almacenamiento temporal) que lee los datos de las pistas con antelación
 - Acceso aleatorio

Mini Disc (MD)

- Comercializado por Sony en 1992
- Sony licencia a otros fabricantes: JVC, Sharp, Pioneer, Panasonic
- Diseñado para sustituir a la casete como sistema de grabación de alta calidad a nivel doméstico y en grabaciones profesionales en el ámbito periodístico
- Popular en Japón y, brevemente, en Reino Unido
- 64mm de diámetro, resolución de 16 bits y frecuencia de muestreo de 44,1 kHz
- Tipos
 - Audio: compresión ATRAC/ATRAC3 (*Adaptive Transform Acoustic Coding*) Almacenado en tiras de bits, que permite la reproducción de las pistas sin pausas
 - Datos: capacidad 140-650 MB
- Menú o tabla de contenidos (TOC): títulos, intérpretes, autores, pistas, espacio libre...

Formatos MD

- MDLP (*Minidisc Long Play*): hasta 300 minutos de música.
Modos de grabación
 - SP, máxima calidad, 292 Kbps, 74 minutos, estéreo
 - LP2, calidad alta, 150 minutos, 132 Kbps, estéreo
 - LP4, calidad media, 300 minutos, 66 Kbps, mono
- NetMD
 - Permite descargar música desde el ordenador mediante software y conexión USB
 - SonicStage (patentado)
 - utiliza la librería ATRAC OMG/OMA
 - similar a otros programas como Windows Media Player o Real Player
 - permite crear una base de datos estructurada jerárquicamente con las canciones
 - Libnetmd (libre)
 - Renombrar y mover pistas/grupos/disco
 - Imprimir la TOC del disco
 - Crear/borrar pistas/grupos
 - Reproducir, pausar, avanzar, rebobinar y parar



- Hi-MD

- Comercializado por Sony en 2004. Usan el códec ATRAC3Plus
- Pistas más finas que sufren una redimensión en el momento de la reproducción al expandirse la capa de desplazamiento
- Tres capas
 - Desplazamiento
 - Intercambio: punto de Curie más bajo se desmagnetiza y se desacopla de la capa de desplazamiento
 - Memoria
- Tres tipos de discos
 - Convencionales: comparten características con MDLP y NetMD
 - Formateados: 305 MB de capacidad
 - Hi-MD: hasta 1 Giga de capacidad

Señal digital. Grabación óptica

- CD
- DVD



CD (Compact Disc / Disco Compacto)

- 1979: Creación por el neerlandés Joop Sinjou y el japonés Toshí Tada Doi
- 1980: Comercialización por Sony y Philips
- 1981: primeras grabaciones promovidas por Herbert von Karajan
- 1984: aplicaciones informáticas
- Su implantación ha desplazado a los vinilos y a las cassetes, en vías de desaparición

-
- 12 cms diámetro, 15mm perforación central
 - Disco de policarbonato de plástico, con una capa refractante de aluminio que refleja la luz del láser, más una capa protectora
 - Pueden llevar etiquetas, realizadas con diversas tecnologías, entre ellas, Lightscribe y Labelflash
 - Velocidad 500 rpm (interior) / 200 rpm (exterior) en CLV (velocidad constante)
 - Lectura mediante rayo láser de baja densidad, con longitud de onda de 780 nanómetros
 - Tasa de transferencia: entre 150 kilobytes/segundo y 1.2 megabytes/segundo
 - Tamaño y capacidad
 - 12 cm diámetro, duración de 74-80 minutos de audio y 650-700MB de capacidad de datos.
 - 12 cm diámetro, duración de 90-100 minutos de audio y 800-875MB de datos.
 - 8 cm diámetro, duración 21 minutos de audio y 210MB de datos. También son conocidos como Mini-CD o Pocket CD

-
- Almacenamiento en formato digital, en forma de hendiduras y llanuras denominadas 'pits', que determinan el ángulo de reflexión del rayo láser y que constituyen tramas de 588 bits cada una, de los cuales 24 son de sincronización, 14 de control, 536 de datos y 14 de corrección de errores
 - Ancho de hendiduras: 0.6 micras
 - Profundidad de hendiduras: 0.12 micras
 - Longitud de hendiduras y llanuras: 0.9 / 3.3 micras
 - La transición entre llanuras y hendiduras determina los '1'
 - La longitud de llanuras y hendiduras determina los '0'
 - Los bits se insertan mediante la modulación EFM (*Eight to Fourteen Modulation* o modulación ocho a catorce): iguala un bloque de 8 bits a uno de 14, donde cada '1' debe estar separado, al menos, por dos '0'

- Grabador/lector de CD

- Motor para la rotación del disco, el ajuste y el mantenimiento de una **velocidad lineal** constante (**CLV**) de 1,3 m/s, que ofrece una velocidad de rotación del disco (**velocidad angular**) no uniforme, entre 500 rpm a 200 rpm.
- Motor que mueve la cabeza a lo ancho del disco. El láser suele tener una longitud de onda en el aire de 782 nm

Estándares

- Libro rojo: estándar CEI IEC 908 para audio digital (CD-A). Define el soporte, proceso de grabación y diseño del reproductor adecuado para soportar CD-Audio. 2 canales de 16 bits, 44.1 kHz. Realizado en 1980, licenciado por Philips
- Libro amarillo: estándar ISO 10149:1989 para los CD-ROM (sólo lectura). Modos:
 - Almacenamiento de datos
 - Almacenamiento de audio, imágenes y vídeo
- Libro naranja: estándar de los discos grabables (CD-R) y regrabables (CD-RW).
- Libro verde: estándar de los discos interactivos (CD-I).
- Libro azul: estándar del disco láser.
- Libro blanco: estándar del vídeo en CD-ROM (VCD y SVCD)

Tipología según contenido

- CD-A: comercializado por Philips y Sony
 - Área de datos
 - Guía interna (lead in): tabla de contenidos
 - Guía externa (lead out): marca principio y fin de datos
 - Grabación ámbito profesional
 - Disco maestro que se realiza con un láser de alta potencia sobre un disco de vidrio pulido cubierto con una fina lámina de material fotosensible. La fijación se realiza mediante procedimientos químicos
 - Disco estampador que estampa las copias comerciales calcando las protuberancias del disco maestro.
 - Grabación ámbito doméstico
 - El láser graba las hendiduras. La información se protege mediante capa acrílica
 - Utilizan el formato CD-XA que utiliza partes del CD que en los CD de datos se utilizan para corrección de errores, obteniendo un 13,5% más de capacidad a cambio de una mayor sensibilidad a arañazos y otras agresiones.



- Lectura

- El rayo láser incide sobre la capa de aluminio reflectante y la luz reflejada se dirige mediante unas lentes hacia un fotodiodo receptor que convierte la información óptica al código binario y la envía a un conversor DAC (digital/analógico) que transforma la señal digital en eléctrica, y posteriormente en señal acústica
- Codificación CIRC (Cross Interleave Reed-Solomon Code/Código Reed-Solomon de intercalación transversal') para corrección de errores

- Nuevos formatos

- Philips, 1992: DCC (Digital Compact Cassette), nunca llegó a implantarse.
- Sony, 1992: Mini disc
- Superados por DVD-A y SACD

CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)

- Disco compacto de memoria de solo lectura
 - 650 o 700 Mb de datos
 - Distribución de software
- Libro amarillo establecido en 1985 por Sony y Philips
- Manufacturados por un proceso de estampación
- Leídos por lectores de CD-ROM y grabados por grabadoras de CD. Las lectoras suelen leer también CD-A y pueden conectarse a ordenador
- Actualmente siendo sustituido por el DVD-ROM, por su mayor capacidad

CD-R (Compact Disk Recordable)

- Apto para la grabación particular o doméstica de datos, audio o imagen
- Grabable una única vez
- Multisesión: mediante software específico pueden grabarse en varias sesiones, pero se pierde espacio. No regrabable. Excepto audio
 - Crean capas en cada sesión
 - En cada nueva capa podemos determinar los archivos que queremos ver y los que no. Los que no queremos ver permanecen ocultos, pero no se borran
 - Los reproductores leen la última capa grabada, no las anteriores
- Capacidades:
 - 650 MB = 681,57 millones de bytes
 - 700 MB = 734 millones de bytes. El más común.
 - 800 MB = 838 millones de bytes.
 - 900 MB = 943 millones de bytes.

- **CD-E (Compact Disc Erasable) o CD-RW**

- Desarrollado conjuntamente en 1980 Sony y Philips, comienza a comercializarse en 1982
- La información puede grabarse y borrarse para su reutilización. No utilizan capas y la grabación es más lenta
- Leídos únicamente por computadoras o aparatos que soporten la característica de lectura de discos CD-RW

- **CD+G (CD+Graphics)**

- Disco de audio especial que puede almacenar gráficos además de los datos. Sistema usado para los Karaoke

- **CD+V**

- Combinación de CD y Láser Disc

Mini-Cd o Pocket-CD

- CD single, disco de 80 mm..
 - En baja densidad un MiniCD almacena 18 minutos de música o 155 MB de datos
 - En alta densidad llegan hasta los 34 minutos de música o 300 MB de datos
- Business card CD, es un disco de 80 mm recortado con una capacidad de unos 50 MB.
 - El eje largo del disco es de 80mm mientras que el eje corto es de 60 mm.
 - El disco puede ser rectangular con unos laterales que llegan hasta el tamaño de los de un MiniCD de 80 mm.
- Disco de 60 mm,
 - Versión redondeada de la bussiness card con la misma capacidad (50 MB)
- Pocket CD-R/CD-RW (Memorex)
- Mini CD-R (TDK)
- No pueden leerse en reproductores con ranura de carga, sólo en carga mediante bandeja con compartimento para Mini-CD. Excepción: iMac de 1999

-
- Reproductores específicos:
 - Sony D-88 (ca. 1990): sólo reproducía Cds de audio PCM (Libro Rojo)
 - Podía reproducir discos de 120 mm, ajustando el mecanismo dentro de la unidad
 - Memorex Mini CD MP3 Player
 - Comercializado como un reproductor de MP3
 - Puede grabar archivos MP3 en un Mini CD
 - Puede reproducir Audio PCM grabado en Mini CD
 - Puede reproducir medios CD-R y CD-RW
 - Puede reproducir Mini CDs de prensa
 - Sony Mavica: cámara digital que graba directamente a Mini CD
 - CD350: 3,2 megapíxeles
 - CD500: 5,0 megapíxeles
 - Capacidad de 156 MB
 - Imation RipGo! : grabadora / reproductora
 - Podía reproducir archivos MP3 y WMA
 - No soporta medios CD-RW. Problemas con la batería de ión litio interna
 - Sony Photo Vault
 - Dispositivo grabador de mini CD desde un Memory Stick, una unidad USB Flash o de una cámara

DVD (Digital Versatile Disc / Disco Versátil Digital)

- Formato de almacenamiento óptico que puede ser usado para guardar datos, incluyendo películas con alta calidad de vídeo y audio
- Dimensión semejante a CD (12cm / 8cm)
- Mayor densidad que CD: 3,3 veces más
- Sistema de archivos UDF (Universal Disk Format), extensión del estándar ISO 9660, usado para CD de datos
- Codificación de datos, audio y video
 - comprobación de redundancia cíclica CRC
 - codificación Reed-Solomon
 - codificación de línea EFMPlus (Eight-to-Fourteen Modulation Plus)
- DVD Forum: control de especificaciones técnicas (hasta 1997, DVD Consortium)
- Hasta 4,7 gigabytes de capacidad en DVD de capa simple
- Láser de lectura con una longitud de onda de 650 nm (CD, 780 nm) y una apertura numérica de 0,6 (CD 0,45)



- Orígenes (años 80)

- Multimedia Compact Disc (MMCD): Philips y Sony
- Super Density disc (SD): Toshiba, Time-Warner, Matsushita Electric, Hitachi, Mitsubishi Electric, Pioneer, Thomson y JVC
- El presidente de IBM, Lou Gerstner, propicia un acuerdo entre las compañías
- Philips y Sony adoptan el SD con dos modificaciones:
 - Adopción de una geometría propiedad de Philips/Sony que permitía “push-pull tracking”
 - Adopción del EFMPlus de Philips, creado por Kees Immink, que proporciona gran resistencia a los daños físicos en el disco
 - Resultado: versión 1.5 del DVD, anunciada en 1995 y finalizada en septiembre de 1996

Clasificación DVD

- Según su contenido:
 - DVD-Video: Películas (vídeo y audio)
 - DVD-Audio: Audio de alta fidelidad
 - DVD-Data: Datos cualquiera

-
- Según su capacidad de grabado:
 - DVD-ROM: Sólo lectura, manufacturado con prensa
 - La capacidad puede ser determinada visualmente observando el número de caras de datos, y observando cada una de ellas: capas dobles de color morado, capas simples plateadas. También observando el anillo central del disco: un código de barras por cada capa. Estándar DVD Forum
 - DVD-R: Grabable una sola vez. Estándar DVD Forum
 - DVD-RW: Regrabable. Estándar DVD Forum
 - DVD-RAM: Regrabable de acceso aleatorio. Comprueba la integridad de los datos tras completar la escritura. Estándar DVD Forum
 - DVD+R: Grabable una sola vez. Estándar Alliance
 - DVD+RW: Regrabable. Estándar Alliance
 - DVD-R DL: Grabable una sola vez de doble capa. Estándar DVD Forum
 - DVD+R DL: Grabable una sola vez de doble capa. Estándar Alliance
 - DVD-RW DL: Regrabable de doble capa. Estándar DVD Forum
 - DVD+RW DL: Regrabable de doble capa. Estándar Alliance
 - Los formatos '+' y '-' son similares, la mayoría de grabadoras y reproductoras son compatibles y la tendencia futura es la unificación.

○ Según su número de capas o caras:

- DVD-5: una cara, capa simple. 4.7 GB o 4.38 gibibytes (GiB) - Discos DVD±R/RW.
- DVD-9: una cara, capa doble. 8.5 GB o 7.92 GiB - Discos DVD±R DL.
- DVD-10: dos caras, capa simple en ambas. 9.4 GB o 8.75 GiB - Discos DVD±R/RW.
- DVD-14: dos caras, capa doble en una, capa simple en la otra. 13'3 GB o 12'3 GiB - Raramente utilizado.
- DVD-18: dos caras, capa doble en ambas. 17.1 GB o 15.9 GiB - Discos DVD+R


DVD-Video

- Requieren decodificador MPEG-1/MPEG-2
- Las películas DVD comerciales se codifican combinando vídeo codificado en MPEG-2 y audio MPEG, Dolby Digital, DTS o LPCM (multicanal 5.1 para Dolby Digital y DTS, y 2.0 para audio MPEG y LPCM)
- Codificación video: MPEG-2 con una resolución de 720 x 480 píxeles (para NTSC) y 720 x 576 (para PAL)
 - Posible utilizar un modo especial llamado "16:9 anamórfico" que sólo se añade la barra negra necesaria para llenar la imagen hasta un formato 16:9
 - Subtítulos almacenados como imágenes de mapa de bits con fondo transparente, almacenado en el archivo VOB del DVD
- Codificación audio: formato **Linear PCM**, DTS, MPEG, o Dolby Digital (AC-3)
 - En países que usan el estándar NTSC, la mayoría utilizan audio AC-3.
 - En países que usan el estándar PAL, originalmente PCM y MPEG-2, ahora AC-3
 - Pueden contener más de una pista de audio (diferentes idiomas, contenidos extra, etc.)

-
- Problemas:
 - Conectores sólo video analógico, peor calidad. No mantienen la señal de luminosidad y las dos de crominancia propias del formato
 - Solución
 - Nueva generación de conectores
 - HDMI (High Definition Multimedia Interface) : interfaz que habilita la transmisión digital de video y audio sin compresión (LPCM o Bit Stream)
 - Ventajas
 - Pueden contener capítulos para facilitar la navegación
 - Su capacidad permite incluir contenidos extra
 - Sistemas de restricción de uso
 - Macrovision (conjunto de tecnologías que impiden la duplicación de la película)
 - Content Scrambling System (CSS): código de cifrado que impide la duplicación de las películas
 - Códigos de región o zonas
 - Inhabilitación operaciones de usuario


DVD-Audio

- Formato de audio de alta definición en DVD, desarrollado por Pioneer y Matsushita, en colaboración con otras empresas
- Utiliza la modulación por impulsos codificados (MIC ó PCM) para codificar el audio. Admite 6 frecuencias de muestreo:
 - 44,1 kHz y sus múltiplos: 88,2 kHz (44,1 kHz x2) y 176,4 kHz (44,1 kHz x4).
 - 48 kHz y sus múltiplos: 96 kHz (48 kHz x2) y 192 kHz (48 kHz x4)
- La respuesta en frecuencia del DVD-A es de 80 kHz (CD 22,05 kHz, SACD 100 kHz)
- El rango dinámico que alcanza el DVD-A es de 120 dB
- Permite 6 canales de audio, que convierte en estéreo para la reproducción mediante la técnica SMART (**S**ystem **M**anaged **A**udio **R**esource **T**echnique)
- Hasta 622 minutos de música. (SACD 74 minutos x capa, máximo 222 minutos; CD 74 minutos).
- Los DVD-Audio no pueden leerse en reproductores de DVD-Video por el distinto sistema de compresión:
 - MLP (Meridian Lossless Packing): tipo de compresión sin pérdidas = alta fidelidad

- 
-
- Incluyen marcas de agua para evitar la piratería
 - Discos de doble capa para posibilitar su reproducción en lectores de CD convencionales, donde la capa inferior se codifica para ello
 - División:
 - Audio
 - Videoclips
 - Otros datos: letras canciones, entrevistas, fotografías...

Super Audio CD (SACD)

- CD que utiliza el mismo tamaño de sectores, sistema de corrección de errores, modulación y sistema de archivos (UDF e ISO 9660) que un DVD, aunque no la misma codificación de audio del DVD
- Utiliza un sistema de codificación de audio digital llamado Direct Stream Digital (DSD), desarrollado por Sony
- Capacidad de almacenamiento: 4,7 GB (CD (700 MB): reducción ancho de pistas, tamaño de pits y tipo de compresión = hasta seis canales de audio
- Puede utilizar discos de una sola capa, dos o tres capas, cada una de ellas leída por un rayo láser con una diferente longitud de onda :
 - 1 sola capa, para leer el disco SACD stereo.
 - 2 capas, para leer el disco SACD stereo y el SACD multicanal.
 - 3 capas (híbridos), para leer el SACD stereo, el SACD multicanal y el CD convencional.

- 
-
- Sony y Philips, diseñadores del formato, son los principales fabricantes de reproductores, tanto de forma convencional, como combinados con reproductores de DVD. La consola de videojuegos PlayStation 3 permite también la reproducción de SACD multicanal, incluso a través de la salida óptica
 - No puede ser reproducido en lectores DVD ni CD
 - Formato concebido sólo para audio, permite reservar una zona dentro del disco para otros datos y permite incluir videoclips, texto, gráficos, etc
 - Utilizan el sistema anticopia PSP (Pit Signal Processing) que graba 2 “marcas de agua”, una invisible (en la trama de datos) y otra visible (enmascara el tamaño real de los pits)

MIDI (*Musical Instrument Digital Interface* / Interfaz Digital de Instrumentos Musicales).

- Protocolo para comunicar ordenadores, sintetizadores, secuenciadores, controladores y otros dispositivos musicales electrónicos. Consta de hardware y software
- Los datos procedentes de ordenadores, sintetizadores, secuenciadores, controladores y otros dispositivos musicales electrónicos se traducen en valores numéricos (0-127) que son interpretados por el aparato que los recibe y traducidos a música. MIDI no transmite audio, sino paquetes de órdenes en formato numérico
- El estándar o protocolo MIDI aparece en 1981 propuesto por Dave Smith, de Sequential Circuits y se publica en 1983

-
- Modos de operación:
 - Frecuencia modulada (FM) o Síntesis FM: utiliza la modulación por desplazamiento de frecuencia (desplazamiento de la onda de frecuencia entre un conjunto de valores discretos)
 - Síntesis mediante tablas de ondas (Wavetable), utilizando sistemas de compresión:
 - Looping o generación en bucle: muestras de sonido pregrabadas dividiendo y almacenando las dos partes principales de la mayoría de sonidos producidos por instrumentos: la sección de ganancia o “attack section”, que se reproduce entera, y la de mantenimiento que se reproduce en bucle cada vez con menor intensidad siguiendo un patrón preestablecido
 - desplazamiento de tonos: a partir de una muestra de sonido que representa una nota determinada se generan otras notas del mismo instrumento aplicando varios filtros a la señal original, junto con la manipulación de la frecuencia
 - interpolación matemática: en la conversión D/A, la señal digital grabada en baja frecuencia interpola valores adyacentes para recuperar lo mejor posible la señal analógica original
 - sobremuestreo: la señal digital es grabada a más alta frecuencia de la necesaria, frecuencia que hay que restituir a su estado original en la salida de la señal analógica

Hardware


- Señal producida en un único sentido
 - Dispositivo maestro o master: envía la información
 - Controladores: el más común es el piano, aunque hay otros, como guitarras, clarinetes, etc...
 - Dispositivo esclavo o slave: recibe la información
 - Unidades generadoras de sonido o módulos de sonido: transforman los mensajes MIDI en señales sonoras
 - Secuenciadores: graban, reproducen o editan mensajes MIDI. Y se encuentran tanto en formato hardware como software (en un ordenador o en un sintetizador)
 - Aparatos mixtos: incluyen controlador, unidad generadora de sonido e incluso los hay con secuenciador
 - Ejemplo: órgano electrónico
- Cable: conector del tipo DIN de 5 pines o contactos = permiten la transmisión de los datos entre dos dispositivos
- Conexiones:
 - *MIDI OUT*: conector del cual salen los mensajes generados por el dispositivo maestro.
 - *MIDI IN*: sirve para introducir mensajes al dispositivo esclavo.
 - *MIDI THRU*: también es un conector de salida, pero en este caso se envía una copia exacta de los mensajes que entran por *MIDI IN*. Se utiliza para conectar un maestro a varios esclavos en cascada

Software

- Especificación de byte:
 - Compuesto por 10 bits, el primero de inicio (0) y el último de terminación (1) y los ocho restantes, contenedores de datos
- Canales: método para diferenciar los instrumentos, a los que se asigna un número de canal. MIDI puede utilizar hasta 16 canales
- Instrumentos MIDI: 128 instrumentos con la especificación estándar de MIDI, también conocidos como GM o "General Midi"
 - Ejemplo: 34 - Bajo eléctrico punteado / 59 - Trompeta con sordina / 124 Timbre de teléfono
- Modos MIDI: pueden funcionar con uno o varios canales
 - Monofónico: instrumento que produce una sola nota simultáneamente (ej. Instrumentos de viento)
 - Polifónico: instrumento que produce varias notas simultáneamente (ej. Piano)
- Mensajes de canal
- Mensajes de sistema
- Controlador, unidad generadora de sonido y secuenciador

Rollos de piano

- Remontan su fabricación a 1883, de la mano de Welte & Sons y siguen vigentes
- Primer medio para producir y crear copias de música a nivel industrial
- Almacenan música que luego podía reproducirse en player pianos o pianolas o en reproducing pianos
- Rollo de música en principio concebido como un rollo de papel sobre el que se producían unas perforaciones cuya posición y longitud determinaban una nota concreta en el piano
- La banda de papel estaba enrollada sobre un eje o barra con agujeros, de tal manera que, cuando una perforación pasaba sobre el agujero, sonaba la correspondiente nota
- Los primeros ejes tenían 58 agujeros que se fueron ampliando sucesivamente a 65 y 88 agujeros
- Las distintas compañías fabricantes acordaron un estándar en 1909
- Pueden considerarse antecedentes del sistema MIDI

- 
-
- Los rollos para estos pianos generalmente salían del registro de las interpretaciones de músicos famosos. El rollo virgen se iba perforando a medida que tocaban, e incluso se registraban los cambios en las dinámicas, tempos, etc..., aunque en este aspecto cada compañía utilizaba su propia codificación
 - Los rollos registrados funcionan a una velocidad predeterminada
 - En este soporte se conservan numerosas interpretaciones de músicos como Gustav Mahler, Edvard Grieg, Claude Debussy, Sergei Rachmaninoff, Alexander Scriabin o George Gershwin

Pianola

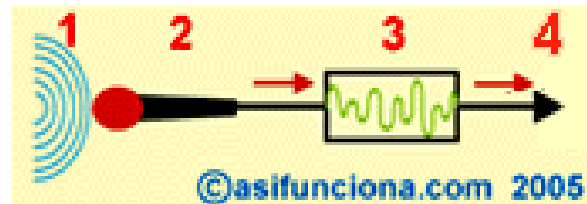
- Nombre comercial de un tipo de pianos preparados para reproducir los rollos de música fabricados por la Aeolian Corporation of New York registró en la década de 1890
- las notas musicales se reproducen de forma automatizada y también la expresión, tempos, etc...
- El sistema consiste en una maquinaria que se sitúa en la parte anterior de un piano común y que pulsa las teclas con mazas de madera mediante un sistema neumático, mecánico o eléctrico
- La succión se produce mediante dos pedales
- Otras compañías, además de Aeolian, como QRS Company, Imperial, Vocalstyle, Duo-Art, Ampico o Welte-Mignon fabricaron pianolas, pero sólo la marca **Phonola**, de la compañía alemana Hupfeld, tuvo una cierta competencia con la Pianola, y sólo lo hizo en Europa Occidental
- Se fabricaron también Órganos mecánicos y organillos que utilizaban el mismo sistema

Conversión analógico-digital

- Sonido: se compone de variaciones de presión o vibraciones de moléculas de aire que llegan hasta nuestro sentido del oído en forma de ondas acústicas, audibles entre rango superior a los 20 hertz o ciclos por segundo, para los más graves e inferior de los 20 mil hertz (20 kHz) o ciclos por segundo, para los más agudos
- Cada sonido posee intensidad, tono, timbre y frecuencia propios, lo cual diferencia a unos de otros y permite representarlos gráficamente como una onda senoidal de amplitud y frecuencia variable.

Conversión analógico-digital

- 1. Onda sonora con intensidad, tono, timbre y frecuencia determinada.
- 2. Micrófono.
- 3. La misma onda convertida en impulsos eléctricos por el micrófono. El sonido original se transforma en una onda eléctrica analógica senoidal (onda de audiofrecuencia)
- 4. Salida de la señal eléctrica de audiofrecuencia para ser grabada o amplificada localmente
- 5. Registro en un medio masivo de almacenamiento
- 6. Reproducción o amplificación por medio de altavoces o bafles

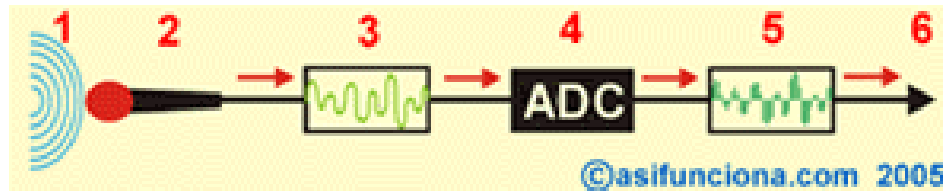


Conversión analógico-digital

- Sonido digital: el único sonido audible y reproducible es el analógico.
- Resultado de la transformación de una señal analógica a impulsos eléctricos de "1" y "0" del código binario o digital
- Uso de dispositivo intermedio denominado conversor analógico-digital o **ADC** (*Analogic to Digital Converter*) *para la transformación*

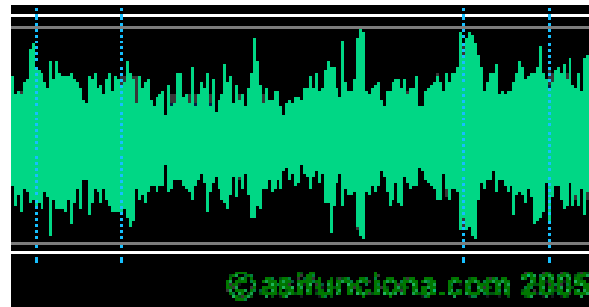
Conversión analógico-digital

- *Onda sonora o acústica (voz, música, efectos, etc.).*
- *Micrófono.*
- *Onda senoidal analógica tras convertirse en señales eléctricas de audiofrecuencia.*
- **ADC**
- *Señal digital formada (0 - 1), obtenida después que la señal analógica es procesada por el ADC.*
- *Salida de la señal de audio digitalizada lista para ser grabada*



Conversión analógico-digital

- En una señal eléctrica analógica, los valores de tensión positivos y negativos pueden mantenerse con un valor constante o variable
- En una señal digital, el '0' representa la ausencia de voltaje o impulso eléctrico de tensión mientras que el '1' indica la presencia de voltaje o impulso eléctrico de tensión



Conversión analógico-digital

- Conversor **ADC** efectúa los siguientes procesos:
 - **Muestreo (sampling)** de la señal analógica.
 - **Cuantización** de la propia señal
 - **Codificación** del resultado de la cuantización, en código binario.

Conversión analógico-digital

- **Muestreo (sampling):**

- Tomar diferentes muestras de valores discretos de tensión o voltaje en diferentes puntos de la onda senoidal.
- La frecuencia a la que se realiza el muestreo se denomina razón, tasa o frecuencia de muestreo y se mide en kilohertz (kHz).
- Las tasas o frecuencias de muestreo más utilizadas para audio digital son las siguientes:
 - 24 000 muestras/seg. (24 kHz)
 - 30 000 muestras/seg. (30 kHz)
 - 44 100 muestras/seg. (44,1 kHz) (Calidad de CD)
 - 48 000 muestras/seg. (48 kHz) (Calidad de emisión)

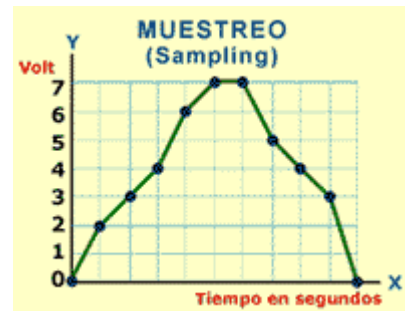
- **CONDICIÓN DE NYQUIST o Teorema de Harry Nyquist:**

"La frecuencia de muestreo mínima requerida para realizar una grabación digital de calidad, debe ser igual al doble de la frecuencia de audio de la señal analógica que se pretenda digitalizar y grabar".

Es decir, que la tasa de muestreo se debe realizar, al menos, al doble de la frecuencia de los sonidos más agudos que puede captar el oído humano (20 kHz/seg.). Por ese motivo se escogió la frecuencia de 44,1 kHz como tasa de muestreo para obtener "calidad de CD", pues al ser un poco más del doble de 20 kHz, incluye las frecuencias más altas que el sentido del oído puede captar.

Conversión analógico-digital

- **Cuantización (quantization):** representa el componente de muestreo de las variaciones de valores de tensiones o voltajes convertidos en series de valores numéricos decimales discretos
- Codificación: representación numérica de los valores de las tomas de voltajes por medio de códigos y estándares previamente establecidos, habitualmente, código binario



VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CONVERSIÓN ANALÓGICO DIGITAL

○ **Ventajas:**

- No introduce ruidos en la transmisión.
- Se guarda y procesa mucho más fácilmente que la analógica.
- Posibilita almacenar grandes cantidades de datos en diferentes soportes
- Permite detectar y corregir errores con más facilidad.
- Las grabaciones no se deterioran con el paso del tiempo.
- Permite realizar regrabaciones sucesivas sin que se pierda ninguna generación y, por tanto, calidad (relativamente).
- Permite la compresión para reducir la capacidad de almacenamiento.
- Facilita la edición visual de las imágenes y del sonido en un ordenador o computadora personal.
- El rayo láser que graba y reproduce la información en CDs y DVDs nunca llega a tocar físicamente su superficie.
- No la afecta las interferencias atmosféricas (estática) ni de otro tipo cuando se transmite por vía inalámbrica, como ocurre con las transmisiones analógicas.

○ **Desventajas:**

- Para su transmisión requiere un mayor ancho de banda en comparación con la analógica.
- La sincronización entre los relojes de un transmisor inalámbrico digital y el receptor requiere que sea precisa, como ocurre con el [GPS](#) (*Global Positioning System* - Sistema de Posicionamiento Global).
- Las transmisiones de las señales digitales son incompatibles con las instalaciones existentes para transmisiones analógicas.