



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Formatos Análogos de Grabación Sonora

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

PRESENTA:

Víctor Hugo Toriz García

DIRECTOR DE TESIS

Dr. José María Matías Maruri



México D.F Ciudad Universitaria Octubre 2014

Agradecimientos

A Dios:

Por todas sus bendiciones

A mis padres:

Ernesto Toriz López y Rosa María García García, por su apoyo constante e incondicional en mi formación académica, por su guía y por valores que me han inculcado.

A mis hermanos:

Araceli, Nancy, Ernesto, Erick y Liliana por ser un ejemplo de perseverancia y dedicación.

A mis sobrinos:

Agradezco contar con su compañía y afecto.

A Roxana:

Por apoyarme y acompañarme durante gran parte de mi vida, por ser un aliciente para mejorar

A Teresa y Conchita:

Por todas las atenciones y el cariño

Al Dr. José María Matias Maruri

Quiero expresar mi gratitud por haberme orientado durante la realización de este trabajo, por sus conocimientos y por su paciencia

Al Ing. Eduardo Carranza Torres:

Quiero agradecer que me haya permitido realizar el servicio social

A los Profesores:

Fís. Salvador Villalobos, M.I Ricardo Mota Marzano, Ing. Eduardo Carranza Torres e Ing. Daniel Martínez Gutiérrez por las revisiones que realizaron a este trabajo

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería:

Por mi formación a nivel personal y profesional, es invaluable todo lo que he recibido de estas instituciones.

A la Lic. Alba Citlalli Zúñiga Portilla

Por brindarme las facilidades para realizar esta labor

Contenido

Agradecimientos.....	i
Introducción.....	1
1 Historia de los Formatos Analógicos de Grabación Sonora y su Evolución.....	3
1.1 Inicios de la grabación sonora.....	3
1.1.1 Los Antecedentes del Fonógrafo.....	3
1.1.2 El Fonógrafo y la Primera Grabación Exitosa.....	5
1.2 Grabaciones en Discos y Cilindros.....	6
1.2.1 Los Cilindros.....	6
1.2.2 Cilindros Moldeados y de Celuloide.....	7
1.2.3 Los Inicios del Disco.....	9
1.2.4 La Consolidación de los Discos.....	11
1.2.5 Grabaciones Eléctricas.....	13
1.2.6 Grabaciones no Comerciales.....	14
1.2.7 La Estandarización de los Discos.....	15
1.2.8 Grabaciones Estereofónicas.....	16
1.2.9 Grabaciones Cuadrafónicas.....	17
1.3 Grabaciones Magnéticas.....	17
1.3.1 Alambre de acero.....	18
1.3.2 Cintas Magnéticas.....	19
1.3.3 Casetes.....	20
1.4 Grabación digital del sonido.....	21
1.4.1 Formatos Analógicos.....	21
1.4.2 Formatos Digitales.....	22
1.4.3 El Disco Compacto.....	22
1.4.4 DVD-Audio.....	23
1.4.5 Blue Ray.....	23
1.4.6 Otros Formatos de Audio Digitales.....	25
1.5 Soportes Actuales y Futuros para Almacenamiento Digital.....	29
2 Cilindros.....	31

2.1	Que es un Cilindro	31
2.2	El primer Fonógrafo.....	32
2.3	Cilindros de Cera	33
2.3.1	Cilindros de Cera Café Edison.....	33
2.3.2	Proceso de Grabación en Cilindros de Cera.....	34
2.3.3	Duplicación con Pantógrafo	35
2.3.4	Cilindros de Cera Café Columbia.....	36
2.3.5	Manejo y Reproducción de los Cilindros de Cera Café.....	37
2.3.6	Moho en los Cilindros de Cera.....	38
2.3.7	Cilindros de Cera Amberol	39
2.3.8	Manejo y Reproducción de los Cilindros Amberol.....	40
2.3.9	Cilindros de Cera Negra	41
2.3.10	Manejo y Reproducción de los Cilindros de Cera Negra.....	42
2.4	Cilindros de Celuloide	44
2.4.1	Cilindros Lambert.....	44
2.4.2	Manejo y reproducción de los Cilindros Lambert.....	45
2.4.3	Cilindros Indestructibles	46
2.4.4	Manejo y Reproducción de los Cilindros “Indestructibles”	47
2.4.5	Cilindros Blue Amberol	48
2.4.6	Manejo y Reproducción de los Cilindros Blue Amberol	51
2.5	Resumen Histórico.....	52
3	Discos.....	53
3.1	Qué es un Disco.....	53
3.2	El primer Disco.....	53
3.3	Tipos de Surcos	54
3.4	Formatos de Discos.....	55
3.4.1	Discos de Hule Vulcanizado.....	55
3.4.2	Discos de Shellac.....	56
3.4.3	Discos Laminados Columbia.....	59
3.4.4	Discos Laminados de Edison.....	60
3.4.5	Discos de Acetato.....	62
3.4.6	Grabaciones Eléctricas.....	62

3.4.7	Discos de Vinilo.....	64
3.4.8	Formatos de Grabación de Discos de Vinilo.....	66
3.5	Requerimientos para la Conservación de Discos.....	70
3.5.1	Condiciones de Almacenamiento para Discos.....	70
3.5.2	Empaque	70
3.5.3	Limpieza de Discos	71
4	Soportes Magnéticos.....	72
4.1	Introducción a los Soportes Magnéticos.....	72
4.1.1	Qué es la grabación magnética.....	72
4.1.2	Como Funciona una Grabación Magnética	73
4.1.3	Primera Grabación Magnética.....	73
4.1.4	Tipos de Soportes Magnéticos.....	74
4.2	Hilo de Acero.....	74
4.2.1	Qué es el Hilo de Acero.....	74
4.2.2	Usos del Hilo de Acero.....	75
4.2.3	Problemas de Conservación	81
4.3	Cinta Magnética	82
4.3.1	Qué es una Cinta Magnética.....	82
4.3.2	Bobina de Carrete Abierto	85
4.3.3	Cartuchos	91
4.3.4	Casetes.....	98
4.3.5	Problemas de Conservación de las Cintas Magnéticas.....	101
5	Digitalización de Soportes Analógicos.....	110
5.1	Estándares	112
5.1.1	Frecuencia de Muestreo	112
5.1.2	Profundidad de Bits.....	112
5.1.3	Convertidores de Análogo a Digital (A/D).....	112
5.1.4	Sistemas Basados en Computadora y Software de Procesamiento.....	114
5.1.5	Reducción de Datos.....	114
5.1.6	Formatos de Archivo	114
5.1.7	Trayectoria de Audio	114
5.2	Extracción de Señal Desde los Originales.....	115

5.2.1	Reproducción de Formatos Históricamente Mecánicos y Obsoletos	115
5.2.2	Selección de la Mejor Copia	115
5.2.3	Limpieza y Restauración de Soportes.....	116
5.3	Extracción de Señal de Discos y Cilindros.....	117
5.3.1	Equipo de Reproducción para Cilindros y Discos.....	117
5.3.2	Velocidad de Reproducción para Cilindros y Discos.....	118
5.3.3	Ecuilización en Reproducción para Discos de 78 rpm	118
5.3.4	Equipo de Reproducción de Grabaciones en Vinilo de LP	119
5.3.5	Velocidad para Reproducción de Discos LP.....	120
5.3.6	Ecuilización en Reproducción para Discos LP	120
5.4	Extracción de Señal de Cintas Magnéticas	121
5.4.1	Reproducción de Cintas Magnéticas Análogas.....	121
5.4.2	Selección de la Mejor Copia	122
5.4.3	Limpieza y Restauración de Soportes.....	122
5.4.4	Equipo de Reproducción Máquinas Profesionales de Carrete	123
5.4.5	Equipo de Reproducción Máquinas Profesionales de Casete	124
5.4.6	Velocidad Reproducción de Cintas Magnéticas.....	125
5.4.7	Ecuilización en Reproducción de Cintas Magnéticas.....	125
5.5	Formatos de Preservación Final.....	127
5.6	Sistemas de Almacenamiento Masivo Digital	128
	Conclusiones.....	129
APENDICE A	131
	Procedimientos Involucrados en la Conservación de Documentos Sonoros en La Fonoteca Nacional.....	131
	Adquisición	131
	Tratamiento Correctivo.....	133
	Digitalización.....	134
	Inventario	136
	Referencias.....	138

Introducción

Los avances tecnológicos impactan en diversos aspectos a la sociedad. No solo en cuestiones que podamos definir como puramente económicas o productivas sino que estas se interrelacionan creando cambios sociales, culturales, nuevos mercados y productos o necesidades.

Desde las primeras grabaciones y reproducciones del sonido exitosas a finales del siglo XIX, se creó un mercado y un producto hasta entonces inexistente; la música grabada. Un mercado que a la fecha ha evolucionado y pasado por diversos estados, pero la constante es la búsqueda de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades del mercado en cada momento.

En este camino las grabaciones sonoras han retratado parte de un contexto histórico y de la cultura.

La memoria sonora de un pueblo es invaluable, es reflejo de su identidad cultural. Para que esta memoria sea preservada es necesario conocer los soportes existentes así como sus características de conservación y reproducción. Los esfuerzos encaminados a esta labor son muy recientes en nuestro país.

Aunque la Fonoteca Nacional fue creada en el año 2001, abrió sus puertas en diciembre del 2008. Desde entonces ha tenido como actividades primordiales rescatar y preservar el patrimonio sonoro del país, dar a conocer el acervo que se resguarda, realizar actividades académicas, artísticas y culturales relacionadas con el sonido y fomentar la creación y experimentación artística sonora.

La conservación de soportes sonoros se apoya en técnicas bibliográficas y técnicas de ingeniería. Las primeras nos ayudan a clasificar e identificar una colección, las segundas se utilizan para elegir las condiciones de almacenamiento, reproducción y restauración de cada soporte en particular. Y además, la adecuada digitalización del sonido.

La preservación del sonido es considerada actualmente como una labor de gran importancia, sin embargo en la actualidad no es fácil encontrar documentos que describan en un mismo trabajo los distintos tipos de soportes análogos y los procedimientos de conservación aplicables. Es por tanto, necesario compilar en un trabajo los diferentes soportes en que se ha grabado sonido, así como las características de cada uno de ellos, sus principales problemas de conservación, los métodos que cada uno necesita para ser conservado, y los principales cuidados que se han de tener a la hora de reproducirlos. Para ello se realizará una búsqueda bibliográfica en bibliotecas, artículos históricos, artículos de investigación e internet compilando la información más relevante.

Todo ello con el objetivo de elaborar un documento de fácil lectura que nos permita conocer los principales tipos de soportes análogos que podemos encontrar y las principales técnicas de conservación aplicadas en cada caso.

1 Historia de los Formatos Analógicos de Grabación Sonora y su Evolución

Desde sus inicios en 1877 la grabación del sonido ha pasado a través de un gran número de estados tecnológicos. Estos desarrollos han incluido el uso de muchos formatos como cilindros, discos y cintas; así como diferentes materiales incluyendo cera, plástico, hule y metal. En suma, con cada formato, diferentes técnicas fueron usadas para registrar el sonido. El archivista de sonido puede encontrar una variedad de formatos de diferente tamaño forma o en una gran cantidad de materiales e incorporando diferentes tecnologías. Estos objetos tendrán requerimientos particulares para su uso, almacenamiento y restauración. Esta multiplicidad de formas complica mucho la preservación de los materiales sonoros. Además hay que tener en cuenta que esto no es un problema estático. La grabación del sonido se encuentra en un estado activo y aún revolucionario.[1] Actualmente se encuentran en desarrollo muchas tecnologías importantes, incluyendo el láser y el procesamiento digital. Esto ha creado una nueva generación de equipos y medios para grabar información.

1.1 Inicios de la grabación sonora

1.1.1 Los Antecedentes del Fonógrafo

En siglo XVIII hubo grandes avances en el campo de la acústica, los cuales fueron el preludio a la grabación y reproducción del sonido. Hombres como Chladni, Young, Regnault, Helmholtz, Savart, Lissajous, Weber, Ohm y muchos otros. Thomas Young unió una aguja a un diapasón, lo hizo vibrar con un violín y registró las vibraciones sobre un pedazo de papel cubierto con hollín. Treinta años después Wilhem Weber determinó la frecuencia de un sólido vibrante con un método similar usando un material suave para “capturar” el movimiento de la aguja. Chladni se dedicó a investigar las vibraciones del sonido, pero no en cuerdas como era común sino usando placas hechas de diferentes materiales y formas, Chladni esparcía arena sobre las superficies y les hacía vibrar con un violín, quedando marcas visibles. Duhamel mostró que la que la frecuencia de una cuerda vibrante se podía visualizar fijando un alfiler a una cuerda y una superficie cubierta con un material suave. Lissajous llevo a cabo un experimento similar, reflejando un rayo de luz sobre pequeños espejos adheridos a diapasones en forma de horquilla. [2]

La importancia de estos experimentos reside en el hecho de que ayudaron a comprender la naturaleza del sonido y vislumbraron un camino para la grabación de éste. [1]

Pero el más relevante antecedente del fonógrafo fue aportación de un francés aficionado a la ciencia, Eduard-Léon Scott quien en 1857 solicitó en Francia una patente de un aparato que era capaz de graficar la voz humana. A dicho aparato lo llamó fonógrafo. La idea de Eduard- León era “fotografiar” la voz humana sin intención alguna de reproducirla. El fonógrafo consistía en

una bocina en forma de barril, un diafragma, una aguja y un cilindro giratorio cubierto con un papel ahumado por una lámpara de aceite. El funcionamiento era muy simple las ondas sonoras se canalizaban por la bocina haciendo vibrar el diafragma unido a la aguja de esta manera se registraba una señal visible sobre el papel.

Este instrumento tenía el propósito de ser una herramienta para el análisis del sonido y era usado en los laboratorios por investigadores serios. Fue mostrado públicamente en las islas británicas dos años después de su invención y permaneció por un año en el Instituto Smithsonian en Washington D.C. (E.U.A.). Dado lo anterior, Edison lo pudo haber visto, aunque no se puede asegurar que lo vio o que haya influenciado su trabajo. [2]

Aunque se puede decir que el mecanismo del fonógrafo es la mitad del usado en el fonógrafo, Edison dio el paso decisivo para hacer posible la grabación y la reproducción del sonido.

Otro francés pionero en las técnicas de grabación y reproducción del sonido fue Charles Cros quien también era un inventor aficionado. El mérito de Cros se debe a que concibió teóricamente un dispositivo para grabar y reproducir sonido cuyos principios son similares a los del fonógrafo de Edison. Cabe destacar que Edison y Cros debieron concebir la idea en el mismo año.

Cros escribió una descripción de su idea a mediados de abril de 1877 y la depositó el 30 de abril de 1877 en la Real Academia de Ciencias en Francia la cual se encargaba de examinar las máquinas e inventos que solicitaban una patente. Transcurrieron dos semanas entre la escritura de la descripción y su depósito en la Real Academia de Ciencias, tiempo en el cual Cros trató de conseguir dinero para obtener una patente pero fracasó. Desesperado, depositó su descripción en un sobre sellado en la academia. Esos eventos ocurrieron pocos meses antes de que Edison obtuviera sus patentes y fabricara el primer fonógrafo.

Cros describió una máquina donde una membrana vibrante dejaba marcas sobre un disco, de modo que las marcas eran usadas para hacer vibrar la misma, u otra membrana reproduciendo el sonido. Aunque se puede decir que la idea de Cros era más parecida a la del gramófono de Berliner desarrollada 10 años después del fonógrafo, pues también anticipó dos técnicas que usaría Berliner, el fotograbado y la grabación de surcos usando cortes laterales.

En marzo del 2008 un grupo de historiadores del sonido norteamericanos descubrieron en un archivo parisino una grabación de diez segundos (Figura 1 hecha con un fonógrafo Figura 2, en la cual se puede apreciar la voz de una mujer cantando "Au Clair de la lune" (Claro de luna). Ello fue posible aplicando sistemas ópticos y una "aguja virtual" sobre escaneos de alta resolución, convirtiendo en sonido graficas hechas hace más de cien años. Este trabajo fue llevado a cabo en el Laboratorio Nacional de Lawrence Berkely, en California E.U.A. [3]



Figura 1 Grabación sobre papel hecha con un fononautógrafo

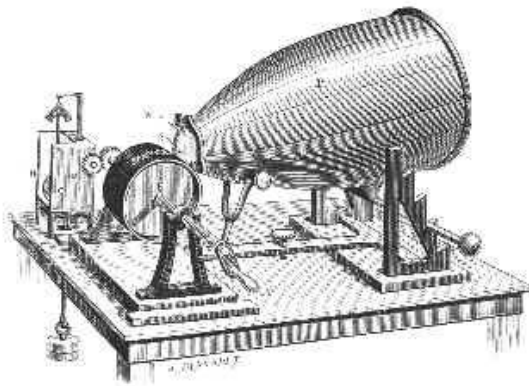


Figura 2 Imagen del fononautógrafo

1.1.2 El Fonógrafo y la Primera Grabación Exitosa

Parte de la grandeza de Edison descansó en una habilidad para conseguir aplicaciones prácticas donde otros se conformaban con modelos teóricos. Éste fue caso con el fonógrafo.

Edison nacido en Ohio (E.U.A.), siempre se caracterizó por tener una gran inventiva y energía, se dice que trabajaba 20 horas diarias. Trabajó en una gran cantidad de proyectos y obtuvo más de mil patentes [2].

La primera prueba práctica de Edison para llegar al fonógrafo consistió en usar una aguja o punta unida a un diafragma, al tiempo que hacía vibrar el diafragma presionaba rápidamente la aguja contra un papel encerado [2].

El primer fonógrafo estaba formado por una lámina de $10 \frac{1}{2}$ pulgadas por $11 \frac{1}{2}$ la cual se montaba sobre un cilindro de $3 \frac{1}{2}$ pulgadas de longitud y 4 de diámetro; el cilindro se podía girar por medio de una manivela, pero no solo giraba, con el movimiento de la manivela también se conseguía un

lento desplazamiento en el eje. Alrededor del cilindro se colocaba una lámina de estaño, sobre la que descansaba una pequeña aguja unida a un diafragma, que vibraba cuando se gritaba en un orificio que conducía al diafragma y de esta forma se grababan surcos sobre la lámina de estaño. Para reproducir el sonido se hacía girar la manivela nuevamente y se podía oír la grabación debido al proceso inverso donde las vibraciones son producidas en el diafragma por los surcos. Las grabaciones eran muy breves y de baja calidad.

Edison solicitó una patente en E.U.A. en diciembre de 1877, la cual obtuvo el 19 de febrero de 1878 [2].

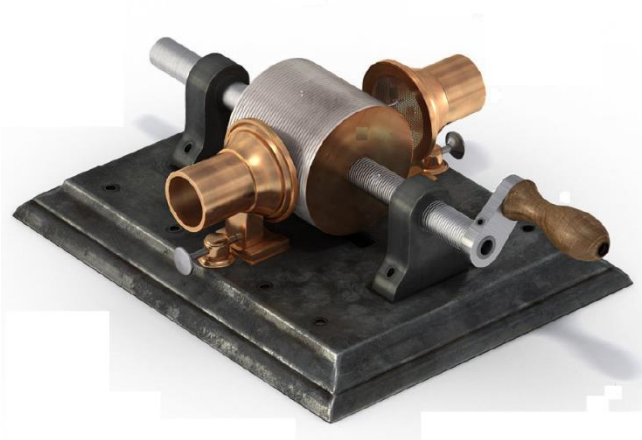


Figura 3. Imagen del primer fonógrafo

1.2 Grabaciones en Discos y Cilindros

1.2.1 Los Cilindros

En un principio Edison esperaba comercializar el fonógrafo como máquina de dictado, pero existió poco interés entre los hombres de negocios, razón por la cual abandonó el proyecto temporalmente [1].

Sin embargo su invento se dio a conocer y otros adoptaron su idea. Chister A. Bell un pariente de Alexander Graham Bell y Charles Sumner Tainter solicitaron una patente en 1885 para lo que ellos llamaron gramófono, una maquina similar a la de Edison excepto que las láminas de estaño fueron sustituidas por cilindros de cartón cubiertos de cera. Con las láminas de estaño solo era posible oír la grabación algunas veces debido al desgaste. La cera tuvo dos ventajas sobre las láminas de estaño, en primer lugar la calidad del sonido fue incrementada y en segundo la grabación era más durable. La competencia creada por la introducción de este medio revivió el interés de Edison, quien posteriormente desarrolló una grabación sobre cera sólida la cual fue más estable que la realizada sobre cartón cubierto de cera. [1]

El trabajo en los cilindros de cera continuó y estos fueron mejorados, comenzó el interés del público y para 1890 los primeros cilindros comerciales estaban en venta.

A principios del siglo XX coexistieron dos formatos de grabación, el cilindro y el disco. Además de ser diferentes técnicamente representaban intereses comerciales distintos.

Los cilindros, aunque técnicamente bien concebidos no fueron un vehículo comercial ideal teniendo serias limitaciones de fabricación. La primera presión que experimentaron los fabricantes de cilindros, entre ellos Edison, fue la dificultad para abastecer la demanda de copias de grabaciones, dado que en las primeras etapas de su desarrollo no podían ser producidos en masa. Por ello, era necesario grabar cada cilindro individualmente. Posteriormente los fabricantes de cilindros pudieron producirlos en masa con la técnica de cilindros moldeados.

Después de la aparición de los discos los cilindros no prosperaron mucho tiempo aunque el cilindro tenía más ventajas técnicas que los discos, sobre todo con respecto a la velocidad de la aguja ya que en éstos por la forma del cilindro permanecía a velocidad constante, a diferencia de un disco donde la velocidad decrece conforme la aguja se acerca al centro.

También en esa época se fabricaron discos y cilindros de diferentes tamaños, lo que causó problemas de estandarización que dificultaba su reproducción, ya que se requería un equipo diferente para cada tamaño de disco o cilindro. Pero el problema era menor en el caso de los discos ya que estos podían ser reproducidos con mayor facilidad en distintos equipos siempre y cuando su tamaño no variara mucho. Otro problema más serio fue las velocidades de reproducción que causaban afectaciones en tono y ritmo.

1.2.2 Cilindros Moldeados y de Celuloide

En comparación con las primeras grabaciones sobre papel encerado y lámina de estaño, al usar cilindros de cera se tuvo una gran mejora en cuanto a la calidad de sonido, pero seguía siendo deficiente para los consumidores más prejuiciosos [2].

Algunas de las desventajas de usar la cera se deben a que es un material suave y por lo tanto se desgasta fácilmente, también debido a su poca dureza era bajo el volumen que se podía percibir de estas grabaciones, además las copias se producían por medio de un pantógrafo a partir de un master original que al ser usado constantemente se degradaba limitando considerablemente el número de copias que se podían obtener a partir de éste aunado al hecho de que cada nueva copia tenía menor calidad [2].

Edison se aferró a la cera y a los cilindros por demasiado tiempo y al final fue superado. Eventualmente en 1913 fue vencido por la industria discográfica, pero aun así continuó en el negocio de los gramófonos hasta 1929, cuando tenía 82 años de edad. Pero antes de que esto pasara y el negocio del cilindro colapsara la lucha fue larga. En 1901 divisó un ingenioso método

para moldear cilindros a partir de un master de cera. Los duplicados comenzaron a ser hechos de una cera más dura que cualquiera que se hubiera usado antes. Los cilindros “Gold moulded”, como fueron llamados, también fueron hechos por los adversarios de Edison teniendo como consecuencia una larga riña legal. Este método dio al cilindro un corto respiro [2].

Para fabricar un cilindro moldeado primero se obtenía un buen cilindro “maestro” de cera que era inspeccionado para detectar fallas. Entonces se hacía un molde a partir del master por electrodeposición. Esto significa que la cera tenía que ser conductora de electricidad. La forma en la que se logró esto fue agregando oro a la cera. Un arco eléctrico vaporizaba el oro y esparcía una pequeña capa de oro sobre el cilindro de cera; entonces era colocado en un baño de sulfato de cobre y sostenido por alambres de cobre. Se encendía la corriente y después de tres o cuatro días una capa de cobre de aproximadamente 1/10 de pulgada de grosor se formaba sobre la cera y el oro [2].

Antes de que las copias pudieran ser retiradas del molde la cera era removida por enfriamiento y la subsecuente contracción. El interior del molde era limpiado con un tipo de benzina, entonces se colocaba cera dura dentro del molde para formar un nuevo cilindro que era removido por enfriamiento y contracción para dejarse endurecer [2].

Los últimos intentos para salvar los cilindros comenzaron en 1908 cuando se presentó el soporte llamado Amberol y en 1912 el Blue Amberol. Allí había una alta calidad, a tal grado que los cilindros Blue Amberol superaron cualquier otro medio de grabación de sonido hasta ese momento [1]. Ese éxito fue logrado debido varios factores. Primero, los Blue Amberol tenían una superficie plástica dura y lisa. A diferencia del arenoso disco [1]. Segundo, Edison presentó una aguja de reproducción “polished-diamond” enormemente superior a las agujas de acero usadas en los discos. Tercero, ciertamente el formato cilindro tenía inherentes ventajas sobre el disco, la principal fue que la velocidad relativa de los surcos con respecto a la aguja permanecía constante. Con los discos la velocidad de los surcos decrece conforme la aguja se aproxima al centro del disco, lo cual significa que esta distorsión se incrementa cerca del centro de los discos [1].

El Amberol estaba hecho de cera, tenía 200 surcos por pulgada en lugar de los usuales 100 y tenían una duración de cuatro minutos en lugar de dos, lo cual fue una respuesta a la duración de las grabaciones en los discos [2].

Por todo esto, muchos cilindros de este tipo sorprendentemente siguen dando buenos resultados a la fecha [2].

Para enfrentar el reto de los llamados “indestructibles” fabricados por la empresa Columbia, Edison y sus asociados, después de una gran labor de investigación produjeron el Blue Amberol, el cual era fabricado en una base de celuloide plástico y se decía que podía ser reproducido miles de veces. Se produjo el fonógrafo Amberola que contaba con una aguja de diamante y bocina interna. Los resultados de los Blue Amberol sobre el fonógrafo Amberola eran tan buenos como cualquiera disponible entonces. Edison usaba el Blue Amberol para producir el sonido en su película parlante, el kinetofono [2].

El siguiente desarrollo fue posible gracias al celuloide. El celuloide, uno de los más importantes plásticos sintéticos preparados a partir de una mezcla de nitro celulosa (goma de algodón) y alcanfor, fue hecho en Birmingham, Inglaterra en 1856 por Alexander Parkes [2]. Se realizaron mayores mejoras en la fabricación por John Wesley en E.U, que después volvieron al celuloide un importante material comercial, el cual es un termoplástico que puede ser repetidamente suavizado y endurecido por calentamiento y enfriamiento. En 1888 Hyatt, quien dio al celuloide este nombre, produjo hoja con un espesor de un centésimo de pulgada, el celuloide fue parte importante en el desarrollo de la fotografía y las grabaciones de sonido en las películas [2].

Gracias a este nuevo material era más fácil duplicar las grabaciones debido a esto en 1900 era posible producir para la venta los primeros cilindros moldeados hechos a partir de celuloide, aquellos que fueron los famosos cilindros “rosados” fabricados por Lambert en E.U.A. Posteriormente los cilindros llamados “indestructibles” fueron los causantes de otra pelea legal, Edison reclamaba haber inventado primero un método para moldear en celuloide. La única forma en la que Edison podía lanzar al mercado el cilindro de celuloide era comprando ciertas patentes las cuales le permitieron fabricar los Blue Amberol en 1912. Indudablemente el celuloide era el mejor material para moldear cilindros en ese periodo. Uno de aquellos que experimentó tempranamente con los cilindros de celuloide fue Monsieur Lioret en Francia. Él descubrió que este material podía hacerse blando sumergiéndolo en agua caliente antes de grabarlo. Además, desarrolló un proceso de moldeo sobre las mismas líneas, los duplicados comenzaban a ser endurecidos y encogidos en agua fría, la superficie resultante era mucho más resistente y capaz de producir un mayor volumen que una superficie de cera [2].

Al final los cilindros fueron desplazados por los discos. Los últimos cilindros se fabricaron en 1929. Las principales razones para determinar que el disco fuera el medio de grabación usado en lugar de los cilindros fue que Berliner podía fabricar una mayor cantidad de discos más fácilmente, es decir sus métodos de duplicación, materiales y Además, la popularidad de los artistas que grabaron con los fabricantes de discos los hacían más rentables [2].

1.2.3 Los Inicios del Disco

Berliner realizó dos importantes aportaciones en el campo de la música grabada, facilitó la producción en masa de las grabaciones a través de los discos e implementó la grabación de audio usando el corte lateral los surcos de estos.

Emil Berliner un fue inmigrante alemán que se estableció en Nueva York, al igual que Edison era un inventor. Su primer éxito fue un micrófono que mejoró al teléfono, invento por el cual la compañía Bell Thelephone le pago una suma considerable. En 1883 se interesó en las grabaciones de sonido y es un hecho que conoció el trabajo de Eduard- Léon Scott. El gramófono de Berliner es prácticamente el fonógrafo, aunque es sustituido el cilindro por un disco, además de que el

aparato de Berliner al igual que el de Edison tenía el propósito de reproducir sonido. Para 1887 Berliner solicitó la patente de su gramófono Figura 4 [2].

El proceso para capturar el sonido comenzaba con un plato de vidrio circular cubierto con hollín, colocado en una tornamesa que era girada manualmente. Una aguja que tocaba ligeramente el plato era movida mediante un tornillo, lo cual formaba una espiral. La aguja era unida a un diafragma al cual llegaban las ondas de sonido por medio de un tubo, de modo que las vibraciones se registraban sobre el hollín.



Figura 4 Imagen del primer Gramófono de Berliner

El siguiente paso consistía en barnizar el disco para fijar el patrón creado por las vibraciones. A continuación se hacía pasar una luz brillante a través del disco teniendo debajo un disco de metal tratado con un material sensible a la luz. Esto dejaba grabado el camino ondulado que se había hecho sobre el hollín, de modo que el disco podía ser colocado en la tornamesa guiado por los surcos sin guía del tornillo, haciendo vibrar el diafragma para producir sonido. El sonido que escuchó Berliner, aunque distorsionado, era lo bastante entendible como para animarlo a mejorar su invento [2].

Por supuesto que este nuevo método de grabación tenía ventajas y desventajas, una ventaja es que la aguja no necesitaba demasiada presión como cuando se grababa sobre cera o lámina de estaño, ya que en este caso el químico usado en el fotograbado se encargaba de marcar el metal sin requerir fuerza mecánica. Por tal razón se obtenía una grabación más precisa y con más alto volumen [2].

En 1888 implementó un método superior al fotograbado, un método que mejoró la calidad de las grabaciones. Tuvo la idea de grabar directamente sobre un disco de zinc, el cual cubría con una delgada capa de cera de abeja. El proceso se llevaba a cabo de igual forma que el descrito anteriormente excepto que en éste se añadía alcohol a la superficie para evitar que la aguja se atorara en algún surco. Para terminar el proceso se aplicaba ácido crómico en el disco, para grabar

los surcos. El resto del disco era protegido del ácido por la cera de abeja. Finalmente la cera se retiraba del disco [2].

Berliner mostró su instrumento en el Instituto Franklin en E.U.A, enfatizando que su gramófono podría ser usado para fines recreativos [2].

En el caso de los cilindros, para poder hacer más de una copia en una sesión de grabación era necesario colocar varios fonógrafos al mismo tiempo. El problema de la duplicación fue resuelto posteriormente por Berliner [1]. El método que descubrió fue el uso de un material moldeable para hacer copias, haciendo un negativo de metal a partir del original que era grabado por un proceso de electrodeposición. De este modo se podían fabricar discos más rápido que cilindros. En un inicio Berliner usó celuloide como material para estampar sus copias y después las realizó en hule vulcanizado llamado vulcanita [2], material que en un inicio era anunciado como indestructible, sin embargo pasado el tiempo el hule tendía a aplanarse [1].

Antes de desarrollar su idea en E.U.A, mostró su invención en Europa. Como consecuencia en 1889 una compañía fabricante de juguetes llamada Kämmerer and Reinhardt en Waltherhausen, Alemania, fabricó los primeros gramófonos y discos comerciales bajo licencia. Las máquinas eran muy burdas y reproducían discos de 5 pulgadas grabados en una sola cara e impresos en celuloide. Cada disco podía durar entre uno y dos minutos dependiendo de que tan rápido era girado [2].

En 1893 Berliner sintió la suficiente confianza para producir sus discos en Norte América y fundó la United States Gramophone Company en Washington, D.C. Se fabricaron tres modelos, los cuales reproducían discos de 7 pulgadas o platos, como él los llamaba.

En 1897 fabricaron discos en un material llamado laca, una sustancia fabricada por la compañía Duranoid de Nueva Jersey, la cual se dedicaba a manufacturar botones [2]. La laca o shellac en inglés, es una secreción resinosa y translúcida producida por el insecto Laccifer lacca, de donde toma el nombre, que habita sobre varias plantas, sobre todo en la India [5]. El uso del término laca en la manufactura de discos no significó que un disco fuera hecho completamente de ésta. Esa fue una forma más conveniente de referirse a un material compuesto. La laca contenía materiales de relleno como piedra caliza o pizarra (usualmente carbón negro), lubricantes como estearatos de zinc, aglomerantes y modificadores como la goma Congo y el vinsol [1].

1.2.4 La Consolidación de los Discos

Diferentes tamaños de discos dentro de ciertos límites pudieron ser reproducidos en el mismo equipo, pero no fue posible con cilindros de diferentes diámetros.

Un problema más serio fue la variedad de velocidades rotacionales a la cual los discos fueron grabados. Los discos originales Berliner fueron grabados a 70 rpm un compromiso entre el tiempo de reproducción (velocidad baja) y la calidad del sonido (alta velocidad). Velocidades desde 74 rpm

hasta 82 rpm fueron comunes, e incluso hubo grabaciones a 90 rpm. Esta falta de estandarización significó que el tono y el ritmo de las interpretaciones tuvieran significantes alteraciones conforme el disco fuera reproducido en diferentes máquinas. En gran parte este problema fue resultado de los motores usados. Con la introducción de los controladores eléctricos las velocidades llegaron a ser uniformes.

Un problema final en la estandarización fue si los discos debían ser grabados desde el exterior de la orilla hacia adentro, es decir hacia el centro (outside –in) o desde el centro hacia la orilla (inside – out). Mientras la mayoría de los discos comerciales americanos fueron grabados outside - in algunos europeos fabricaron discos inside –out, particularmente la marca francesa Pathé. Por otro lado muchas grabaciones instantáneas americanas fueron grabadas inside – out.

En el periodo de 1900 hasta la primera guerra mundial la industria americana de la grabación fue marcada por una intensa competencia, no solo entre partidarios del disco y el cilindro, sino también entre grupos comerciales rivales, especialmente Víctor y Columbia. Ese fue un periodo de gran crecimiento en las ventas de fonógrafos, de grabaciones y del surgimiento de Víctor y Columbia como corporaciones millonarias.

El disco laminado fue traído por Columbia con la asistencia de Guglielmo Marconi. En el proceso de laminación se utilizaba un pedazo grueso de papel kraft como centro, el cual era cubierto con el compuesto Shellac. Este proceso tuvo muchas ventajas. Significaba menos Shellac, por lo tanto era económicamente posible usar una mejor calidad de shellac produciendo una superficie más silenciosa. [1]

Al ver el auge de los discos Edison decidió fabricar los suyos, los cuales fueron llamados Diamond Disc y fueron vendidos entre 1912 y 1929 [6]. El Diamond Disc de Edison fue un disco laminado de muy alta calidad. Los discos laminados presentan problemas de preservación especiales debido a la inestable naturaleza del papel en el núcleo. En la década de 1920 la industria de la grabación se dirigió hacia una depresión debido a la introducción de una totalmente nueva forma de entretenimiento: la radio. La gran popularidad convenció a algunos fabricantes de discos que el fin de la industria estaba a la mano. Sin embargo, la tecnología de amplificadores de tubo de vacío desarrollada para la radio llevó al fonógrafo a su punto crítico tecnológico.

Previo a 1925 todas las grabaciones eran mecánicas, en ese proceso estuvo involucrado el poder de la vibración del aire provocada por los músicos, captada por la bocina y convertida a vibración mecánica por el diafragma, el cual conducía la aguja cortante. Este método tuvo limitaciones, incluyendo la carencia de sensibilidad y la restricción de la respuesta en frecuencia. Prácticamente significó que solo la información producida a altos decibeles y dentro de un rango limitado podía ser efectivamente grabada. No fue un accidente que las grabaciones de Enrico Caruso fueran exitosas, el poder vocal y rango del tenor coincidían con los requerimientos de las grabaciones acústicas, sin embargo era virtualmente imposible para hacer una buena grabación acústica de una orquesta sinfónica.

1.2.5 Grabaciones Eléctricas

Debido a las deficiencias de las grabaciones mecánicas en 1919 se inició una investigación en los laboratorios Bell encaminada a lograr la grabación eléctrica del sonido. El trabajo pionero fue hecho por Joseph P. Maxwell y Henry C. Harrison. La aplicación del tubo de vacío amplificador, aunque teóricamente posible, involucraba complejos problemas de ingeniería. Cuando el sistema fue perfeccionado fue mostrado a los más importantes fabricantes, quienes eran conservadores y mostraron poco entusiasmo. Sin embargo las aplastantes ventajas del sistema de grabación eléctrica eventualmente forzaron a los fabricantes a adoptar el método. Las primeras grabaciones comerciales fueron vendidas por Víctor y Columbia en 1925. [1]

El sistema de grabación eléctrico establecido en ese momento sigue siendo básicamente el uso de actualmente en la fabricación de los discos maestros, un micrófono recoge las ondas de sonido y las convierte en señales eléctricas. Entonces son amplificadas por un circuito eléctrico, como resultado las señales amplificadas son usadas para conducir una aguja electromagnética cortante. Una gran diferencia es que más información de sonido puede ser reunida y grabada con los micrófonos que con una bocina acústica. La respuesta en frecuencia y el rango dinámico fueron significativamente incrementados aun en las primeras etapas de desarrollo del sistema.

La grabación eléctrica aun con todas sus ventajas no estaba libre de problemas ya que los micrófonos usados no solo recibían los sonidos de la música que se esperaba grabar si no también captaban ruidos de fondo. Además, el incremento de rango frecuencia significó que la distorsión podía ser más notable.

El uso del corte lateral, el formato del disco y el equipo de corte magnético crearon juntos problemas, de modo que para ser controlados requirieron la aplicación de diferentes tipos de ecualización. Ecualizar es una amplificación o atenuación de partes del espectro de frecuencia durante la grabación y reproducción para proporcionar el sonido esperado. Los dos principales tipos de ecualización aplicados fueron ecualización de diámetro para compensar los cambios en la velocidad de los surcos del exterior al interior del disco y ecualización de respuesta en frecuencia para compensar los efectos de los transductores magnéticos, los cuales son no lineales. Un tercer tipo de ecualización fue aplicado por los fabricantes para lograr un "sonido de la casa". Así como el problema de la velocidad variable la ecualización no fue uniforme, cada fabricante tuvo una práctica de ecualización preferida. [1]

Los archivistas de sonido, con dificultad, han hecho lo posible para establecer los pasados procedimientos de ecualización de los fabricantes de discos. Un ancho de banda industrial estándar no fue acordado hasta después de 1953 con la aprobación de la Recording Industry Association of America (RIAA), una curva para ecualización por respuesta en frecuencia. La ecualización de diámetro siguió siendo aplicada o no de acuerdo con la preferencia de la casa, aunque RIAA estableció un diámetro interior más allá del cual la grabación no debería tener lugar.

Desde 1929 hasta la introducción de los plásticos después de la segunda guerra mundial todas las grabaciones de sonido comercialmente producidas fueron fabricadas en shellac, en formato corte lateral de afuera hacia adentro. [1]

1.2.6 Grabaciones no Comerciales

La esfera comercial no fue la única área donde las grabaciones de sonido tomaron lugar. La extendida disponibilidad de equipo y la flexibilidad del proceso de grabación eléctrica se combinaron para hacer las grabaciones no comerciales importantes. Para 1930 eso fue cierto particularmente en los campos de la etnomusicología, la documentación de conferencias y grabaciones caseras. Además, en ese periodo se comenzaron a hacer grabaciones por estaciones de radio y compañías productoras de películas. En esas áreas donde las grabaciones no fueron liberadas para venta al público, la conveniencia y velocidad fueron importantes. Para este fin muchos nuevos materiales fueron introducidos para la grabación de discos, incluyendo acetato de celulosa y nitrato de celulosa. Los discos hechos en estas sustancias fueron conocidos como instantáneos.

En el proceso de grabación instantáneo la laca de acetato o nitrato es usada para cubrir un delgado disco usualmente hecho de aluminio. La aguja de grabación corta la información de sonido sobre el suave recubrimiento, usando el proceso eléctrico. Cuando la sesión de grabación es completa, un disco terminado está listo para reproducirse. Este proceso difiere de los métodos comerciales donde un master era cortado (originalmente en cera suave pero subsecuentemente en nitrato); el master era un disco de metal y entonces se usaba para producir un sólido metal "madre" el cual a su vez servía para producir matrices de metal para estampado.

Aunque las grabaciones instantáneas podían producirse con alta calidad, tenían un gran inconveniente, la superficie de acetato o nitrato era suave y podía ser reproducida sólo pocas veces antes de que ocurriera un deterioro significativo. Por esas y otras razones las grabaciones instantáneas presentan muy importantes problemas de preservación y uso. Otros materiales como el acetato de celulosa y el nitrato fueron usados para producir grabaciones de campo hechas sobre discos de zinc. La mayoría de los diámetros de los discos instantáneos correspondían a los discos comercialmente producidos, con la excepción de los discos hechos por estaciones de radio, grabaciones de conferencias y discursos, los cuales típicamente usaron discos de 16 pulgadas para transcripción. La mayoría de las grabaciones instantáneas fueron hechas nominalmente a 78 RPM. [1]

1.2.7 La Estandarización de los Discos

Fueron pocos los progresos significativos hechos en la tecnología de grabación de discos durante las décadas de 1930 y 1940 en los Estados Unidos. En Europa, particularmente en Inglaterra y Alemania, la calidad de sonido de las grabaciones de 78 RPM fue mejorada en marcas como London (“con sus grabaciones de rango completo de frecuencia”) y EMI, pero no ocurrió ninguna mejoría importante hasta la introducción del disco de larga duración por Columbia en junio 21 de 1948. [1]

El concepto de utilizar más bajas velocidades de grabación para incrementar el tiempo de reproducción data al menos de 1931, cuando RCA Víctor mostró un disco de larga duración. Edison también experimento con discos de larga duración de baja velocidad. La técnica fue usada en cierto número de sistemas de sonido de películas comerciales. De hecho la velocidad de 33 1/3 RPM, el estándar actual de la industria, fue desarrollada por la necesidad de sincronizar el tiempo de reproducción del disco con el carrete de cinta de la película. Al usar un disco de 20 pulgadas de diámetro y reproducirlo a 33 1/3 RPM, este sincronizaba bien con un riel de película y proveía la necesaria calidad de sonido.

La industria de la grabación no regresó a la idea de usar grabaciones de baja velocidad hasta 1944 cuando Columbia comenzó su propio programa de desarrollo bajo la dirección Meter Goldmark. El sistema de Columbia involucraba no solo el uso de reductores de velocidad, sino también mejores métodos para hacer surcos. El estándar de los surcos para discos de 78RPM varió de 96 líneas a 125 líneas por pulgada. El sistema de microsurdos de Columbia Records varió de 250 líneas por pulgada a 400 líneas por pulgada.

Debido a la naturaleza arenosa de las superficies del Shellac, el uso de surcos estrechos hubiera sido impráctico.

Durante la segunda guerra hubo un gran desarrollo en diversas áreas de investigación y aplicación, gracias a estos avances estuvo disponible el cloruro de polivinilo, el cual tiene características superiores a las del shellac, aunado al incremento de los precios del shellac el vinilo resulto ser un material más propicio para fabricar los discos.

Así como con las grabaciones en shellac y cera; las grabaciones de larga duración de vinilo nunca han consistido simplemente de cloruro de vinilo. El material para los discos es una mezcla de cloruro de vinilo polimerizado plastificante (acetato de polivinilo), rellenos, pigmento, estabilizadores y sustancias antiestáticas.

La introducción de la grabación de larga duración, inició una importante fase en la historia de la industria de la grabación. Eso fue quizás la más importante innovación desde el primer desarrollo de la grabación del sonido porque tuvo el efecto de hacer las grabaciones de sonido universalmente disponibles y de este modo parte de la cultura.

Las grabaciones de larga duración demostraron ser populares por muchas razones. Primero, el mayor tiempo de reproducción correspondía mejor a unidades musicales de longitud y redujo la cantidad de largas sesiones de grabación. Segundo la calidad de sonido de los discos era superior que la de los mejores discos de 78RPM consiguiendo superficies más silenciosas, mayor respuesta en frecuencia y mayor rango dinámico. Tercero, los LPs ofrecían mucha más resistencia al uso cuando se hacía en el equipo apropiado.

En 1950 RCA Víctor trajo al mercado el disco de 45 RPM “de duración extendida” como una táctica para competir con los discos de larga duración de Columbia. Los primeros discos de 45 RPM fueron hechos de vinilo, pero a medida que el medio ganó aceptación en el joven y creciente mercado de la década de 1950, el poliestireno fue introducido, el cual permitía aplicar técnicas de moldeo de inyección rápidas y económicas. Mientras, el formato 45RPM con microsurdos tiene teóricamente ventajas sobre su contraparte de 33 1/3 RPM. Este formato se usó principalmente para la grabación de sencillos, es decir las canciones más populares y con las cuales se promociona un disco.[1]

1.2.8 Grabaciones Estereofónicas

Un importante desarrollo en la historia de la tecnología del disco fue la introducción de las grabaciones estereofónicas a finales de la década de 1950. Otra vez la idea no fue nueva. El sonido estereofónico (la provisión de dos o más canales de sonido independientemente y en forma simultánea), había sido propuesto para los sistemas de sonido de películas a inicios de la década de 1930 en Inglaterra por A.D. Blumlein y en Estados Unidos por Arthur C. Keller.

El desarrollo de la grabación de larga duración fue un importante paso para que la fabricación de las grabaciones estereofónicas fuera una realidad práctica. En esos años las grabaciones estereofónicas no hubieran marcado una gran diferencia debido a la ruidosa superficie de los discos de shellac. En 1940 la película “Fantasía” de Walt Disney, con sus espectaculares efectos de sonido por tres canales ayudó a incrementar la conciencia popular de las grabaciones estereofónicas. La llegada de los dispositivos electrónicos de estado sólido también ayudó a hacer del estéreo una realidad comercial por la reducción de costo de los sistemas de amplificación.

Decca Records (Inglaterra) estuvo entre las compañías pioneras impulsando a la industria a adoptar las grabaciones estéreo. Decca había hecho un considerable trabajo desarrollando el sistema de corte lateral. Un comité establecido por la RIAA condujo pruebas y concluyó que el sistema de corte lateral 45° / 45° desarrollado por Charles C. Davis de la empresa Westrex ofrecía los mejores resultados. Ese sistema fue adoptado como un estándar internacional en la industria de la grabación en marzo de 1958, antes de una serie de reuniones inusualmente cooperativas. El problema de la estandarización nunca se originó. El primer grabador estéreo usando este sistema fue vendido más tarde en ese mismo año.

Desarrollos posteriores al estéreo en tecnología del disco incluyen al disco cuadrafónico introducido a finales de la década de 1960 y la grabación directamente sobre el disco, un renacimiento de la técnica original de grabación, la cual inicio a comercializarse a mediados de 1970.[1]

1.2.9 Grabaciones Cuadrafónicas

Para los discos cuadrafónicos se graban cuatro canales de sonido independientes. Usualmente de dos fuentes de sonido frontales y dos traseras. Estas son codificadas de forma que la información puede ser grabada en dos canales estéreo, a fin de recuperar los cuatro canales, mediante un proceso complementario de decodificación. Este sistema no fue vendido con éxito. El gasto de proveer dos amplificadores adicionales y bocinas fue una de las razones. Otra fue que para muchas personas el sistema parecía ofrecer pocas ventajas sonoras sobre el estéreo de dos canales. Aunque muchas grabaciones cuadrafónicas fueron populares en los años 70s luego se dejaron de fabricar; sin embargo este sistema es el predecesor del Surround. [1]

1.3 Grabaciones Magnéticas

Los discos fueron el medio primario para la grabación de sonido en los Estados Unidos durante la segunda guerra mundial. Esta situación cambio dramáticamente en el periodo de la post guerra con la importación de cintas magnéticas de Alemania.

Durante la guerra los Aliados estuvieron intrigados por las aparentemente largas transmisiones de sinfónicas en vivo de Alemania, porque ellos sabían que muchas salas de conciertos y estudios de transmisión habían sido destruidos. Cuando las fuerzas de ocupación llegaron a Hamburgo, descubrieron la respuesta al acertijo, un sistema de grabación magnética completamente desarrollado e instalado en los estudios de la radio nacional alemana. El sistema hizo posible obtener grabaciones de larga duración con una calidad mucho mayor a la que se había obtenido en discos.

La grabación magnética del sonido fue primeramente demostrada por Vladimir Poulsen en 1899, sin embargo fue teóricamente descrita antes, en 1888 por Orberlin Smith Poulsen, un experimentador e inventor Danés quien hizo importantes aportaciones a la radio transmisión. En el sistema de Poulsen una señal era tomada de un transmisor de teléfono estándar y aplicada a través de una cabeza electromagnética a un alambre de acero moviéndose a una velocidad de siete pies por segundo. El dispositivo fue llamado telegrafono. El sistema era caro y requería largo tiempo de rebobinado y no era posible hacer copias. Una desventaja mas era que el nivel de

reproducción de sonido era bajo, requiriendo el uso de audífonos. El telegrafono produjo algún interés en los Estados Unidos, pero fue sólo de naturaleza académica.

El Dr. Lee De Forest, inventor del amplificador de tubo de vacío, aplicó en 1912 un amplificador electrónico al sistema telegrafono, pero esta, potencialmente importante, unión de tecnologías no se hizo pública. En 1912 dos científicos norteamericanos, W. L. Carlson y G. W. Carpenter, desarrollaron el concepto de corriente alterna de bias, esencial para la alta calidad de las grabaciones magnéticas, pero este descubrimiento fue inadvertido por algunos años. Una patente fue expedida a Carpenter y Carlson en 1927, la cual señalaba que el poco de trabajo que se había hecho en las grabaciones magnéticas se dirigía a su fin.

Alemania emergió como el principal centro de investigación de grabaciones magnéticas, en gran parte como resultado del trabajo de Kurt Stille. Kurt Stille trabajó en un método de grabación sobre bandas de acero. Su procedimiento logró algún éxito en la industria de la transmisión, sin embargo, el sistema fue pesado y torpe debido al tamaño y peso de las bandas.

Otro alemán de nombre Pfleumer originó el concepto de recubrimiento magnético sobre una cinta de plástico o papel. En 1931 Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft retomó la idea y para noviembre de 1936 estaba disponible para hacer la primera cinta de grabación de una orquesta sinfónica. La introducción de las máquinas alemanas en Estados Unidos por John Mullin en 1946 y la subsecuente formación de la corporación Ampex en 1948 trajeron la casi universal adopción de las grabaciones magnéticas para la grabación y la industria de transmisión.[1]

1.3.1 Alambre de acero

Una forma alternativa de grabación magnética sobre alambre tuvo auge en Estados Unidos después de la segunda guerra mundial. De 1945 a 1955, las grabaciones sobre alambre disfrutaron una breve popularidad, particularmente en el mercado no profesional. Muchas grabaciones amateur de ese periodo fueron hechas en alambre. Las grabaciones sobre alambre fueron sustituidas por la cinta magnética debido a la baja calidad de sonido disponible en el alambre y los muchos problemas asociados con los mecanismos de transporte del alambre. Hoy en días las grabaciones sobre alambre presentan serios problemas de preservación, uso y restauración.

Las grabaciones magnéticas ya sea en alambre o cinta operan bajo el principio de convertir ondas de sonido por medio de un micrófono y amplificadores, en un campo electromagnético variante y una bobina inductiva (o cabeza), la cual magnetiza partículas de óxido de hierro sobre una cinta en movimiento (o cable o banda de acero) en una forma similar al sonido original. Esas partículas (llamadas dominios) cuando han pasado por una cabeza receptora, crean señales eléctricas que pueden ser convertidas de nuevo en el sonido original.

Sin embargo, son requeridas muchas etapas de procesamiento de señal para asegurar resultados libres de distorsión lineal. Estas incluyen la aplicación de corriente de alta frecuencia (bias) y etapas de ecualización, en la grabación y en la reproducción.[1]

1.3.2 Cintas Magnéticas

La cinta magnética, con sus grandes mejoras en respuesta en frecuencia, rango dinámico, capacidad para producir grabaciones largas sin interrupción, relativamente bajo ruido y su habilidad para ser editadas, se posicionó como la primera elección para grabaciones profesionales.

Sin embargo las cintas magnéticas también tienen inconvenientes. El principal es el ruido. Mientras las cintas son perceptiblemente libres de crujidos, tronidos y sonido de los surcos, ruidos asociados con los discos, tienen su propia forma de ruido llamado silbido, que se redujo grabando las cintas a alta velocidad. Además a partir de los años 70s se dieron dos éxitos comerciales en cuanto a sistemas de reducción de ruido, el sistema Dolby y dbx.

Debido a la tardía llegada de la cinta magnética a los Estados Unidos, los problemas en la estandarización fueron pocos. Por ejemplo las grabaciones profesionales en EUA casi siempre se han hecho en cintas cuya velocidad es 30 pulgadas o 15 pulgadas por segundo (IPS) y su ancho ha sido $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 o 2 pulgadas sobre rieles de $10\frac{1}{2}$ y usando cabezas de $\frac{1}{2}$ pulgada (el ancho entero de $\frac{1}{4}$ de pulgada es una pista). Las grabaciones amateur han sido hechas predominantemente en cintas con velocidades de $7\frac{1}{2}$ o $3\frac{3}{4}$ IPS sobre cinta de $\frac{1}{4}$ de ancho de pulgada, usando cabezas de $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ de pulgada y rieles de 5 o 7 pulgadas. La Asociación Nacional de Radiodifusores (National Association of Broadcasters, NAB) desarrolló una extensiva serie de estándares para grabación en cintas magnéticas incluyendo el importante estándar de ecualización. Estos estándares fueron establecidos en 1966.

Mientras el formato y la ecualización han permanecido relativamente constantes, ha habido cambios significativos en la elaboración de las cintas. Las primeras cintas usaron un recubrimiento magnético sobre una base de papel. El papel resultó insatisfactorio debido a su alto ruido (a causa de su superficie áspera) y su inestabilidad dimensional. El acetato de celulosa fue lo siguiente usado como base. Muchas grabaciones hechas a través de la década de 1950, aun profesionales fueron hechas en cintas con base de acetato. Han sido encontradas a pesar de que el material se vuelve quebradizo y se descompone con el tiempo. Cintas con base de poliéster fueron introducidas en la década de 1950 y es ahora el tipo de cinta estándar para la mayoría de los trabajos profesionales y amateur. Las cintas han sido fabricadas en varios grosores, principalmente 0.5, 1.0 y 1.5 milésimas de pulgada. Las grabaciones profesionales fueron tradicionalmente hechas sobre cintas de 1.5 milésimas de pulgada. Es más común encontrar cintas de una milésima de pulgada en grabaciones amateur.

Ha habido cambios en los recubrimientos magnéticos de óxido de hierro a través de los años. Se han conseguido mejoras en la pureza y consistencia de los recubrimientos. El óxido de cromo fue ampliamente usado como recubrimiento, ya sea solo o combinado con óxido de hierro. Esta técnica extendió la respuesta en alta frecuencia de las cintas.

La tecnología de grabación de cintas desarrolló sofisticación durante la década de 1960, debido a que hubo una gran cantidad de innovaciones en este periodo. Dos de las más importantes fueron la grabación multipista y la introducción del formato casete.

La grabación multipista o la grabación de dos o más canales simultáneamente estuvo disponible entre mediados y finales de los años 50. Para aplicaciones profesionales esto significó típicamente $\frac{1}{2}$ pista sobre una cinta de $\frac{1}{4}$ de pulgada y para grabaciones amateur dos canales $\frac{1}{4}$ de pista sobre cinta de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

Con la habilidad para producir cabezas grabadoras de alta precisión llegó a ser posible apilar las cabezas verticalmente dentro de grupos de 4, 8, 16 o 32 cabezas. Esto supuso el uso de un ensanchador de cintas tal como $\frac{1}{2}$, 1, y 2 pulgadas. Las cintas multipista llegaron a ser populares entre profesionales, particularmente para grabaciones de música popular y grandes trabajos sinfónicos. Eso significó que se pudieron usar múltiples micrófonos grabando varios canales independientes y posteriormente mezclados para producir una versión master de dos canales. La mezcla del sonido permitía a los ingenieros conseguir el tipo de balance que buscaban con máxima conveniencia. En el caso de la música popular, partes separadas podían ser grabadas en diferentes momentos y lugares.

Los requerimientos de preservación de estas cintas son idénticos a otros formatos de cinta, la habilidad para recuperar la información de sonido de ellos es depende de tener el apropiado equipo profesional, los resultados también dependen de las habilidades de quien mezclaba la música y de tener algún concepto de cuál es el resultado que los compositores, arreglistas, artistas e ingenieros trataron de hacer cuando las partes fueron grabadas. [1]

1.3.3 Casetes

El casete fue desarrollado por la compañía holandesa Philips, creció sobre el deseo de reducir el tamaño y peso del equipo de grabación para superar la resistencia de los consumidores a las cintas pregrabadas.

Los casetes realmente despegaron en popularidad en 1979, año en que un nuevo reproductor totalmente radical (el Walkman de Sony) fue introducido y permitió a la gente escuchar su música mientras trotaba. El peso del primer Walkman, un poco más pequeño y ligero que un ladrillo, es una gran diferencia comparada con los estándares de los reproductores de audio actuales.

El formato casete basado en la mejorada tecnología de la cabeza magnética y buenos recubrimientos de óxido de hierro llegó a jugar un papel dominante en los consumidores o la industria de las cintas no profesionales. Un gran número de grabaciones de sonido están hechas en casetes no solo para uso privado sino también para programas de historia oral, museos, grabación de conferencias, reuniones, eventos musicales y lecturas.

En un intento para mejorar la calidad de grabación del casete debido a la limitada respuesta en frecuencia, variaciones de tono, variaciones de amplitud de sonido y elevados niveles de silbido, la Empresa japonesa Sony, a mediados de los 70, patentó un nuevo tipo de cinta magnética de audio en formato de casete compacto y lo llamó Elcaset. Esencialmente el Elcaset es una versión incrementada del casete compacto, el cual usaba una cinta de $\frac{1}{4}$ de pulgada en lugar de una cinta compacta de $\frac{1}{8}$ de pulgada y operaba a una velocidad de $3\frac{3}{4}$ IPS. Se requiere equipo especial para grabar y reproducir el Elcaset. [1]

1.4 Grabación digital del sonido

Era inevitable que la revolución en el procesamiento electrónico digital de los datos no afectara al campo de las grabaciones de sonido. Desde el lanzamiento del disco compacto en 1982, la tecnología digital ha revolucionado la industria de la música, el audio digital y la música descargable han cambiado sin duda la industria discográfica, la forma en la que escuchamos música así como el modo en que consumiremos música, a tal grado que en 1988 las ventas de CD superaron las ventas de discos de vinilo, dando paso a la era digital de la música.

Dado que existe en la actualidad una nueva tecnología que ha venido a llamarse digital, la anterior se reconoce con el nombre de analógica. Es conveniente tratar de definir algunas diferencias entre ambas tecnologías. [10]

1.4.1 Formatos Analógicos

En un sistema analógico la información está contenida en las infinitas variaciones de algún parámetro continuo, tal como la tensión en un cable, o la intensidad de flujo magnético. Cuando se graba este valor, la distancia a lo largo del soporte se corresponde con el tiempo, cuanto más se amplía la señal más detalle se obtiene, hasta alcanzar un punto que el valor real es incierto a causa del ruido.

Una de las características de los sistemas analógicos es que la degradación de la salida es la suma de todas las degradaciones introducidas en cada una de las etapas por las que ha pasado la señal. En un sistema analógico tales efectos nunca pueden ser separados de la señal original, mientras que en un sistema digital pueden eliminarse [10].

1.4.2 Formatos Digitales

En un sistema de audio digital la información se encuentra en forma binaria. Las señales enviadas tienen solamente dos estados y cambian en determinados momentos de acuerdo con una señal de reloj estable. Si la señal binaria resulta degradada por el ruido, éste será rechazado en el receptor, ya que solamente se considera si la señal está por encima o por debajo de un determinado umbral. Sin embargo, la señal es transmitida con un ancho de banda finito, lo que restringe la velocidad con que puede variar la tensión. Para obtener una señal digital a partir de una onda analógica, dicha onda debe ser troceada en elementos regularmente espaciados en el tiempo (muestreo), cada muestra puede ser expresada como un número entero que puede ser transmitida en forma de dígitos binarios (bits). La única desventaja de este método es que un solo canal de audio de alta calidad precisa alrededor de un millón de bits por segundo. El audio digital sólo resultó viable cuando los avances en técnicas de grabación de alta densidad hicieron posible trabajar con tal régimen de datos a un costo razonable [10].

1.4.3 El Disco Compacto

El disco compacto (CD, del inglés Compact Disc) es de particular importancia en el audio digital, ya que al mismo tiempo es producto de consumo cotidiano disponible en grandes cantidades, y a la vez es un dispositivo técnicamente avanzado. El CD nace de la unión de muchas disciplinas, incluyendo óptica láser, servomecanismos, corrección de errores y circuitos analógicos digitales en forma VLSI (Very Large Scale Integration), integración en escala muy grande. [10]

Los discos compactos (Audio Compact Discs ó CD-DA) fueron introducidos en el mercado de audio por primera vez en 1980 de la mano de Philips y Sony como alternativa a los discos de vinilo y de los casetes. En 1984 ambas compañías extendieron la tecnología para que se pudiera almacenar y recuperar datos y con ello nació el disco CD-ROM. Desde entonces el compact disc ha cambiado de un modo significativo el modo en el que escuchamos música y almacenamos datos. [7]

Estos discos tienen una capacidad de 900 Megabytes de datos o 99 minutos de música de muy alta calidad. De un modo genérico podemos decir que el Compact Disc ha revolucionado el modo en que hoy día se distribuye todo tipo de información electrónica.

Nuevamente en 1990 fueron Philips y Sony los que ampliaron la tecnología y crearon el Compact Disc gravable (CD-R). Hasta entonces todos los CDs que se producían se hacían mediante el proceso industrial de estampación de una maqueta pregrabada. El disco así grabado se protege con una capa muy tenue de aluminio, lo cual le da el color típico plateado. Hoy día estas técnicas se utilizan para cantidades superiores a 1000 unidades, mientras que para cantidades inferiores es más barato, rápido y conveniente utilizar la grabación de discos grabables. Estos también llevan

una capa de recubrimiento característica. Al principio ésta era de oro y derivados, lo cual hacía que el disco tuviera ese color. Hoy día se utilizan otros compuestos más versátiles, duraderos y baratos.

1.4.3.1 El DVD

Tras el CD, vinieron el CD-ROM, Photo CD, CD-i, DCC, MiniDisc, pero ninguno creó las expectativas que ha creado el DVD. En esta evolución se han producido avances significativos en tecnologías que soportan estos formatos: láser óptico, películas reflectivas, replicación de discos y sobre todo, los algoritmos de compresión y codificación de video, audio y datos. Fue en septiembre de 1995 cuando Sony, junto con otras nueve compañías (Philips, Matsushita, Toshiba, etc.) unieron sus esfuerzos y crearon un estándar unificado para el formato DVD respaldado por las grandes compañías electrónicas y del mundo de la multimedia (estudios cinematográficos entre otros).

Los discos de almacenamiento de datos son cada vez más sofisticados y se caracterizan porque su capacidad va aumentando para suplir las necesidades de los usuarios a la hora de guardar datos.

1.4.4 DVD-Audio

Es un estándar de alta resolución y multicanal que puede utilizar los formatos PCM o MLP. MLP que permite añadir más audio en cada disco sin reducir la calidad. DVD-Audio forma parte del estándar DVD y tiene una relación directa con DVD video. Los discos de DVD-Audio pueden incluir material relacionado, como video y fotografías, junto con letras comentarios, animaciones y texto.[7]

1.4.5 Blue Ray

El Blu-ray o (BD) es un disco óptico desarrollado por la Blu-ray Association (BDA), un grupo formado por los líderes de la industria de electrónicos de consumo, computadoras personales y los fabricantes de medios. Fue desarrollado para permitir grabar, regrabar y reproducir video de alta definición (HD) así como el almacenamiento de grandes cantidades de datos. El formato ofrece más de cinco veces la capacidad de almacenamiento de los DVDs tradicionales, puede almacenar 25GB en una capa y 50 GB en un disco de dos capas. [30]

En cuanto a audio existe un concepto llamado High Fidelity Pure Audio. Un Blue-ray con música de alta calidad contiene 3 o 4 tracks a 24 bits/96kHz o 192kHz, lo cual provee la misma calidad que una grabación realizada en un estudio. Aunque para reproducir este formato se requiere en bocinas adecuadas con lo cual hasta un oído no entrenado notaría la calidad al reproducir este soporte.

Sin embargo el costo de la música Blue-ray es de aproximadamente 360 pesos mexicanos. Un costo muy elevado comparado con un compaq disco un MP3. En este punto hay que considerar si vale la pena el costo extra de este formato, además que se debe tomar en cuenta el costo de las bocinas de calidad para reproducir el sonido.

No obstante la música en Blu-ray puede tener futuro gracias a materiales como el grafeno, con el que se han logrado fabricar audifonos de alta calidad y cuyo costo se espera sea bajo.

Hoy en día son pocos los titulos que se encuentran a la venta en High Fidelity Pure Audio, por ejemplo Universal Music tiene 36 titulos disponibles de música en Blu-ray.



1.4.6 Otros Formatos de Audio Digitales

Algunos de los formatos de audio más utilizados o que más habitualmente es posible encontrar en Internet son los siguientes:

1.4.6.1 Formatos de audio sin compresión o con compresión "sin pérdida"

Se llama compresión sin pérdida a aquella que permite reconstruir íntegramente, con total exactitud, el archivo original, que, en este caso, será un archivo de sonido. Por tanto, estos formatos ofrecen la mayor calidad de audio, pero a costa de que sus archivos sean más grandes.

WAV. Fue creado conjuntamente por IBM y Microsoft. El WAV permite la codificación del sonido mediante diversos sistemas, pero lo habitual es que utilice uno denominado PCM, que no admite compresión. Por su calidad los archivos son muy pesados, lo que hace que este formato como tal no sea muy práctico para intercambio de archivos de audio en Internet.

APE. Es un formato de compresión de audio sin pérdida creado por un grupo que se denomina a sí mismo Monkey's Audio. Muchos archivos musicales disponibles en clientes P2P utilizan este excelente formato. Ofrece una calidad muy alta y permite obtener los archivos originales WAV, con su altísima calidad correspondiente.

CDA. Desarrollado por Philips, éste es el formato de audio de los CD. Al igual que el formato anterior, no ofrece compresión. El sonido es de altísima calidad, con una tasa de bits de 1.411 Kbps.

AIFF. Es muy similar al anterior, pero se suele utilizar en plataformas o aplicación de Apple en vez de en PC.

FLAC. Se trata de un formato que ofrece buenos niveles de compresión, similares a los del ASPE, y una buena velocidad de codificación.

LA. Siendo también un formato de compresión de audio sin pérdida, permite niveles de compresión incluso superiores a los de APE y FLAC, aunque a costa de un tiempo de compresión mucho mayor.

LPAC. Permite la codificación de audio mediante PCM (el mismo usado habitualmente por el formato WAV), pero efectuando una compresión de original. Así se consiguen tasas de compresión alrededor del 50% y una calidad de sonido equivalente al CD.

MLP. (Empaquetado sin pérdida de Meridian), desarrollado por Dolby Labs, es un formato sin pérdida opcional para DVD- Audio.

Un disco que utilice MLP puede almacenar aproximadamente el doble de audio que otro que utilice PCM, a la misma velocidad de muestreo y resolución.

SHN. Es un sistema de compresión sin pérdida. Ofrece calidad de CD y niveles de compresión que están entre el 40 y el 60%, con buenas velocidades de codificación.

RKAU. Éste es un compresor de audio más sin pérdida. Permite niveles de compresión similares a los formatos anteriores, pero en general la codificación lleva más tiempo - sólo el LA es más lento

WAVPack. Ofrece altos niveles de compresión, comparables o hasta superiores a otros buenos sistemas como el LPAC o el SHN, y tiempos de codificación bajos.

ALE. Se trata de un formato que ofrece muy buenas calidades de audio y que ha sido desarrollado por Apple e incluido en las versiones más recientes de su reproductor multimedia, iTunes. [8]

1.4.6.2 Formatos de Compresión “con pérdida”

En oposición a los anteriores, estos sistemas de codificación de audio llevan consigo una pérdida de información del original. Del grado de esa pérdida dependerán en gran medida los niveles de compresión y de calidad. Esta última no será nunca tan alta como la de los formatos sin compresión o sin pérdida; ni siquiera en los casos más favorables (con tasa más altas de bits).

MP3. Es sin duda el más famoso y extendido formato de compresión de audio con pérdida que existe en la actualidad. Fue desarrollado por un grupo vinculado a la Organización Internacional de Estándares (ISO) y a la Comisión Internacional Electro-técnica (IEC), denominado MPEG. El MP3 responde al estándar de audio MPEG-1. El número se debe a que utiliza la capa 3 de ese formato. Así, aunque hayan sido desplazados en gran medida por el MP3, existen también el MP1-1 de capa 1) y el MP2 (MPEG-1 de capa 2). El MP3 ofrece una muy alta capacidad de compresión, que puede llegar al 80 o al 90% dependiendo de la calidad pretendida, que se marca por la tasa de bits. Esta es variable, y tiene un mínimo de 32 kbps y un máximo de 320 kbps. También es variable la frecuencia de muestreo, que oscila entre un mínimo de 32 kHz y un máximo de 44,1 kHz. En la práctica, si se quieren conseguir buenos resultados, debe usarse MP3 a 44,1 kHz y con una tasa de bits de 160 Kbps o superior, y en ningún caso esta última deberá ser inferior a 128 Kbps.

MP3Pro. Es una evolución del MP3, que ofrece buenas calidades de sonido a más altos niveles de compresión que su predecesor. Sus características lo hacen estar especialmente indicado para dispositivos portátiles.

MCP. Aunque es mucho menos habitual que el MP3 convencionalmente este formato está también presente en Internet; sobre todo en aplicaciones P2P. Es un sistema similar al MP2, aunque mucho mejor. Permite buenos niveles de compresión y altas calidades de sonido incluso tasas de bits relativamente bajas (a partir de 140 Kbps).

AAC / MP4. Este formato de compresión se basó originalmente en el estándar MPEG-2 y, en una revisión posterior, en el MPEG-4 (de hecho suele usarse indistintamente MP4 y AAC). Se supone que es uno de los posibles herederos del MP3 y ciertamente corrige varios de sus defectos, ofrece una gama más amplia de prestaciones y también una mayor calidad de sonido incluso a tasas de bits menores (un AAC de 128kbps tiene una calidad de sonido similar a la de un MP3 de 192kbps).

M4A. Extensión de los archivos AAC protegidos para evitar su copia y que pueden ser descargados desde la tienda de música itunes.

OGG Vorbis. Es otro de los formatos de compresión que se manejan como sustitutos del MP3. Ofrece niveles altos de compresión, muy buena calidad de sonido, y es de código abierto y gratuito, por lo que realmente tiene todas las características necesarias para ello, aunque todavía no esté demasiado extendido.

Formato MIDI. El MIDI es un formato ya con más de 20 años de antigüedad que se diseñó originalmente para transmitir información entre instrumentos musicales electrónicos. No es nada gratificante escuchar la versión MIDI de cualquier música o canción, pues suena fría sin matices y carente de profundidad, comparada con una versión en cualquiera de los formatos anteriores. No obstante hay multitud de sitios en Internet donde es posible descargar esta clase de archivos, que si resultan útiles en ciertos casos (por ejemplo para el aprendizaje musical).

Audio MPEG. Audio MPEG forma parte de los estándares internacionales de audio y video comprimido en la que se incluyen MP3 y AAC. Millones de usuarios han adoptado MP3, a pesar de la fuerte competencia de formatos propietarios desarrollados por Microsoft y Real Networks.

1.4.6.3 Formatos Basados en MPEG

Muchas aplicaciones especiales como los sistemas de correo por voz, TV de alta definición y radio por satélite utilizan audio MPEG con envoltorios propietarios. Por ejemplo, la tienda de música itunes vende canciones en formato AAC con envoltorio DRM propietario. Sólo se pueden reproducir dichas canciones con el software de itunes o con el reproductor portátil iPod.[7]

Liquid Audio. Se trata de un sistema propietario de distribución de música basado en Dolby Digital y MPEG AACD. Admite tanto audio por descarga como por transmisión de secuencias, y utiliza marcas de agua y codificación para la protección de los derechos de autor. La música codificada Liquid Audio puede incluir ilustraciones, letras canciones y precios, junto con enlaces a un sitio Web en el que se puede adquirir la canción o el disco.[7]

Musepack. Es un formato de comprensión de audio de código abierto basado en MP2. Es compatible con Linux, Mac OS y Windows, y en la actualidad existe un complemento para Sound Forge y Winamp.

1.4.6.4 Otros Formatos Proprietarios

Muchas empresas han desarrollado formatos propietarios, algunos son de gran calidad y se usan habitualmente.

ATRAC. Es un formato con pérdida desarrollado por Sony que ofrece aproximadamente una compresión 5 a 1, y que se utiliza en todos los MiniDisc. **ATRAC3** es una versión mejorada admitida en muchos de los nuevos reproductores portátiles de Sony y que se utiliza en las descargas de música de la tienda en línea de esta compañía.[8]

Dolby Digital (Antes AC-3). Dolby es un sistema de codificación de audio de alta calidad admitido por la gran mayoría de sistemas de cine en casa y en multitud de salas de cine. Dolby Digital también forma parte del estándar de TV de alta definición y se utiliza en sistemas de televisión por satélite.[7]

Quick Time. Se trata de un formato multimedia de Apple Computer que admite tanto vídeo como audio por transmisión de secuencias se utiliza para desarrollar aplicaciones multimedia interactivas.[7]

Real Audio. Este formato de audio desarrollado por Real Media es un auténtico estándar en sitios Web del todo el mundo. Su característica más atractiva es permitir calidades aceptables de sonido con tasa de bits bajas (un archivo de 96 Kbps codificado con Real Audio es equivalente a un MP3 de 128 Kbps).

WMA. Éste es el formato en el que están muchos de los archivos musicales disponibles en sitios de descargas legales. Su creador Microsoft. En las versiones más modernas de este formato (a partir del 9), en el nivel de compresión es sin pérdida y muy alto, y se obtiene buenas calidades de sonido a partir de una tasa de bits de 128 Kbps.[8]

1.5 Soportes Actuales y Futuros para Almacenamiento Digital

1.5.1.1 Discos Duros Externos

Los discos duros externos son exactamente iguales a los discos duros de cualquier computadora, con la excepción de que están en el exterior. Por lo general se conectan a través de un puerto USB, están diseñados para ser usados tanto en equipos portátiles como de escritorio y tienen una capacidad de almacenamiento del orden de Terabytes.

1.5.1.2 Unidades Flash o USB

Son una forma extremadamente popular de almacenar información de forma compacta y portátil tienen capacidades de 4G, 8GB, 16 GB has 1 o 2 TB. En 2GB se pueden almacenar aproximadamente 10,000 canciones considerando que cada canción dure 3 minutos y un bitrate de 128kbps.

1.5.1.3 Tarjetas Inteligentes

Las tarjetas inteligentes también son conocidas como tarjetas de memoria. El uso y los tipos de tarjetas inteligentes han evolucionado a lo largo de los años desde su uso principal en las computadoras portátiles hasta teléfonos celulares. Muchas impresoras, computadoras portátiles y otros equipos incluyen ranuras para diversos tipos de tarjetas de memoria; las tarjetas SD.

1.5.1.4 Almacenamiento en Línea

También llamado "respaldo remoto" o "almacenamiento en la nube", los sitios de almacenamiento en línea permiten almacenar información en los servidores de una compañía. SugarSync, Dropbox, IDrive y muchos otros sitios proporcionan estos servicios de forma gratuita entre 1GB y 50GB; por lo general, para obtener más espacio de almacenamiento se debe pagar una tarifa.

1.5.1.5 El HVD

El Holographic Versatile Discs es un soporte en fase de desarrollo que podría ser el siguiente paso en los soportes ópticos, con capacidades alrededor de 3.9 TeraBytes de información en un solo disco. Esto sería equivalente a la información de 5500 CDs o 160 Discos Blu-ray. Además este formato podría alcanzar una velocidad de transferencia de 1 Gigabit por segundo.

Su funcionamiento se basa en holografía colinear, que consiste en dos emisores laser (uno azul-verde y otro rojo) que son colimados en solo haz.

Mientras uno de los haces es responsable por la localización puntual de los datos en el espacio del disco, un segundo haz inclinado produce una imagen holográfica. La interferencia luminosa de estos dos haces es almacenada en un material sensible a la luz presente en el disco.

Durante la lectura del HVD el haz de referencia incide en cada una de las imágenes holográficas y sufren la interferencia del patrón almacenado. Este haz es refractado de vuelta al lector y trae consigo la información del holograma registrado.

En estos momentos la industria está sumergida en una guerra de formatos entre el DVD y el Blu-ray, por lo que el HVD todavía no está atrayendo demasiada atención.

Este disco representa una verdadera revolución ya que los demás discos son solo un perfeccionamiento de lo que ya existe.

2 Cilindros

2.1 Que es un Cilindro

Un cilindro es un soporte de audio con forma cilíndrica y hueco en el centro, con una superficie moldeable sobre la cual se realizaban grabaciones mediante un sistema de grabación mecánico analógico. Las ondas sonoras que pueden ser producidas por la voz u otros medios, son transformadas en vibraciones en el aparato grabador Figura 2-1. Al ingresar el sonido por una campana hacen vibrar un diafragma unido a una aguja que graba estas vibraciones sobre la superficie del cilindro en un surco. Para poder reproducir la grabación se hace pasar la aguja sobre el surco, que de esta manera hará vibrar al diafragma y se escuchará la grabación.



Figura 2-1 Figura de un fonógrafo para cilindros de dos minutos (Foto de la exposición del Ing. Salvador Vélez García)

Los cilindros comerciales Figura 2-2 se fabricaron en cera y celuloide, materiales cuyas diferentes características físicas proporcionaban particularidades a cada grabación, dotándolas de ventajas y desventajas inherentes a cada material.

Además de la variedad de materiales se encuentran distintos tamaños y velocidades de reproducción. Por ello, en los siguientes apartados se describirá más a detalle los cilindros que se comercializaron, sus características, métodos de fabricación y el periodo durante el cual fueron vigentes.



Figura 2-2 Imagen de cilindros y sus estuches fabricados por las compañías Edison, Columbia y Oxford.

2.2 El primer Fonógrafo

En 1877 la forma cilíndrica fue la elegida para los primeros soportes de audio. Los primeros cilindros se fabricaron en láminas de latón y después en láminas de aluminio. Se colocaban alrededor de tambores de cuatro pulgadas de diámetro que eran girados por una manivela a una velocidad de 60 RPM, así el fonógrafo Figura 2-3 grababa el sonido que recibía por la bocina, ésta hacía vibrar un diafragma unido a una aguja, la cual dejaba una impresión sobre la lámina, Posteriormente, en forma inversa se podía escuchar el sonido grabado.[2]

La vida útil de una grabación en lámina era corta, después de unas cuantas reproducciones la grabación se degradaba.



Figura 2-3 a) Figura del primer fonógrafo de Edison b) Grabación sobre un cilindro de lámina hecha con un fonógrafo

2.3 Cilindros de Cera

2.3.1 Cilindros de Cera Café Edison

Los cilindros de cera café de Edison Figura 2-4 fueron los primeros en alcanzar importancia y popularidad. Se comenzaron a producir en 1888. Sin embargo no se puede decir que el primer cilindro de cera fuera una propuesta de Edison. Como se mencionó anteriormente, la idea de usar cera en lugar de lámina de estaño es atribuida a Chichester Bell y a Charles Summer Tainter.[2]

Los cilindros de cera café fueron descontinuados comercialmente por Edison en 1912 con la introducción del nuevo cilindro Gold Moulded. La última grabación comercial en cilindros de cera café probablemente fue hecha en Europa por pequeñas compañías discográficas hasta 1906.



Figura 2-4 Imagen de un cilindro de cera café de Edison

2.3.2 Proceso de Grabación en Cilindros de Cera

En las grabaciones se colocaba un solista, tres fonógrafos, las bocinas colocadas frente al artista, los cilindros de cera suave en posición y un motor eléctrico impulsado por baterías. A la palabra del ingeniero de grabación el artista daba un trago, un respiro profundo, la aguja de grabación era colocada sobre los cilindros y se encendían los motores. Primero venía la presentación seguida por la canción o la recitación. Se hablaba a unos cuantos centímetros de la bocina Figura 2-5.[2]



Figura 2-5 Cuarto de grabación de Edison en su laboratorio West Orange New Jersey 1905. Se observa un músico tocando a unos centímetros de la bocina de un fonógrafo.

Después de que la grabación terminaba se apagaban los motores, se removían los sobrantes de cera con un cepillo y se empacaba en una caja cilíndrica. Pero ese sólo era el inicio pues sólo se habían conseguido tres grabaciones. Todo el procedimiento se repetía otra vez hasta que se cumplía con la cantidad de cilindros solicitada o el artista colapsara de cansancio. En una sesión de grabación normal se producían de cuarenta a cincuenta cilindros. En el caso de una banda ésta produce sonido más alto que un solista, entonces se podían fabricar diez cilindros a la vez usando bocinas más grandes en forma de campana. La banda se colocaba a unos cuantos metros de distancia de la bocina. En algunos casos se colocaban más de 10 fonógrafos a la vez Figura 2-6.[2]

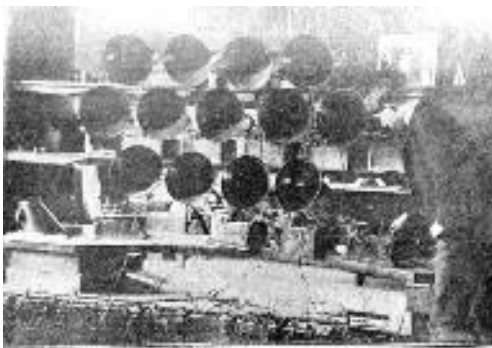


Figura 2-6 Sesión de grabación en la cual se colocaron trece fonógrafos.

2.3.3 Duplicación con Pantógrafo

Las grabaciones en la década de 1890 se hacían directamente. Los consumidores normalmente recibían una grabación original. Durante los primeros años se buscaron técnicas de grabación para ganar utilidades ya que los músicos tenían que tocar cada que se graba un cilindro. Los primeros duplicados se hacían colocando un fonógrafo que estaba reproduciendo frente a otro y conectados por un tubo de hule. El resultado era insatisfactorio pero en esa época era lo suficientemente bueno para ser vendido.

La solución más práctica fue encontrada en las máquinas de duplicación pantográficas, las cuales grababan un cilindro en blanco a partir de un original, este método mejoró la calidad de sonido significativamente. Con un pantógrafo se podían llevar a cabo cerca de 100 copias con calidad comercial a partir de un original. [11]

El pantógrafo (Figura 2-7) estaba formado por dos ejes paralelos, en uno de ellos se colocaba un cilindro sin grabación alguna y en el otro el cilindro que se deseaba duplicar. Las vibraciones se transferían a través de una cabeza de grabación situada entre los dos cilindros. El proceso de duplicación era muy lento y el cilindro maestro se degradaba rápidamente. Debido a esta degradación la calidad de los duplicados declinaba entre más cilindros eran duplicados.[2]



Figura 2-7 Imagen de un pantógrafo para duplicar cilindros.

2.3.4 Cilindros de Cera Café Columbia

Columbia fue una de las pocas compañías que vendieron cilindros de cera café Figura 2-8 por el proceso de moldeado (1902-1904), pero también cambiaron pronto a la fórmula de cera dura negra.

En 1898 Columbia presentó un nuevo formato de cilindros de lujo con un diámetro de cinco pulgadas. Estos cilindros llamados Grand Gramófono requerían un fonógrafo compatible con un eje más grande Figura 2-9 y solo proveían el mismo tiempo de reproducción de 2 o 3 minutos, justo como un cilindro de tamaño estándar que tenía una longitud de cuatro pulgadas y un diámetro de dos pulgadas. El hecho de que estos cilindros tuvieran la misma duración a pesar del ser de mayor tamaño se debe a la velocidad a la que eran grabados. Esta era mayor por lo cual se obtenía una grabación de corta duración aunque la superficie de un cilindro de cinco pulgadas era mayor que la de un cilindro de estándar.



Figura 2-8 Cilindro de cera café de Columbia.

Edison entró en el negocio de los cilindros de grantamaño justo un año después con sus idénticos cilindros de concierto. Sin embargo este formato no desarrolló amplia aceptación entre los consumidores debido a que el precio era dos veces mayor que un cilindro regular y era más pesado. Con la presentación de los cilindros Gold Moulded en 1912 la producción de estos cilindros de cera de tamaño mayor fue descontinuada.

Además otras marcas como Lambert en E.U.A, Pathé en Francia y Edison-Bell en Inglaterra, se dedicaron a fabricar cilindros de concierto, pero fue por pocos años debido a que no tuvieron éxito. En 1909, propietarios de fonógrafos de concierto podían seguir ordenando títulos actuales, los cuales fueron hechos bajo pedido siguiendo el viejo proceso pantográfico, por supuesto sin ninguna ventaja en la calidad.[11]



Figura 2-9 En la fotografía se pueden observar los cilindros de mayor tamaño a la derecha en comparación con los cilindros regulares. (Foto de la exposición del Ing. Salvador Vélez García)

2.3.5 Manejo y Reproducción de los Cilindros de Cera Café

Los cilindros de cera café son extremadamente sensibles y frágiles debido a que se fabricaban grabando directamente sobre ellos. La cera café es más suave que la usada en los posteriores cilindros de cera negra, los cuales podían ser más duros debido a que se elaboraban mediante un proceso de moldeado. Se debe evitar reproducir los cilindros de cera café pues cada vez que una aguja pasa sobre los surcos degrada la grabación. Al escuchar el cilindro cada vez se apreciará a más bajo volumen. Sin embargo muchos de los primeros cilindros fueron grabados a bajo volumen y si se escucha débil el volumen puede ser debido a la grabación de origen.

También hay que tomar en cuenta que se debe evitar cualquier reproducción acústica de cilindros de cera a una temperatura superior a 25°C, ya que la cera se reblandece con el calor.

La reproducción acústica con cualquier cilindro Edison sólo debe ser llevada a cabo en un reproductor adecuado. En general los cilindros de cera café pueden ser reproducidos con cualquier reproductor automático intacto o modelo B (no debe confundirse con el modelo posterior Diamond B). Reproductores posteriores como el modelo C resultan inadecuados y no

deben ser usados con cera café, así como los modelos K, H y O. Se debe estar siempre seguro de tener el reproductor correcto ya que uno inadecuado puede causar daño irreversible al cilindro.

En los cilindros de cera café se pueden encontrar diversas velocidades de reproducción que puede ser desde 90 RPM hasta 185 RPM, aunque las más usuales son 120 y 160 RPM. Algunas velocidades estándar fueron 120, 125, 140, 144 y 160 RPM.[11]

2.3.6 Moho en los Cilindros de Cera

El moho puede causar graves daños y es un problema común, se sabe que puede afectar todos los tipos de cilindros de cera. El crecimiento de moho es frecuentemente causado por condiciones de humedad como microscópicas cantidades de agua dentro de la caja del cilindro. Estas condiciones se encuentran típicamente en el clima de sótanos, cocheras o áticos.

De esta manera hay destrucción del cilindro porque los hongos comen la cera, usualmente comenzando en la superficie donde el surco fue cortado. Los restos se asemejan a un “paisaje lunar microscópico” Figura 2-10.



Figura 2-10 Imagen de cilindros de cera café, a la izquierda se puede observar como el deterioro por hongos forma lo que llaman u paisaje lunar, a la derecha se observa un cilindro afectado por moho con manchas verdosas.

Durante la reproducción uno puede oír ruidos distintivos de rasguños y silbidos. Normalmente el moho está muerto y no puede ser reactivado. No obstante las esporas tienden a estar siempre en el aire por lo tanto un cilindro debe tener suficiente ventilación durante su almacenamiento. Esto puede lograrse fácilmente dejando la caja sin tapa. Alternativamente se puede mantener cerrada junto con un pequeño paquete de gel de sílice para evitar el crecimiento de hongos por humedad.

La afectación por hongos puede ser fácilmente identificada. Usualmente aparece como manchas blancas o café claro de varios tamaños.

Se deben evitar cambios bruscos de temperatura en cualquier caso, de otra forma podrían causar fracturas en los surcos y una pérdida total de la grabación. Nunca se debe tocar la superficie de cualquier cilindro de cera, porque aunque invisibles, las huellas dactilares pueden reaccionar con la composición de la cera y causar manchas que alteran el cilindro (no se deben confundir con las manchas de hongos). Estas manchas no pueden ser eliminadas.[11]

2.3.7 Cilindros de Cera Amberol

En 1908 el disco se había consolidado como un serio competidor del cilindro. Para rivalizar con el disco que tenía una duración de 3 minutos Columbia presentó su propio producto, un cilindro de 3 minutos (también conocido como 20th Century), pero con una longitud de 6 pulgadas, el cual requiere un fonógrafo especial.

La variante de Edison se hizo manteniendo un ancho y longitud estándar, lo cual se logró duplicando el número de surcos, por lo consiguiente se duplicó el tiempo de reproducción en comparación con un tiempo de reproducción normal. En lugar de los 100 surcos por pulgada el nuevo cilindro contaba con 200 surcos por pulgada. Como es de esperarse los surcos más pequeños necesitaban una aguja más pequeña. Además de modificar la aguja se debió modificar el soporte de ésta el cual era un tornillo sin fin.

Como un nombre único para sus nuevos cilindros de larga duración Edison inventó la palabra "Amberol" la cual deriva del costoso ámbar. Al igual que los cilindros de 2 minutos, los cilindros Amberol Figura 2-11 estaban hechos de cera negra. Esta cera tenía una composición diferente a la usada en 1902 y era más dura. Esto fue necesario debido a que la nueva cera soportaba una mayor presión ya que el surco era más pequeño. El peso aplicado era el mismo que en los cilindros de 2 minutos.



Figura 2-11 Cilindro de cera Amberol de Edison

El cilindro Amberol fue el producto con más corta vida. Solamente fue fabricado por un periodo de tiempo cercano a cuatro años. Una de las principales razones fueron los problemas técnicos. Aun en un uso normal los cilindros tendían a gastarse muy rápido, ni la nueva cera dura pudo resistir completamente la presión de la aguja de zafiro que se usaba para reproducirlos. Además la cera más dura hizo a los frágiles cilindros aún más quebradizos. No fue hasta 1912 que a Edison se le permitió hacer sus propios cilindros de celuloide debido a las patentes de Lambert que finalmente pudo adquirir. Acto seguido liberó sus nuevos cilindros llamados “Blue Amberol” hechos de yeso y celuloide.[11]

2.3.8 Manejo y Reproducción de los Cilindros Amberol

Para reproducir los cilindros Amberol es necesario un fonógrafo adecuado de 4 minutos. Se debe tener en mente que todos los fonógrafos amberola con excepción del modelo 1 A no están diseñados para reproducir ningún tipo de cilindro de cera incluyendo los Amberol. Usualmente es seguro usar los modelos H, K, R, S y O y aun cuando usemos el reproductor adecuado se debe evitar reproducir estos cilindros ya que con cada reproducción se desgastan. La velocidad de reproducción es siempre 160 rpm. Presenta los mismos problemas con humedad y moho que cualquier cilindro de cera.[11]

2.3.9 Cilindros de Cera Negra

Los cilindros Gold Moulded de Edison, Figura 2-12 también llamados grabaciones moldeadas por otras marcas, son los tipos de cilindros más frecuentemente encontrados y fueron presentados por primera vez en 1902 por la compañía Edison Phonograph. Este nuevo tipo de registro fue posible gracias al proceso de producción en masa por moldeo o pre grabación de cilindros. Edison había usado este método cuatro años antes para la producción interna de sus cilindros maestros. Con las nuevas grabaciones Gold Moulded a partir de ese momento cada cilindro ofrecido al público era fabricado de esa manera.

La fabricación del cilindro Gold Moulded comenzaba usualmente con la grabación directa de un cilindro en blanco hecho de suave cera café. Entonces este cilindro no sería duplicado por el método común del pantógrafo sino que era usado para derivar una copia maestra a partir de él. Para esto el cilindro grabado era colocado entre dos electrodos de oro en forma de lámina y se ponía a rotar. Enseguida se aplicaba un alto voltaje entre los electrodos, lo cual dejaba una delgada capa de oro sobre la superficie del cilindro. Esta delgada capa podía ser reforzada con cobre usando procedimientos normales de galvanización. No más allá de la interacción del cilindro de cera con los electrodos de oro, el cilindro maestro no sobrevivía a la producción del molde de metal.

De esta manera se podía obtener un molde maestro a partir del cual era posible vaciar cilindros de cera reproducibles. Pero normalmente estos cilindros moldeados eran usados para producir una segunda generación de sub moldes metálicos para cumplir por completo con las necesidades de producción.



Figura 2-12 Cilindro de cera negra Gold Moulded de Edison

Gracias al nuevo método de moldeo, se podía usar una sola grabación. De este modo el cilindro que el consumidor compraba no era grabado de un pantógrafo. Con la técnica de moldeo se conservaban las características y surcos del cilindro maestro original. Un importante beneficio de esta técnica es que permitía el uso de una composición de una cera más dura, no adecuada para una grabación directa. La nueva cera más dura tenía la característica de ser de color negro. Más o menos al mismo tiempo que esta cera, Edison presentó su reproductor modelo C. El cual debido a modificaciones en su aguja y el brazo incrementaba ligeramente la calidad de la reproducción.

Hasta 1904 los cilindros Edison Gold Moulded no tenían el título en la orilla del cilindro. Eran únicamente distinguibles porque tenían un logotipo grabado y un número de catálogo a un lado de los surcos. En 1904 la orilla de los cilindros cambió, se hizo un borde biselado en el cual se escribía el título de la grabación. La compañía de fonógrafos Columbia pronto siguió con su propio modelo de cilindros, los cuales hasta 1904 eran hechos con la cera regular café y después cambiaron a la composición de cera negra. Actualmente no se puede asegurar con certeza si Edison presentó en el mercado antes que Columbia el primer cilindro pre moldeado en cera negra.

Con la presentación del cilindro de cuatro minutos, el cilindro de dos minutos perdió presencia y Edison discontinuó su producción para septiembre de 1912. En 1910 Columbia había decidido detener la manufactura de los cilindros para enfocarse en el formato del disco.

En Europa existió una amplia variedad de marcas al lado de Edison y Columbia. Las marcas alemanas más activas fueron Gloria y Excélsior. Mientras en Inglaterra fueron las marcas Edison-Bell y Sterling Records. No obstante Francia tuvo la más grande compañía de fonógrafos Pathé Frères, la cual fabricó cilindros por diez años y detuvo su producción de estos hasta 1906.[11]

2.3.10 Manejo y Reproducción de los Cilindros de Cera Negra

Los cilindros de cera negra tienen una superficie más rígida que sus antecesores de cera café, pero el material es significativamente quebradizo por lo cual es más frágil.

El uso con un viejo fonógrafo debe ser reducido al mínimo necesario. Un gran volumen de estos cilindros es afectado por la distorsión. La digitalización con la ayuda de los modernos y mejorados equipos de bajo peso puede ser muy útil en este caso.

Sin embargo la reproducción acústica de cualquier cilindro a una temperatura superior a los 25°C debe ser absolutamente evitada ya que incrementa el desgaste significativamente.

Solo deben ser usados reproductores adecuados. En general el reproductor modelo B trabaja bien con estos cilindros. Aun cuando el ampliamente extendido modelo C fue desarrollado para ser usado con los cilindros de cera negra, este podría causar un desgaste más rápido que el producido por el modelo B. Esto es causado en la mayoría de las veces por la aguja de su reproductor que degrada más pronto la grabación. Cuando los surcos estén afectados se puede notar por su brillo

café. La velocidad de reproducción es 160 rpm y en unas pocas excepciones es otra diferente. Presenta los mismos problemas con la humedad y el moho que cualquier cilindro de cera Figura 2-13.[11]

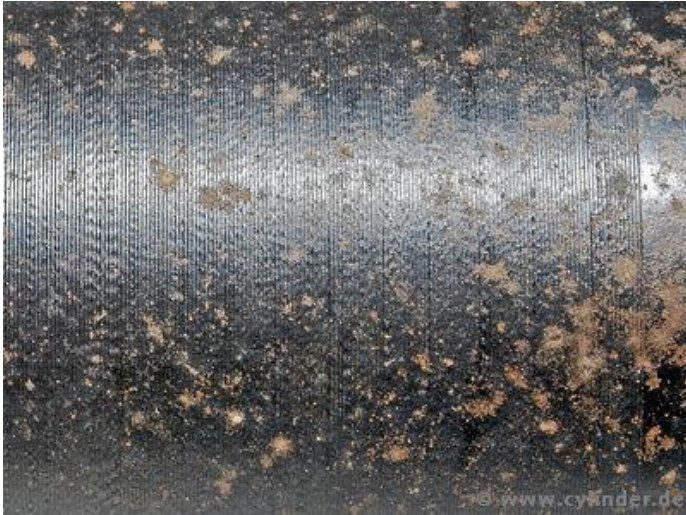


Figura 2-13 Cilindro de cera negra afectado por hongos.

2.4 Cilindros de Celuloide

2.4.1 Cilindros Lambert

En 1900 Thomas B. Lambert obtuvo una patente que describía una forma de producir grabaciones de cilindro en masa. Los principios básicos de fabricación eran similares a los llevados a cabo en los cilindros Gold Moulded de Edison. La más significativa diferencia fue el uso de celuloide en lugar de cera. El celuloide había sido usado previamente por Henry Lioret en Francia quien había comenzado en 1893 a producir cilindros de celuloide Figura 2-14 en su propio formato. Sin embargo Lambert fue el primero en producir cilindros de celuloide compatibles con el equipo de Edison. Para este propósito fundó la Compañía Lambert de Chicago, la cual mantuvo estudios de grabación y plantas de fabricación.

Esta marca cambió en pocos años los colores de los cilindros, fueron de color beige, rosa, azul, café y negro. La base fue siempre el celuloide beige que era entonces cubierto con tinte de color para reducir el ruido de la superficie. Estos cilindros estaban hechos completamente de celuloide y no tenían núcleo interior adicional. La siguiente modificación significativa fue la reducción del celuloide, que era un material costoso en esos días, hacia cilindros más delgados y ligeros que sus predecesores.

El inusual color rosa no era muy comercial y pudo ser la razón para cambiar el color de los cilindros.

Es sabido que en E.U.A muchos cilindros rosas fueron reciclados por la fábrica y dotados con tinte negro sobre el rosa. Los cilindros café Lambert se fabricaron por poco tiempo y fueron los únicos que estaban hechos a partir de un celuloide totalmente café. Los últimos cilindros Lambert fueron negros (vendidos bajo el nombre "Ebony"). Muchos de ellos caracterizados por un núcleo interno hecho de cartón comprimido.



Figura 2-14 Imagen de un cilindro de celuloide Lambert.

Aunque técnicamente exitosa, la compañía Lambert solo existió cerca de seis años debido a que Thomas A. Edison se empeñó a cerrar legalmente la compañía Lambert y asegurar la supremacía de su compañía. El resultado fue una serie de costosos juicios, los cuales en su mayoría perdió Edison, pero fue muy consciente de las ventajas del celuloide, el cual no pudo usar mientras la patente de Lambert permaneció activa.

El más importante litigio entre Edison y Lambert fue debido a la compatibilidad de los cilindros con los ejes de los fonógrafos de Edison. Edison reclamaba que Lambert estaba infringiendo sus patentes debido al uso de su formato. La corte no siguió su punto de vista, debido a que los cilindros de Lambert, aunque eran totalmente rectos tenían una forma cónica interior y solo tocaban el eje del fonógrafo con cada borde.

En Europa Lambert se aventuró a unirse con la British-Edison-Bell Company para vender sus cilindros indestructibles como "Edison-Bell indestructible Records", seguido además por Continental Sales filial en Hamburgo Alemania. Sin embargo los costosos conflictos legales habían llevado a la compañía Lambert a la banca rota. Puede que Edison no haya ganado legalmente la pelea pero ciertamente la ganó económicamente. En 1912 finalmente se le permitió a Edison el uso del celuloide para la producción de sus propios cilindros e inmediatamente liberó su nueva marca, los Blue Amberol. [11]

2.4.2 Manejo y reproducción de los Cilindros Lambert

Los cilindros Lambert son virtualmente reproducibles en cualquier fonógrafo de dos minutos y normalmente no requieren cuidado extra como un cilindro de cera. No obstante no son indestructibles. Especialmente los cilindros negros son altamente susceptibles de romperse y agrietarse cuando son expuestos a estrés físico. Siempre se debe evitar forzar el cilindro en el eje en caso de que no embone.

Las velocidades de reproducción varían entre 120 y 160 rpm. El tinte de los cilindros parece vulnerable a la luz del sol y como los Blue Amberol tienden a blanquearse si son expuestos a la luz solar por un día. Por lo consiguiente es recomendable no dejar tales cilindros expuestos.

Los cilindros Lambert que estén en cajas abiertas deben ser mantenidos en lugares oscuros o cerrados con una tapa apropiada para evitar que se destiñan. En general los colores de los cilindros tienden a variar debido a las condiciones de producción. En ocasiones un color ligero no es evidencia de que el cilindro haya sido expuesto al sol.

Los cilindros Lambert corren severo riesgo de contraerse debido a que el celuloide puro es muy inflexible y en su fabricación se adicionó alcanfor a la composición como suavizante. No obstante el alcanfor tiende a evaporarse del celuloide aun después de 100 años. Como resultado, estos cilindros se contraen y son cada vez más pequeños en longitud y diámetro. Esto significa que prácticamente la mayoría de los cilindros Lambert no embonaran con un eje estándar o sólo lo harán parcialmente. No se debe aplicar ninguna fuerza al cilindro ya que esto lo podría agrietar fácilmente.

En muchos casos existe la posibilidad de reparar este problema usando una lija fina (#600 o #1000) y lijar cuidadosamente los bordes internos. Cuando haga esto es muy importante verificar en cortos intervalos que sólo se elimina la cantidad necesaria de celuloide. Nunca se debe usar herramienta diseñada para Blue Amberol en lugar de papel lija. Esa herramienta es demasiado áspera para los cilindros Lambert y puede agrietarlos fácilmente. Sólo se debe lijar los cilindros Lambert después de 5 años de almacenamiento normal.

Algunos cilindros Lambert se encuentran encogidos mucho más de lo ordinario. Por lo cual un reproductor Edison ya no será capaz de tocar la superficie del cilindro. En este caso se recomienda usar un moderno sistema eléctrico de reproducción o un fonógrafo diferente como un gramófono Columbia. [11]

2.4.3 Cilindros Indestructibles

Los cilindros llamados “indestructibles” Figura 2-15 representan un gran avance en comparación con sus predecesores los cilindros Lambert. Los indestructibles fueron autorizados para ser fabricados por otras compañías después de que la compañía Lambert quebrara en 1906. Especialmente Columbia y US Everlasting mostraron una gran actividad produciendo sus propios cilindros de celuloide. Comparados con los cilindros de cera de Edison, los cilindros de celuloide traían grandes beneficios, ya que realmente se requería un manejo rudo para dañarlos.

El problema de encogimiento de los cilindros de celuloide Lambert debe haber sido conocido en ese tiempo y no se tomó alguna acción para resolver químicamente este problema. Sin embargo se usaron arillos metálicos o núcleos para resolver el problema. En lugar de hacer los cilindros completamente de celuloide, Columbia uso un núcleo interno de cartón envuelto con un aro de metal en cada extremo. De esta forma era prácticamente imposible que el celuloide se encogiera. US Everlasting fue en una dirección similar usando un núcleo más duro y denso hecho de papel mache negro, el cual no requería anillos metálicos adicionales. Debido al color negro se podían distinguir fácilmente de un cilindro de cera. Estos cilindros indestructibles eran totalmente compatibles con los fonógrafos comunes de dos minutos que estaban en uso.

Después de discontinuar la producción de cilindros, Columbia vendió toda su existencia de cilindros bajo la marca Oxford hasta 1912. Algunas veces se pueden encontrar cilindros de un color gris azulado, a causa de un error en la entrega del material, por lo cual Oxford lo podía adquirir a un menor precio. Para ellos el material seguía siendo bueno para fabricar cilindros.



Figura 2-15 Imagen de un cilindro indestructible Columbia

Los cilindros indestructibles son los más comunes después de los cilindros de cera regular, donde las marcas Columbia/Oxford representan la gran mayoría. Otras marcas como US Everlasting, Lakeside o Albany son un poco menos comunes. US Everlasting también vendió sus productos mediante pedidos por correo. House Sears & Roebuck lo hizo bajo la marca Lakeside. Sin embargo las selecciones eran idénticas a las de la serie Everlasting. Por lo consiguiente algunas veces las grabaciones de Everlasting y Lakeside pueden encontrarse juntas. [11]

2.4.4 Manejo y Reproducción de los Cilindros “Indestructibles”

Es muy seguro manejar los indestructibles, los cuales son mucho más resistentes que cualquier cilindro de cera. De cualquier forma deben ser tratados con cuidado especialmente cuando están en excelente condición. Así como con los cilindros de cera, los indestructibles deben mantenerse alejados de altas temperaturas y cambios bruscos de éstas. Un ambiente frío puede causar que el celuloide se ponga brillante.

Para su almacenaje se requiere un lugar seco, para conservar los núcleos de cartón y/o los anillos metálicos. En general el moho no afectará al celuloide, pero puede establecerse fácilmente en el cartón y dejar restos desagradables.

Los surcos de la superficie frecuentemente se encuentran sucios. Un cilindro indestructible puede ser limpiado cuidadosamente con una gota de líquido limpiador. Se debe asegurar que los núcleos de cartón, papel mache y los anillos metálicos no se humedezcan. Evite usar alcohol o cualquier solvente. El alcohol disolvería el alcanfor que fue usado como suavizante causando que el celuloide se haga quebradizo más rápidamente.

Los anillos están siempre expuestos a la oxidación. Las partículas de óxido existentes deben ser eliminadas con una fina fibra metálica; deben ser frotados con una pequeña cantidad de aceite diseñado para mecanismos de precisión. Esto evitará que el óxido regrese en condiciones climáticas normales.

Para los indestructibles de dos minutos, el reproductor modelo C es el más adecuado. Los indestructibles de cuatro minutos pueden ser usados con el mismo equipo de reproducción de los Blue Amberol. Salvo algunas excepciones la mayoría de los indestructibles se reproducen a una velocidad de 160 rpm. [11]

2.4.5 Cilindros Blue Amberol

Poco después de la presentación de los cilindros de cera Amberol de cuatro minutos, fue evidente que tenían un rápido desgaste, razón por la cual se necesitaba un progreso técnico de los cilindros Edison de cuatro minutos. La meta era un cilindro que pudiera reproducirse innumerables veces y permitiera un manejo robusto.

Este objetivo se logró en 1912 con la presentación de los cilindros llamados “Blue Amberol” Figura 2-16. Los cilindros de celuloide habían existido por más de diez años, pero no podían ser comercializados por Edison debido a patentes existentes. La falta de licencia no permitió a Edison usar celuloide en sus cilindros sino hasta 1912, cuando Edison obtuvo las patentes después de la bancarrota de la compañía Lambert de Chicago. A otras compañías como Columbia o US Everlasting se les habían permitido la producción en masa de sus “Indestructibles” de celuloide desde 1908.

Edison también había experimentado con materiales alternativos como la goma o la laca, los cuales no tenían las características adecuadas para la fabricación de cilindros. También experimentó con un cilindro de ocho minutos el cual nunca dejó el laboratorio.

Cada fabricante de cilindros de celuloide tenía sus propias modificaciones, donde la mayoría de los diseños atendían el problema del encogimiento. Este era un problema conocido debido a que los cilindros Lambert no se adecuaban a la forma del eje.

Además Edison usaba un núcleo interno que soportaba un tubo externo de celuloide. En lugar de cartón y metal, Edison incluía un centro de yeso en sus Blue Amberol, lo cual daba una excelente rigidez al cilindro. Sin lugar a duda el yeso era mucho más barato que cualquier otro material compuesto.

Al mismo tiempo Edison detuvo la producción de sus cilindros de dos minutos. Solo pocas marcas produjeron estos cilindros por algunos años más. Los Blue Amberol eran totalmente compatibles con los fonógrafos de cuatro minutos.

Con la presentación de los Blue Amberol en 1912, los Amberol comunes (de cera) fueron cancelados instantáneamente. Muchos de los títulos fueron relanzados en Blue Amberol, mientras eran fabricados a partir de los mismos cilindros maestros. Sin embargo títulos similares y grabaciones hechas entre 1908 y 1912 se pueden encontrar en los dos tipos de cilindros.



Figura 2-16 Imagen de un cilindro Blue Amberol

Los primeros cilindros Blue Amberol fueron hechos con orillas planas, justo como sus contrapartes de cera. A partir de 1913 los Blue Amberol fueron hechos con un borde biselado, como había sido común en los cilindros de cera de dos minutos.

Aun el amante de los cilindros, Edison, se dio cuenta que el cilindro había sido ampliamente rebasado por el disco y que el cilindro era un producto en retroceso. Solo un año antes Edison había presentado su propio formato de disco el llamado Diamond Disc. Sin embargo este disco estaba planeado para venderse a futuro, las grabaciones de estos discos se hacían a partir de copias acústicas de cilindros. Posiblemente el procedimiento de copiado era simple y fue hecho bajo una burda técnica bocina a bocina. Este método sería ligeramente modificado a través de los años, pero conservando su principio. El proceso de doblaje puede ser escuchado frecuentemente al inicio, en la superficie ruidosa de los discos Diamond y también cuando la reproducción termina.

En 1919 se presentó la serie Royal Purple Amberol Figura 2-17, la cual contendría selecciones más sofisticadas. Estas grabaciones tenían un color púrpura profundo pero tenían una calidad similar y además el contenido fue aprobado y seleccionado por el mismo Edison quien escogió las canciones basado en su gusto musical. Ésta es la razón por la cual en estas series se pueden encontrar algunas de las selecciones más clásicas al lado de canciones populares americanas. La Edison Phonograph Co. fabricó cilindros Blue Amberol hasta 1929, año en que cerró.[11]

De esta forma se terminó la fabricación de cilindros.



Figura 2-17 Imagen de un cilindro Royal Purple con su caja original.

2.4.6 Manejo y Reproducción de los Cilindros Blue Amberol

Los Blue Amberol son generalmente robustos y duraderos. Sin embargo son altamente susceptibles a la humedad y a la baja temperatura. El núcleo de yeso comienza a absorber humedad ligeramente, la cual colecta por un largo periodo de tiempo. Como resultado el cilindro podía no embonar al cien por ciento en el eje. Este problema podía ser resuelto usando una herramienta especial para escariar, usualmente hecha de madera o hule duro el cual es equipado con una o más líneas de papel lija. Un Blue Amberol hinchado puede ser adelgazado de esta forma en pocos minutos. A baja temperatura existe un alto riesgo de rotura, debido a que el celuloide se volverá significativamente más quebradizo, y por tanto, especialmente expuesto a algún impacto. Adicionalmente el celuloide es más quebradizo debido al efecto de encogimiento. A causa de la firmeza del centro de yeso, el celuloide no tiene forma de encogerse y permanece del mismo tamaño, pero esto crea tensión en el celuloide y puede resultar en pequeñas grietas en los extremos, los cuales usualmente no incluyen los surcos. Sin embargo, bajo condiciones desfavorables estas grietas pueden crecer dentro del área grabada y finalmente destruir todo el cilindro. Esto puede ser evitado mediante revisiones regulares. Una grieta puede ser neutralizada taladrando un pequeño agujero en su borde, esto prevendrá que la grieta se extienda.

A diferencia de los cilindros de cera, en los de celuloide se pueden tocar los surcos, sin embargo no se debe hacer con regularidad para evitar limpiezas innecesarias.

Para el uso con un fonógrafo Edison, se debe usar un reproductor modelo H, K, S, R, u O. El uso con un reproductor tipo Diamond es más común, y también es posible hacerlo con un fonógrafo Amberola. La velocidad de reproducción estándar es 160 rpm, pero puede variar debido a errores en la velocidad de las copias. [11]

2.5 Resumen Histórico

En la Tabla 2.18 se resumen los periodos históricos en los cuales tuvieron mayor presencia los diferentes tipos de cilindros.

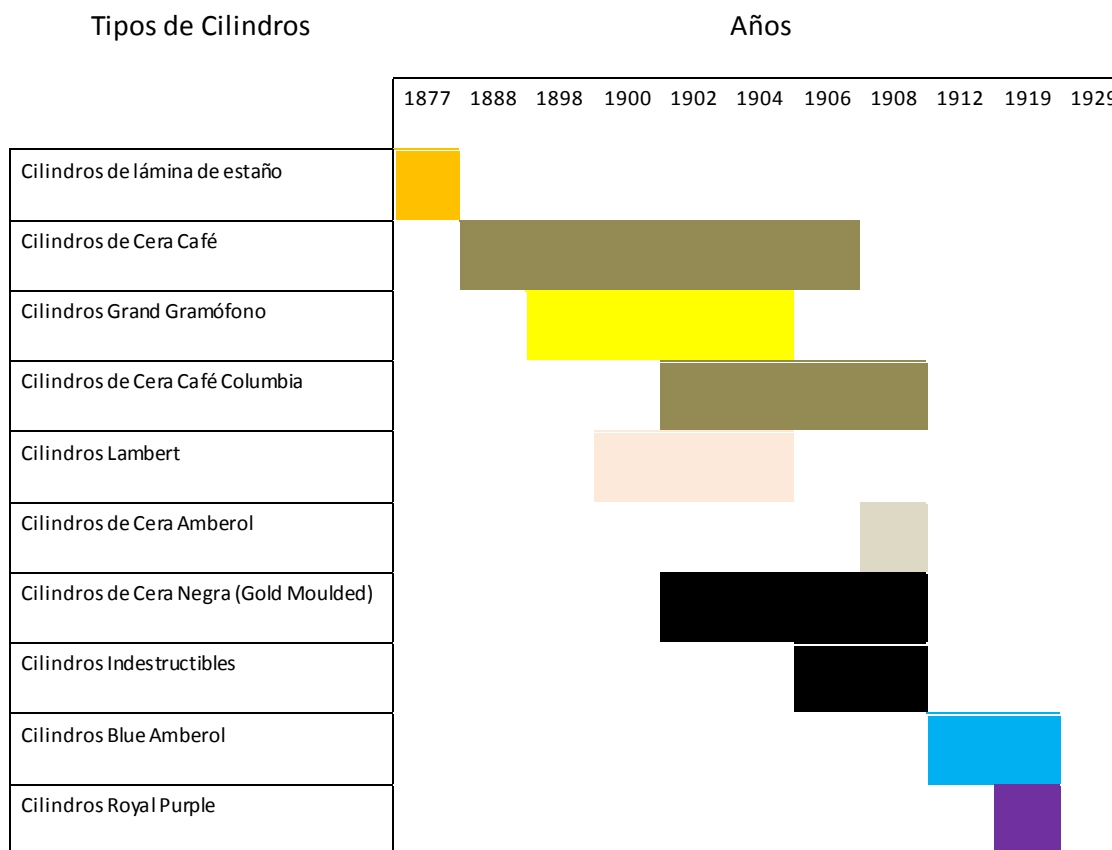


Figura 2-18 Tabla en la que se muestran los años en los que fueron fabricados distintos tipos de cilindros. Fueron inventados en 1877, se comercializaron en 1888 y compitieron en el mercado hasta 1913 aunque se fabricaron hasta 1929.

3 Discos

3.1 Qué es un Disco

Un disco es un cuerpo cilíndrico cuya base es muy grande con respecto a su altura. La definición de disco como objeto funcional puede abarcar varias acepciones, por ejemplo disco de señales, disco compacto, disco de video, disco duro, disco óptico, disco magnético etc. [5]

En este caso interesa la definición de disco como soporte analógico de audio: "Placa generalmente delgada y de material plástico en forma circular que se utiliza para la grabación y reproducción del sonido por medio de aparatos adecuados. Sobre cada una de las caras del disco hay un surco de forma de espiral donde está grabado el sonido". El disco como soporte de audio comenzó a comercializarse en 1888. Aunque el vinilo es el material más conocido para la elaboración de discos, se han fabricado en diversos materiales, como metal, laca y hule.

3.2 El primer Disco

El primer sistema de grabación y reproducción de sonido que usó discos como soporte de audio fue patentado por Emile Berliner Figura 3-1 en 1877 y fue presentado en 1878 en el Instituto Franklin en Philadelphia E.U.A. , en ese momento Berliner invitó a músicos a realizar grabaciones, la cuales realizaba sobre discos de zinc que servían como "masters".

En 1893 Berliner Funda la compañía United States Gramophone Company, la cual se dedica a comercializar fonógrafos. En 1895 un grupo de empresarios de Philadelphia invirtieron 25,000 dólares en la United States Gramophone Company, al ser Berliner un accionista minoritario los derechos de patente de los gramófonos se volvieron propiedad de la compañía. Al inicio las ventas de los gramófonos eran bajas, pero la compañía pronto entendió que debían hacer mejoras en éstos y los equiparon con un motor de resorte inventado por Eldridge R. Johnson. Entre los años 1896 y 1900 se fabricaron 25,000 de estos motores para los gramófonos de Berliner. [22]



Figura 3-1 Fotografía de Emile Berliner

3.3 Tipos de Surcos

Los primeros surcos que se grabaron en discos fueron hechos por Berliner usando la técnica de corte lateral (side to side) y posteriormente se usó otra técnica el corte vertical (hill and dale). Eventualmente el corte lateral fue el estándar para los discos.

Si se examina un surco de corte vertical bajo un microscopio a lo largo se verían líneas onduladas cortadas por la aguja a diferentes profundidades de acuerdo al tono y al volumen de la grabación. Estos surcos muestran una transición de picos altos a bajos mediante una curva suave dando las características redondeadas como una apariencia que se asemeja a colinas y valles.

El corte lateral fue usado para grabar cilindros, discos Edison, discos de la marca Pathe y de otras pequeñas compañías.

Los surcos en el corte vertical tienen una separación constante y una profundidad variable, en oposición a los surcos en el corte lateral, los cuales tienen una separación variable y una profundidad constante.

En el corte lateral el movimiento de la aguja es en dos direcciones además de ser afectado por el material del diafragma y por el material del disco, en algunas ocasiones es dominante el efecto del medio donde se encuentra la grabación y otras el efecto del movimiento del diafragma. En los surcos hill and dale hay fuerzas que restringen el movimiento de la aguja no son iguales cuando la aguja sube o baja, la diferencia de los dos métodos es más evidente en altas frecuencias.[2]

3.4 Formatos de Discos

El disco como soporte de audio análogo es el que más tiempo ha sido utilizado ya que a la fecha se siguen produciendo discos de vinilo. Los discos han sido elaborados utilizando diversas técnicas de grabación y materiales. Para entender su evolución se describirán en forma cronológica ya que cada cambio en este formato está influenciado por las situaciones de la industria del disco en cada momento particular así como los avances técnicos de cada época.

3.4.1 Discos de Hule Vulcanizado

En un principio Berliner usó celuloide como material plástico y posteriormente uso hule endurecido (vulcanizado) conocido como vulcanita o ebonita. [22] La vulcanización es un proceso en el cual el hule natural (látex) se calienta y se mezcla con azufre y otros ingredientes para endurecerlo y hacer que sea más resistente a los cambios de temperatura. [17] Esto fue descubierto por Goodyear en Estados Unidos a finales de la década de 1830 y desarrollado por Hancock en Inglaterra. El resultado es un aumento en la resistencia y la flexibilidad del caucho, y el producto puede ser o un caucho suave o vulcanita. La vulcanita se ha utilizado para fabricar peines, botones, joyas, plumas, fuentes, instrumentos musicales, etc.

La vulcanita resultó problemática en el proceso de producción de los discos dado que el encogimiento disparejo durante el enfriamiento ocasionaba deformaciones severas, los gases atrapados producían burbujas, las partículas duras creaban pequeños ruidos constantes en la reproducción del sonido y la aspereza de la estructura de la vulcanita producía un terrible ruido de fondo. [17]

3.4.1.1 Problemas de Conservación

Los discos de Berliner eran anunciados como indestructibles, sin embargo tiempo después se descubrió que el hule tiende a aplanarse.

La vulcanita es estable en la oscuridad y mantiene muy bien su apariencia y propiedades. Cuando este material se expone a la luz o al calor pierde azufre, se debilita y su brillo disminuye. La luz induce la oxidación del caucho y, en presencia de humedad, forma óxidos de azufre y ácido sulfúrico. La acidez se acumula hasta un punto en que el plástico en degradación es atacado por ella y eventualmente se descompone. La degradación es evidente al reproducir un disco vulcanita afectado, pues la superficie del disco va siendo raspada por la presión de la aguja sobre la pared del surco. [17]

3.4.2 Discos de Shellac

En 1897 Berliner giró su atención a otro material para fabricar sus discos, una sustancia llamada Shellac que era fabricada por la compañía Duranoid en New Jersey. Esta compañía se dedicaba a la fabricación de Botones. [1] El Shellac o goma laca es una resina natural obtenida del insecto “lac”, este generalmente viene de la India. El insecto extrae savia de los árboles que habita, la procesa a través de su sistema digestivo y la secreta de manera que se convierte en una coraza de goma protectora alrededor de su cuerpo. Esa coraza es generalmente más pequeña que un grano de arroz. La recolección del Shellac consistía en raspar las corazas adheridas a las ramas y a los troncos. Para elaborar los discos la resina se mezclaba con otras sustancias, con el propósito de optimizar la cantidad de resina obtenida.

La Berliner Gramophone Company, que era inexperta en el campo del marketing, firmó un contrato publicitario con Frank Seaman de Nueva York. Entonces la invención de Berliner estaba en las manos de tres compañías. La Berliner Gramophone Company en Philadelphia, la cual manufacturaba gramófonos y grabaciones. La Seaman National Gramophone en Nueva York, la cual se dedicaba a la publicidad y a la comercialización, y por último la United States Gramophone Company en Washinton, la cual tenía en su propiedad las patentes de Berliner.[22]

A inicios de 1900 Seaman’s National Gramophone negoció un acuerdo con la American Gramophone y Columbia Phonograph para fabricar el Zonophone, un aparato que competiría con el gramófono de Berliner, quien vió esto como una traición en vista del contrato de exclusividad previamente firmado con Seaman. En junio de 1900 Seaman solicitó una orden que prohibía a Berliner la venta de sus gramófonos en los Estados Unidos. Debido a esto en 1900 Berliner trasladó su compañía a Montreal, Canadá. En Julio de 1900 registró “Nipper” como marca registrada, éste era el nombre del famoso perro escuchando un gramófono, imagen que fue tomada de una pintura original creada por el artista Francias Barraud y que fue usada por más de 70 años Figura 3-2. [22]



Figura 3-2 Imagen del logotipo distintivo de la RCA

Para 1902, la Gramophone Company fabrica discos de 10 pulgadas, varios artistas internacionales comienzan a trabajar con este formato. El siguiente año son creados los discos de 12 pulgadas, convirtiéndose en la medida estándar.

Uno de los más notables avances técnicos se dio en 1904 cuando la International Talking Machine Company, posteriormente llamada Odeon Records lanza el primer disco para gramófono de dos lados. The American Record Company empieza a prensar discos de laca azul de 10 $\frac{1}{4}$ " para Odeon, con el propósito de exportarlos a Europa entre 1905 y 1906, todos esos discos fueron grabados por los dos lados.

En 1906, el gramófono "Victrola" Figura 3-3 es diseñado y producido en masa por Eldridge Johnson. Lo inusual de este producto era su presentación, que a simple vista parecía un mueble, pero internamente poseía todo el sistema de reproducción de los discos. El éxito de este producto fue sorprendente, tanto así que en 1917 logró vender más de 566,000 unidades y para el momento que RCA compró la Berliner Gramophone Company, se ensamblaron 7 millones de Victrolas de bocina interna y más de 800,000 de bocina externa.

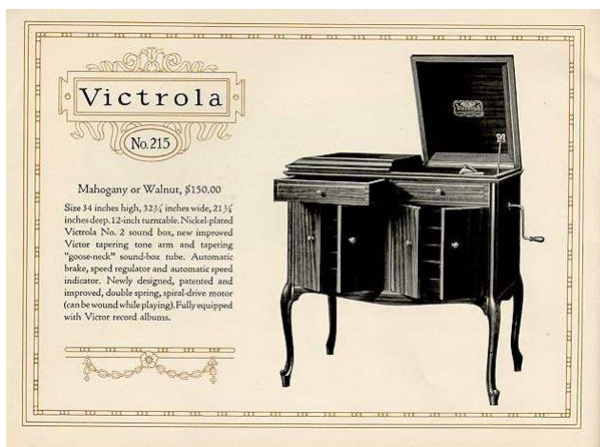


Figura 3-3 Imagen de una Victrola

En 1918 las patentes de la fabricación de discos de corte lateral (side to side) expiran, por lo tanto otras compañías empiezan a producirlos y se vuelven más populares que el formato de cilindro, lo que llevó a que la producción de cilindros terminara a finales de los años 20's y a partir de ese momento los discos gobernaron el mercado de la música.[23]

En 1924, la compañía fue comprada por Eldridge Johnson y el nombre se cambió por "Victor Talking Machine Company", la cual cinco años después pasó a llamarse RCA Victor, tras ser adquirida por Radio Corporation of America (RCA). [22]

3.4.2.1 Problemas de Conservación

Es difícil determinar las causas de la degradación de los discos de laca, ya que los fabricantes utilizaban toda clase de mezclas de lacas y rellenos. Por consiguiente, no se puede esperar un comportamiento consistente de todos los discos de shellac almacenados. Las propiedades del disco dependen tanto del relleno como del material aglutinante. Los rellenos utilizados abarcan desde celulosa natural hasta compuestos minerales diversos. Dos análisis químicos de distintos discos de shellac ilustran esta diversidad:

Ejemplo 1:

Shellac 13,5%

Relleno blanco (piedra caliza de Indiana pulverizada) 37,5%

Relleno rojo (pizarra roja de Pennsylvania pulverizada) 37,5%

Vinsol (tipo de plástico con un bajo punto de fusión) 8,5%

Goma Congo (emulsión flexible) 1 %

Negro de humo (colorante para la apariencia) 1,5%

Estereato de Zinc (lubricante para prevención de hongos) 0,5%

Ejemplo 2:

Shellac 15,63%

Goma Congo 6,51%

Resina Vinsol 5,86%

Negro de humo (de bajo contenido graso) 2,61%

Estereato de Zinc 0,32%

Blanco de España (CaCO_3) 52,13%

Silicato de Aluminio 13,03%

Pelusa de lana (de fibra larga) 3,91%

El contenido promedio de shellac en estos es aproximadamente el 15 por ciento. Los fabricantes utilizaban sobras como relleno para las nuevas mezclas, estas sobras podían incluir restos de botellas de refrescos, restos de madera y otros materiales de desecho que se molían juntos y se mezclaban para la elaboración de discos. También reciclaban los discos viejos de shellac que no se habían vendido. Los hongos pueden atacar el contenido orgánico que pueda existir en estos discos además de que con el tiempo se hacen quebradizos. [17]

3.4.3 Discos Laminados Columbia

El disco laminado fue presentado por Columbia en 1906 con la ayuda de Guglielmo Marconi. Este disco se llamaba laminado porque en el proceso de fabricación se hacía de capas comenzando con un núcleo de papel kraft y se cubría con shellac, este proceso tenía muchas ventajas, al usar menos resina para fabricar los discos se podía usar shellac de mayor calidad, lo cual producía un disco con una superficie más silenciosa.

En 1906 Columbia presentó el disco llamado “El Tono Terciopelo Marconi”, desarrollado por Guglielmo Marconi. El proceso de fabricación de estos discos comprendía la utilización de una base de papel artesanal que se cortaba del tamaño aproximado del disco. Después de que esta base era cuidadosamente alisada y secada, se cubría con una capa pareja y delgada de un compuesto de Shellac en polvo. Esta base recubierta se horneaba de manera que la capa de polvo se fundiera sobre ella. Para obtener discos de dos caras, se repetía el proceso por el otro lado. La ventaja de esta técnica de fabricación era que la cantidad de material superficial que necesitaba un disco para ser grabado con surcos era muy pequeña. Este ahorro permitía la utilización del mejor plástico disponible en la época. Edison usaría esta idea en 1912-1913 para la fabricación de su Disco de Diamante. En 1922 Columbia volvió a fabricar discos laminados, esta vez utilizando un compuesto más burdo para el polvo del núcleo que se cohesionaba entre dos láminas de papel artesanal. [17]

3.4.3.1 Problemas de Conservación

En general, la cubierta de shellac de los discos laminados los hace relativamente estables. El proceso de curado de la laca durante la fabricación de discos genera una reacción química en la cual ciertas moléculas simples, como las de agua o las de amoníaco, son eliminadas. El curado hace que la laca se encoja, aumentando su densidad y fragilidad. Esta condensación continúa a un paso mucho más lento después de la fabricación del disco. La velocidad a la cual esta condensación ocurre es una función de las condiciones de temperatura y humedad durante el almacenamiento y del nivel de acabado del curado. (La reacción de condensación reduce la concentración potencial de elementos reactantes. Una medida inexacta del nivel de acabado del curado de la laca es su solubilidad en alcohol. La gomalaca cruda es totalmente soluble en alcohol y la laca completamente curada es insoluble. El grado de avance del proceso de condensación determina a su vez el grado de insolubilidad de la gomalaca). De esa manera la condensación se convierte en la mayor fuerza degenerativa. La reacción interna del material y la velocidad a la cual esta reacción ocurre están relacionadas con la temperatura y la humedad de almacenamiento (la humedad aumenta la velocidad de la reacción de condensación), así como con el nivel de acabado del nivel de curado de la gomalaca. La estabilidad ante el almacenamiento de los rellenos varía enormemente. Los materiales orgánicos en los agregados son susceptibles al ataque de hongos, mientras que la propia laca es resistente al mismo. En un adecuado ambiente de almacenamiento, la capa de laca de estos discos sufre un proceso lento pero progresivo que los vuelve frágiles. Esta fragilidad ocasiona que el disco despidan una fina capa de polvo después de cada uso. El comportamiento de los otros componentes agregados es impredecible, debido tanto a la gran variedad de combinaciones como a la diversidad y calidad de los materiales que eran utilizados. [17]

3.4.4 Discos Laminados de Edison

El Diamond Disc de Edison fue un disco laminado de alta calidad y tiene la distinción de haber sido el primer disco en ser fabricado de un plástico completamente sintético, un material llamado fenol, que también era utilizado en la fabricación de baquelita. [17]

La patente del sistema de grabación de sonido basado en discos de Emile Berliner caducaba en 1910. Edison aprovechó el momento y en 1912 comercializó fonógrafos que reproducían discos sin tener que pagar la patente. Debido a que el mercado de los discos era dominado por los reproductores Victrola, Edison intentó ganar un sitio en el mercado con un producto que tuviera calidad superior a los de la compañía Víctor. Confiando en la calidad superior de los discos Diamante y en su durabilidad, Edison apostó por cerrar su sistema de reproducción de modo que ningún otro sistema podía reproducir sus discos. Esto lo hizo registrando el sonido en la misma forma que lo hacía en sus cilindros con surcos hill and dale o vertical en el cual el brazo del reproductor tenía que recorrer oscilando en un eje vertical para reproducir los sonidos.

Al usar este sistema de grabación Edison aseguró la incompatibilidad entre su disco diamante y otros reproductores. Además Edison cambió la aguja de acero del brazo lector de los reproductores por un cabezal de diamante.

Entre 1912 y 1929, la compañía de Edison comercializó discos reproductores diamante vendiendo más de 800,000 reproductores, Los primeros gramófonos se vendían en 15 dólares y los primeros cilindros en sesenta centavos de dólar. En cambio los reproductores de disco diamante costaban entre 60 y 1000 dólares, los discos entre 60 centavos y 1 dólar. El precio de los discos diamante no era muy diferente al de otros discos, en cambio sus reproductores eran innovadores, sobre todo las carcasas que además de contener a los reproductores eran muebles decorativos.

Los discos Diamante tuvieron éxito en formatos de 10 y 12 pulgadas con 150 surcos por pulgada y rotando a 80 RPM proporcionando 5 y 7.5 minutos de audio a diferencia de los 3 minutos que proporcionaban otros discos. Debido a su calidad y al mayor tiempo de duración los discos diamante estaban siendo exitosos. Prueba de esto es que en 1917 la marca Brusnick comercializó un reproductor llamado Ultona el cual incluía brazos intercambiables con aguja de acero y cabeza de diamante, para reproducir discos con sistema lateral y sistema vertical.

El desarrollo de las grabaciones eléctricas gracias a los amplificadores de tubo de vacío y a los micrófonos permitió incrementar la calidad de las grabaciones, de modo que este tipo de grabaciones comenzaron a desplazar a las grabaciones acústicas. Edison adoptó tarde esta innovación. Mientras en 1925 Víctor Talking Machine y Columbia comercializaban discos grabados con el nuevo sistema Edison no lo hizo hasta 1927.

Para entonces los fonógrafos Diamond que mantenían los mismos precios no podían competir ni en precio ni en calidad con los reproductores de grabaciones eléctricas. Por último Edison intentó recuperar el mercado lanzando un fonógrafo mixto, que reproducía discos con corte lateral, además del sistema vertical de los discos diamante, lo cual no fue suficiente para rescatar su formato de grabación. En 1929 se vendió el último disco diamante tras 48 millones de discos vendidos.[24]

3.4.4.1 Problemas de Conservación

El disco diamante está constituido por un centro grueso y por varias capas de un barniz delgado que cubrían ambos lados. El núcleo, también conocido como polvo en blanco, era fabricado al comprimir los siguientes ingredientes en las proporciones indicadas:

Harina de madera 58%
Alcohol etílico modificado (AKA-etinol) 26%
Fenol formaldehído (AKA-baquelita) 15%
Negro de humo (el pigmento) 1%

El barniz, el cual se llamaba "condensado de barniz Edison", estaba compuesto de:

Alcohol etílico modificado 55%
Fenol formaldehído (63% fenol y 37% formaldehído) 38%
Otros ingredientes, incluyendo. Shino., utilizado para lograr un acabado brillante 7%

Este barniz se aplicaba al núcleo utilizando una brocha, mientras éste giraba lentamente. Se daban cuatro capas o aplicaciones a cada cara del núcleo, con un período de secado entre cada aplicación. Después de finalizar este proceso, el disco se colocaba en un horno de vapor; esto completaba el proceso de secado y daba también como resultado una reacción parcial en los ingredientes del barniz antes de ser prensados, los núcleos se calentaban para que se ablandaran; luego de aplicarse la presión se seguían calentando para terminar el proceso de curado o de reacción del barniz. Después se enfriaban los moldes y se retiraba la presión.

El contacto prolongado con la humedad, o la ocurrencia de cambios severos de ésta, pueden causar daños a la superficie del disco debido a la absorción de agua. El fenol es en general bastante estable y no presenta problemas serios de degradación, ni es sensible a ataques de bacterias, hongos o insectos. Sin embargo, ocasionalmente, bajo condiciones húmedas pueden desarrollarse hongos en la superficie del disco si hay un contaminante nutritivo en esta y pueden afectar algún relleno nutritivo del disco, como la madera o el algodón. [17]

3.4.5 Discos de Acetato

Las grabaciones de audio no se limitaron al ámbito comercial, la disponibilidad de equipo y la flexibilidad para realizar grabaciones eléctricas permitieron hacer grabaciones no comerciales, principalmente en el campo de la etnomusicología, la documentación de conferencias y grabaciones caseras. En este periodo también se comenzaron a hacer grabaciones en estaciones de radio y en compañías cinematográficas. Antes de la aparición de la cinta magnética, las grabaciones instantáneas se realizaban principalmente en discos de acetato.

Los materiales utilizados fueron el acetato de celulosa y el nitrato de celulosa, los discos hechos en estas sustancias se conocían como instantáneos. [1]

Los discos instantáneos debían ser de un material sobre el cual se grabara fácilmente y al mismo tiempo con la suficiente resistencia para ser reproducido posteriormente por esta razón, la composición química de los discos era producto de una conciliación entre la facilidad de grabar los surcos y la calidad de la grabación resultante. A partir de los años treinta, la mayoría de los discos de acetato se fabricaron sobre una base, generalmente de aluminio. También fueron utilizadas bases de vidrio y durante los años de la segunda Guerra Mundial se usaron bases de cartón en grabaciones caseras económicas. Las bases eran cubiertas con una laca de nitrocelulosa plastificada con aceite de castor. Debido a las propiedades de la laca, los discos de acetato constituyen el tipo menos estable de grabación sonora.[17]

3.4.5.1 Problemas de Conservación

La mayor causa de deterioro de los mismos es el encogimiento constante de la capa de laca debido a la pérdida del plastificante de aceite de castor, lo cual determina una fragilidad progresiva y la pérdida irreversible de información sonora. Dado que la capa de laca se encuentra unida a una base que no se encoge, se crean tensiones internas, que, a su vez, causan grietas y peladuras de dicha capa. El acetato de nitrocelulosa se descompone constantemente y, a través del tiempo, reacciona con vapor de agua o con oxígeno para producir ácidos que actúan como catalizadores de diversas reacciones químicas. Al igual que lo que ocurre con la mayoría de las reacciones químicas, estas reacciones se aceleran a niveles elevados de temperatura y humedad.[17]

3.4.6 Grabaciones Eléctricas

Durante y después de la primera guerra mundial la venta de los gramófonos se incrementó en forma considerable alcanzando ventas del orden de millones al año. A este fenómeno ayudó la popularidad de la música para bailar, el jazz y el fin de la Primera Guerra Mundial. Todo esto mientras se unían al mercado una gran cantidad de competidores. Por otro lado también se incrementó calidad de las grabaciones. Sin embargo a mediados de la década de 1920 los efectos de los problemas económicos mundiales afectaron a la industria de los gramófonos acústicos de tal forma que esta industria jamás se recuperó.

Esto también se debió a la aparición de la radio, un dispositivo que permitía escuchar música y dramas por medio de señales que viajaban a través el aire. Este dispositivo revivió el interés en la grabación y la reproducción de sonido, justo antes de la aparición del gramófono eléctrico.

El uso de la electricidad para la grabación de sonidos fue una idea que tenían presente inventores como Edison, Bell y Tainter desde el principio de las grabaciones acústicas. Sin embargo esto no fue posible hasta la existencia de micrófonos capaces de captar el sonido efectivamente y la invención de Lee de Forest, quien agregó un tercer electrodo al diodo en 1907 y creó el triodo, el cual era capaz de amplificar señales eléctricas.

En 1924 en los laboratorios Bell en Estados Unidos se creó la primera cabeza de grabación electromagnética bajo la dirección de J.P. Maxfield y H.C. Harrison. Fue fabricada basándose en varios elementos de la caja de sonido acústica y en lugar de un cortador se colocaron circuitos eléctricos.

Los resultados al reproducir la grabación fueron, menor distorsión que en las grabaciones análogas mayor volumen y más amplio rango de frecuencias audibles. Por ejemplo en un sistema acústico se podían hacer grabaciones entre 170 y 3000 Hz en el nuevo sistema se incrementó este valor hasta 5000 Hz.

Para realizar una grabación eléctrica un micrófono capta el sonido y lo convierte en energía eléctrica, la cual es amplificada y alimentada hacia una cabeza de grabación electromagnética (Figura 3-4), esta reconvierte la energía eléctrica en vibraciones y el disco comienza a ser grabado por una aguja unida a la cabeza de grabación. Para reproducir el sonido del disco se colocaba la aguja unida al reproductor en el surco del disco, la vibración resultante creaba impulsos eléctricos que alimentaban a un amplificador el cual la hacía lo suficientemente grande para operar una bocina y transformar la energía eléctrica en sonido.[2]

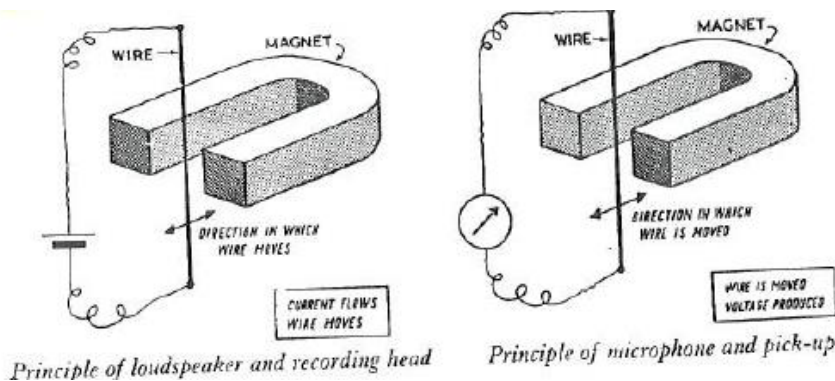


Figura 3-4 Imagen que ilustra el principio funcionamiento de una bocina y una cabeza de grabación magnética.

3.4.7 Discos de Vinilo

En 1930 RCA Víctor comercializa el primer disco de vinilo de larga duración, presentándolo bajo el nombre "Program Transcription Discs". Estos discos fueron diseñados para reproducirse a 33 1/3 RPM, eran prensados en un disco plástico flexible de 30 cm de diámetro.

A mediados de la década de 1930 el vinilo alcanza una superficie menos ruidosa que el shellac, los comerciales y programas de radio son enviados a las radiodifusoras en vinilo el cual es menos frágil. En la segunda guerra mundial hubo escasez de shellac, lo cual abrió el mercado al vinilo.

El gobierno norteamericano creó una compañía discográfica con el propósito de enviar discos a las tropas, llamó a esta compañía V-Disc Figura 3-5 (la V por Victoria). Inició la producción de discos de vinilo de 12 pulgadas con velocidad de 78 RPM para los soldados y 16 pulgadas para transcripciones de radio.



Figura 3-5 Imagen de un disco de la compañía V Disc

Para mediados de 1940 los vinilos de 78 RPM son los discos de preferidos y la popularidad de estos es cada vez mayor especialmente para entretener tropas militares durante la segunda guerra mundial.

En 1941 un año después Columbia Records presenta durante una rueda de prensa en Nueva York su disco de 12 pulgadas llamado Vinylite, que trabaja a 33 1/3 RPM. En 1949 RCA lanza el primer sencillo de 45 RPM en respuesta al producto de Columbia, un disco de 7 pulgadas con un gran orificio en el centro para acomodar el mecanismo automático de reproducción, sistema que permitió el cambio y reproducción de discos. Los primeros discos de 45 RPM eran de vinilo o poliestireno. Ambos discos utilizaban surcos estrechos destinados a reproducir audio con una aguja más pequeña, incluso fueron llamados microsuros.

De 1948 a 1950 las compañías discográficas enfrentaron la incertidumbre sobre que formato prevalecería y se convirtió en una guerra de formatos que se conoció como “La Guerra de Velocidades”. A mediados de la década de 1950 todas las disqueras acuerdan un estándar de grabación denominado “RIAA Equalization”, lo que eliminó la necesidad de que los usuarios tuvieran que seleccionar las curvas de ecualización de los preamplificadores de cada sistema y se denominó así porque fue establecido por la Recording Industry Association of America.

También en la década de 1950 se presentaron discos de 16 RPM, un formato que fue principalmente utilizado en discos de transcripciones para radio y publicaciones narradas para ciegos.

Los formatos que predominaron fueron los de 12 pulgadas y 33 1/3 RPM para álbumes musicales y de 7 pulgadas y 45 RPM para los sencillos.

A principio de la década de 1980 los discos de vinilo enfrentaron la aparición de los discos compactos. Los sellos discográficos cesaron paulatinamente la producción de vinilos concentrándose en formatos digitales. Sin embargo se ha mantenido el vinilo en el mercado gracias a Disc Jokeys y coleccionistas.[23]

3.4.7.1 Problemas de Conservación

Hasta ahora, el vinilo ha demostrado ser el material más estable de todos los empleados en la fabricación de grabaciones de sonido.

A pesar de ello, su vida no es indefinida. Pero el deterioro por degradación química de un disco de vinilo en un ambiente ordinario de bibliotecas no debería ocurrir antes de un siglo.

Los discos de vinilo están hechos con cloruro de polivinilo (PVC) y un pequeño porcentaje (normalmente menos del 25 por ciento) de rellenos estabilizantes, pigmentos, sustancias antiestáticas, etc. A fin de lograr las propiedades requeridas para la grabación del disco, es necesaria una plastificación interna a través de una copolimerización de acetato de vinilo con cloruro de vinilo.

El cloruro de polivinilo se degenera químicamente cuando es expuesto a luz ultravioleta o al calor. Los discos de fonógrafo se ven expuestos a altas temperaturas durante el moldeado y el prensado. Si este proceso no se detiene, el calor podría actuar como un catalizador para la dehidroclorinación, es decir, la emanación de ácido clorhídrico (HCl) del PVC como resultado de una termodegradación. La estabilización puede obtenerse añadiendo otras sustancias químicas a la resina durante la fabricación. Esto no previene la degradación, pero la controla, básicamente por consumo del ácido clorhídrico libre y porque queda suficiente estabilizante activo en el disco como para que éste se encuentre protegido por varias décadas después del prensado. [17]

3.4.8 Formatos de Grabación de Discos de Vinilo

3.4.8.1 Grabaciones Estereofónicas

Poco después de la invención del fonógrafo y el teléfono, los ingenieros trataron de reproducir sonido de dos distintas fuentes, tomando en cuenta que contamos con dos oídos para escuchar. En 1884 se colocaron dos micrófonos en el edificio Gran Opera en París y conectaron dos bocinas de teléfono en otro edificio transmitiendo sonido de dos canales de audio a los oyentes.

Los inventores tuvieron dificultades para adaptar dos fuentes de audio en discos y cilindro usando un solo surco.

La exitosa grabación de dos canales de audio en surco fue lograda por Alan Blumlein y Arthur C. Keller en forma independiente en 1931 y 1937 respectivamente.[27]

Arthur C. Keller trabajó en los laboratorios Bell bajo la dirección de Henry Harrison. Keller registró varias patentes relacionadas con la grabación del sonido incluyendo una en la cual describía los principios básicos para la grabación estereofónica.

La patente de Alan Blumlein fue registrada por la compañía Electric and Musical Industries Ltd. (EMI) en Inglaterra.

Su dispositivo para hacer grabaciones estereofónicas obtenía dos señales eléctricas de dos micrófonos ampliamente separados, estas señales eran amplificadas y guiaban a un cortador Figura 3-6, el cual hacía un surco en cera o plástico. Las dos señales se debían grabar independientemente y esto fue posible con un cortador que hacía un solo surco, el cortador se movía hacia arriba y hacia abajo por la acción de una de las bobinas que alimentaba un micrófono y con un movimiento hacia los lados por la otra bobina conectada al segundo micrófono. En un principio las grabaciones se hacían en ángulos rectos usando, el corte colina y valle y el corte lateral.

Posteriormente se cambió el ángulo de corte recto por un ángulo de 45 grados con respecto al plano del disco, con lo cual se obtuvieron mejores resultados y es el tipo de corte que actualmente se usa en las grabaciones estereofónicas de discos de vinilo.

Los discos y el equipo estereofónico se comercializaron a finales de la década de 1950. [2]

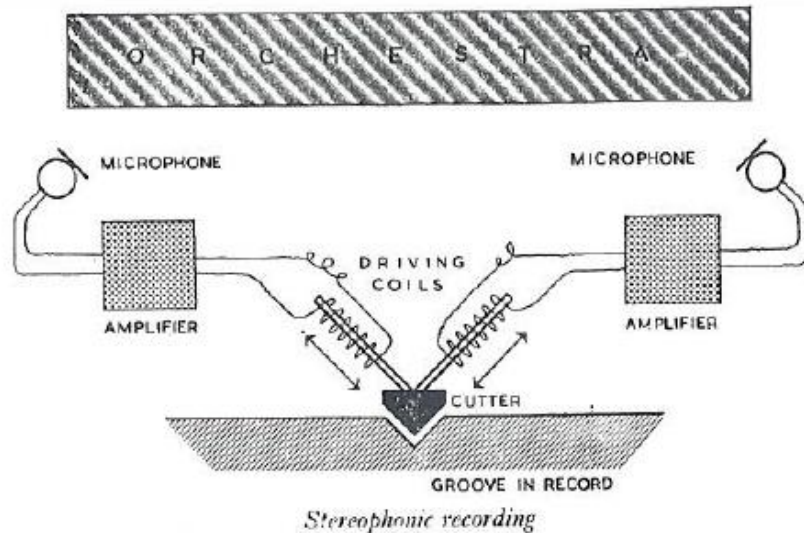


Figura 3-6 Imagen de un cortador de discos estereofónicos

3.4.8.2 Grabaciones cuadrafónicas

En la década de 1960 los ingenieros se plantearon la pregunta si cuatro canales de audio tendrían mejor desempeño que dos. Aunque existía la dificultad de manejar cuatro canales en las transmisiones de radio en los soportes de audio.

Previamente en la década de 1950, se creó un sistema de cuatro canales, el cual también estaba diseñado para transmitirse por FM pero no se aprobó su uso comercial por la Federal Communications Commission (FCC) en Estados Unidos.

Los equipos cuadrafónicos enfrentaron los mismos problemas que los estereofónicos en la década de 1950. Las principales quejas de los consumidores eran que sus colecciones de discos se volvieron obsoletas y el costo de estos equipos era el doble o mayor que los equipos de un solo canal.

Los sistemas cuadrafónicos caseros se volvieron más accesibles después del uso de los transistores y los circuitos integrados en los equipos de consumo masivo.

En 1970 la compañía japonesa JVC lanzó a la venta un reproductor de 4 canales de audio para sus discos "CD-4" Quadraphonic Disc. Otras compañías principalmente en Japón trataron de crear interés en el consumo de tecnologías similares. Posteriormente Electrovoice, Sansui y Sony presentaron productos con esta tecnología. [28]

Estos discos eran compatibles con los reproductores de discos estéreo, aunque si se reproducían en estos la información del tercer y cuarto canal se degradaba.[1]

Las compañías nunca establecieron un estándar para sistemas de cuatro canales y esta fue una de las razones por las cuales este sistema fracasó. Entre 1970 y 1972 aparecieron varios sistemas de cuatro canales utilizando diversos nombres entre estos Quadraphonic, Quadriphonic, Quadrophonic, Quadrisonic y Tetrasonic. Lo más común era llamar a estos sistemas Quad

En 1974 solamente existían 400 títulos disponibles en varios formatos Quad. Algunos circuitos integrados desarrollados por Motorola ayudaron a bajar los precios de los sistemas Quad, pero no lo suficiente para salvar esta tecnología.

En 1975 las compañías que ofrecían productos de cuatro canales comenzaron a bajar sus precios y vendedores minoristas los ofrecían en descuento.

Esta tecnología es similar a la lanzada en la década de 1990 por la compañía Dolby el "Surround Sound". [28]

3.4.8.3 Larga Duración y Alta Definición (Hi-Fi)

Hi Fi es una abreviatura de High Fidelity y es un sistema cuyo propósito es lograr la mejor reproducción de sonido, en otras palabras su propósito es reproducir el sonido de una sala de conciertos o de un estudio en una sala familiar, el grado de éxito logrado en parte dependerá de la sala de estar.

Existen cuatro partes esenciales en un equipo estas son, un reproductor, como fuente de las señales grabadas, una unidad de control, un amplificador y una bocina. El equipo estereofónico implica entre otras cosas una segunda bocina y en consecuencia será más caro. La calidad Hi Fi no pretende ser perfecta pero trata de reducir las imperfecciones a un nivel que humanamente sea imposible de detectar. Esto significa que por ejemplo que a una respuesta en frecuencia uniforme entre 20 y 20000 Hertz es deseable junto con un bajo nivel de ruido, una resonancia de equipo inaudible y un rango dinámico ancho. Este último factor se refiere a la variación entre el pasaje más silencioso y el más fuerte en la grabación. Un equipo de grabación no puede grabar del todo una gran orquesta, esta es una razón por la cual un solista se escucha más "real" en una grabación.

El equipo Hi Fi en principio no es diferente de algún otro. El término Hi Fi probablemente fue usado, en la década de 1930, en ese momento histórico se podían grabar frecuencias superiores a

8000 Hertz, pero el equipo de reproducción no estaba en condiciones de trabajar a esas frecuencias, particularmente las bocinas. En 1931 se realizaron los primeros intentos para comercializar una grabación de larga duración, usando un tipo de surco más pequeño que los que se usaban comúnmente. Estas grabaciones fueron hechas en Estados Unidos por R.C.A Victor, estos se reproducían a una velocidad de 33 1/3 RPM en lugar de 78 RPM, esto permitía escuchar un movimiento de una sinfónica sin interrupción, el primer incremento en el tiempo de reproducción paso de unos 4 minutos a aproximadamente un cuarto de hora y esto sin la necesidad de incrementar el tamaño del disco. Desafortunadamente los discos no fueron populares de inmediato. El siguiente avance importante fue realizado por la compañía DECCA, la cual en 1944 hizo grabaciones con un sistema llamado Full Frequency Range Recording, conocido como FFRR. Este sistema surgió a partir de investigaciones realizadas durante la guerra y produjo resultados de muy alta calidad, pero los discos seguían siendo hechos con Shellac y por lo tanto teniendo una superficie ruidosa con una duración de 4 minutos. Con la popularidad de las grabaciones en cinta después de la guerra era urgente tener un verdadero disco de larga duración. Este disco fue presentado en 1948 y fue fabricado por la compañía Columbia Records en Estados Unidos. Los primeros discos de larga duración Ingleses llamados "LP's" fueron fabricados por la compañía Decca en 1950. La investigación para llegar a este resultado se extendió por más de tres años y fue dirigida por el Dr. Peter Goldmark en los laboratorios Columbia de investigación de sistemas de transmisión.

Las cuatro características distintivas de un LP o las grabaciones con microsurcos son las siguientes:

- a) Están hechos de vinilo son más ligeros y resistentes.
- b) Tienen entre 200 y 300 surcos por pulgada en lugar de tener entre 85 y 95.
- c) Gira a menor velocidad a 33 1/3 R.P.M en lugar de 78 R.P.M
- d) Tiene mayor capacidad de grabación, en la cara de un disco de 12 pulgadas se pueden grabar hasta 90 min. [2]

3.4.8.4 El Declive y Resurgimiento de los Discos de Vinilo

Entre 1985 e inicios de la década de los 90's el disco fue desplazado por los discos compactos debido a la gran cantidad de ventajas que tienen sobre los discos de vinilo, aunque este tipo de discos nunca han desaparecido del todo.

El regreso de los discos de vinilo es una cuestión de nostalgia, no es que se requieran para mezclar música ya que existen tecnologías que permiten mezclar música sin el uso de discos de vinilo. Los que compran este tipo de discos son coleccionistas que los consideran un arte tanto al disco como su empaque y portada. Incluso entre estos coleccionistas hay quienes consideran que tiene una calidad de sonido superior a los formatos digitales.

Aunque son pocos los compradores de discos de vinilo las ventas de estos se han incrementado desde el año 2005, en el año 2008 crecieron un 200% respecto al año anterior.

La producción de un disco de vinilo es cerca de un 50% más cara que un disco compacto. Además si se desea sacar a la venta un disco de vinilo se deben maquilar mínimo 300 copias. Por lo cual aún es difícil recuperar la inversión si se lanza un álbum en este formato.

En realidad este formato puede desaparecer debido a que se ha vuelto exclusivo porque resulta muy costoso.[29]

3.5 Requerimientos para la Conservación de Discos

3.5.1 Condiciones de Almacenamiento para Discos

Los discos requieren buenas condiciones ambientales para su efectiva preservación, además de estas condiciones es importante que se almacenen en forma correcta, debido a su forma los discos son susceptibles a deformarse si se someten a estrés físico.

No se recomienda que se almacenen en forma horizontal, debido a que el peso de una pila de discos crearía presión sobre los últimos discos de la fila. La forma más práctica y segura de almacenar discos es en forma vertical en anaqueles.

Se recomienda que la temperatura ambiente de almacenamiento sea de 70°F y un 50 % de humedad relativa como máximo.

Temperaturas debajo de 32 °F no se recomiendan. Shellac y vinilo se volverán quebradizos debajo de los 0 °F y en ningún caso se deben almacenar en temperaturas superiores a 80°F.[1]

3.5.2 Empaque

El empaquetado de los discos tiene una relación directa con el éxito en la preservación de estos. En muchos casos el empaque original es adecuado, mientras que en otros los empaques deterioran el disco.

Al elegir los empaques para discos se toman en cuenta estos factores, además del presupuesto que se tenga ya que el comprar empaques para discos puede ser costoso.

Los LPs modernos normalmente vienen empaquetados en papel celofán como protección para el polvo, después se colocan en una caja de papel, que provee rigidez y protección, esta caja se recubre con polietileno, papel o papel glassine para proteger los surcos. Con pocas excepciones el

celofán de los discos es removido ya que es muy sensible a los cambios de temperatura y se puede contraer deformando el disco.

En muchos archivos no se conservan los empaques originales ya que si estos no fueron tratados contienen ácido que puede migrar al disco y atacar las superficies de vinilo. Además el papel es un ambiente adecuado para los hongos.

Los discos de shellac de 78 rpm presentan diferentes problemas y no es recomendable almacenarlos en el empaque original, el empaque original se puede almacenar por separado por razones históricas.

Los discos de acetato nunca se deben colocar en polietileno. Bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura el plástico se puede pegar al acetato y al sacar el disco del empaque se puede desprender de su base de vidrio o aluminio destruyendo el disco.[1]

3.5.3 Limpieza de Discos

La limpieza de discos toma lugar en dos etapas antes de su reproducción y después de su reproducción. Existen distintos métodos de limpieza para cada tipo de disco y todos involucran el lavado. El lavado puede mejorar las condiciones del disco si se hace correctamente, pero también puede dañarlo si no se usa la técnica adecuada. Se debe evitar lavar un disco a menos que sea absolutamente necesario, que es cuando este cubierto con suciedad que sea visible a simple vista.

Cierto tipo de discos laminados que incluyen shellac en su composición y los discos instantáneos no deben ser expuestos al agua.

Los requerimientos básicos para el lavado de discos incluyen agua destilada, un recipiente lo suficientemente profundo para que entren los discos, líquido detergente, algodón, lienzos de gamuza y racks para mantener los discos en forma vertical mientras estos se secan.

La solución para limpiar los discos se prepara con agua destilada tibia y detergente. La concentración mínima recomendada son 16 gotas de detergente por galón de agua. Los discos se deben dejar secar en forma vertical no se debe usar aire comprimido para secarlos ya que este puede dañar la superficie de los discos. [1]

4 Soportes Magnéticos

4.1 Introducción a los Soportes Magnéticos

4.1.1 Qué es la grabación magnética

El audio y otras formas de información se pueden grabar en una amplia gama de soportes magnéticos, por ejemplo cintas, tarjetas de crédito, discos duros etc. Para ello se usa un material magnetizable donde las moléculas se combinan para crear algunos de los imanes permanentes más pequeños conocidos, que reciben el nombre de dominios o dipolos. En un medio no magnetizado, las polaridades de estos dipolos están orientadas aleatoriamente sobre la superficie completa del medio. El resultado neto de esta magnetización es una anulación general de los polos magnéticos norte y sur de cada dominio que dan como resultado una falta de señal de salida.

El proceso de grabación de una señal en un soporte magnético consiste en magnetizar el soporte, y como resultado se polarizan los dipolos individualmente (en direcciones angulares de diferentes grados en positivo y negativo) de tal forma que la media del magnetismo produce un flujo magnético combinado mucho mayor. Cuando se reproduce a la misma velocidad a la que fue grabada, esta salida magnética alterna se puede convertir en una señal eléctrica alterna que después se puede amplificar y procesar para su reproducción. De esta forma se reproduce la información grabada. Como ejemplo se muestran en la Figura 4-1 Dipolos en una cinta magnética a) La orientación aleatoria de una cinta da como resultado una falta de señal de salida. b) Los dipolos magnetizados dan como resultado una salida media de flujo en el cabezal magnético

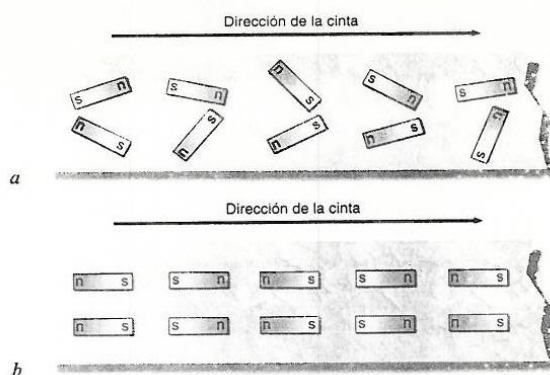


Figura 4-1 Dipolos en una cinta magnética a) La orientación aleatoria de una cinta da como resultado una falta de señal de salida. b) Los dipolos magnetizados dan como resultado una salida media de flujo en el cabezal magnético

4.1.2 Como Funciona una Grabación Magnética

En términos prácticos, para hacer una grabación magnética se usa un electroimán llamado cabezal, el cual sirve tanto para escribir como para leer información magnética. El cabezal convierte la señal eléctrica en un campo magnético variable que magnetiza al medio de una manera proporcional a la intensidad de la señal. A la hora de reproducir la grabación, al pasar el cabezal sobre una zona determinada, los cambios de magnetización en el medio producen variaciones en el campo magnético superficial que a su vez inducen una señal eléctrica en el electroimán. Esta señal eléctrica es la misma que se grabó. [13]

4.1.3 Primera Grabación Magnética

El hilo de acero se remonta al año 1898 cuando Valdemar Poulsen, un empleado de la compañía de teléfonos de Copenhague, grabó una voz en el que fue el primer equipo de grabación magnética de la historia. Poulsen patentó su invento al que llamó telegráfico.

El telegráfico Figura 4-2 consistía en un micrófono que convertía el sonido en señales eléctricas. Estas señales alimentaban una bobina con un núcleo de hierro que “grababa” la variación de intensidad de campo magnético sobre un alambre de acero (una cuerda de piano) que se desplazaba mientras el electroimán permanecía fijo. En el alambre quedaban registradas zonas de distinta magnetización que podían luego ser leídas con el mismo electroimán para reconvertirlas en señales eléctricas. Estas alimentaban una bocina que las transformaba en ondas de sonido. [13]



Figura 4-2 Telegráfico de Poulsen año 1898

4.1.4 Tipos de Soportes Magnéticos

Los medios magnéticos como soporte de información y particularmente como soporte de audio han existido en múltiples materiales y formas, algunos de estos soportes fueron muy exitosos técnica y comercialmente, otros fueron usados durante breves periodos por su poco éxito comercial, además de que presentaron problemas técnicos. A los soportes magnéticos de audio los podemos clasificar en cuatro tipos. Hilo de Acero, Cintas de carrete abierto, Cartuchos y Casetes.

4.2 Hilo de Acero

4.2.1 Qué es el Hilo de Acero

El hilo de acero es el primer soporte magnético de información de la historia y constituye el antecedente de todos los soportes de información magnéticos que conocemos actualmente. En el hilo de acero se grabó sonido mediante bobinas y micrófonos que producían variaciones de campos eléctricos y magnéticos, que al aplicarse sobre materiales magnetizables se creaban registros que se podían convertir nuevamente en sonido, en este caso se usó como soporte alambre de acero de un grosor similar a una cuerda de piano, el cual se enrollaba sobre carretes para su almacenamiento.

Puede ser que Poulsen leyera el artículo de un científico norteamericano llamado Oberlin Smith publicado en 1888 en la revista Mundo Eléctrico. En su artículo Smith discutía la posibilidad de hacer grabaciones de sonido usando medios magnéticos y sugirió como soportes para estas grabaciones algodón o seda tratados con polvo de acero suspendido, Smith también consideró el hilo de acero pero nunca construyó una máquina ni probó en la práctica su teoría. [14]

4.2.2 Usos del Hilo de Acero

4.2.2.1 Grabadores de Alambre de Acero Europeos en la Década de 1920

Aunque el telegráfico no fue comercialmente exitoso, demostró que se podía grabar exitosamente sobre un alambre de acero, lo cual se podía usar como máquina de dictado en oficinas o como grabadora de mensajes en los teléfonos. En la década de 1920 muchas compañías europeas trataron de comercializar un grabador de alambre de acero mejorado, para usarse como máquina de dictado o grabadora de mensajes telefónicos. Estos grabadores mejorados capturaban las débiles señales y las amplificaban usando amplificadores electrónicos de válvulas de vacío que estuvieron disponibles después de la primera guerra mundial. Ejemplos de estas máquinas son el “textophono” y el “Dailygraph” Figura 4-3.[15]

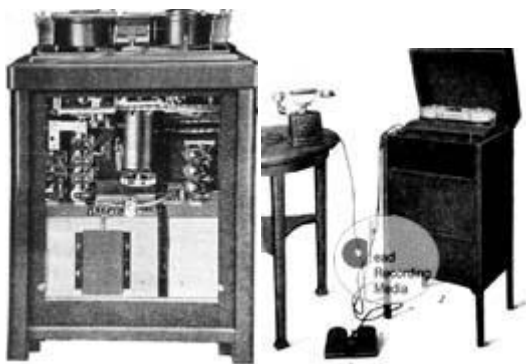


Figura 4-3 Grabadores de alambre de acero Textophono y Dailygraph

4.2.2.2 Grabadores de Alambre de Acero en la Década de 1940

Los grabadores de alambre de acero fueron desarrollados en el periodo comprendido entre 1900 y finales de la década de 1940, pero fueron producidos en pequeñas cantidades. Por ejemplo, los japoneses fueron aliados de los alemanes en la segunda guerra mundial y aparentemente tuvieron acceso a la tecnología alemana, además de contar con físicos e ingenieros eléctricos. Los japoneses diseñaron una versión actualizada del telegráfico que al parecer se usó con propósitos militares.

El "Anritsu" es un ejemplo de los grabadores de alambre de acero hechos en Japón en la segunda guerra mundial. En 1939 antes de que E.U.A. entrara a la segunda guerra mundial, en Chicago el estudiante de ingeniería Marvin Camras desarrolló una versión mejorada del telegráfico. Probablemente con el conocimiento de la existencia de los grabadores de alambre europeos y los magnetófonos grabadores de cinta. El invento de Camras consistió en una versión simple y de bajo costo de la máquina hecha para propósitos militares, para ser usada en estudios o para dictado.

En 1940 Camras obtuvo un puesto como investigador en el Armour Research Foundation, un laboratorio de investigación industrial operado por el Armour Institute of Technology que más tarde fue renombrado Illinois Institute of Technology. Camras y muchos otros investigadores mejoraron el diseño de su grabador de alambre y patentaron muchas de sus características clave.

Durante la segunda guerra mundial Armour Research Foundation recibió un contrato de la marina de los estados unidos para desarrollar un grabador de sonido portátil. El grabador original fue modificado haciéndolo más robusto. Entre 1942 y el fin de la guerra Armour y el fabricante autorizado General Electric habían hecho unos cuantos miles de esos grabadores, los cuales fueron usados para muchos propósitos ajenos a la guerra. Entre ellos podemos destacar su uso como grabador portátil para los periodistas.

Un segundo inventor fue Semi J Begun, quien inmigró de Alemania a Estados Unidos en la década de 1930. También trabajó con grabaciones magnéticas. La experiencia de Begun incluía el diseño de un grabador de cinta de acero para la compañía C. Lorenz la cual usó este grabador en estaciones de radio en Europa. Fue contratado por Brush Development Company of Cleveland Ohio, un laboratorio de investigación privado. Allí diseñó una serie de grabadores magnéticos de alambre, cinta y discos para varios propósitos incluyendo sonido analógico y datos. [15]

4.2.2.3 Grabadores de Alambre de Acero Posteriores a la Segunda Guerra Mundial

A principios de 1945 Armour Research Foundation cambio su producción con propósitos militares a la venta de licencias. Esta fundación autorizó la fabricación de sus grabadores reproductores a más de una docena de compañías norteamericanas y europeas y presentó un modelo de consumo más económico, el cual adoptaron muchos licenciatarios. El hecho de que Armour recibiera más fondos para investigación de los que esperaba hizo que permaneciera a la vanguardia de la industria. La mayoría de los fabricantes de la época adoptaron los estándares de Armour. Por ejemplo, la velocidad a la que se desplazaba el alambre, los carretes para éste y el alambre en sí mismo. En 1946 Brush Recorders también comercializó grabadores de alambre Figura 4-4, pero con pocas excepciones no tuvo interés o no fue capaz de vender licencias de sus diseños. Los abogados de Brush y Armour tenían planeado trabajar en un acuerdo para una licencia en conjunto, pero concluyeron que ninguna de las dos compañías se beneficiaría mucho de esto.

A finales de 1940 e inicios de 1950 Armour vendió docenas de licencias, la mayoría en E.U.A pero también del Reino Unido, Francia, Alemania, Suecia y otros países.[15]



Figura 4-4 Grabador de alambre de acero 1945 marca Brush modelo BK-403

4.2.2.4 La competencia entre los Grabadores de Alambre de Acero y los Grabadores de Cinta Magnética.

En 1946 los grabadores de cinta magnética eran bien conocidos en las comunidades de ingenieros de audio a nivel mundial, pero era poco su uso. Entre 1948 y 1950 los estudios de grabación de alta calidad entraron a escena y comenzaron a desplazar la “transcripción” de discos para muchas aplicaciones.

Sin embargo los reproductores de alambre nunca fueron tomados en serio por los estudios de grabación de alta calidad, aunque algunos ingenieros trataron de convencer al mundo de lo contrario. Varios ex trabajadores del Armour Research Foundation formaron la compañía Magnecord Corporation en 1946. Su primer producto fue el grabador de alambre de acero Magnecorder modelo SD-1 Figura 4-5, un aparato de alta fidelidad pensado para usarse en los estudios de grabación. Aunque el SD-1 era capaz de hacer grabaciones de alta fidelidad, en el momento que esto fue demostrado los grabadores de cinta magnética tenían ventaja en este sector. Mientras que el SD-1 fracasó, la compañía Magnecord llegó a ser líder en la manufactura de cintas magnéticas.

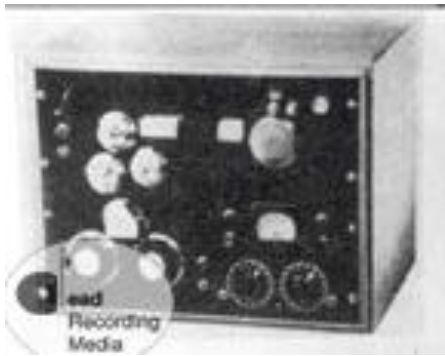


Figura 4-5 Grabador de alambre de acero marca Magnecord modelo SD-1

El pico de la breve vida comercial de los grabadores de alambre se dio entre 1948 y 1949. En los Estados Unidos se comercializaron grabadores de alambre basados en la marca Armour y comercializados bajo marcas como Webster Chicago o Webcor, Silverstone, Air King, Wirecorder, Crescent, Miles Reproducer, Pentron, Bendix Radio, C. G Conn, RCA, GE y Electronic Sound Engineering Co. La novedad de la tecnología y la habilidad para grabar sonido en casa alentaron el interés en estos dispositivos. Webster Chicago Corporation incursionó en un importante nicho del mercado con su línea de máquinas de dictado basadas en grabadores de alambre. Ya pesar de que carecían de algunas características que tenían los dictáfonos de Thomas Alva Edison, los grabadores de alambre costaban menos de la mitad de lo que costaba un producto Edison. [15]



Figura 4-6 Grabador de alambre de acero Webster modelo 80

4.2.2.5 El fin de los Grabadores de Alambre

Los grabadores de alambre nunca se aproximaron a las ventas de otros aparatos electrónicos como los radios y las televisiones y fueron cayendo antes de 1954. Entre 1954 y 1955 los equipos de alta fidelidad llegaron a ser muy populares en la temporada de ventas. En ese periodo las grabadoras de cinta magnética también fueron parte del fenómeno “hi-fi”, mientras que los grabadores de alambre de acero pasaron desapercibidos. De esta manera los grabadores de alambre desaparecieron del mercado. [15]

4.2.2.6 *Tamaños de Carrete de Hilo de Acero y Formatos*

Hasta 1946 los tamaños de los carretes de hilo de acero no estaban estandarizados y se manejaban diversos tamaños en compañías como Armour, Pierce y GE. Pero el tamaño más popular durante esta época era el carrete de la marca Armour con un diámetro de $3\frac{3}{4}$ en pulgadas y un espesor de $1\frac{1}{4}$ de pulgada.

Cuando la compañía Armour otorgó licencias a compañías como Webster, Silverstone y otras se adoptó un tamaño de carrete más pequeño, el cual definió un nuevo estándar industrial con un diámetro de $2\frac{3}{4}$ de pulgada y un espesor de $\frac{3}{4}$ de pulgada Figura 4-7. Cada carrete podía contener 7200 pies de alambre, y si se reproducía a una velocidad de 24 pulgadas por segundo (ips) este carrete podía contener una hora de grabación. La velocidad a la que se reproducían los carretes anteriores de la marca Armour era de 48ips. [14]



Figura 4-7 Se muestran dos bobinas de alambre de acero, la del lado izquierdo tiene un diámetro de $3\frac{3}{4}$ en pulgadas y las de la derecha un diámetro de $2\frac{3}{4}$ en pulgadas.

4.2.3 Problemas de Conservación

Los carretes de hilo de acero Armour presentan problemas de oxidación, pues a diferencia de los hilos de la marca Webster no estaban hechos de acero inoxidable.

El óxido ligero puede ser removido con una almohadilla, ligeramente humedecida en WD-40.

Otro problema es la creación de nudos. Después de usar un carrete el hilo de acero se debe enredar fuertemente en el carrete, al presionar sobre la bobina de hilo de acero se debe sentir muy firme y no blando. Si se usa el carrete en estas condiciones se harán nudos y se romperá.

Se deben almacenar fuera del alcance de campos magnéticos y en condiciones controladas de humedad.[14]

4.3 Cinta Magnética

4.3.1 Qué es una Cinta Magnética

Una cinta magnética está conformada por un material base o sustrato, un material magnético y un aglutinante. El material base es el medio físico mediante el cual se transporta el recubrimiento, debe ser un material flexible que soporte la tensión aplicada por el dispositivo reproductor sin que se rompa, se alargue, se arrugue o se deforme.[12]

El recubrimiento debe ser un material magnetizable, funcionan bien para este propósito óxidos de materiales ferromagnéticos por lo general hierro o cromo, ya sea combinados entre estos o con otros elementos, para dotarlos de características que favorezcan algún aspecto en el proceso de grabación de las cintas magnéticas.[16]

El aglutinante sostiene las partículas magnéticas juntas y adheridas al soporte de la cinta. El aglutinante también tiene la función de proporcionar una superficie lisa para facilitar el transporte de la cinta a través del sistema de grabación durante los procesos de grabación y de reproducción. Sin el aglutinante, la superficie de la cinta sería muy áspera, como papel de lija.

En algunas cintas se aplica revestimiento de soporte al reverso de la capa de sustrato de la cinta. Este revestimiento reduce la fricción de la cinta, disipa la carga estática y reduce la distorsión de la cinta para proporcionar un rollo de cinta más uniforme en el carrete.[17]

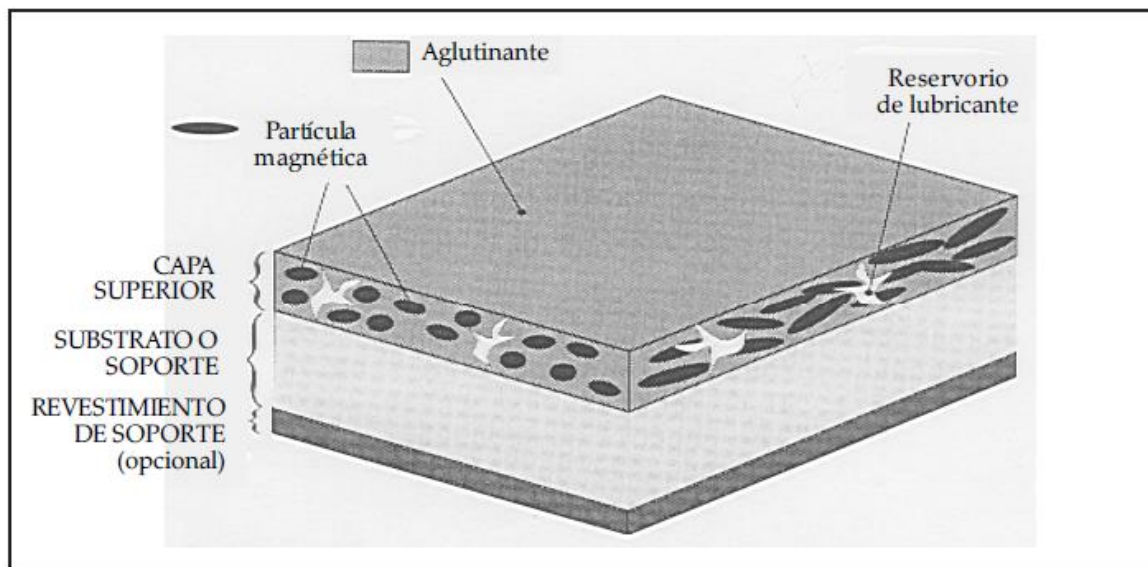


Figura 4-8 Corte transversal de una cinta magnética se muestra el aglutinante las partículas magnéticas, el soporte, el revestimiento y el lubricante que contiene la cinta.

4.3.1.1 Material Base

Las cintas primitivas se hacían de acetato de celulosa. Éste material tendía a absorber humedad y a secarse con el almacenaje, volviendo quebradizas a las cintas. Esto se logró evitar con el PVC y más adelante con el poliéster. Para hacer cintas dobles o triples se usa un poliéster tensionado, donde se ha mejorado la resistencia a la tensión.

Los requerimientos para los materiales base son:

Extensibilidad. El alargamiento de la cinta puede provocar variaciones de espaciado en la grabación.

- Acoplamiento. La tendencia a torcerse a lo ancho puede darse como resultado un contacto pobre con las cabezas, aunque se usen aprisionadores.
- Polarización. Si un lado de la cinta se alarga más que otro provoca un embobinado deficiente.
- Rotación. La tendencia de los bordes a fruncirse, puede provocar variaciones en el espaciado.[16]

4.3.1.2 Material Magnético

La superficie grabadora de la cinta está compuesta por partículas de óxido férrico, hierro puro o dióxido de cromo suspendidas en un material aglutinador (como el vinilo) que se adhiere a la base.

El óxido se produce en diminutas partículas como agujas, cada una de 0.4 por 1.04 micrones. Las mismas se dispersan a lo largo del aglutinador (en una relación 70% de óxido 30% de aglutinante) y por lo general son magnetizadas alineándolas antes de que la mezcla se endurezca, de forma que la mayoría tenga su eje principal en línea con la longitud de la cinta.

En busca de la mejor respuesta de frecuencia y la mejor relación señal ruido, se han producido varios tipos de revestimientos para cinta, cada uno con diferentes características.

a) Óxido férrico (Fe_2O_3)

Las partículas de óxido de hierro se pulverizan en forma de aguja (cerca de 0.5 micrones de largo) y se agregan en suspensión a un compuesto aditivo. Las cintas de óxido férrico tienden a tener una respuesta limitada en las altas frecuencias y una pobre relación señal a ruido.

b) Dióxido de cromo (CrO_2)

Las partículas de dióxido de cromo tienen una forma de aguja más fina que las de óxido férrico, lo que permite una mayor homogeneidad. El dióxido de cromo se distingue por su color oscuro (casi negro). Proporciona una excelente respuesta en altas frecuencias, con la habilidad de grabar longitudes de onda muy cortas (aproximadamente 10dB mejor que el óxido férrico a 10 kHz). Esto las hace particularmente adecuadas para los casetes de alta velocidad. El dióxido de cromo tiene una excelente capacidad de aceptación a las altas frecuencias, pero un alto nivel de gis el cual es un ruido de fondo similar a sonido de la letra "S". Para lograr una mejor salida, la entrada de alta frecuencia y el nivel de polarización deberán ser altos y las características de reproducción casi a 6 dB de octava.

Desafortunadamente, las cintas de dióxido de cromo tienden a producir un alto grado de desgaste de las cabezas y tienen una respuesta a las bajas frecuencias ligeramente inferior si se les compara con las de óxido férrico.

c) Revestimiento de ferrocromo ($\text{CrO}_2\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)

El ferrocromo intenta combinar las virtudes del dióxido de cromo con las altas frecuencias, con la respuesta media y baja del óxido férrico. Una delgada capa (0.04 mils) de dióxido de cromo se sobrepone a una base de óxido férrico, aproximadamente 0.21 mils de espesor. Desafortunadamente, como la capa de cromo está en el exterior, persiste el problema de un desgaste excesivo de la cabeza debido a la abrasión.

d) Revestimiento de Cobalto

Se han logrado mejoras sustanciales en la respuesta de frecuencia, relación señal ruido y rango dinámico sin la necesidad de un fijado de polarización crítico, adicionando cobalto al óxido férrico. Esto se logra introduciendo un ion de cobalto al óxido férrico, en un proceso similar a método de dopar que se usa en la manufactura de materiales semiconductores. La superficie retiene la relativa suavidad y textura del óxido férrico por lo que el desgaste de las cabezas no es excesivo.[16]

4.3.1.3 *Aglutinante*

El aglutinante es el responsable de mantener unidas las partículas magnéticas en la cinta y facilitar el transporte de ésta.

4.3.1.4 *Lubricante*

Normalmente, se añaden lubricantes al aglutinante para reducir la fricción del recubrimiento magnético de la cinta. Una fricción baja facilita el transporte a través del grabador y reduce el desgaste de la cinta.

La superficie de una cinta magnética es bastante porosa. En algunas cintas, se agrega un lubricante líquido al aglutinante, el cual permanece en estos poros de manera similar a como el agua es absorbida por una esponja húmeda. Cuando la cinta pasa por un cabezal o una guía de cinta, el lubricante es expulsado hacia la superficie de la cinta, proporcionando una interface deslizante entre la cinta y la clavija de la guía. Después de pasar por la guía, el exceso de lubricante en la superficie es reabsorbido por la cinta.[16]

4.3.2 *Bobina de Carrete Abierto*

4.3.2.1 *Qué es una Bobina de Carrete Abierto*

La bobina de carrete abierto es un soporte de audio en el cual una cinta magnética se almacena en una bobina o carrete y cuando es reproducida pasa de una bobina almacenadora a una bobina receptora.

El uso de Las bobinas de carrete abierto abarca desde el uso casero hasta las grabaciones profesionales.

En las grabaciones profesionales podemos incluir la producción musical y las grabaciones radiofónicas.

También se realizaban grabaciones portátiles por reporteros, periodistas o antropólogos para la documentación de canciones populares danzas rurales y cualquier otro sonido que se deseara preservar.

Además se podían hacer grabaciones caseras con propósitos recreativos o grabaciones en oficinas para la elaboración de cartas.[18]

4.3.2.2 Tamaños de Cintas y Bobinas

Dependiendo del número de pistas que se desea grabar se usa un determinado tipo de cinta. El ancho más común de las cintas de carrete abierto es de 0.25 pulgadas (6.2 mm) compatible con la mayoría de las máquinas reproductoras. En este tamaño de cinta se pueden grabar de 1 a 4 pistas, para grabar 8 pistas se usa cinta de 1 pulgada (2.54 cm) y para la grabación de 16 a 24 pistas se usa cinta de 2 pulgadas (5.08 cm).

Los tamaños más populares de bobinas para uso doméstico son 3 pulgadas (7.6 cm), 5 pulgadas (12.7 cm) y 7 pulgadas (17.7 cm). Usualmente se usan bobinas de plástico aunque también existen bobinas metálicas. En el ámbito profesional se utilizan bobinas más grandes, en los casos donde se usa cinta de $\frac{1}{4}$, las bobinas son de $10\frac{1}{2}$ pulgadas (27 cm).[16]

4.3.2.3 Formatos de Grabación en Cintas de Carrete Abierto

Existen cuatro tipos de grabaciones en cintas de carrete abierto, las cuales dependen del magnetófono y del tipo de cinta.

4.3.2.3.1 Grabación Monoaural

Se graba solo una pista sobre todo el ancho de una cinta estándar de $\frac{1}{4}$ de pulgada (6 mm). Fue el primer formato que se usó en grabaciones de radio y en la producción de discos, en inglés se les denomina grabaciones full track Figura 4-99.

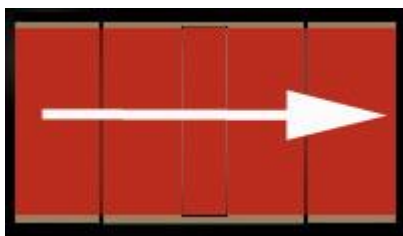


Figura 4-9 Cinta full track

4.3.2.3.2 Grabación Monoaural en dos Pistas

Se graba en formato mono una pista que ocupa media cinta y en la otra mitad en sentido contrario se puede continuar la grabación de la misma grabación (Figura 4-10).

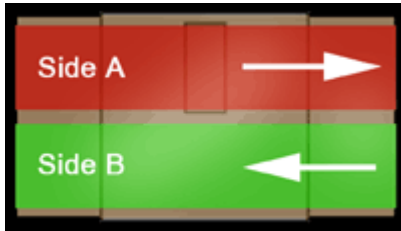


Figura 4-10 Grabación Monoaural dos pistas en una cinta

4.3.2.3.3 Grabación de Cuatro Pistas

En este caso en una cinta de $\frac{1}{4}$ de pulgada se graban 4 pistas, al reducir el ancho de la pista se aumenta la distorsión y empeora la relación señal/ruido (Figura 4-11).

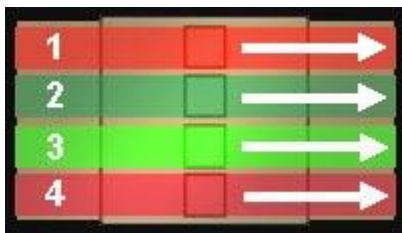


Figura 4-11 Grabación de cuatro pistas en una cinta

4.3.2.3.4 Grabaciones Estéreo

Se graban dos canales de audio en una cinta estándar de ¼ de pulgada de ancho, cada canal ocupa media cinta por esta razón se le conoce como formato media pista Figura 4-122.

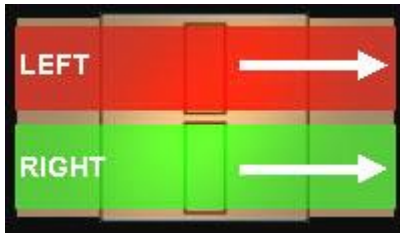


Figura 4-12 Grabación estéreo también conocida como formato media pista

4.3.2.3.5 Grabaciones Multipistas

En este tipo de grabaciones se pueden tener 4, 8, 16 o 24 pistas de audio. Las pistas se comienzan a numerar en orden ascendente desde el borde superior de la cinta, hasta el borde inferior Figura 4-13.

Dependiendo de las pistas que se desea grabar se usa un determinado tipo de cinta.

- Estándar para 4 pistas ½ pulgada (1.27 cm)
- Estándar para 8 pistas 1 pulgada (2.54 cm)
- Estándar para 16 y 24 pistas 2 pulgadas (5.08 cm)

Las grabaciones multipista se usan en gran medida para realizar montajes sonoros. Las diferentes fuentes sonoras que intervienen en la grabación se envían a un mezclador donde se realiza una pre-ecualización para ajustar los niveles de cada pista y al final tener todas las grabaciones en una sola pista ya sea en estéreo o monoaural.[14]



Figura 4-13 Grabación multipista

Longitudes de cinta y tamaños de bobina

Diámetro de la bobina		Cinta estándar		Cinta de larga duración		Cinta de doble duración		Cinta de triple duración	
cm	pulg	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies
7.6	3			65	210	90	300	135	450
10.2	4			135	450	180	600	270	900
12.7	5	180	600	270	900	360	1200	540	1800
17.5	7	360	1200	540	1800	730	2400	1080	3600
25	10	730	2400	1000	3280				

Tabla 4-1 Tamaños de cintas y bobinas más comunes [16]

Duraciones en minutos por canal para varias longitudes y velocidades de cinta

m	pies	19 cm/s 7 1/2 ips	9.5 cm/s 3 3/4 ips	4.75 cm/s 1 7/8 ips	2.4 cm/s 15/16 ips
65	210	5.5 min	11 min	22 min	45 min
135	450	11 min	22 min	45 min	90 min
270	900	22 min	45 min	90 min	180 min
360	1200	30 min	60 min	120 min	240 min
540	1800	45 min	90 min	180 min	360 min
730	2400	60 min	120 min	240 min	480 min

Tabla 4-2 Relaciones longitud, velocidad y duración de las cintas más comunes [16]

4.3.2.4 Velocidades de Grabación y Respuesta en Frecuencia

Las velocidades de arrastre de las cintas de carrete abierto tienen una relación directamente proporcional con la respuesta en frecuencia, es decir a mayor velocidad es más amplio el rango de respuesta en frecuencia.[16]

Velocidades de arrastre			
plg/s	3 3/4	7 ½	15
cm/s	9.5	19	38
Respuesta en frecuencia	30Hz-14KHz	30Hz-18KHz	30Hz-22KHz

Tabla 4-3 Velocidades de arrastre más comunes y repuesta en frecuencia asociada

4.3.3 Cartuchos

4.3.3.1 Qué es un Cartucho

El cartucho Figura 4-144 es un soporte de audio donde una cinta magnética se encuentra enrollada en bobinas y la cinta magnética se encuentra protegida por una caja, a excepción del primer formato llamado cartucho R.C.A., se distinguen por almacenar la cinta en una sola bobina en una espiral continua sin fin.

El más popular formato de los cartuchos fue el de 8 pistas y su uso principal fue en autoestéreos, aunque también fueron utilizados para transmitir anuncios comerciales en radio, en reproductores personales y con menor éxito en reproductores caseros. [19]

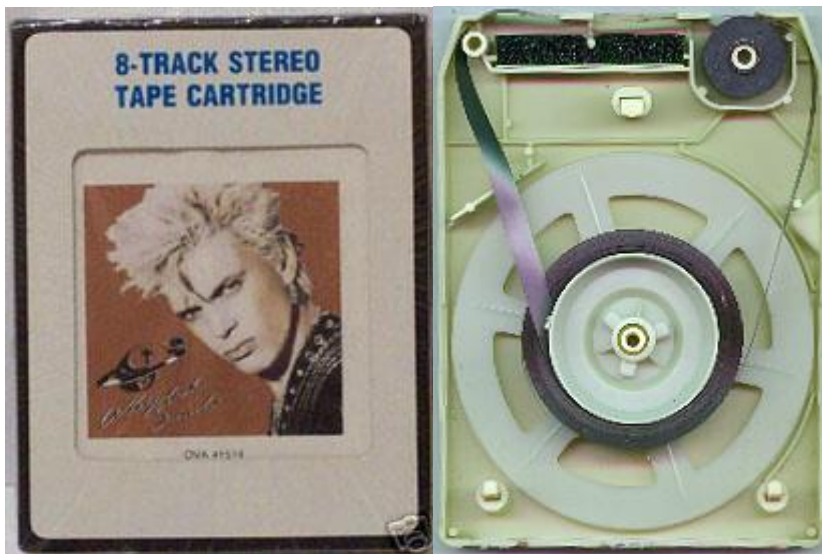


Figura 4-14 Cartucho de ocho pistas se muestra el exterior y el interior del cartucho

4.3.3.2 Cartucho RCA

A finales de los 50's RCA fue la primera compañía en fabricar algo llamado cartucho, un predecesor del formato casete Figura 4-155.

El cartucho RCA medía 7 por 5 pulgadas. Las velocidades a las que se podían desplazar la cinta eran 3.75 ips o 1 7/8 ips para duraciones de 30 o 60 minutos. La cinta tenía 5 aberturas a lo largo de las orillas, dos para el cabrestante y tres para las cabezas, las cabezas podían ser orientadas en forma diferente dependiendo del tipo de grabador. En algunas máquinas las pistas podían ser elegidas con un selector etiquetado como A o B y si una grabación era estéreo al elegir el lado A se reproducían las pistas 1 y 3 y el lado B ocupaba las pistas 2 y 4. En esencia esta era una máquina de 4 pistas con todas las pistas reproduciéndose en la misma dirección. La cinta era configurada de modo que era posible grabar en cada lado de la cinta 2 pistas en cada dirección. Los primeros reproductores no tenían avance rápido de la cinta. Para esto se requería darle vuelta a la cinta y rebobinar. El cartucho tenía una muesca en la parte trasera de estuche, el cual sostenía a un resorte que actuaba como freno. Cuando el cartucho no estaba en el reproductor, el freno sujetaba la cinta evitando que se desenrollara del carrete. Esta característica era única del formato RCA. Otra importante característica de este diseño fue el uso de carretes sin pestañas para enrollar la cinta, donde los lados del estuche servían para mantener la cinta alineada.

A pesar de ser un formato para el uso casero, las máquinas de cartucho RCA no eran muy populares debido a que eran muy caras para el consumidor promedio y además tenían integradas las bocinas, lo cual no era del interés de audiófilos. [19]



Figura 4-15 Cartucho RCA

4.3.3.3 *Cartucho CBS*

Durante esta época CBS experimentó con sus propios formatos de cartucho, por ejemplo un carrete auto enrollable con una reducida cinta de 0.15 pulgadas que corría lentamente a una velocidad de 17/8 ips. Éste grababa tres pistas en estéreo. Una vez que la cinta estaba dentro del cartucho se enredaba automáticamente sobre un segundo carrete que estaba fijo permanentemente dentro del reproductor. Éste cartucho Figura 4-16 Cartucho CBS también falló debido a que era demasiado caro y no se presentó en forma efectiva. [19]

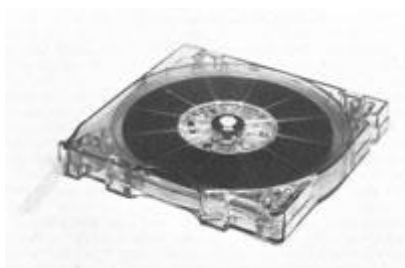


Figura 4-16 Cartucho CBS

4.3.3.4 *Tapette*

A inicios de la década de 1950 Bernard Cousino desarrolló un cartucho con cinta en un lazo sin fin con el propósito de ser usado en anuncios comerciales llamado Tapette.

La primera vez que se usó un Tapette Figura 4-17 Imagen de un cartucho Tapette fue en 1952 en el anuncio de una compañía de leche reproduciendo mensajes dentro de la cabeza de una vaca. Cousino creó el Echomatic, un sistema de cinta totalmente cerrado y dio licencia para fabricar cartuchos a Orrtronic Corporation, quien promovió el cartucho con el nombre de "Tapette". De inicio fueron cintas para grabar voz y no estaban fabricadas para la reproducción de sonido de alta fidelidad. Posterior al Tapette, Cousino desarrolló un cartucho de 8 pistas para alta fidelidad usado a mediados de la década de 1960 y aunque tuvo apoyo financiero, su formato de 8 pistas nunca tuvo éxito comercial. [19]



Figura 4-17 Imagen de un cartucho Tapette

4.3.3.5 Fidelipack

A pesar de esto, el Tapette de Cousino inspiró empresarios como Geroge Eash, Earl Muntz y William Lear. Eash rentó un espacio en el mismo edificio que Cousino en 1950 y desarrolló el cartucho Fidelipack. La industria de la radio rápidamente adoptó los fidelipacks llamándolos "carts". Se usaron para la grabación y reproducción de anuncios comerciales y jingles. Los cartuchos generalmente contenían tres pistas; canal izquierdo y derecho más una pista que contenía tonos para iniciar y parar reproductores automáticos. La cinta se grababa a una velocidad de 3.75 ips. [19]

4.3.3.6 Stereo-Pack

Un distribuidor de automóviles de California llamado Muntz tuvo la idea de usar los cartuchos fidelipack en los estéreos de automóviles, Muntz modificó los cartuchos Fidelipack añadiendo una pista de tal modo que cada cartucho podía tener dos grabaciones en estéreo. A estos los llamo Stereo-Pak. La duración total del cartucho era de 40 minutos. El cartucho se dividía en dos secciones de 20 minutos. En la cinta que era un espiral sin fin se marcaba la separación de cada grabación con una lámina, el mecanismo de reproducción detectaba el final de la grabación y hacía el cambio de las cabezas a los canales adyacentes. Los reproductores de Muntz fueron los primeros en ofrecer un verdadero sonido estéreo para los automóviles, pero su éxito fue efímero debido al cartucho de 8 pistas de William Lear. [19]

4.3.3.7 Cartucho de 8 Pistas

William Lear el inventor del Lear Jet, fue distribuidor del sistema de Muntz y en 1963 lo instaló en sus jets. Del mismo modo que los cartuchos Fidelipack, los cartuchos Stereo-Pak eran propensos a atascarse debido a su complejo diseño, por lo cual Lear se dio a la tarea de rediseñarlos, duplicó el número de pistas de 4 a 8 en la misma cinta y a la misma velocidad de grabación 3.75 ips. El Stereo-Pack requería un agujero en el estuche de modo que facilitara la inserción un rodillo que hacía presión sobre la cinta para su desplazamiento. El estuche del 8 pistas incorporaba este rodillo dentro del cartucho, así se reducía el número de partes móviles.

El estuche era más robusto con dimensiones de 5.25 por 4 pulgadas y un grosor ligeramente menor a 1 pulgada. Como se muestra en el diagrama, el cabrestante en el reproductor presiona

contra el rodillo transportando la cinta a lo largo de la cabeza del reproductor. La bobina solenoide roza ligeramente la superficie de la cinta hasta que detecta la lámina de empalme y se dispara el mecanismo que mueve las cabezas a las siguientes pistas. Al duplicar el número de pistas, la duración de la grabación se duplicaba a 80 minutos. Sin embargo la fidelidad decrecía debido a que se tenía la mitad de la superficie de grabación.

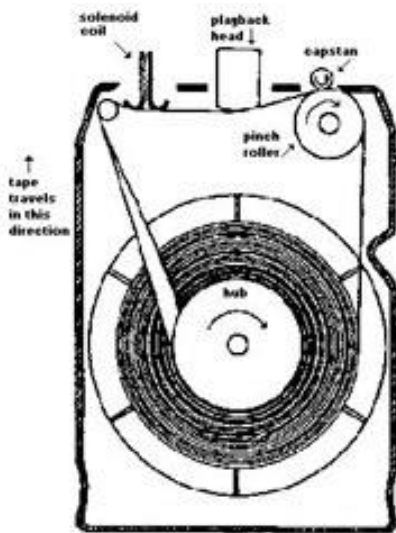


Figura 4-18 Cartucho de ocho pistas

Lear fue fundador de la corporación Motorola, la cual suministraba estéreos a Ford Motor Company. Aprovechando esta relación convenció a los directivos de la Ford de ofrecer la opción de un estero con reproductor de cartuchos de 8 pistas en sus automóviles de 1966 Figura 4-198. Este fue un éxito de venta con 65,000 unidades en ese año. Las compañías General Motors y Chrysler, ofrecieron este tipo de reproductores en sus autos al siguiente año. A finales de 1967 había en uso un aproximado de 2.4 millones de reproductores de cartuchos de 8 pistas. Estos cartuchos tenían algunos inconvenientes en común con los cartuchos de 4 pistas, no era posible avanzar rápido la cinta o rebobinarla a puntos específicos de la cinta, eventualmente las cabezas móviles se desalineaban ocasionando que se escucharan pistas adyacentes a la que se estaba reproduciendo, además de que la calidad de cinta usada por Lear era inferior.



Figura 4-198 Imagen de un reproductor de cartuchos de ocho pistas instalado en un automóvil

Desde que la Corporación Ampex había sido financiada por la compañía Learjet su cinta era la elegida para la fabricación de los cartuchos de 8 pistas. La cinta de Ampex era inferior a la producida por la compañía alemana BASF. Debido al éxito de los estéreos con reproductor de 8 pistas en los automóviles, los fabricantes comenzaron a ofrecer reproductores para cartuchos de 8 pistas, para el hogar o portátiles e incluso se ofrecieron grabadores para cartuchos de 8 pistas los cuales no fueron exitosos. El cartucho era aceptable para la reproducción de música grabada, pero su diseño estaba sujeto a problemas mecánicos además de la carencia de las ventajas que tenían los reproductores de cinta convencional, avance, retroceso, avance rápido, fácil borrado y la posibilidad de editar lo grabado, esto impedía su uso en grabaciones caseras. El cartucho de 8 pistas fue muy popular hasta mediados de la década de 1970 cuando su popularidad cayó debido a la aceptación del casete compacto.[19]

4.3.3.8 Playtape

Otro cartucho que se usó en la década de 1960 fue el Playtape Figura 4-20 presentado en el mercado en 1966 por Frank Stanton. Al igual que el cartucho de 4 y de 8 pistas, el Playtape almacenaba la cinta en un espiral sin fin, pero solo almacenaba dos pistas. Stanton no desarrolló el formato para su uso en autoestéreos, sino como sustituto de los radios portátiles de transi stores.

Los playtapes eran producidos para ser usados en reproductores portátiles comercializados por Sears y MGM. Sears ofrecía el modelo más económico en \$19.95 dólares y MGM el modelo sofisticado con controles de tono y una mejor bocina por \$29.95 dólares, los cartuchos se ofrecían en 5 diferentes longitudes y colores.

- Rojo Equivalente a un sencillo de 45 rpm.
- Negro Equivalente a 4 canciones.
- Azul Música infantil.
- Blanco Un álbum completo.
- Gris Grabaciones de voz o educativas.



Figura 4-20 Imagen de un cartucho Playtape

El playtape se comercializó exitosamente a finales de 1960 debido a que adquirió los derechos de distribución de los artistas más populares de la época, incluyendo the Beatles, the Animals, Frank Sinatra, Nat “King” Cole, y todo el catálogo de la compañía discográfica Motown. A pesar del éxito de ventas los cartuchos eran de baja fidelidad, no eran regrabables y solo se podían reproducir en reproductores portátiles de bajo costo. Cada cartucho podía reproducir dos pistas monoaurales o una pista en estéreo. En su construcción eran similares a los cartuchos de 8 pistas y también incorporaban un rodillo que presionaba la cinta, pero el estuche era mucho más pequeño, 3 pulgadas por 2 7/8 y un grosor de 9/16 de pulgada.

Una vez que los cartuchos de 8 y 4 pistas pasaron de los autoestéreos a los sistemas de reproducción personal, desplazaron al Playtape. Figura 4-21 Esto fue debido a que estos formatos ofrecían reproductores de alta fidelidad, además de que se podían usar en autoestéreos. Los concesionarios de Volkswagen ofrecieron la opción de un autoestéreo con reproductor para Playtape en 1968, lo cual no tuvo éxito. Después de 1971 el formato Playtape desapareció del mercado.[19]



Figura 4-21 En esta imagen se hace una comparación de los tamaños del cartucho de ocho tracks que se muestra a la izquierda y el playtape a la derecha.

4.3.4 Casetes

4.3.4.1 *Qué es un Casete*

El casete es un soporte de audio en el cual una cinta magnética corre entre dos bobinas que están permanentemente fijas en una caja de plástico Figura 4-22.

Los casetes fueron introducidos en la década de los 70's y reemplazaron a las grabaciones caseras en la década de los 80's, en la mayoría de los casetes se grababan 4 pistas para conseguir 2 grabaciones estéreo una en un sentido y la otra en el sentido inverso de la cinta. El espesor del material magnético es de 3.75 micras y el grosor de la cinta es de 6 micras.

El ancho estándar de la cinta de casete es de 1/8 de pulgada, la velocidad de arrastre era de 1- 7/8 pulgada sobre segundo y con duraciones de grabación de 30 min, 45min, 90min y 120min dependiendo de la longitud y el grosor de la cinta.

El casete compacto fue el soporte magnético de audio más exitoso de la historia, fue utilizado para almacenar música y voz y su principal ventaja fue su portabilidad. Existió otro formato llamado Elcasete el cual fue un formato de alta fidelidad, aunque este no tuvo el éxito que logro el casete compacto.

Los casetes realmente despegaron en popularidad en 1979, año en que un nuevo reproductor totalmente radical, el Walkman de Sony fue introducido y permitió a la gente escuchar su música mientras trotaba. Las dimensiones del primer Walkman eran ligeramente menores en tamaño y peso a las de un ladrillo, lo cual es demasiado para los estándares de los reproductores de audio actuales, pero en esa época era innovador. [19]



Figura 4-22 Imagen de un casete compacto

4.3.4.2 Casete Compacto

El casete fue desarrollado en 1961 por la compañía holandesa Philips. Éste combinaba las características del playtape de RCA y el cartucho de CBS. Al igual que el diseño de RCA la cinta se enrollaba en carretes sin pestañas. El casete compacto también usaba cinta de 0.15 pulgadas a una velocidad de 1 7/8 ips la misma que usaba el formato de CBS. Las dimensiones del estuche eran muy pequeñas, 4 pulgadas por 2.5 por 11/32 de grosor. Los ingenieros de Philips tuvieron en cuenta cinco consideraciones cuando diseñaron el casete compacto.

- 1.- Las menores dimensiones posibles para una duración de 30 minutos por lado.
- 2.- Construcción simple y robusta.
- 3.- Confiabilidad.
- 4.- Máxima protección a la cinta.
- 5.- Bajo consumo de energía durante la reproducción y el rebobinado.

Inicialmente Philips no diseñó el casete compacto para audio estéreo de alta fidelidad. En Estados Unidos se comercializó mediante la marca Norelco. Dos factores limitaban la capacidad de respuesta en frecuencia, la velocidad a la que se desplazaba la cinta y lo delgada que era ésta. A finales de 1960 Dupont desarrolló un recubrimiento de dióxido de cromo el cual incrementaba la respuesta en frecuencia, esta cinta podía reproducir frecuencias en un rango entre 15 y 20 kHz. Las compañías Memorex, BASF, y SONY pagaron derechos para usar esta tecnología de Dupont.

Con la mejora de recubrimientos para cintas, gradualmente los fabricantes produjeron cintas más delgadas para aumentar el tiempo de reproducción de las cintas.

Durante el mismo periodo, a finales de la década de 1960 e inicios de la década de 1970, se desarrollaron los sistemas de reducción de ruido “compander” (compressor/expander) para incrementar la proporción señal a ruido de los casetes compactos. El sistema de reducción de ruido Dolby B incrementaba las altas frecuencias 10 dB durante el proceso de grabación y las atenuaba 10 dB en la reproducción, de modo que se incrementaba la proporción señal a ruido 10dB en forma efectiva. Posteriormente el sistema Dolby C incrementaba la señal 20 dB y Dolby SR lo hacía en 24 dB. En la década de 1980 hubo un tercer tipo de cinta para casete. La llamada cinta de metal usó un recubrimiento mejor que el óxido de hierro (FeO_3) o que el dióxido de cromo (CrO_2) que se usaban hasta entonces. La base de polietileno, teraphthalate (Mylar) se recubría con dos formulaciones. Con partículas de acero y una delgada capa de cobalto evaporado, metal que proveía una gran respuesta a altas frecuencia. Debido a los avances en la tecnología de las cintas magnéticas, a finales de la década de 1970 el casete compacto reemplazó al cartucho de 8 pistas como el formato preferido para música pregrabada, e incluso a mediados de la década de 1980 sus ventas fueron superiores a las de los discos de vinil. [19]

El disco compacto se presentó en 1982. Para 1988 las ventas de este eran superiores a las de los LP y solo le tomó dos años ser más popular que los casetes, debido a que era un formato digital de alta fidelidad y de acceso aleatorio. En 1987 los casetes mantenían el 63% del mercado de la música grabada pero para el año 2001 solo mantenían el 5%. Irónicamente el casete compacto mantuvo su popularidad en el uso para el cual fue creado originalmente; las grabaciones de voz. Los casetes podían almacenar más audio que los discos compactos (90 o 120 minutos contra los 74 de un disco compacto), debido a esto eran más usados en audiolibros.

La amplia aceptación del disco compacto disminuyó pero no eliminó la presencia de las cintas magnéticas. El casete compacto sobrevivió un tiempo como formato preferido para los audio libros, conservando hasta el 90% de las ventas de audiolibros.

En el año 2008 la Editorial Hachette en Nueva York Estados Unidos, llevo a cabo un “homenaje” a los casetes. Debido a que en ese año publicaron su último audio libro en formato casete por su baja demanda.

La mayor venta de casetes fue en el año 1994 con una venta de 18 millones de unidades. Las ventas cayeron a 480 mil unidades en 1997.

A principios de 2013 Sony decidió suspender la fabricación de los últimos modelos de grabadoras de casete, por lo que pasarán a ser piezas de colección. La empresa ya había abandonado la producción del Walkman en 2010.

A pesar de que los casetes están en continuo desuso gracias a las tecnologías digitales, las grabadoras han superado varias crisis y han sobrevivido por encima de sistemas más modernos.[20]

4.3.4.3 Elcasete

En 1976 la corporación SONY esperaba reemplazar el casete compacto con otro diseño, similar al casete original de RCA. SONY llamó a este formato Elcasete, tomado L-cassette o “largecassette”.

Comparado con el casete compacto, Elcasete usaba una cinta del doble de ancho y una mayor velocidad para una reproducción superior. Además de tener dimensiones diferentes, pues era más grande y robusto (media 5 7/8 por 4 y un grosor de 13/16 pulgadas), el mecanismo de reproducción jalaba la cinta fuera del estuche para que la cabeza hiciera un mejor seguimiento. Algunos reproductores tenían un cabestrante con rodillos de presión duales para mayor estabilidad de la cinta. El estuche se veía similar al del casete compacto excepto que exponía la cinta en la superficie del estuche en lugar de hacerlo en el fondo como en los casetes compactos.

Además tenía cubiertas izquierda y derecha para proteger la cinta cuando no estaba en la máquina y tenía un tipo de freno para prevenir que los ejes se desenrollaran.

Elcasete tenía dos canales estéreo en cada lado, al igual que un casete compacto y además dos pistas adicionales para indicar información resultando en seis pistas. Los principales compradores de reproductores para este tipo de casete eran audiofilos conocedores, quienes apreciaban la mejora en fidelidad que proveían estos casetes. Las compañías JVC, Teac, Akai, Technics y Sony, producían reproductores portátiles y caseros, pero eran demasiado caros (Entre 600 y 1000 Dólares Norteamericanos) como para competir con el establecido y económico formato casete compacto. Nunca se produjeron cintas sin música pregrabada y las máquinas fueron discontinuadas del mercado después de un par de años.

Cuando Sony retiró Elcaset del mercado, remató sus existencias a una compañía Finlandesa. Esta ofreció los productos a muy bajos precios entre 175 y 300 dólares Norteamericanos y fue un producto muy popular en Finlandia.

4.3.5 Problemas de Conservación de las Cintas Magnéticas

Los tres componentes de un soporte magnético (medio magnético, aglutinante y soporte físico) son fuentes potenciales de falla.

La información registrada en una cinta puede perderse debido a la degradación química o debido a daños físicos. Los daños físicos pueden incluir estiramiento de la cinta, rotura o cualquier otro esfuerzo físico que modifique la forma del soporte. Sin embargo, el acceso a la información de una cinta también puede perderse debido a que el formato haya quedado obsoleto y no pueda encontrarse un reproductor en el que funcione. [17]

4.3.5.1 Degradación del Aglutinante

Si el aglutinante pierde integridad, cohesión o lubricación, es posible que la cinta no pueda reproducirse. La cinta pegajosa y el residuo pegajoso son términos que se usan comúnmente para describir el fenómeno asociado al deterioro del aglutinante de la cinta magnética. Los polímeros usados como aglutinante en la elaboración de cintas magnéticas están sujetos a un proceso químico conocido como hidrólisis. En este proceso, las moléculas grandes se rompen a causa de una reacción con el agua y producen moléculas más pequeñas. Estas moléculas más pequeñas no imparten el mismo grado de integridad al sistema aglutinante como lo hacen las moléculas más grandes.

Específicamente, los enlaces, tipo poliéster, en los populares sistemas de aglutinante a base de poliéster poliuretano, son los que sufren ruptura por las moléculas de agua. El agua debe estar presente para que ocurra la reacción de hidrólisis. Además, mientras mayor sea la cantidad de

agua, mayor es la posibilidad de que las cadenas de poliéster se rompan. Habitualmente, el polímero aglutinante absorbe el agua del aire, y absorbe más agua en un ambiente de alta humedad que en uno de baja humedad. La hidrólisis del aglutinante puede conducir al fenómeno de la cinta pegajosa, caracterizado por una capa de aglutinante más blanda de lo normal, una mayor fricción, y/o residuos superficiales de cinta gomosa.

Una cinta pegajosa puede mostrar desechos pegajosos, producir obstrucciones del cabezal, dar como resultado una reproducción con traba y deslizamiento de la cinta sobre el cabezal, y en casos extremos, puede llegar a atorar y detener el transporte de cinta. Los desechos de aglutinante de cinta, resultantes de su deterioro, producen obstrucciones del cabezal. El síndrome de la cinta pegajosa da como resultado chillidos en las señales de audio, que ocurren cuando la cinta se pega y despega con mucha rapidez del cabezal del reproductor.

El procedimiento conocido como “respaldo de cinta” puede mejorar, temporalmente, la integridad del aglutinante, permitiendo el uso de cintas pegajosas y la recuperación de datos. El respaldo consiste en el tratar una cinta pegajosa a una temperatura de 50°C por tres días para reafirmar suficientemente la capa aglutinante de modo que la cinta pueda usarse. El efecto del tratamiento es temporal y se recomienda que la información que se encuentra en la cinta tratada se transcriba en una o dos semanas. El respaldo de cinta no debería considerarse una solución universal para el tratamiento de cintas pegajosas. Este procedimiento fue desarrollado para un tipo específico de fenómeno de degradación en tipos específicos de cinta, hidrólisis de cintas de audio de carrete a carrete y cintas de computadoras. Para otras formas de degradación en otros tipos de cintas, el respaldo de cinta puede causar realmente más daño. [17]

4.3.5.2 Pérdida de Lubricante

Con el tiempo, el nivel del lubricante en la cinta disminuye. Los lubricantes se consumen parcialmente cada vez que la cinta se usa. Esto es parte de su función como lubricante. Se consumen y gastan como sacrificio para proteger la cinta. Parte del lubricante pasa de la cinta hacia las clavijas de la guía y los cabezales del grabador cada vez que se reproduce la cinta. Los niveles de lubricante decrecen con el tiempo, incluso en cintas archivadas que no se usan, como resultado de la evaporación y la degradación. Los lubricantes usados en algunas cintas son líquidos aceitosos volátiles que se evaporan lentamente con el tiempo. Algunos lubricantes son también objeto de degradación por hidrólisis y oxidación, exactamente igual que el polímero aglutinante, y van perdiendo sus propiedades esenciales de lubricación. La información almacenada en las cintas magnéticas severamente degradadas puede recuperarse, en casos específicos, después de la relubricación de las cintas. Al reducir significativamente la fricción del recubrimiento magnético agregando un lubricante, las cintas pueden hacerse reproducibles. Antes de la relubricación, es posible que la cinta se quede atascada en el sistema de transporte debido a una alta fricción; también es posible que el recubrimiento magnético se despreque del soporte de la cinta a causa de la alta velocidad del cabezal. La relubricación debe ser realizada cuidadosamente por personas con experiencia. Si una cinta queda demasiado lubricada, el exceso del lubricante en la superficie de la cinta actúa como basura e incrementa el espaciado entre el cabezal y la cinta, lo que causa pérdidas de señal y de información. [17]

4.3.5.3 Inestabilidades de la Partícula Magnética

La partícula magnética o pigmento es la responsable del almacenamiento magnético de la información registrada.

De existir algún cambio en las propiedades magnéticas del pigmento, las señales grabadas pueden perderse irremediablemente. La remanencia magnética consiste en la habilidad del pigmento de retener un campo magnético. Se refiere a la cantidad de señal que permanece después de un proceso de grabación. La fuerza de la señal grabada de forma magnética en una cinta está directamente relacionada con la remanencia magnética del pigmento. De esta manera, una disminución en la remanencia magnética del pigmento con el tiempo puede dar como resultado la disminución de la señal de salida y una potencial pérdida de información. La coercitividad caracteriza la habilidad del pigmento de resistir la desmagnetización. Se refiere a la fuerza del campo magnético que debe aplicarse a una partícula magnética de manera de forzarla a cambiar la dirección de su campo magnético. La desmagnetización de una cinta puede ser el resultado de la aplicación externa de un campo, como, por ejemplo, el producido por un detector de metales manual en un puesto de seguridad de un aeropuerto. Una cinta magnética con una coercitividad baja es más susceptible a la desmagnetización y pérdida de señal. Los pigmentos magnéticos difieren en cuanto a su estabilidad: algunas partículas retienen sus propiedades magnéticas por más tiempo que otras. Es por ello que algunas cintas retienen información, que se almacena magnéticamente, por más tiempo que otras. Los pigmentos de óxido de hierro y aquellos de óxido de hierro modificados con cobalto son los tipos más estables entre los que se usan en cintas de video y de audio. Estos pigmentos generalmente se usan en las formulaciones de cintas de audio de menor grado.

La baja coercitividad de estos pigmentos no permite su uso en formulaciones de audio de alto grado. Los pigmentos de partículas de metal (MP) y de dióxido de cromo (CrO₂) proporcionan una salida de señal superior y permiten frecuencias de grabación mayores que los pigmentos de óxido de hierro, pero no son tan estables como éstos.

No es mucho lo que puede hacerse para evitar el deterioro magnético que es inherente a los pigmentos del tipo partícula de metal y dióxido de cromo. Sin embargo, la tasa de deterioro puede desacelerarse almacenando las cintas a temperaturas más bajas. El nivel de humedad tiene poco efecto directo en el deterioro de pigmentos magnéticos. No obstante, los subproductos del deterioro del aglutinante pueden acelerar la tasa de deterioro del pigmento, por lo que sería preferible mantener también una humedad baja para minimizar la degradación de dicho pigmento. [17]

4.3.5.4 Deformación del Substrato

El soporte de la cinta, o substrato, le da a la capa magnética el apoyo necesario para ser transportada a través del grabador. Desde principios de los años sesenta, las cintas de audio y de video han usado una película de poliéster orientada (también conocida como tereftalato de polietileno, PET, o DuPont (Mylar) como material de substrato. El poliéster ha mostrado ser estable químicamente, tanto experimentalmente como en la práctica. Las películas de poliéster son altamente resistentes a la oxidación y a la hidrólisis. En condición de archivo, el soporte de cinta de poliéster será químicamente más durable que el polímero aglutinante.

La mejor manera de reducir el grado de distorsión del soporte de la cinta es almacenar los medios magnéticos en un ambiente cuya temperatura y humedad no varíen demasiado. Cada vez que la temperatura y humedad cambian, el rollo de cinta sufre una expansión o una contracción. Estas modificaciones dimensionales pueden incrementar las presiones en el rollo de cinta, las cuales pueden llevar a una distorsión permanente del soporte de la cinta.

En los años cuarenta y cincuenta, las películas de acetato (acetato de celulosa, triacetato de celulosa) se usaban como soporte de cinta de audio. Éste es el mismo material empleado en algunas viejas películas de cine. En general, si se observa que la luz atraviesa el rollo de cinta bobinada cuando el carrete se sostiene contra luz, se trata de una cinta magnética a base de acetato.

Este substrato es objeto de hidrólisis y no es tan estable como la película de poliéster. Sin embargo, sistemas de aglutinante de vinilo, más estables, se usaban durante este período.

De tal manera, la vida de las cintas producidas durante ese lapso de tiempo pueden estar limitadas por la degradación del soporte, más que por el deterioro del aglutinante. [17]

4.3.5.5 Deterioro por el Síndrome del Vinagre

Este tipo de deterioro es causado por alta humedad y la temperatura excesiva en las cintas de acetato de celulosa. Consiste en un fenómeno químico que se llama desacetilización hidrolítica, este fenómeno se manifiesta por la distorsión de tamaño de los soportes, así como por su característico olor a vinagre común.

Una cinta con síndrome de vinagre ha aumentado su acidez original, por lo que huele a vinagre debido a que la descomposición química del acetato de celulosa generó ácido acético que se encuentra en el vinagre. Por eso es necesario estar atentos al olor a vinagre y hacer pruebas con indicadores de pH. Para hacer pruebas de acidez, es necesario adquirir indicadores de pH también conocidos como papel tornasol. Si el nivel de pH resultante es de 6 la cinta está en buen estado, pero si baja de cinco ya se considera que tiene riesgo de pérdida. Si el número es tres o menor el síndrome está muy avanzado y deben aplicarse medidas de aislamiento total.

El síndrome del vinagre es muy contagioso, por lo que las cintas que lo presenten deben aislarse y colocarse en un refrigerador a muy baja temperatura, alrededor de 5°C y las cintas no deben empacarse en plástico sellado pues es importante que “respiren”. [17] [20]

4.3.5.6 Cuidado y Manipulación

En general, se recomienda manipular las cintas con cuidado, mantenerlas limpias y aplicar el sentido común. Usar y almacenar carretes y casetes de cinta magnéticas en un ambiente limpio. Evitar la contaminación de cintas por suciedad, polvo, huellas dactilares, comida, humo y cenizas de cigarrillo y contaminantes aerotransportados. Cuidar de no dejar caer las cintas y los cartuchos. Mantener las cintas protegidas de la luz solar fuerte y evitar el contacto con agua.

No almacenar cintas sobre aparatos de calefacción, umbrales de ventanas, televisores, equipos electrónicos u otras máquinas. Cuando las cintas no estén en uso, deberían regresarse al estante de almacenamiento y almacenarse sobre su pie. No deberían estar apoyadas horizontalmente, sobre su superficie mayor (las tapas del carrete paralelas a la parte superior de la mesa) por largos períodos de tiempo, debido a que el peso de las cintas debe reposar sobre el carrete, si se coloca en posición horizontal la cinta se puede desacomodar, lo cual podría crear tensiones que la rompan o la enreden al momento de reproducir la cinta.

Las cintas magnéticas requieren efectivamente ciertos cuidados y precauciones de manipulación únicos. Debido a que constituyen una forma de almacenamiento magnética, su exposición a fuertes campos magnéticos debe evitarse para prevenir pérdidas de información. Pero esto no es generalmente un problema, a no ser que los materiales necesiten ser transportados o despachados. [21]

4.3.5.7 Acceso Frecuente

Las cintas que se emplean con frecuencia pueden tener una esperanza de vida reducida debido al desgaste por el uso. Mientras más se manipule una cinta o casete, más se contamina con huellas digitales y suciedad. Estos materiales también se exponen a cambios de temperatura y humedad ambiental que los pueden afectar cuando son removidos de los lugares donde normalmente se almacenan.

4.3.5.8 El transporte de la Cinta Magnética

Se debe tener cuidado para asegurar que las colecciones de cintas no se dañen cuando se transporten. Cuando un medio magnético se transporta, la temperatura no debería exceder los 43°C. En la medida de lo posible, las colecciones deberían transportarse en primavera u otoño cuando las temperaturas en exteriores son moderadas. Los carretes de cintas adecuadamente bobinados pueden sobrevivir a grandes variaciones de temperatura y humedad sin sufrir un daño permanente, en mayor grado que lo que resiste el bobinado defectuoso. Las cintas y los casetes deberían embalarse con la misma orientación en que se almacenan “sobre su pie”, con el peso del rollo de cinta sostenido por el núcleo del carrete. Las cintas que se embalan en una posición

horizontal son particularmente propensas a dañarse al caer o sufrir otras formas de impactos. Esto es especialmente cierto para las cintas que experimentan grandes cambios de temperatura durante su transporte o aquéllas que no han sido adecuadamente bobinadas. Los medios deberían protegerse de daños debidos a impactos empaquetándolos en materiales que amortigüen los golpes (embalajes especiales, plástico o polietileno de burbujas), utilizando etiquetas especiales y transportándolos en vehículos adecuados. El envoltorio que absorbe los impactos a menudo ofrece la ventaja adicional de proporcionar un aislamiento que ayuda a proteger el medio de las grandes variaciones de temperatura y humedad. La exposición a fuertes campos magnéticos debe evitarse también para prevenir las pérdidas de información. Se ha sabido que algunos de los detectores utilizados para revisar equipajes en aeropuertos borran parcialmente las cintas. Pasar por detectores de metales y detectores de rayos X no constituye ninguna amenaza para la información grabada. Aunque detectores de metal manuales pueden causar problemas dado que usan fuertes campos magnéticos. [17]

4.3.5.9 Temperatura y Humedad Relativa

El material base de las cintas magnéticas es altamente susceptible a la degradación, por calor y humedad. Estos factores siempre están íntimamente ligados ya que la temperatura incide en la humedad y viceversa.

La humedad relativa se mide en porcentaje. Lo máximo tolerable para un fonograma es una humedad relativa de 50% y una temperatura de 22°C. La humedad relativa alta es fatal para todos los fonogramas especialmente para las cintas magnéticas. Ataca directamente las emulsiones magnéticas, las hace solubles y genera hidrólisis, que es descomposición ácida de un soporte en presencia de humedad. La hidrólisis se traduce en deterioros como pérdida de la elasticidad y posteriormente la aparición del síndrome del vinagre. Además la humedad relativa excesiva genera las condiciones ideales para el desarrollo de microorganismos en las cintas magnéticas

El aumento de la temperatura también es gravísimo pues los soportes absorben y expulsan pequeñas partículas de agua a lo largo de su vida de modo que cuando aumenta la temperatura pierden agua y con ello volumen. Cuando se reduce la temperatura ganan agua y se expanden. Estos mecanismos de expansión y contracción hacen que la cinta se reseque o se haga “chiclosa” perdiendo su capacidad para reproducir sonido y posteriormente se rompa a nivel microscópico hasta hacerse polvo. [21]

4.3.5.10 Deterioro por Agentes Biológicos y Microbiológicos

La humedad relativa, la temperatura y la luz son factores negativos que originan la aparición de organismos microscópicos (hongos, algas y bacterias) que se alimentan de los polímeros de las cintas. Además de “comerse” los materiales, los microorganismos secretan sustancias ácidas que aceleran la hidrólisis.

Otro problema grave son los organismos superiores, como los insectos y los roedores que causan pérdidas fatales, algunos insectos como los pececillos de plata se comen las cintas o depositan sus larvas allí. Posteriormente estas larvas devoran las cintas o la estantería si ésta es de madera. Los roedores se sienten cómodos en lugares cálidos húmedos y sucios para hacer sus nidos y estos son una plaga que pueden causar graves daños a una fonoteca. [21]

4.3.5.11 Deterioro por Luz y Electroestática

La luz es un conjunto de radiaciones entre las que se encuentran el infrarrojo que es calor y el ultravioleta. La radiación ultravioleta que contiene la luz visible destruye a nivel microscópico los soportes sonoros generando ruptura de las películas sobre las que están grabados los sonidos. Por ello, es básico tapar las ventanas y todas aquellas entradas de luz así como mantener apagada la luz lo más posible y colocar filtros ultravioleta en las lámparas.

Por lo tanto se deben evitar las fuentes de luz natural o proteger las ventanas con pintura o filtros de luz ultravioleta y se deben eliminar los focos de luz incandescente.

Por otra parte la electroestática es la acumulación de cargas eléctricas en cintas. El fenómeno se da porque los muebles en donde están guardados los fonogramas atraen campos magnéticos y estos alteran las señales eléctricas guardadas en las emulsiones magnéticas de las cintas. Es necesario contar con mobiliario eléctricamente inerte para garantizar la permanencia de los sonidos grabados.

El material recomendado para los anaqueles de metal es “acero rolado en frío”, mismo que deberá llevar un recubrimiento a base de pintura de polvo epóxico horneado, que permitirá garantizar un área de resguardo libre de electroestática.

En el caso de contar con estantería de madera, se recomienda aplicar un barniz epóxico, esmalte o bien un recubrimiento a base de poliéster. [21]

4.3.5.12 Polvo y Desechos

El polvo, las partículas de cenizas de cigarrillo y los desechos presentes en el ambiente pueden quedar atrapados dentro del rollo de cinta cuando ésta se reproduce, lo cual da como resultado pérdidas de información al escucharse la cinta posteriormente.

La pérdida de señal, generalmente, es mayor de la que podría esperarse por el tamaño de la partícula. Los cabezales de grabación y de lectura deben mantenerse en contacto muy cercano con la cinta. Una partícula de polvo en la superficie de cinta hace que el cabezal pase sobre ella y pierda contacto con la cinta. [17]

4.3.5.13 Gases Corrosivos

Se sabe que el aire contaminado causa problemas a los libros, fotografías y obras de arte. Los sulfuros, el ozono y los óxidos nitrosos aerotransportados pueden causar el deterioro acelerado de estos objetos. Los objetos de plata y las fotografías en blanco y negro se oscurecen por los sulfuros presentes en el aire, producidos por la degradación de fibras de lana, la combustión del carbón y los bioefluentes. Las cintas magnéticas no son la excepción. Ellas también son susceptibles de ser afectadas por los gases corrosivos del ambiente. Se ha sabido que la exposición a niveles muy bajos de gases corrosivos, representativos de los ambientes urbanos de oficinas, causa corrosión en las cintas de partículas de metal (MP) y en las cintas de metal evaporado (ME) sin protector. En general, estas cintas se colocan en casetes y las cubiertas de éstos han mostrado ser una armadura efectiva contra los contaminantes del ambiente. Este problema de corrosión se limita a las cintas MP y ME a base de metal y no es un factor significativo en el deterioro de las cintas de óxido (óxido de hierro, dióxido de cromo y ferrito de bario). Sí se sabe que un archivo contiene cintas magnéticas a base de MP o ME y está situado en un entorno caracterizado por altos niveles de contaminantes es posible que se requiera tomar algunas precauciones para asegurar que el nivel de cloro y sulfuros en el archivo esté suficientemente bajo. Los sistemas de aire acondicionado pueden requerir filtros especiales para remover contaminantes si el archivo está ubicado en un ambiente urbano. [17]

4.3.5.14 Condiciones de Almacenamiento

Ningún medio dura para siempre, por lo que la transcripción de la información de los medios viejos, en vías de deterioro, a medios nuevos podría ser necesaria con el tiempo; sin embargo, las condiciones de almacenamiento pueden optimizarse con la finalidad de preservar por el mayor tiempo posible el medio de la copia que se tenga en el momento.

La información almacenada en condiciones ambientales corrientes sería fácilmente accesible y reproducible. Por otro lado, la información almacenada en severas condiciones de archivo podría necesitar un período de aclimatación para que se adecúe a las condiciones del lugar en el que se reproducirá. Por eso en las recomendaciones relativas a condiciones de almacenamiento, generalmente se habla de almacenamiento de acceso y almacenamiento de archivo o de preservación. Las condiciones de almacenamiento de acceso se recomiendan para aquellos materiales que deben estar a disponibilidad de inmediato para fines de reproducción, también para aquella información que posee una vida funcional de diez años o menos. Estas condiciones se acercan a las condiciones de temperatura y humedad de la instalación de reproducción -

generalmente condiciones almacenamiento única, y adaptable a todos los entornos, recomendada para la cinta magnética en los años ochenta y comienzos de los noventa, generalmente se adecúa a la categoría del almacenamiento de acceso.

Los cambios bruscos de temperatura tampoco son deseables ya que introducen presión en el rollo de cinta. Cuando las cintas han de reproducirse en un ambiente diferente al del almacenamiento, debería permitirse que se aclimaten a la nueva temperatura.

Las condiciones de almacenamiento de archivo se recomiendan para los materiales que necesitan preservarse por el mayor tiempo posible. Se diseñan específicamente para reducir la tasa de deterioro de los medios, a través de la disminución de su contenido de temperatura y humedad. La temperatura y la humedad también se controlan estrictamente para disminuir la deformación del rollo de cinta provocada por la expansión/contracción térmica. Normalmente, mantener un archivo con la temperatura y la humedad controladas implica un costo considerable. Sin embargo, la calidad del cuidado que recibe una cinta magnética debería dimensionarse con el valor percibido de la información contenida en la misma. Si la información almacenada en la cinta es de gran valor y debe preservarse indefinidamente, ello podría justificar la adquisición y mantenimiento de la instalación de archivo recomendada. [17]

Característica clave	Almacenamiento de acceso	Almacenamiento de archivo
Función	Proporcionar un almacenamiento de medios que permita un acceso y reproducción inmediatos.	Proporcionar almacenamiento que preserve los medios por el mayor tiempo posible
¿Se requiere aclimatación antes de la reproducción?	No	Sí
Esperanza de vida de los medios	Por lo menos 10 años cuando se almacena en las condiciones de temperatura y humedad indicadas.	La máxima permitida para el tipo de medio en particular.
Valor de ajuste de la temperatura	Próxima o igual a la temperatura ambiental interna. En el rango: 60° a 74°F (15° a 23°C).	Significativamente inferior a la del ambiente interno. Tan baja como 40°F (5°C).
Valor de ajuste de la humedad	La del ambiente, o cerca de este nivel.:En el rango de: 25 a 55% HR.	Significativamente inferior a la temperatura ambiente. Tan baja como 20% de HR.
Variaciones de temperatura	La diferencia entre el valor máximo y el mínimo no debería exceder los 7°F (4°C)	La diferencia entre el valor máximo y el mínimo no debería exceder los 7°F (4°C).
Variaciones de humedad	La diferencia entre el valor máximo y el mínimo no debería exceder el 20% de HR	La diferencia entre el valor máximo y el mínimo no debería exceder el 10% de HR.

Tabla 4-4 Condiciones de almacenamiento según el uso del soporte

5 Digitalización de Soportes Analógicos

El audio digital ha alcanzado, durante los últimos años, un desarrollo tan importante que lo hace atractivo y redituable como medio de preservación de colecciones de material grabado de audio de cualquier tamaño. La integración del audio a sistemas de datos, el de estándares apropiados y amplia aceptación de los mecanismos de distribución de contenido de audio digital han reemplazado a otros medios a tal grado que para preservar los archivos sonoros existen pocas opciones distintas al almacenamiento en medios digitales. Sin embargo los procesos de convertir audio análogo a digital, transferirlo a sistemas de almacenamiento, administrarlo y mantenerlo como datos de audio, suministrar el acceso y mantener la integridad de esos datos, nos enfrenta a una nueva gama de riesgos que deben ser planeados adecuadamente para garantizar que se alcancen los beneficios de preservación digital y su archivamiento. Los errores en la planeación correcta de dichos riesgos pueden dar como resultado una pérdida significativa de datos, de calidad e incluso de contenidos de audio.

Cualquier proceso de digitalización es selectivo, el contenido del audio por si mismo suministra más información a los usuarios potenciales que el contenido en la señal y los estándares de conversión de análogo a digital fijan los límites de resolución del audio permanentemente y, a menos que prevean con rigor, sólo lo harán parcialmente.

Para llevar a cabo la digitalización existen tres lineamientos principales:

1. Estándares, principios y metadatos.
2. Obtención de señal desde los originales
3. Soportes destino

1.- Estándares Principios y Metadatos. De las tareas básicas que se efectúan para todos los archivos (adquisición, documentación, acceso y preservación) la tarea primordial es preservar la información que se desea conservar. Sin embargo, si las tareas de adquisición y documentación se llevan a cabo paralelamente con una buena planeación de la estrategia de la preservación digital y tomando en cuenta los estándares adecuados, el trabajo del suministro de acceso a ella se facilitará por el mismo proceso.

Apegarse a los estándares ampliamente usados y aceptados en la preservación del audio digital es fundamental para su preservación. Se recomienda no usar ninguna codificación perceptual (comprensión con pérdidas). Los lineamientos de la IASA recomiendan la digitalización lineal PCM (modulación por codificación de pulsos) en archivos .wav, preferentemente del tipo BWF.WAV para todo audio grabado en dos canales. Se recomienda que todo audio sea digitalizado a una frecuencia de muestreo de 48 kHz o mayor y con una profundidad de bits no menor a 24. Una vez codificado como archivo de datos, la preservación del audio se enfrenta a la manipulación normal que se hace con los datos digitales y para su administración debe asignarse un identificador persistente (IP), además de los metadatos apropiados. Los metadatos son, parte de la información descriptiva que permite al archivista identificar su contenido, la información técnica que hace

posible el reconocimiento y la reproducción del audio que conlleva, los metadatos de preservación mantienen la información de los procesos involucrados en la generación de los archivos de audio.[30]

2.- Extracción de señal desde los originales. Los archivos sonoros deben asegurar que durante el proceso de reproducción, las señales puedan recuperarse con el mismo o mejor estándar de fidelidad con que fueron grabadas. También los soportes son portadores de información; la información primaria que es el contenido sonoro e intención primaria del producto grabado y la información secundaria que es de tipo auxiliar y puede adoptar diferentes formas. Ambas informaciones, primaria y secundaria forman parte de la herencia sonora.

Para provechar completamente el potencial que ofrece el audio digital es necesario adoptar los principios antes mencionados y asegurar que la reproducción del audio original se haga con el conocimiento de todos los temas relativos a ella. Esto requiere de un conocimiento histórico de las tecnologías de audio y una actualización técnica de los avances de la tecnología de reproducción. Cuando es conveniente, los lineamientos aportan consejos acerca de la reproducción de soportes mecánicos u otros históricamente obsoletos que incluyen a los cilindros y discos mecánicamente grabados, las grabaciones en alambre de acero y los sistemas de grabación de dictado de oficina, los discos de vinilo de larga duración (LP), la cinta de grabación análoga magnética, en casete o en cinta de carrete abierto. Cada uno de ellos tiene sus pautas para seleccionar la mejor copia, limpieza, restauración del soporte equipo de reproducción, velocidad y ecualización de reproducción, corrección de errores causados por equipo de grabación mal ajustado y supresión de la contaminación que se produce en la información grabada debido al largo tiempo de almacenamiento, así como el tiempo requerido para decidir sus transferencia a digital.

3.- Formatos Destino. Los datos pueden almacenarse de muchas maneras y en varios tipos de soportes; el tipo de tecnología dependerá de las circunstancias de la institución y de su colección de audio. Los lineamientos ofrecen recomendaciones e información acerca de varios enfoques y tecnologías, incluyendo los sistemas de almacenamiento digital (DMSS) y arquitecturas de almacenamiento digital pequeñas como son las cintas de datos, los discos duros, discos ópticos que incluyen el CD, DVD regrabable y el disco magneto óptico (MO).

Ningún formato destino es una solución definitiva para la tarea de preservar el sonido digital, y no existe el desarrollo tecnológico que demuestre ser la solución final; todos son más bien una etapa del proceso en el que las instituciones se responsabilizaran del mantenimiento de los datos a través de los cambios tecnológicos, migrando los datos de su sistema actual hacia otro, de acuerdo con su valor como acervo.[30]

5.1 Estándares

Para la preservación del audio es indispensable que los formatos, resoluciones, soportes y sistemas tecnológicos se adhieran a los estándares internacionalmente aceptados en lo que se refiere a archivo, formatos y resoluciones; las versiones fuera de los estándares no representan caminos seguros para una migración a largo plazo y de formatos a futuro.

5.1.1 Frecuencia de Muestreo

La frecuencia de muestreo fija el límite máximo de la respuesta en frecuencia. Cuando se producen copias digitales a partir de material análogo, la IASA recomienda una frecuencia mínima de muestreo de 48kHz para cualquier materia. Sin embargo, ya existen frecuencias mayores de muestreo que pueden ser recomendables para ciertos tipos de contenidos. A pesar de que una mayor frecuencia de muestreo codifica audio fuera del rango de audición humana, el efecto neto del muestreo y la tecnología de conversión mejoran la calidad del audio dentro del rango ideal de audición humana. Los defectos indeseables y no intencionales, pero inherentes a la grabación, son parte también del documento de sonido, ya que estos fueron introducidos durante la manufactura de la grabación o fueron agregándose a la señal original debido a un mal manejo o aun almacenamiento ineficiente del material grabado. El historial de ambos debe preservarse con la mayor fidelidad. Para algunos tipos de ruido el usar frecuencias de muestreo mayores a 48kHz puede ser benéfico. Como frecuencias de muestreo mayores la IASA recomienda 96kHz. Para ítems de audio originales, la frecuencia de muestreo de la tecnología de almacenamiento deberá igualar a la del ítem original.

5.1.2 Profundidad de Bits

La profundidad de bits fija el rango dinámico del ítem o evento de audio digitalmente codificado. El uso de 24 bits en audio ofrece un rango dinámico que se aproxima a los límites físicos; 16 bits en audio (el estándar del CD) puede ser inadecuado para muchos tipos de materiales, especialmente en los que deban codificarse transiciones de muy alta frecuencia, como es el caso de los discos dañados. La IASA recomienda una codificación al menos 24 bits para la captura de todos los materiales análogos. Para ítems de audio digital originales, la profundidad de bits de la tecnología de almacenamiento deberá igualar a la del ítem original. Es importante cuidar que el material se haya transferido adecuadamente para obtener una grabación que aproveche todo el rango dinámico.[30]

5.1.3 Convertidores de Análogo a Digital (A/D)

En la conversión de audio análogo a una corriente digital de datos, el A/D no debe introducir ruido ni "color" dentro del audio. Es el componente más crítico en la trayectoria de la preservación digital. En la práctica, el convertidor A/D integrado dentro de la tarjeta de sonido de una computadora no cumple con las especificaciones mínimas requeridas debido a los circuitos de bajo costo empleados y al ruido eléctrico inherente en el interior de la computadora. La IASA recomienda el uso de un convertidor A/D externo que convierta el audio análogo a digital de acuerdo con las siguientes especificaciones:

5.1.3.1 Distorsión Armonica Total THD+N a 1kHz

A una entrada de 4 dBu (-20m dB a escala completa [FS]) la distorsión total armónica (THD+N) debe ser menor a -91 dB no ponderados y de -93 dB ponderados.

A una entrada de 23 dB (-1dBFS) la distorsión total armónica (THD+N) debe ser menor a -110 dB no ponderados, y de -112 dB Ponderados.

Respuesta en Frecuencia

Donde A/D-DA muestrean a 48 kHz, la respuesta en frecuencia deberá ser mejor a +/- 0.025 dB dentro del rango de 20Hz a 30 kHz.

5.1.3.2 Distorsión

THD+N, a 1kHz con nivel de 4 dBu no excederá del +/- 0.01% (-93 dB ponderados)

THD+N, a 1kHz con nivel de 4 dBu no excederá del +/- 0.005% (-112 dB ponderados)

5.1.3.3 IMD (SMPTE)

A un nivel de 4 dBu la salida IMD no excederá 0.012 por ciento.

A un nivel de 20 dBu la salida IMD no excederá 0.005 por ciento

5.1.3.4 Rango Dinámico

El convertidor deberá tener una relación señal a ruido no menor a los 117 dB

5.1.3.5 El Reloj

La exactitud del reloj deberá ser menor a +/- 50 ppm (partes por millón). La inestabilidad en tiempo (jitter) del reloj dentro de la frecuencia de trabajo deberá ser mejor a 22 ps (pico segundos).[30]

5.1.3.6 Tarjetas de sonido

La Tarjeta de sonido empleada en la computadora con el propósito de preservar el audio deberá tener una entrada digital confiable y pasar la corriente de datos sin introducir alteraciones o cambios. Ya que se recomienda el uso de un convertidor A/D externo, el propósito principal de la tarjeta de audio es el pasar solamente la corriente de datos de audio o puede usarse también para reconvertir el contenido el contenido digital al análogo solo con propósitos de monitoreo. Debe tenerse cuidado de seleccionar una tarjeta que acepte la frecuencia de muestreo y la velocidad de datos adecuada para que no introduzca ruido u otro tipo de contaminación en la corriente de datos. La IASA recomienda el uso de una tarjeta de excelente calidad que cumpla con las siguientes especificaciones:

La tarjeta de sonido pasará la señal arriba especificada sin añadir más datos de audio que los especificados en el convertidor A/D.

Ningún componente individual de ruido deberá exceder de -126 dB

La tarjeta de sonido aceptará y corregirá una entrada digital con grandes inestabilidades en tiempo de los datos (jitter de hasta 35 ns) sin producir pérdidas de datos (dropouts).

La inestabilidad en tiempo (jitter), introducida en los datos por defecto de la tarjeta, deberá ser menor a 1 ns a 48 kHz.

5.1.4 Sistemas Basados en Computadora y Software de Procesamiento

Las generaciones más recientes de computadoras tienen suficiente capacidad para manejar gran cantidad de archivos de audio. Una vez digitalizados, la integridad de tales archivos debe preservarse. El punto crítico de la preservación se encuentra en la conversión de audio análogo a digital, esto es en el convertidor A/D y la introducción de datos al sistema, ambos procesos pueden introducirse mediante una tarjeta de audio u otro puerto de inserción de datos. Sin embargo, en su procesamiento algunos sistemas truncan la longitud de la palabra digital o el ítem, dando como resultado una tasa reducida de datos o bits, mientras que otros solo pueden procesar archivos comprimidos, como es el caso del formato de archivo MP3; ninguno de ellos es aceptable. La IASA recomienda que se use un sistema profesional de audio basado en una computadora cuya longitud de procesamiento de palabra digital exceda a la del archivo a procesar (es decir mayor a 24 bits) y que no altere el formato del archivo. [30]

5.1.5 Reducción de Datos

Dentro del archivamiento de datos se ha aceptado generalmente que cuando se seleccione un formato final no se usen aquellos que emplean la reducción de datos (erróneamente denominado “compresión” de datos) basados en una codificación perceptual (codecs con pérdidas). Toda transferencia que se usa este tipo de reducción de datos significa que parte de la información primaria se perderá definitivamente. El resultado de tal reducción podrá sonar idéntica o parecida a la señal original sin compresión, al menos para la primera generación, pero el uso posterior de esa señal estará severamente restringido y su integridad como archivo estará comprometida.

5.1.6 Formatos de Archivo

Existen varios formatos de archivo de audio lineales que pueden emplearse para codificar el audio; sin embargo, entre más amplia sea la aceptación y uso de ellos, mayor es la posibilidad de aceptación del formato en el largo plazo y mayor es la probabilidad de desarrollo de herramientas profesionales para migrar el formato actual a formatos futuros cuando sea necesario. Debido a la simplicidad y ubicuidad del PCM lineal (audio intercalado), la IASA recomienda el uso de los archivos con extensiones .wav o preferentemente BWF.WAV. El formato BWF es ampliamente aceptado por los archivistas. El AIFF de Macintosh es otro tipo de formato que alguna vez fue considerado.

5.1.7 Trayectoria de Audio

La combinación de equipos de reproducción, cables de señal, mezcladores y otros equipos de procesamiento deberán cumplir con las especificaciones que igualen o superen a las que el audio digital especifique en cuanto a tasa de muestreo y profundidad de bits. El equipo de reproducción la trayectoria de audio, el formato final y los estándares deberán exceder al del soporte original.

5.2 Extracción de Señal Desde los Originales

La primera y más importante parte del proceso de digitalización es la optimización de la extracción de señal desde los soportes originales. Como principio general, los originales deben guardarse siempre para consultas futuras. Sin embargo, por dos simples y prácticas razones cualquier transferencia deberá intentar extraer una señal óptima desde el original. Primero porque el soporte puede deteriorarse y su futura reproducción no podrá tener la misma calidad o peor aún, puede que sea imposible reproducirlo; en segunda, la extracción de señal debe ser optimizada desde el primer intento, pues representa esfuerzo, mucho tiempo y dinero. [30]

5.2.1 Reproducción de Formatos Históricamente Mecánicos y Obsoletos

La obsolescencia ocurre cuando ya no existe industria que soporte la manufactura de equipos de reproducción de un formato. Los formatos obsoletos más frecuentemente encontrados en archivos son las grabaciones comerciales en discos de laca (shellac típicamente de 78rpm), grabaciones individuales y cilindros manufacturados, discos instantáneos (de laca o acetato), grabaciones en cable de acero y diversos sistemas de grabación de dictado (magnéticos o mecánicos usando discos o bandas). Trabajar con formatos históricos y obsoletos requiere de un conocimiento histórico y de las condiciones ideales, así como los parámetros que prevalecieron durante la generación de tales grabaciones. Puede ser también necesario recurrir a consultores externos para tareas especiales o preferiblemente para un entrenamiento interno.

Todos los formatos mecánicos almacenan la señal como modulación de una aguja en la superficie de un soporte y el soporte puede ser una superficie cilíndrica plana o un cable. La modulación puede ser vertical con respecto a la superficie (hill and dale), usada en Estados Unidos, los discos de transcripción de radio, cilindros, discos diamante de Edison y discos tipo Pathé. Otro tipo se encuentra frecuentemente como lateral (tipo Berliner), en el que la aguja tiene una profundidad constante, pero en lo que se refiere a la sección transversal cada compañía tuvo al principio sus propios estándares antes de su normalización. Las grabaciones estéreo inventadas al principio de los treinta usaron una combinación de ambas modulaciones. Los sistemas diseñados para reproducirlas usaron una aguja que desgastó gradualmente la superficie grabada, lo que puede identificarse visual y audiblemente por su aspereza.

5.2.2 Selección de la Mejor Copia

A la selección del material para propósitos de digitalización usualmente antecede la etapa donde todas las copias aparentemente disponibles de una grabación comercial en particular son recolectadas en un lugar; en el cual una o varias copias son seleccionadas. Al elegir las mejores copias para digitalización debe considerarse la cooperación de otras colecciones. La selección es

primeramente visual, por cuestión de tiempo y para prevenir el desgaste. Los encargados de seleccionar deben conocer los códigos e identificadores usados por las diferentes compañías de grabación, generalmente registrados en las cubiertas. Esto ayudará a descubrir materiales alternativos, es decir grabaciones no idénticas.

5.2.3 Limpieza y Restauración de Soportes

Las grabaciones que se fabricaron entre hace 40 y 100 años y que no se almacenaron adecuadamente pueden haberse dañado o sufrido un deterioro acelerado. Las combinaciones desafortunadas de temperatura y humedad, así como el material que se mantuvo en contacto con las grabaciones durante el almacenamiento (cubiertas, cajas), pueden producir cualquier cosa que va desde el agrietamiento de la superficie hasta puntos de hongos. En muchos casos, discos instantáneos sufren desde encogimiento de la capa de grabación, causando muchas grietas o pérdida parcial de la superficie.

La limpieza depende del tiempo y de los aparatos de que se dispone. La intención es remover el polvo y los depósitos de los surcos sin afectar la superficie. El efecto de la limpieza debe verificarse siempre. Algunos soportes, como los discos instantáneos pueden ser solubles en agua. En tales casos la limpieza con un trapo seco y limpio de microfibra usando movimientos circulares es preferible a no limpiarlos.

Una pieza estándar de equipo es el limpiador de grabaciones Keith-Monks, que limpia ambos lados sin intervención manual. Un proceso manual puede lograrse aplicando agua desmineralizada mezclada con un agente humectante no iónico. La aplicación deberá hacerse mediante una brocha de cerdas delgadas pero con movimientos firmes (con un ancho máximo de 30 mm y longitud de 10 mm) con movimientos circulares que es lo opuesto a movimientos radiales, protegiendo la etiqueta contra cualquier derrame de agua. Una limpieza intermedia puede lograrse usando agua corriente. El secado manual puede lograrse mediante la evaporación natural y usando un rodillo para secado haciendo movimientos circulares, o bien mediante un pedazo de tela que no desprenda pelusa.

La restauración que con más frecuencia necesita un disco grabado es devolverle su superficie plana. El siguiente procedimiento aplica aunque el disco este doblado o con forma de palto. Se requiere un horno eléctrico con termostato (es necesario un horno tipo laboratorio ya que uno domestico no es útil) a una temperatura no mayor a 55°C y dos placas cuadradas de vidrio templado, limpio y pulido, con espesor de 7 por 350mm por lado. Después de la limpieza manual y del secado del disco, este se coloca en el horno sobre uno de los vidrios precalentados y colocando el otro suspendido encima. Después de media hora se verifica si el disco se ha aplanado. Si no es así se hace una prueba de elasticidad comprobando su reblandecimiento y la experiencia nos dirá si se colocando otra placa de vidrio caliente encima del disco tendrá los resultados deseados. El emparedado se mantiene por media hora más, al cabo de la cual se retira la placa superior usando guantes de protección. Si el disco no se ha aplanado todavía, se sigue incrementando la

temperatura en intervalos de 5°C y se repite el procedimiento. Nunca se debe aplicar fuerza hasta haber reblandecido el disco suficientemente. [30]

5.3 Extracción de Señal de Discos y Cilindros

5.3.1 Equipo de Reproducción para Cilindros y Discos

El equipo menos dañino mecánicamente al estado de los soportes es el mejor. La reproducción óptica se ha convertido en un hecho posible, aunque a la fecha se percibe como muy elaborada respecto al uso de las pastillas fonográficas tradicionales. Cuando se usan estas pastillas, las dimensiones de la aguja deben ser las apropiadas para la tarea de reproducción. Disponer de una amplia gama de grosores de aguja permitiría reproducir lateralmente al surco por su parte más alta o más baja, evitando así las imperfecciones más pronunciadas al surco. Es esencial tener un juego de agujas con diferentes radios en el rango de 38 μm (1.5mil) a 102 μm (4mil), poniendo cuidado en las de 76 μm (3 mil) y 65 μm (2.6 mil) para modelos antiguos y modernos. Las grabaciones en buenas condiciones se reproducirán con gran exactitud y bajo ruido de superficie usando agujas con perfil elíptico; en cambio en las grabaciones notoriamente malas es mejor usar agujas con perfil cónico. Para los surcos con el fondo maltratado se prefiere un perfil truncado o de cualquier perfil. Las pastillas de bobina móvil para reproducción monoaural están disponibles en el mercado y producen una señal muy limpia. En el caso de los cilindros de cera, su correcta reproducción dependerá del radio correcto del perfil de la aguja esférica o birradial, o se reproducirá un desgaste aun en el caso de que la pastilla sea ligera.

Los fonógrafos de cilindro y tornamesas para propósitos de archivo deben ser dispositivos mecánicos de precisión que eviten la mínima transmisión de vibraciones espurias a la superficie de grabación y que actúen como diafragmas receptores de vibración para la pastilla. Las vibraciones son particularmente rumble (vibración mecánica del aparato reproductor), que frecuentemente tiene un componente vertical considerable. Los aparatos deberán colocarse sobre una base estable que no sea susceptible de transmitir vibraciones desde la estructura del edificio. Deberá tener una velocidad con una exactitud de al menos 0.1 % de wow y flutter (DIN 45507 ponderados) debe ser mayor a 0.01% y un rumble no ponderado mejor a 50 dB.

Todo alambrado desde la fuente y hacia los motores eléctricos debe blindarse para evitar la inyección de ruido eléctrico en el circuito de captura de sonido. El cable de conexión hacia el preamplificador debe cumplir con las especificaciones, sin importar la impedancia de carga del fonocaptor. La instalación debe cumplir con las mejores prácticas en el ámbito análogo y adoptar los mejores métodos de conexión a tierra para asegurar que ninguna interferencia se introducirá a la señal de audio. [30]

Tanto las tornamesas como los fonógrafos de cilindro deberán contar de preferencia con capacidad de reproducción a velocidad variable y a media velocidad y si es posible con un indicador visual de la velocidad para propósitos de documentación y que los suministre como una señal de datos conveniente para su inserción automática dentro de los metadatos.

5.3.2 Velocidad de Reproducción para Cilindros y Discos

La velocidad de las grabaciones mecánicamente históricas y otros formatos obsoletos pueden variar considerablemente de los estándares aceptados o de las prácticas normales por varias razones ya que dichos estándares no fueran ampliamente aceptados, o también por que los motores que operan el mecanismo no podrían referir su velocidad a un estándar externo, como por ejemplo la fuente principal de alimentación. Determinar la velocidad correcta de un soporte puede ocupar mucho tiempo. Para cilindros y grabaciones comerciales sería posible suponer que una velocidad dada es válida para una sesión de grabación completa; sin embargo, se ha encontrado casos de variaciones de velocidad aun dentro del mismo lado de la grabación. Para cilindros con grabaciones privadas solamente queda suponer que se siguieron las instrucciones del fabricante del equipo. La velocidad se determina por una mezcla de experiencia, conocimiento y análisis de las características de la señal grabada consecuentemente, los cambios en las velocidades son de alguna manera subjetivos y deben ser cuidadosa y exactamente de documentados e introducidos dentro de metadatos.

5.3.3 Ecuilización en Reproducción para Discos de 78 rpm

Ya sea por naturaleza o por diseño, los niveles de presión sonora a diferentes frecuencias no dan como resultando variaciones directamente proporcionales en la amplitud de la señal grabada. Más bien es la velocidad instantánea la que es proporcional, lo cual indica que la amplitud se reduce en razón de 6 dB/octava de aumento en frecuencia.

El espectro en frecuencia de una grabación acústica muestra picos intercalados de zonas en donde la respuesta cae por lo que ninguna grabación acústica deberá reproducirse de manera plana; es decir sin ecualización. No es posible aplicar una ecualización estándar para compensar el proceso de grabación acústica por que la resonancia en la trompeta y en el diafragma de la aguja, sin mencionar otros efectos de amortiguamiento mecánico, hacen a una grabación diferente de otra. En tales casos, la aplicación de una ecualización después de la transferencia ha demostrado ser la apropiada. Sin embargo en grabaciones eléctricas el “preénfasis” introducido durante la grabación fue diseñado para ser contrarrestado por el “deénfasis” durante la reproducción, para reducir de esta manera el ruido de alta frecuencia (siseo).

Cuando se desconozca la curva de ecualización (Tabla 5-1) debe escogerse entre aplicar una ecualización subjetiva o hacer una transferencia plana. Aun cuando un técnico experimentado

puede hacer una aproximación exacta de la curva de ecualización correcta, sigue siendo subjetiva y puede no ser precisamente la correcta. Alternativamente, es posible hacer una transferencia de respuesta plana y los futuros usuarios pueden decidir realizar de acuerdo con su propio análisis. Una técnica adoptada por algunos archivos es aplicar una curva estándar o propietaria a todas las grabaciones de un tipo particular para realizar la selección de aguja y otros ajustes para luego producir copias digitales del audio con respuesta plana y con ecualización. Dado que la ecualización exacta no siempre se conoce una copia con respuesta plana tiene la ventaja de permitir a los futuros usuarios la aplicación de una ecualización cuando se prefiera y sea requerida.

Carta de ecualización para el surco grabado eléctricamente en discos (78 rpm)	Subida en bajas frecuencias	Roll-off @ 10 kHz
Acoustics	0	0 dB
Brunswick	NAB	0 dB
Capitol (1942)	AES	-12 dB
Columbia (1925)	200 Hz (250)	-7 dB (-8.5)
Columbia (1938)	300 Hz (250)	-16 dB
Columbia (británico)	250 Hz	0 dB
Decca (1934)	AES	-12 dB
Decca FFRR (1949)	250 Hz	.5 dB
Primeros 78s (mediados 30s)	NAB	0 dB
EMI (1931)	250 Hz	0 dB
HMV (1931)	250 Hz	0 dB
London FFRR (1949)	250 Hz	-5 dB
Mercury	AES	-12 dB
MGM	RIAA	-12 dB
Parlophone	NAB	0 dB
Victor (1925)	200-500 Hz	-7 dB (-8.5)
Victor (1938-1947)	NAB	-7 dB (-8.5)
Victor (1947-1952)	NAB	-12 dB

Tabla 5-1 Carta de Ecualización para el surco grabado eléctricamente en discos de 78 rpm [30]

5.3.4 Equipo de Reproducción de Grabaciones en Vinilo de LP

La reproducción óptica de los LP está disponible y deberá ser investigada antes de seleccionar el equipo de transferencia; sin embargo, los transductores de contacto (las agujas) son actualmente comunes y percibidos como menos complicados y preferidos por algunos técnicos. Cuando se usan transductores de contacto hay factores en la cadena de reproducción que no es posible obtener la repetición exacta de alguna de ellas. El brazo, pastilla aguja, fuerza de seguimiento, deformación del surco previo o desgaste son factores que contribuyen a la variabilidad en la reproducción. También la temperatura puede afectar las características de la combinación pastilla/aguja hasta cierto grado. Sin embargo, si los LP deben reproducirse para su digitalización, los componentes de

alta calidad en la cadena de reproducción (desde la aguja hasta el equipo de grabación) deberá asegurar la captura precisa del audio.

Se requerirá un preamplificador de alta calidad, bajo ruido y capaz de producir la curva estándar RIAA, así como una curva plana para la transferencia del audio. Si se están transfiriendo discos anteriores a 1955, entonces puede ser necesario un preamplificador capaz de copiar con las variaciones en ecualización enlistadas en la tabla 5-3 (carta de ecualización para los discos LP anteriores a 1955). Los preamplificadores con ajustes múltiples no están disponibles fácilmente y puede ser preferible modificar la ecualización a la salida normal del preamplificador, o aplicar una ecualización propietaria en el dominio digital a una transferencia con respuesta plana.

5.3.5 Velocidad para Reproducción de Discos LP

Seguir los estándares reduce la preocupación en cuanto al ajuste de la velocidad que era común con los primeros formatos. Una torna mesa equipada con medición estroboscópica y ajuste manual de velocidades es recomendable como mínimo para asegurar que el equipo de reproducción cumpla con los estándares. Es preferible el uso de un dispositivo reproductor referenciado a un oscilador a cristal.

5.3.6 Ecualización en Reproducción para Discos LP

Por razones mecánicas es necesario aplicar variaciones de frecuencia a la señal cuando se imprime una grabación (corte), lo que implica una reducción de nivel de las frecuencias por debajo de los 500 Hz y aumentar aquellas que se encuentran arriba de 2 kHz. Esto tiene que compensarse durante y dentro de la cadena de reproducción. Muchas compañías tienen sus propias usualmente menores variaciones sobre este tema y para una reproducción fiel se debe aplicar una ecualización exacta.

Las grabaciones hechas después de 1955 cumplen con la curva conocida como RIAA (Tabla 5-2) que se convirtió en el estándar mayormente aceptado dentro de la industria. Las características de reproducción RIAA se define por un corte a 6dB/octava desde 20Hz hasta 500Hz, una respuesta plana entre 500Hz y 2.12 kHz y un corte a 6dB/octava en altas frecuencias a partir de los 2.12 kHz. La respuesta plana se encuentra aproximadamente a 19.3 debajo de cero.

Curvas de ecualización por nombre	Punto de cambio en bajas frecuencias	Atenuación @ 10 kHz
AES	400 Hz (375)	-12 dB
FFRR (1949)	250 Hz	-5 dB
FFRR (1951)	300 Hz (250)	-14 dB
FFRR (1953)	450 Hz (500)	-11 dB (-8.5)
LP/COL	500 Hz ³	-16 dB
NAB	500 Hz	-16 dB
Orthophonic (RCA)	500 Hz	-11 dB (-8.5)
629	629 Hz (750)	
RIAA	500 Hz ⁴	-13.7 dB

Tabla 5-2 Carta de curvas ecualización usadas por la industria clasificadas por nombre [30]

Carta de ecualización para grabaciones LP anteriores a 1955 ⁵	Punto de cambio en bajas frecuencias	Atenuación @ 10 kHz
Audio Fidelity	500 Hz (NAB)	-16 dB
Capitol	400 Hz (AES)	-12 dB
Capitol-Cetra	400 Hz (AES)	-12 dB
Columbia	500 Hz (COL)	-16 dB
Decca	400 Hz (AES)	-12 dB
Decca (hasta noviembre de 1955)	500 Hz (COL)	-16 dB
Decca FERR (1951)	300 Hz (250)	-14 dB
Decca FERR (1953)	450 Hz (500)	-11 dB (-8.5)
Ducretet-Thomson	450 Hz (500)	-11 dB (-8.5)
EMS	375 Hz	-12 dB
Epic (hasta 1954)	500 Hz (COL)	-16 dB
Esoteric	400 Hz (AES)	-12 dB
Folkways	500 Hz (COL)	-16 dB
HMV	500 Hz (COL)	-16 dB
London (hasta noviembre de 1946)	450 Hz (500)	-11 dB (-8.5)
London Internacional	450 Hz (500)	-11 dB (-8.5)
Mercury (hasta octubre de 1954)	400 Hz (AES)	-12 dB
MGM	500 Hz (NAB)	-12 dB
RCA Victor (hasta agosto de 1952)	500 Hz (NAB)	-12 dB
Vox (hasta 1954)	500 Hz (COL)	-16 dB
Westminster (antes de 1956)	500 Hz (NAB)	-16 dB
Or	400 Hz (AES)	-12 dB

Tabla 5-3 Carta de ecualización para grabaciones LP anteriores a 1955 [30]

5.4 Extracción de Señal de Cintas Magnéticas

5.4.1 Reproducción de Cintas Magnéticas Análogas

La tecnología magnética ha permeado en todas y cada una de las áreas de la industria de grabación desde su distribución masiva y popularización en la era posterior a la segunda guerra mundial. Los avances tecnológicos han colocado a la cinta como formato primario para grabación en los estudios profesionales y los desarrollos en manufactura han hecho accesible al mercado doméstico. Virtualmente todo archivo y colección de audio posee grabaciones en cinta magnética se estima que existen alrededor de 100 millones de horas de grabación en cinta magnética en las colecciones de todo el mundo. [30] Desde la década de los setenta, los archivistas recomendaban la cinta análoga de carrete abierto de ¼ de pulgada como soporte para archivo y a pesar del ruido inherente y su degradación química algunos lo siguen recomendando hasta la fecha como soporte estable. Debido a la inminente muerte de la industria de la cinta análoga y al cese casi total de la fabricación de equipo para su reproducción, es necesario tomar medidas alternas para transferir en vasta historia cultural grabada hacia un sistema de administración más viable.

5.4.2 Selección de la Mejor Copia

Un Medio de grabación como la cinta magnética tiende a no tener múltiples copias de la misma generación. Con excepción del casete, el audio en cinta fue reproducido en masa con poca frecuencia de manera que el archivista de sonido debe escoger entre duplicados generacionales. Como regla, la copia más cercana al original es la mejor selección para el propósito de preservación. Sin embargo, la cinta original pudo haber sufrido alguna forma de degradación física o química como la hidrólisis, por lo que es mejor hacer un duplicado del original siguiendo los procesos adecuados antes de que continúe su decaimiento. La cinta rara vez muestra signos visibles de decaimiento o daño, de manera que donde existen múltiples copias de un ítem el mejor método es rebobinarlas todas y escucharlas para determinar cuál es la mejor. Se deben tomar decisiones de conservación también para confirmar que se ha seleccionado el duplicado más apropiado y completo. Este es el caso cuando las cintas han sido el resultado de un proceso de producción secuencial, como sucede con la de audio o la producción de sonido para película o video.

5.4.3 Limpieza y Restauración de Soportes

5.4.3.1 Limpieza de Cinta

Antes de rebobinarlas, las cintas sucias o contaminadas deberán limpiarse de polvo y partículas con cepillo suave y aspirado leve. Pueden entonces, si es necesario rebobinarse en una maquina limpiadora que use un limpiador suave y libre de pelusas. Esto puede ser benéfico del tratamiento para hidrólisis. Algunas máquinas de limpieza o restauración pasan la cinta por una superficie afilada o bien una hoja que remueve la capa más externa de óxido. Tales máquinas fueron desarrolladas para la reutilización de cintas grabadas y no se recomienda para cintas de archivo.

5.4.3.2 Temperatura del cuarto, baja humedad

La hidrólisis se produce por la separación de una ligadura química debido a la introducción de agua; comprobando que no hay ocurrido una recombinación irreversible, las reacciones hidrolíticas podrán revertirse mediante el simple procedimiento de remoción de toda el agua. Esto puede lograrse colocando las cintas en una cámara que se aproxime al 0% de humedad relativa (HR) por periodos prolongados, quizá de varias semanas. Elevando ligeramente la temperatura se eleva el tiempo de reacción. Las pruebas han demostrado que este tratamiento, aun cuando ha sido positivo en algunos casos no siempre invierte los efectos en una cinta degradada.

5.4.3.3 *Rebobinado en Caliente*

En algunos casos de cinta muy degradadas pueden ocurrir que la cinta se pegue entre las capas del material embobinado, por lo que un rebobinado no controlado puede dañar la cinta. En tales casos, si no se ha sometido la cinta aun horneado previo, es posible aplicar aire caliente directamente al paquete de cinta en el punto donde se encuentra pegado y comenzar entonces a rebobinar a una razón controlada de 10-50 milímetros por minuto.

5.4.3.4 *Temperatura Elevada Baja Humedad.*

Un tratamiento comúnmente empleado en el tratamiento de cintas hidrolizadas es calentar la cinta en una cámara a una temperatura estable que se aproxime a 50°C a 0% de humedad relativa (HR) por periodos de entre 8 y 12 horas. Los 50°C probablemente igualan o exceden la temperatura de transición de cristalización del pegamento de la cinta, sin embargo no está claro si este proceso tiene resultados a largo plazo sobre las características físicas de la cinta cuando ésta regresa a la temperatura ambiente. Esto tiene sin embargo, un efecto electro-acústico positivo en el corto plazo al regresar a las características de reproducción a su condición original. Intercalar cinta nueva puede ser benéfico al reducir el nivel de actividad de impresión, que puede activarse por un aumento de temperatura.

Este procedimiento tiene un alto grado de éxito, pero no deberá usarse en hornos domésticos con este fin, pues tiene un control de temperatura inexacto que puede exceder los umbrales de seguridad. Adicionalmente el termostato de control de estos hornos oscila entre los rangos de temperatura, acción que puede dañar la cinta. Un horno de microondas nunca deberá usarse, pues calienta pequeñas secciones de la cinta a muy altas temperaturas y puede dañar tanto la cinta como sus características magnéticas. Se prefiere un horno de laboratorio o cualquier otro dispositivo estable de baja temperatura. Las temperaturas elevadas deberán evitarse, ya que pueden causar deformaciones en la cinta.

El horneado deberá realizarse de manera cuidadosa y cuando sea absolutamente necesario.

La restauración podrá ser temporal, pero permitirá la reproducción de material para su transferencia

5.4.4 *Equipo de Reproducción Máquinas Profesionales de Carrete*

La cinta análoga de carrete ha sido el soporte principal para la grabación de sonido y de los archivadores de sonido durante décadas, por lo que la virtual desaparición de las maquinas grabadoras/reproductoras de carrete ha ocasionado una verdadera crisis. Una gama muy limitada de máquinas profesionales nuevas de carrete están disponibles actualmente, solo las marcas Otari, Studer y Lyrec producirán máquinas a pedido expreso. Nagra Kudelski continúa fabricando máquinas análogas portátiles de carrete de rango pequeño para producción en campo y STP hace

una máquina reproductora. No todas las máquinas nuevas de carrete cumplen con las especificaciones necesarias para producción y los archivistas deben verificar que las cumplan todas antes de adquirir el equipo. La alternativa es comprar y restaurar máquinas de segunda mano. Las características de una máquina de carrete para aplicación de archivo son las siguientes:

Velocidad de reproducción de carrete. Las velocidades estándares de cinta son las siguientes 30 ips (76.2 cm/seg), 15 ips (38.1 cm/seg), 7 ½ ips (19.05 cm/seg) 3 ¾ ips (9.525 cm/seg), 1.78 ips (4.76 cm/seg) y 15/16 ips (2.38 cm/seg). La necesidad de reproducir en todas estas velocidades dependerá de cómo esté constituida la colección. No hay máquina que reproduzca las seis velocidades, pero es posible cubrirlas todas con dos máquinas.

Las máquinas de cinta deberán ser capaces de reproducir señales con una respuesta en frecuencia de 30 Hz a 10 kHz +/- 1dB y de 10kHz a 20kHz +/- 2 dB.

La ecualización de una máquina de cinta de carrete deberá poder ajustarse para reproducir las ecualizaciones NAB o IEC, preferiblemente que pueda conmutarse mediante un switch sin necesidad de ser reajustadas.

El wow y flutter no ponderados deberá ser mejor a 0.05% a 15 ips, 0.08% a 7.5 ips y a una variación promedio de la velocidad verdadera mejor a 0.1 por ciento.

Una máquina profesional de carrete para propósitos de archivo deberá tener las características de un transporte en cinta que la guíe con cuidado y no la dañe durante el proceso de reproducción. Muchas de las máquinas de estudio de media generación dependían de las características de robustez del soporte de cinta moderno para su operación. Estas máquinas pueden causar daños a las cintas más viejas o las cintas de larga duración o más delgadas que se emplean en la grabación del campo. [30]

5.4.5 Equipo de Reproducción Máquinas Profesionales de Casete

Las máquinas de reproducción de casete son tan escasas como las máquinas análogas de carrete. Las características que distinguen a una máquina profesional de una doméstica, aparte de las especificaciones de reproducción es de construcción mecánica más sólida, la ventaja de poder ajustar las características de reproducción y el azimut de la cabeza, un doble capstan y el suministro de salidas de audio balanceadas. Muchas máquinas para audiofilos incluyen las características de una máquina ideal para propósito de archivamiento son las siguientes:

Velocidades de reproducción 1 7/8 ips (4.76 cm/seg)

La variación de velocidad mayor a 0.3% wow y flutter ponderados mayores a 0.1 por ciento.

Respuesta en frecuencia en reproducción de 30 Hz a 20 kHz +/-3 dB

5.4.6 Velocidad Reproducción de Cintas Magnéticas

Aun cuando también es posible corregir la velocidad en el dominio digital, es preferible evitarla y escoger cuidadosamente la velocidad de reproducción durante el primer proceso de transferencia, así como documentar la elección y su justificación. Las grabadoras de cinta son susceptibles al mostrar características de velocidad poco exactas debido al mal ajuste de alineamientos, fallas o en algunos casos fuente de alimentación inestable. Por lo tanto ninguna velocidad de cinta debe tomarse como precisa.

5.4.7 Ecuación en Reproducción de Cintas Magnéticas

La representación de la señal en la mayoría de los formatos análogos de audio es deliberadamente no lineal en términos de respuesta en frecuencia. La reproducción correcta por lo tanto requiere de una ecualización apropiada a la respuesta en frecuencia.

Los estándares de ecualización más comunes (Tabla 5-4) para la reproducción de cintas análogas se muestran en la siguiente tabla. Debe notarse que las ecualizaciones se han desarrollado a través del tiempo. Las grabaciones antiguas deberán reproducirse aplicando el estándar histórico respectivo y pueden usarse circuitos adicionales simples. La superposición de estándares deberá tenerse en cuenta cuando se toman decisiones sobre las grabaciones que hubiesen sido realizadas en tiempos de transición.

Antes de ello deberán considerarse los estándares del fabricante.

Velocidad de cinta	Organización de estándares	Año de publicación	Constantes de tiempo	
30 ips, 76 cm/seg	IEC2 AES	(1981) estándar común	∞	17.5 μs
30 ips, 76 cm/seg	CCIR IECI DIN	(1953-1966) (1968) (1962)	∞	35 μs
15 ips, 38 cm/seg	IECE CCIR DIN BS	(1968) estándar común (1953) (1962)	∞	35 μs
15 ips, 38 cm/seg	NAB EIA	(1953) estándar común 1963	3,180 μs	50 μs
7 1/2 ips, 19 cm/seg	IECI DIN (estudio) CCIR	(1968) estándar común 1965 1966	∞	70 μs
7 1/2 ips, 19 cm/seg	IEC2 NAB DIN (casero) EIA RIAA	(1965) estándar común (1966) (1963) (1968)	3,180 μs	50 μs
7 1/2 ips, 19 cm/seg	Ampex (casero) EIA (propuesto)	(1967)	∞	50 μs
7 1/2 ips, 19 cm/seg	CCIR IEC DIN BS	(hasta 1966) (hasta 1968) (hasta 1965)	∞	100 μs
3 3/4 ips, 9.5 cm/seg	IEC2 NAB RIAA	(1968) estándar común (1965) (1968)	3,180 μs	90 μs
3 3/4 ips, 9.5 cm/seg	DIN	(1962)	3,180 μs	120 μs
3 3/4 ips, 9.5 cm/seg	DIN	(1955-1961)	∞	200 μs
3 3/4 ips, 9.5 cm/seg	Ampex (casero), EIA (propuesto)	(1967)	∞	100 μs
3 3/4 ips, 9.5 cm/seg	IEC	(1962-1968)	3,180 μs	140 μs
3 3/4 ips, 9.5 cm/seg	Ampex	(1953-1958)	3,180 μs	200 μs
1 7/8 ips, 4.75 cm/seg	IEC DIN	(1971) estándar común (1971)	3,180 μs	120 μs
1 7/8 ips, 4.75 cm/seg	IEC DIN RIAA	(1968-1971) (1966-1971) (1968)	1,590 μs	120 μs
1 7/8 ips, 4.75 cm/seg Caset	IEC, tipo I	(1974) estándar común	3,180 μs	120 μs
1 7/8 ips, 4.75 cm/seg Caset	DIN, tipo I	(1968-1974)	1,590 μs	120 μs
1 7/8 ips, 4.75 cm/seg Caset	Tipos II y IV	(1970) estándar común	3,180 μs	70 μs
15/16 ips, 2.38 cm/seg	Indefinido			

Tabla 5-4 Estándares de equalización más comunes para la reproducción cinta magnética análoga [30]

5.5 Formatos de Preservación Final

La elección del sistema de almacenamiento depende de muchos factores, y el costo es uno de ellos. Aun cuando el tipo de tecnología seleccionada para preservar una colección debe ser diferente y depender de circunstancias específicas, existe un acuerdo general entre los archivistas de sonido que los formatos de datos son preferibles a los soportes específicos de audio. Los formatos de datos son los archivos de los tipos como .wav, BFW o AIFF, los cuales son reconocibles por los sistemas computarizados. A diferencia de los soportes específicos de audio, son cerrados y codificados de tal manera que la pérdida de datos puede reconocerse y remediarse generalmente en el sistema huésped. Sin importar el formato físico de audio o formato del archivo usado, el sistema debe ser capaz de almacenar y transferir datos PCM lineales/incrementales.

Los dos soportes de audio específico son DAT y el CD-DA. La cinta de audio digital (DAT) ha sido el medio ideal para la grabación remota o de campo de audio a 16 bits, 48 kHz. Fue el único formato de grabación digital lineal portátil disponible y se hizo popular en muchas casas de grabación como formato para grabación de estudio. Sin embargo, existen dudas acerca de su confiabilidad en el largo plazo que asegure que no se pierda la integridad de la señal. La IASA recomienda transferir el contenido DAT a un formato de almacenamiento de datos más confiable y no lo recomienda como un formato de preservación final. Existen pocos (si no que ninguno) sistemas para medir errores en cintas DAT; en consecuencia el almacenamiento del audio en DAT constituye un riesgo significativo.

El disco compacto puede usarse para grabar formatos ya sean de audio solamente (CD-A o CD-DA) o de datos (CD-ROM). En el formato CD-DA la señal de audio codificada se parece a una corriente de datos de audio y no tiene las ventajas de un archivo cerrado tal como podría grabarse en el disco CD-ROM formateado. Por último, menos datos pueden almacenarse en la misma cantidad de espacio de disco. La IASA no recomienda grabar audio en forma CD-DA como un formato de preservación final. Si el CD es usado como formato final, debe grabarse en formato de datos solamente. La continua reducción de precios y mayor confiabilidad de los sistemas de almacenamiento y administración de datos hará que la propuesta de usar soportes específicos para almacenamiento (como es el caso de CD-R) sea innecesaria.

El sistema más común para el almacenamiento y administración de datos sería un sistema que incorpore discos duros de alta capacidad y almacenamiento en cinta. Estos sistemas son llamados generalmente sistemas de almacenamiento masivo digital (DMSS). Comúnmente, la instalación de un DMSS requiere de una considerable inversión. Mientras que los precios del hardware están disminuyendo generalmente, el software necesario para verificar la integridad de los datos y la renovación de los datos de soporte en peligro es todavía muy caro por los altos costos de desarrollo y el escaso número de instalaciones en el mundo. Alguna clase de software de administración de datos o sistema es esencial para la administración de la preservación de los datos de audio, los sustitutos de distribución y los metadatos relacionados. Esto puede abarcar

desde un software de administración complejo y sofisticado hasta un esquema de administración de archivos bien estructurado, dependiendo del tamaño y complejidad de los datos almacenados.

5.6 Sistemas de Almacenamiento Masivo Digital

Un sistema de almacenamiento masivo (DMSS) puede ser un sistema comprensible, completamente automatizado y diseñado para administrar, mantener, y distribuir y preservar un complejo conjunto de objetos digitales heredados junto con los metadatos relacionados o un sistema de respaldo y almacenamiento sencillo para un solo tipo de formato de archivo, sus copias derivadas junto con los metadatos relacionados. La decisión acerca de un sistema apropiado dependerá primeramente entre otras cosas, del tipo y tamaño de la colección, la relación de la colección de sonido con un archivo más grande o biblioteca, la necesidad de administrar el acceso en línea y la disponibilidad de recursos económicos. [30]

Hay sistemas completamente desarrollados disponibles y algunos fabricantes prometen el suministro de soluciones que incluyen todo el hardware y el software. Alternativamente, archivos con soporte adecuado de Tecnología de la Información pueden ser decisivos al comprar componentes e integrarlos a un sistema que cubra necesidades específicas. La complejidad o simplicidad de cualquier solución particular puede variar dependiendo de cada caso.

Conclusiones

El desarrollo de sistemas de grabación y reproducción de sonido tiene cerca de 100 años de historia. En este tiempo han evolucionado desde sistemas muy precarios hasta sofisticados instrumentos.

Durante este proceso se ha recurrido a una gran cantidad de soportes de audio con una gran diversidad de materiales y formas. En la elaboración de estos soportes se recurrió a los materiales y tecnología disponible en cada época. Esta variedad de formas y materiales complica las labores de preservación ya que se deben conocer los cuidados para el manejo, reproducción y almacenamiento de cada soporte en particular.

La importancia y el principal objetivo de la preservación de estos soportes es su contenido ya que este puede aportarnos datos de gran valor para la cultura y la sociedad.

Pese a que las condiciones de almacenamiento para todos los soportes son similares, en el sentido de que se requiere tener condiciones de temperatura y humedad controladas, para la preservación de los soportes de audio, cada fonograma observa cuidados particulares Todo con la finalidad de preservar su gran valor histórico y cultural.

Como se ha mencionado los esfuerzos por preservar el patrimonio sonoro de México son muy recientes.

En otros países se han desarrollado equipos que utilizando medios ópticos, electrónicos o procesamiento digital de señales permiten reproducir ciertos soportes sin degradarlos más o recuperar audio que con otros medios sería imposible, ya que al reproducir un soporte en forma incorrecta se puede dañar una grabación en forma parcial o permanente.

A lo largo de este trabajo se ha hecho una recopilación histórica de los principales soportes de audio análogos y podemos encontrar cuatro tipos principales de soportes, cilindros, discos, alambre de acero y cintas magnéticas. Y los principales problemas de conservación que observa cada uno de los soportes mencionados.

Los cilindros son el primer medio comercial para almacenamiento de audio y compitieron con el disco, los cilindros fracasaron principalmente por razones de mercadotecnia más que por razones técnicas. Estuvieron a la venta alrededor de 50 años.

Los discos son un icono de la música, son el formato que más tiempo ha permanecido en mercado ya que aunque en la actualidad las ventas de estos son bajas aún se siguen produciendo llevan en el mercado casi 140 años.

Las grabaciones en alambre de acero son escasas y se usaron principalmente para grabaciones caseras. Y aunque sus ventas fueron limitadas estuvieron disponibles cerca de 30 años.

Las cintas magnéticas se presentan en una gran variedad de tamaños y formatos en cuanto a la conservación estas presentan problemas físicos y químicos por lo cual su conservación es de las más complejas. El uso de este formato ha sido muy extenso ampliamente usado en grabaciones profesionales y no profesionales, las cintas magnéticas aún se siguen usando solamente que se graba en estas de forma digital. Han estado disponibles durante 70 años.

Para llevar a cabo las tareas de conservación es indispensable conocer el desarrollo histórico de los soportes así como los principios de funcionamiento de cada uno de ellos con esto se podrán sentar las bases para desarrollar medios de reproducción seguros y así contribuir al desarrollo tecnológico y salvaguardar el patrimonio sonoro del país.

Los esfuerzos para la conservación de los fonogramas deben estar encaminados a conocer los soportes existentes, las técnicas de conservación adecuadas para cada soporte, la construcción y o adaptación de espacios adecuados para la conservación, la capacitación de técnicos para la restauración, reproducción y manejo correcto de los soportes. Así como la difusión de los fonogramas existentes, pues mientras exista interés por estos y se reconozca su valor los esfuerzos para conservarlos serán mayores.

APENDICE A

Procedimientos Involucrados en la Conservación de Documentos Sonoros en La Fonoteca Nacional

Dentro de la Fonoteca Nacional se llevan a cabo labores de resguardo, catalogación y conservación, en las siguientes imágenes se describe en forma general los procesos que se llevan a cabo para conservar los fonogramas de la fonoteca.

Adquisición

En el siguiente diagrama podemos observar que los soportes son limpiados como parte de las tareas de conservación además se almacenan los soportes en condiciones de acceso y condiciones de archivo.



Figura A Diagrama de flujo en el que se describe en forma general los procesos que se llevan a cabo sobre un soporte cuando es adquirido.



Figura B Imagen de una de las bóvedas de la fonoteca, en la cual se pueden observar documentos sonoros almacenados.

Tratamiento Correctivo

Cuando se observa que un soporte se ha deteriorado se somete a un tratamiento de conservación correctivo con el propósito de restaurarlo hasta dejarlo en las mejores condiciones posibles.

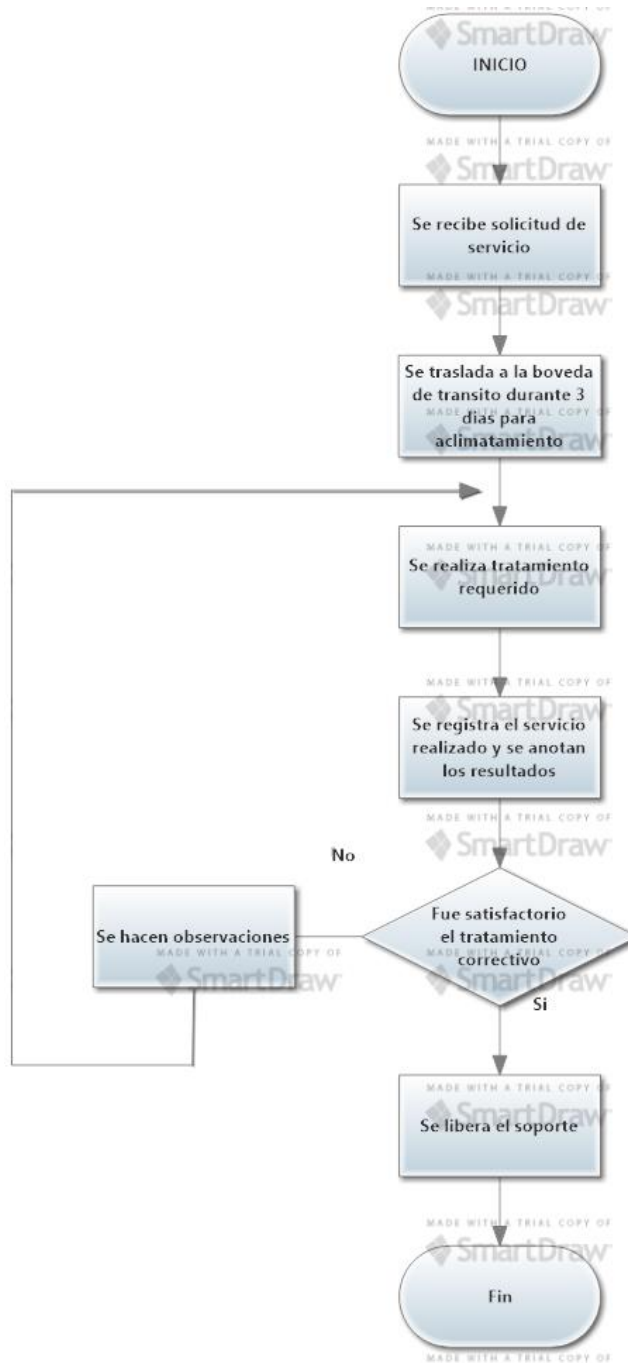


Figura C- Diagrama de flujo en el que se describe en forma general los procesos que se llevan a cabo sobre un soporte que se ha deteriorado.

Digitalización

La digitalización permite conservar el contenido de los fonogramas aun cuando el soporte original se pierda con el paso del tiempo.

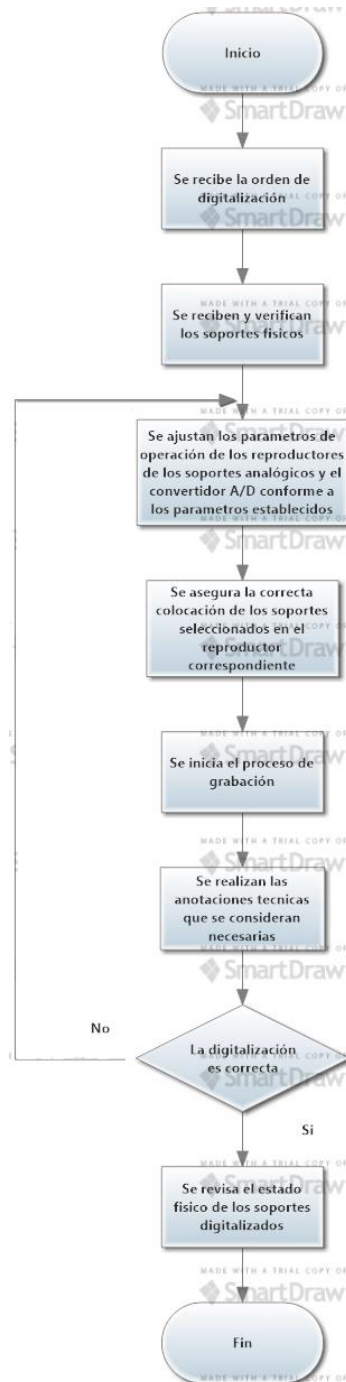


Figura D Diagrama de flujo en el que se describe en forma general los procesos que se llevan a cabo para digitalizar un soporte.



Figura E La imagen muestra un equipo de la Fonoteca Nacional utilizado para la digitalización de fonogramas

Inventario

Durante el inventario se debe detectar si un soporte presenta problemas de conservación, además de que se tiene un control del material que se posee, así como su ubicación.

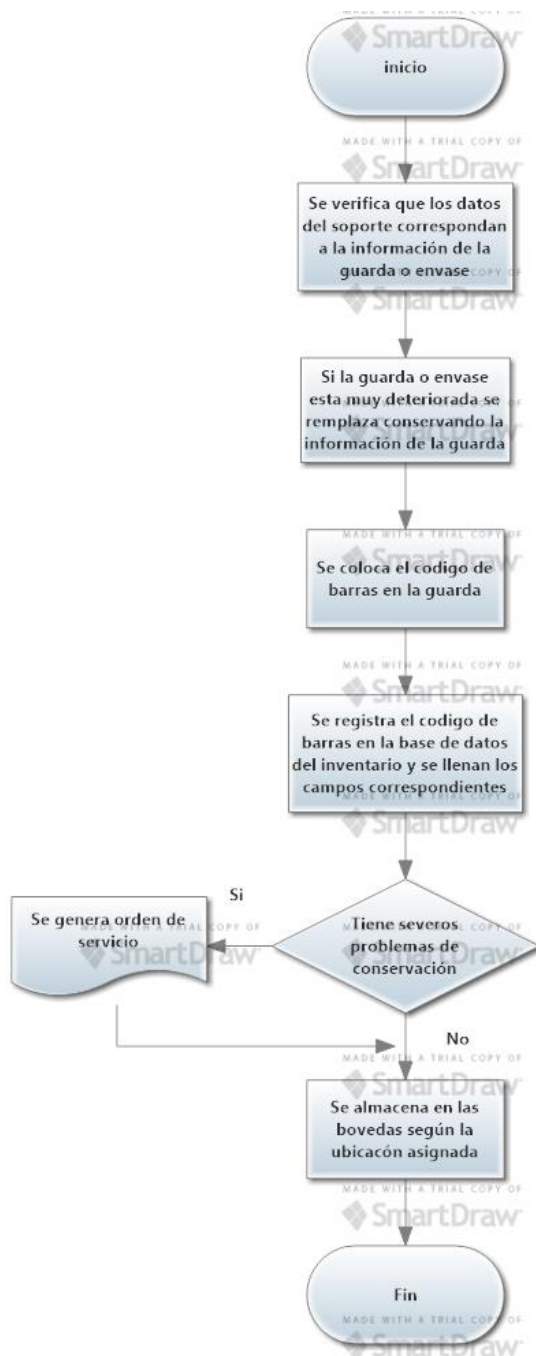


Figura F Diagrama de flujo en el que se describe en forma general los procesos que se llevan a cabo para agregar un soporte al inventario de la fonoteca.



Figura G Imagen en la que se observa una de las bóvedas de la Fonoteca Nacional

Referencias

- 1.- "The Preservation and Restoration of Sound Recordings", Mc Williams Jerry 1979
- 2.- "Talking Machies", John Cain 1961 W & J Mackay & Co.
- 3.- The New York Times " Researchers Play Tune Recorded Before Edison", Jody Rosen 27 de Marzo de 2008
- 4.-"Un Siglo de Musica Grabada", Timothy Day
- 5.- <http://www.oxforddictionaries.com/es/> (Julio 2014)
- 6.- <http://www.gracyk.com/diamonddisc.shtml> (junio 2014)
- 7.- "Audio digital practico", Marty Fries, Bruce Fries Editorial Anaya Multimedia
- 8.- "Bájate música", Trevor Gordon y Henry Paine Editorial Robinbook
- 10.- "El arte del audio digital", John Watkinson, Instituto Oficial de Radio y TV
- 11.- <http://www.cilinder.de> (Agosto 2014)
- 12.- "Técnicas de Grabación Modernas", David Miles Huber, Robert E. Omega, 2007
- 14.- <http://www.videinterchange.com> (Agosto 2014)
- 15.-<http://www.recordinghistory.com> (Agosto 2014)
- 16.-"Magnetic information storage technology" Shan X. Wang, Alex Taratorin Boston : Academic, 1998
- 17.-"Almacenamiento y manipulación de cintas magnéticas" John W.C. Van Bogart, Biblioteca Nacional de Venezuela 1995
- 18.- "El magnetófono y sus Aplicaciones" R. Deschepper, Ch. Dartevelle Marcombo, 1978
- 19.-<https://ischool.utexas.edu/~cochineal> (Junio 2014)
- 20.- read.mx/blogs/el-regreso-del-casete (Junio 2014)
- 21.-"Manual de conservación y manejo de fonotecas del sistema de radiodifusoras culturales indigenistas", México 2011
- 22.- <http://www.berliner.montreal.museum/site/emilberliner> (Agosto 2014)
- 23.- <http://www.diffusionmagazine.com/index.php/biblioteca/categorias/historia/193-historia-del-vinilo> (Agosto 2014)

- 24.- <http://www.Obsoletos.org> (Julio 2014)
- 26.- [http://www.ieeeehn.org/wiki/index.php/stereophonic sound](http://www.ieeeehn.org/wiki/index.php/stereophonic_sound) (Agosto 2014)
- 27.- [http://www.ieeehn.org/wiki/index.php/oral history:arthur c keller](http://www.ieeehn.org/wiki/index.php/oral_history:arthur_c_keller) (Agosto 2014)
- 28.- [http://www.ieeeehn.org/wiki/index.php/quadrasonic stereo](http://www.ieeeehn.org/wiki/index.php/quadrasonic_stereo) (Agosto 2014)
- 29.- El Universal “El regreso de los Discos de Vinil” Mariana Rosas 28 de Agosto de 2010
- 30.- “Lineamientos para la producción y preservación de objetos de audio digitales”, Asociación Internacional de Archivos Sonoros y Audiovisuales (IASA), 2004