



Grabación de sonido

Realizado por:

Alejandro Martín Daza

Manuel Romero Aranda

Desarrollo histórico

Antes del siglo XIX

Hermanos Banū Mūsā: mecanismos propulsados por agua (S. IX)

Organillos (S XV)

Cajas de música (S XVIII-XIX)

Relojes musicales (S XVI)

Orquestriones

Fonoautógrafo (Léon Scott)



FONÓGRAFO

Thomas Edison, 1877.

Las ondas sonoras se registraban en los primeros fonógrafos al codificar las formas de ondas sonoras como variaciones en la profundidad de un surco continuo cortado en una delgada hoja enrollada alrededor de un cilindro de cera. Durante la reproducción, a medida que una aguja seguía el surco del cilindro rotatorio, la aguja empujaba de atrás para delante de acuerdo con las ondas sonoras codificadas en el disco. La aguja se unía a un diafragma y una bocina, lo que hacía la sonido lo suficientemente intenso como para escucharse. Podían grabar y reproducir sonidos.

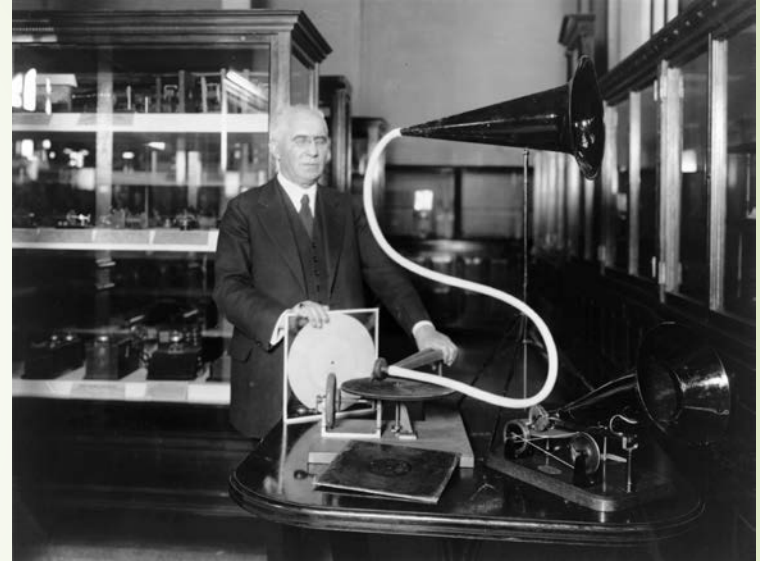


GRAMÓFONO

Berliner, 1889.

El gramófono sustituyó al fonógrafo por ser más simple al producir copias, pues con una se podían obtener miles, mientras que con el fonógrafo necesitaba una grabación por copia.

A la hora de producir sonido, una punta de un material resiente (zafiro sintético) recorre un surco hecho previamente en un soporte, en este caso, de vinilo. Las vibraciones producidas se transmiten mecánicamente hasta un dispositivo de funcionamiento similar al de un altavoz: por medio de un sistema llegan a una membrana, que por los diferentes pulsos mecánicos produce ondas sonoras, que se magnifican en el amplificador.



GRABACIÓN ELÉCTRICA

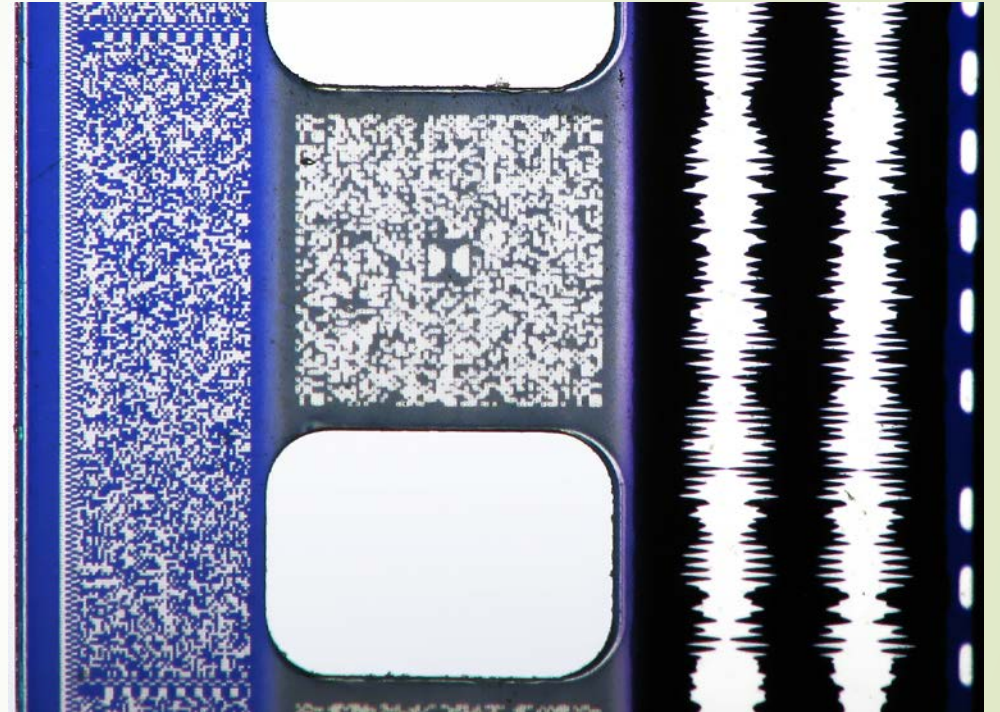
1920

Un micrófono se usaba para convertir el sonido en una señal eléctrica que era amplificada y usada para grabar. Este invento eliminaba el ruido de fondo produciendo grabaciones más claras y potentes. Podía captar más frecuencias de onda y por tanto sonidos más débiles.



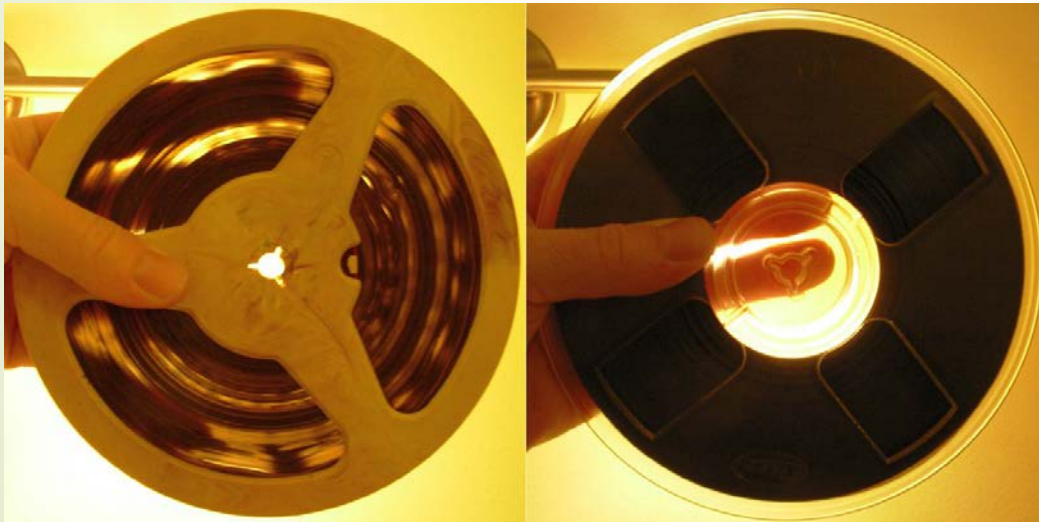
GRABACIÓN ÓPTICA

- ▶ Se usa frecuentemente en la industria cinematográfica. El sonido se graba directamente sobre la película fotográfica en el mismo carrete en el que está la imagen, en uno de sus márgenes o entre las perforaciones.



Cintas magnéticas

El sonido (y otro tipo de datos) se graba en pistas sobre una banda plástica con un material magnetizado. Una cinta magnética está compuesta por una capa de algún óxido (como óxido de cromo) sobre una cinta de poliéster (anteriormente se usó acetato). El sonido se graba gracias a unos bloques de metal que borran y graban sobre el óxido encima del poliéster. Pueden borrarse las grabaciones y guardar otras nuevas.



Grabación digital

► Década de 1980

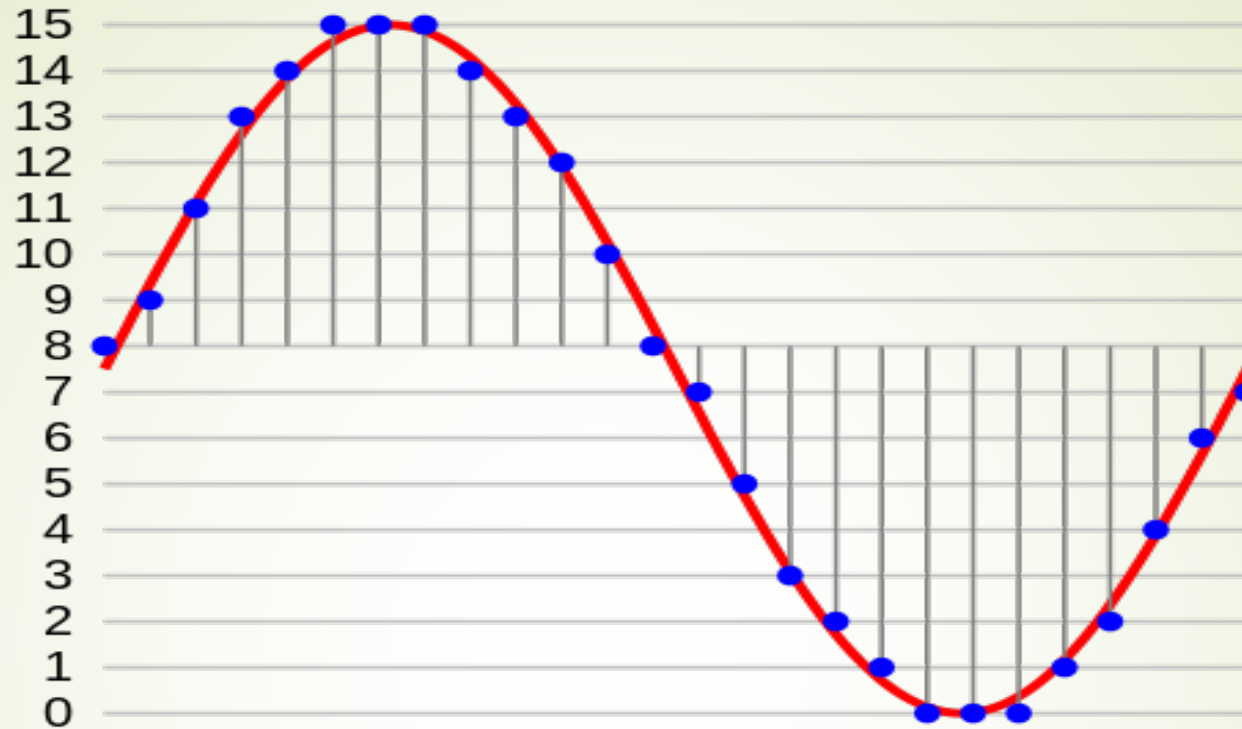
La grabación digital fue posible gracias al desarrollo de formatos económicos de audio compactos que eran capaces de convertir datos digitales (números binarios) en sonido a tiempo real.



Grabación digital: A/D

Es el proceso por el que se traduce la señal analógica a digital. Consta de tres fases:

- ▶ **Muestreo:** se toma un determinado número de muestras por unidad de tiempo, pudiendo ser mayor para registrar señales ultrasónicas.
- ▶ **Cuantificación:** a cada muestra se le asigna un valor numérico que se corresponde con el valor de tensión eléctrica de la señal analógica (voltaje). Estas mediciones se convierten en números binarios, números expresados con el uso de base 2 en lugar de base 10. Generalmente, el voltaje se registre como una "palabra" de 16 bits, siendo cada bit un uno o un cero. Este conjunto de unos y ceros es lo que se registra en la superficie de un disco compacto.
- ▶ **Codificación:** los valores numéricos obtenidos en la cuantificación son traducidos a un determinado número de bits (generalmente 16, 20 o 24).



Entre cada par de líneas de la figura, la presión de onda se mide y convierte a un voltaje. Por lo tanto, existen 44100 números asociados con cada segundo del sonido. La frecuencia de muestreo es mucho mayor que el alcance de audición humana (20000 hz) de modo que se pueden escuchar todas las frecuencias audibles.

La señal analógica tiene una forma similar a la señal que la había originado; mientras que la señal digital se traduce en números binarios que son una mera sucesión de ceros y unos.

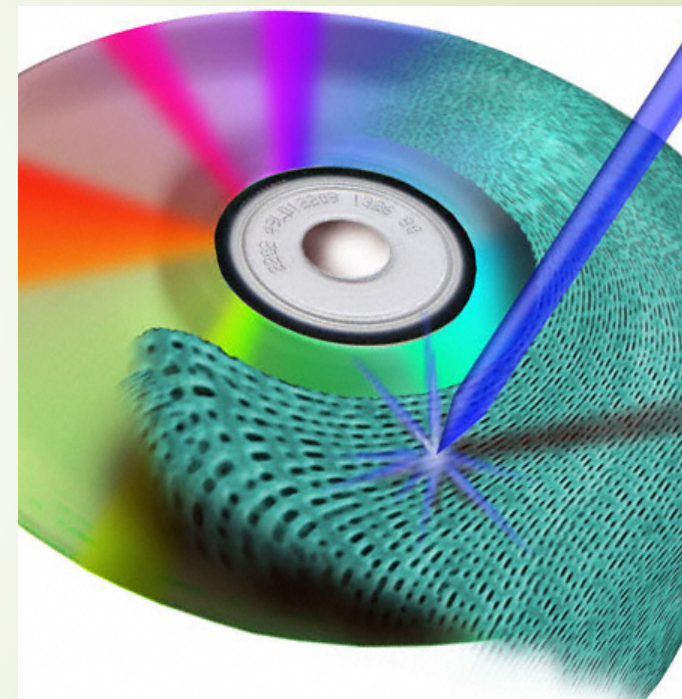
LECTURA DIGITAL

El láser del sistema reproductor detecta dos tipos de áreas:

- ▶ La parte plana o lands: regiones intactas de la superficie del disco que son muy reflexivas.
- ▶ Las depresiones o pits: zonas quemadas de la superficie que dispersan la luz en vez de reflejarla de regreso al sistema de detección.

Cuando el láser se mueve desde una depresión hasta un plano o de un plano a una depresión, la luz reflejada cambia durante el muestreo y el bit se registra como un uno. Si no hay cambio durante el muestreo, el bit se registra como un cero.

Los números binarios se convierten así en voltajes y con estos se puede reconstruir la onda. Debido a que la proporción de muestreo es tan alta, el sonido puede reconstruirse a partir de voltajes discretos escalonados.



¿Cuál es el número decimal representado por esta "palabra" de 16 bits:
1011101110111011?

- Los bits son transformados en una potencia de dos y se suman:

$$1 \times 2^{15} = 32768$$

$$0 \times 2^{14} = 0$$

$$1 \times 2^{13} = 8192$$

$$1 \times 2^{12} = 4096$$

$$1 \times 2^{11} = 2048$$

$$0 \times 2^{10} = 0$$

$$1 \times 2^9 = 512$$

$$1 \times 2^8 = 256$$

$$1 \times 2^7 = 128$$

$$0 \times 2^6 = 0$$

$$1 \times 2^5 = 32$$

$$1 \times 2^4 = 16$$

$$1 \times 2^3 = 8$$

$$0 \times 2^2 = 0$$

$$1 \times 2^1 = 2$$

$$1 \times 2^0 = 1$$

SUMA TOTAL: 48059

- Este número es convertido por el reproductor de disco compacto en un voltaje, que representa uno de los 44100 valores que se usan para construir un segundo de la forma de onda electrónica que representa al sonido grabado.



Problemillas

Los soportes donde está la señal analógica se deterioran con paso del tiempo, pues en los procesos de grabación y lectura de se desgastan.

Sin embargo, el código binario de la grabación digital es igualmente identificable aunque esté deteriorado. Esto tiene el inconveniente de que aumenta la tasa binaria. La ventaja es que los errores se corrigen más fácilmente. Para grabar tantos bits se requeriría, en principio, mayor superficie que para la grabación analógica. Pero gracias a que basta grabar bits discretos, es decir, no hace falta calidad lineal, se pueden grabar con mayor densidad. La información se extrae de manera óptica, así que no hay uso mecánico del disco, no se desgasta al ser leído.



TIPOS DE GRABACIÓN DIGITAL

- **Grabación magnética digital:** realizada bien sobre cinta magnética, o bien sobre soportes magnéticos informáticos como el disco flexible (en desuso).
- **Grabación óptica digital:** realizada de forma óptica sobre un soporte, mediante un rayo láser, como en los discos CD y formatos derivados.
- **Grabación magneto-óptica digital:** sistema combinado que graba de forma magnética, pero reproduce de forma óptica. Es el caso de los minidisc, los CDs regrabables y los discos duros de cualquier ordenador.

Curiosidad: ¿Cuánto mide un bit?

- ▶ Normalmente un láser lee a una velocidad de 1,3 m/s, lo que significa que en un segundo, una pista de audio de 1,3 metros de longitud pasa por él.
- ▶ En un segundo se hicieron 44.100 mediciones del sonido y que cada una de estas medidas se registraba con 16 bits, de tal forma que hay una secuencia de:

$$16 \times 44.100 = \mathbf{705.600 \text{ bits}}$$

- ▶ Por lo tanto, sabiendo que el número de bits por segundo de sonido y la longitud de la pista en ese segundo, podemos calcular la longitud promedio por bit:

$$\frac{1,3 \text{ m}}{705.600 \text{ bits}} = \mathbf{1,8 \times 10^{-6} \text{ m/bit}}$$

- ▶ La longitud promedio por bit de información total en el disco compacto es menor que este valor debido a que hay información adicional en el disco, además de la información de audio. Esta información incluye códigos de corrección de error, número de canciones y códigos de temporización. Consecuentemente, la longitud más corta por bit es de aproximadamente 0,8 micrometros.