

introducción a la grabación:

contexto de grabación:

rodaje:

- sonido directo
- diálogos
- sonidos solos (se graban sin que la cámara filme)
- ambiente y efectos (los efectos son sonidos puntuales)

postproducción:

- doblajes
- foley (se graba en la sala de grabación insonorizada, sonidos tenues y acústica neutra)
- ambiente y efectos (los efectos son sonidos puntuales)

objetivos de la grabación:

expresividad: lo que grabamos debe ser relevante. valoración estética del contenido. potencial narrativo para la construcción sonora de una obra.

versatilidad: posibilidades futuras de manipulación, edición y procesamiento que ofrece una grabación.

fidelidad: similitud de la captura sonora con respecto al evento que se pretende registrar. se busca capturar los sonidos de la forma más transparente posible, sin alteraciones externas.

características de la grabación:

ruido de fondo:

es una *señal no deseada* que se registra junto a la *señal útil*.

- ruido de fondo acústico: generado por un evento sonoro en el sitio de grabación (tránsito) que en ocasiones no perjudica porque puede ser usado para la narrativa, pero condicionan la posterior utilización de la grabación y se busca minimizarlo.
- ruido de fondo eléctrico: generado por dispositivos usados en la grabación (micrófonos, consolas) que causan interferencias o sonidos.

afectan en la inteligibilidad de la palabra (fidelidad), complica la combinación de las grabaciones en la edición por la diferencia de ruido de fondo, causando falta de continuidad (versatilidad).

- ruidos ajenos a la grabación: causados por fuentes acústicas no controladas (ladridos de perro), o por fuentes eléctricas (clicks). pueden enmascarar el sonido que se pretende registrar.

relación señal-ruido:

es la distancia entre la potencia de la señal registrada y la potencia del ruido indeseado. cuanta más distancia, mejor relación de señal-ruido.

los sistemas de grabación tienen su propio *piso de ruido* (se refiere al nivel de ruido de fondo que está presente en cualquier grabación) incorporado al circuito electrónico y también se registra un piso de ruido acústico adicional.

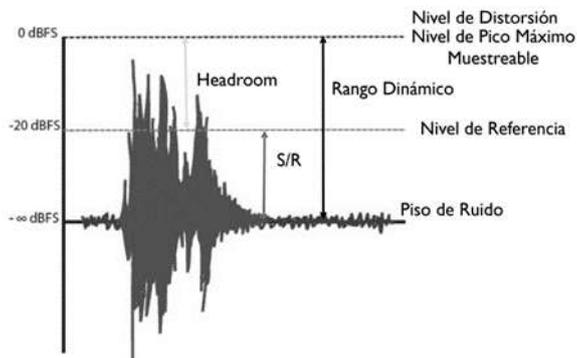
se mide en decibelios y se representa como **DBFS** (decibelios full scale), donde 0 DBFS es el nivel máximo posible de grabación sin distorsión en un conversor de señal analógica-digital.

nivel de grabación de una señal:

los sistemas tienen un **nivel de operación nominal** donde la señal útil está alejada del piso de ruido, sin que implique elementos de distorsión.

rango dinámico: distancia entre el piso de ruido y la distorsión (una señal original es modificada degradándose, llegando a dejar de ser una señal útil) del sistema, extendido de -infinito a 0 DBFS. un nivel razonable para los picos es -6 DBFS.

dinámica:



headroom es el conjunto de niveles aceptables (-20 a 0) y el **nivel de referencia** es el nivel óptimo de grabación al que se calibra un sistema (0 DB VU igual a -20 DBFS).

profundidad: captura-registro-monitoreo

es el detalle de una grabación. afectan cuestiones como el equipamiento, el espacio y las técnicas:

locaciones: es el **espacio** donde se realiza la grabación. para su **elección** se debe tener en cuenta el ruido de fondo acústico, medidas que se puedan tomar en el lugar (*insonorización-acustización*), evaluar la reverberación que debe ser bajo y el color de esta (descripción de cómo la reverberación afecta la percepción del sonido) debido a la absorción de los materiales que recubren el lugar.

micrófonos: es el equipamiento técnico con consecuencias más importantes, como los **condensers** y **electrets** que son más sensibles y con bajo piso de ruido. los **diagramas polares direccionales** se usan para voces y efectos, y los **menos direccionales** para ambientes. la distancia y la dirección de su eje es importante.

grabadores e interconexión: cualquier interferencia entre la interconexión del micrófono y el grabador introducido en el trayecto queda registrado con la señal útil; por ello se configura antes de la grabación para probarlo interconectado y funcionando. un componente del grabador, el **preamplificador** de micrófono aumenta la señal que recibe el micrófono hasta el nivel de línea.

monitoreo: sirve para **escuchar** los **resultados** de la grabación con auriculares (puede ser más de 1) en lugar de parlantes, ya que tienen mejor aislación y detalle. da la posibilidad de escuchar independientemente cada canal por separado. nivel de monitoreo fijo -20 DBFS igual a 80 DB SPL.

instrumentos de medición: permite observar de manera grafica los niveles y el contenido de la señal.

archivo: resolución de trabajo. la más habitual es el archivo WAV (BWF) 24 BITS, 48 KHZ.

conceptos básicos de electricidad y magnetismo:

corriente eléctrica:

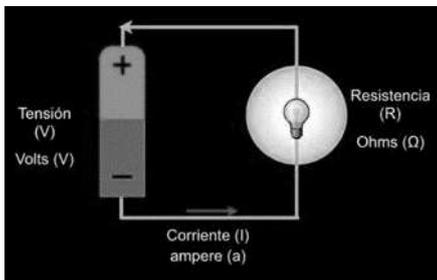
es el **movimiento de partículas** con carga eléctrica a través de un **conductor**. cualquier materia constituida por átomos tiene cargas positivas en su núcleo y cargas negativas (electrones) que giran en orbitas alrededor del mismo.

la suma resulta nula cuando hay equilibrio eléctrico, el átomo tiene carga positiva o negativa. cuando se le aplica una fuerza externa las cargas negativas se desprenden del átomo y pasan al átomo siguiente y cuando uno tiene exceso de carga negativa las vuelve a liberar para mantener su equilibrio (**flujo constante**).

el **material conductor** pone en comunicación dos cuerpos con cargas opuestas y facilita que alcancen el equilibrio, creando una corriente eléctrica:

- materiales conductores: los electrones se desprenden fácilmente y permiten el paso de la corriente.
- materiales aislantes: los electrones están muy unidos al núcleo y dificultan el paso de la corriente.
- materiales semiconductores: logran el paso de la corriente al transformarse por un proceso físico químico.

voltaje o tensión: es lo que impulsa a los electrones a moverse a través de un conductor. diferencia de potencial que se produce entre 2 cuerpos con cargas positivas y negativas respectivamente. provoca la circulación de corriente cuando se las une. la tensión debe ser constante para mantener la corriente entre 2 puntos mediante un desequilibrio de cargas por medio de **generadores de tensión**.



- continua: tiene una misma polaridad (positivo de un lado, negativo del otro).
- alterna: varía la polaridad, pasando de ser positiva a negativa sucesivamente. esta determinado por la cantidad de veces por segundo que pasa de positivo a negativo.

ley de ohm:

la cantidad de corriente que pasa por un circuito es proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito.

si aumentas el voltaje, la corriente también aumentará, siempre y cuando la resistencia del circuito se mantenga constante. si aumentas la resistencia, la corriente disminuirá para un voltaje dado.

I corriente eléctrica que fluye a través del circuito, medida en amperios (A).

V voltaje aplicado, medido en voltios (V).

R resistencia del circuito, medida en ohmios (Ω).

potencia eléctrica:

las cargas que se desplazan por un circuito gastan energía; se mide en **watts** (vatios). representa la cantidad de energía eléctrica que un dispositivo genera o disipa durante un período determinado.

señal eléctrica:

corriente eléctrica alterna de baja intensidad (**amperaje**), que lleva información que puede ser decodificada.

almacenamiento de energía eléctrica:

la energía eléctrica se almacena en **capacitadores** que permiten acumular grandes cantidades de energía que luego liberan con rapidez en el momento de ser requerida.

magnetismo:

los *imanes* ejercen fuerza unos sobre otros. las regiones llamadas *polos magnéticos* producen fuerzas magnéticas. los polos iguales se repelen y los polos opuestos se atraen. el espacio que lo rodea es el *campo magnético* orientado.

cargas eléctricas en movimiento y cargas magnéticas:

una corriente eléctrica produce un campo magnético alrededor del cable por donde circula. al enrollar el alambre de cobre, el campo se incrementa al doble por cada vuelta (*bobina*). así se crea un *electroimán*.

si la corriente es continua el polo norte y sur está fijo, si la corriente que circula es alterna, la polaridad varía de norte a sur según varíe la corriente, causando una *inducción electromagnética*.

micrófonos:

micrófono:

elemento que *transforma* energía acústica (sonido) en energía eléctrica (señal de audio o voltaje eléctrico) que es *conducido* por cables hasta un preamplificador de micrófono; el voltaje que entrega es proporcional a la amplitud de la forma de la onda. es un *transductor* (artefacto que transforma un tipo de energía en otra).

es un artefacto sensible como para que la energía acústica propaga en un medio mueva la placa o diafragma que éste posee montada sobre una amortiguación conectada a un par de circuitos eléctricos.

tipos de micrófono según su método de transducción:

resistencia variable:

carbón: diafragma sujeto a una cavidad rellena de carbón en grano. la presión sonora presiona sobre este y lo compacta, reduciendo así la resistencia eléctrica. cuando se conecta a una fuente de energía, se genera el voltaje.

piezoeléctricos:

genera una carga eléctrica cuando se le somete a cualquier tipo de deformación por medio de una presión sonora sin necesitar tipo de alimentación externa.

cristal: diafragma acoplado a un elemento de cristal mediante un conductor. cuando la energía alcanza el diafragma vibra y produce una torsión en el cristal deformándolo. genera un voltaje en respuesta a y las variaciones son una representación eléctrica del sonido.

cerámico: cuando las ondas sonoras inciden sobre el diafragma cerámico, las piezas se doblan y generan una tensión eléctrica. esta vibración es conducida desde un diafragma al elemento transductor y forma un micrófono cerámico.

electrodinámicos: no necesitan alimentación

un conductor eléctrico se desplaza dentro del campo creado por un imán permanente a causa de la fuerza de la onda sonora.

dinámico o bobina móvil: generan su propia electricidad. funcionan con el principio del *electromagnetismo* (una membrana conectada a una bobina se mueve dentro de un campo magnético, generando impulsos eléctricos). necesita un cable para que la señal llegue a un amplificador. no necesitan alimentación externa, pero si mucha presión sonora ya que son *poco sensibles*.

micrófono de cinta: diafragma que consiste en una cinta fina de un metal conductor suspendida en un campo magnético. una onda de compresión proveniente del frente presiona la cinta y su movimiento induce un voltaje positivo convirtiendo al sonido en electricidad. una onda proveniente de la parte trasera también presiona, pero en la dirección opuesta al sonido del frente por lo que las ondas de compresión llegan desde atrás induciendo un voltaje negativo. los sonidos provenientes del costado no tienen salida de corriente ya que son atenuados.

electroelásticos (condenser o electret): necesitan alimentación

tienen una parte móvil, el diafragma, su movimiento es detectado midiendo una propiedad eléctrica llamada **capacitancia** (habilidad de dos conductores separados por un aislante de guardar una carga) entre el diafragma y la placa fija.

patrón polar: forma en que el micrófono capta el sonido desde diferentes direcciones.

electret: necesitan una pila para alimentar el circuito de preamplificador o phantom.

condenser: utilizan phantom como alimentación.

- phantom power: un voltaje positivo es aplicado a ambos conectores balanceados del micrófono y el voltaje negativo al tercer cable (tierra). los micrófonos que lo usan tienen la letra P.

- t power: proveer voltaje positivo a uno de los cables balanceados y un voltaje negativo al otro cable. Intenta traducir un voltaje aplicado en reversa y actuar como un parlante. sus micrófonos tienen la letra T.

los micrófonos de capacitor pueden ser construidos como transductores de **presión** o **gradiente de presión**.

direccionalidad:

características de salida de señal eléctrica en relación con el ángulo de incidencia de la señal acústica.

- *micrófonos de presión*: micrófonos **omnidireccionales**, captan el sonido igualmente desde todas las direcciones, lo que los hace ideales para grabar ambientes o para situaciones en las que se desea capturar el sonido de manera natural. el sonido al mover el diafragma provoca una contracción del volumen de aire entrampado generando siempre valores positivos de señal eléctrica.

- *micrófonos de gradiente presión*: ambos lados del diafragma están expuestos al campo sonoro. captan el sonido basándose en la diferencia de presión entre el frente y la parte trasera del diafragma. el sonido resultante es fruto de la diferencia de presión que hay entre los dos lados del diafragma. tienen una respuesta **bidireccional** y son más sensibles a la posición de la fuente sonora en relación con el micrófono. resulta sensible a todo lo que le incide de frente y detrás pero no lo que incide a sus costados.

efecto de proximidad: cuando una fuente se acerca demasiado a la membrana, la presión sonora no permite que ésta se recupere, provocando que la membrana vibre más lentamente, alargando la longitud de la onda y por lo tanto generando un **aumento de frecuencias bajas**. las ondas de baja frecuencia tienen una longitud de onda más larga, lo que significa que la diferencia de tiempo entre cuando una onda sonora golpea la parte frontal del diafragma y cuando llega a la parte trasera es más significativa para las bajas frecuencias que para las altas.

- *combinación de micrófonos de presión y de gradiente presión*:

cardioide: es un tipo de micrófono **unidireccional** que presenta un patrón polar en forma de corazón. es más sensible a los sonidos que provienen de su parte frontal y menos sensible a los sonidos que provienen de su parte posterior y laterales.

hipercardioides: son más sensibles a los sonidos que provienen directamente del frente (0 grados en el eje). presentan un rechazo del sonido ambiente. captan poco sonido por detrás. ideales para situaciones en las que se necesita un aislamiento mayor de la fuente de sonido principal respecto a los ruidos de fondo.

subcardioides: captan más sonido ambiente que los cardioides, pero ofrecen cierto grado de rechazo del sonido desde la parte trasera. son útiles en situaciones donde se desea una captura de sonido más natural sin un aislamiento tan extremo como el que proporcionan los patrones polares más direccionales.

micrófono de directividad variable: es aquel que permite cambiar su patrón polar, es decir, la dirección desde la cual el micrófono capta mejor el sonido. utilizan un doble diafragma colocados espalda con espalda.

micrófono de tubo de interferencia: también conocido como micrófono *shotgun*, es altamente **direccional** que se utiliza para captar sonidos a distancia. está diseñado con un tubo largo, con una serie de agujeros a lo largo de su longitud y un micrófono en uno de los extremos. usado para resolver el problema de mantener el micrófono fuera del encuadre de la cámara, pero con alta relación de sonido. los sonidos laterales que entran por los agujeros son atenuados, mientras que el sonido que incide por la parte frontal del tubo queda con mayor nivel.

lista de directividad: del más sensible al menos sensible al campo reverberante; del menos direccional al más direccional (misma distancia de la fuente).

omnidireccional

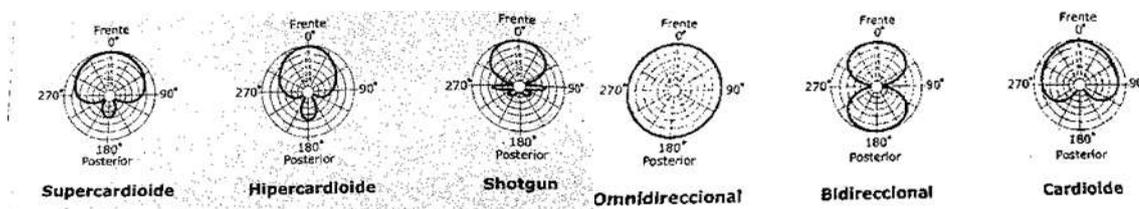
bidireccional o forma 8

subcardioide

cardioide

hipercardioide

tubo de interferencia o shotgun



características técnicas:

respuesta en frecuencia: micrófono modifica levemente la energía acústica que transforma en eléctrica. cuanto más plana sea la curva de respuesta de frecuencia más fiel será la señal de salida a la señal acústica recibida. arriba de 0 DB hay cambios y debajo hay atenuación.

impedancia: para que la energía eléctrica sea de igual a cantidad a la energía acústica que circula, el diafragma y su amortiguación no tendrán que ofrecer oposición al desplazamiento y el movimiento deberá ser igual a la forma de la onda.

al tratarse de una corriente continua (misma polaridad, valores se mantienen en el tiempo) a la mayor o menor oposición se llama **resistencia**, mientras que en la corriente alterna (señal eléctrica) se llama **impedancia** (oposición de un circuito eléctrico por el cual circula corriente alterna, medida en OMHS).

- impedancia de salida: facilidad de un circuito para entregar una corriente.
- impedancia de entrada: facilidad del circuito para recibir y hacer circular una corriente.

nivel de salida:

relación de conversión de presión sonora a voltaje. sensibilidad expresada en milvoltios por pascal (**MV/PA**).

respuesta a sonidos transitorios:

son aquellos sonidos que suceden de manera rápida en el tiempo y la mayor parte de energía está en los agudos. los micrófonos más duros tienen una lenta reacción y les resulta imposible captarlos, en cambio los condensers tienen rápida respuesta y los captan con toda su energía.

líneas balanceadas:

las **líneas** son los **cables** que transportan la señal, por donde se produce una contaminación de la señal útil. toda línea transporta una señal eléctrica que es sensible a agentes externos que pueden alterarla, ya que es

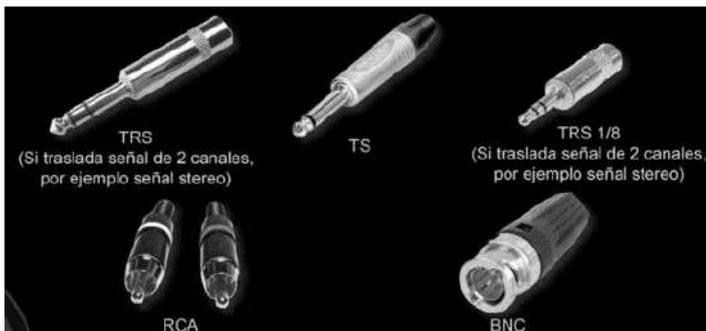
incapaz de distinguir entre la señal que transporta y la interferencia (*transmisión desbalanceada*); esto se soluciona mediante la *transmisión balanceada* de la señal se logra la llegada de la señal a destino en el mismo estado en que partió.

contamos con 3 conductores, la masa y 2 conductores que transportan 2 señales idénticas, pero en uno de ellos la señal se transmite invertida en fase. el equipo receptor es sensible sólo a la diferencia entre estos 2 conductores, así los ruidos que se hayan sumado durante la transmisión quedarán cancelados al recomponer la señal original.

conectores balanceados:



conectores desbalanceados:



micrófonos lavalier:

también llamados *corbateros* son micrófonos miniatura usados para esconderse bajo la ropa para ocultarlos y sobre el pecho, a unos 20cms del mentón. se los fija a la piel con cinta haciendo que la ropa también se pegue para evitar roces.

son usados en producciones hogareñas o sociales para la captación de voces.

la respuesta en frecuencia varía entre:

- las que reciben una señal sin ser atenuada en su espectro.
- las que reciben una señal modificada en alguna parte de su espectro.

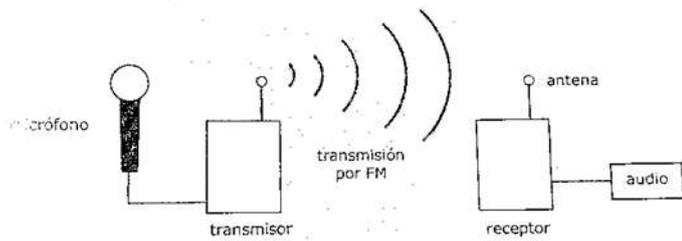
capsulas con respuesta más plana: se oculta en lugares pequeños o incómodos para sujetar un micrófono tradicional como en el cabello.

capsulas compensadas: se usa en situaciones donde el micrófono será oculto bajo la ropa en el pecho del actor. la respuesta en frecuencia suele tener un incremento en los agudos y menor capacitación de baja frecuencia ya que el estar pegados al pecho toman mayor nivel de graves.

sistemas inalámbricos:

permiten la comunicación entre dispositivos sin la necesidad de cables físicos. la presión sonora se convierte en señal eléctrica en el micrófono, está llega al transmisor y a través de la transmisión por *FM* llega al

receptor. consta de un **transmisor** (al cual se conecta el micrófono) y un **receptor** (el cual se conecta su salida al sistema de grabación o a una consola). Una señal llega al transmisor, se comprime y se monta sobre una portadora y así es modulada por la señal variable (diálogos) y en forma de ondas electromagnéticas es transmitida hasta el receptor; al llegar al receptor el sistema expande la señal y separa la información inútil.

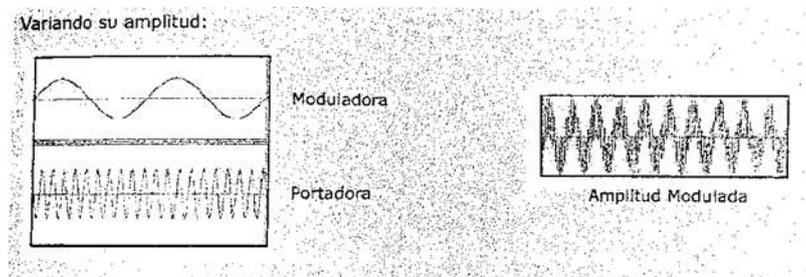


ondas hetzianas:

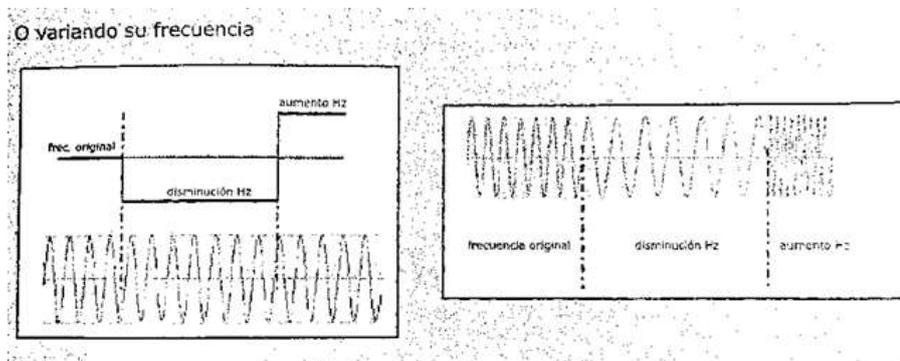
no necesitan un medio físico para propagarse.

se usan para transportar información a distancia, que viaja codificada y luego se decodifica al llegar a destino separando la información del transporte.

FM (frecuencia modulada)



AM (amplitud modulada)



espectro radioeléctrico: las frecuencias FM van desde los 30KHZ hasta los 30GHZ y se agrupan en bandas.

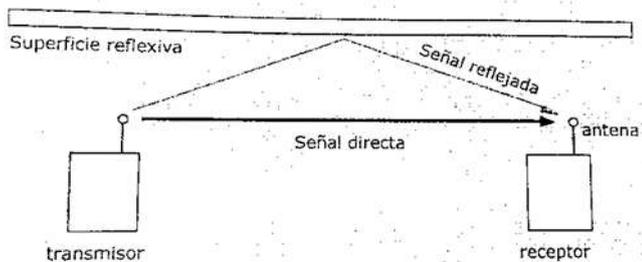
los sistemas inalámbricos para micrófonos se fabrican en 2 bandas:

- VHF: very high frequency.
- UHF: ultra high frequency.

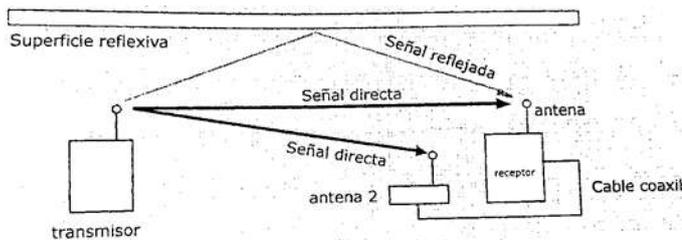
y tiene 3 **subdivisiones:** low, mid, high.

según la configuración del **receptor** los sistemas inalámbricos son clasificados:

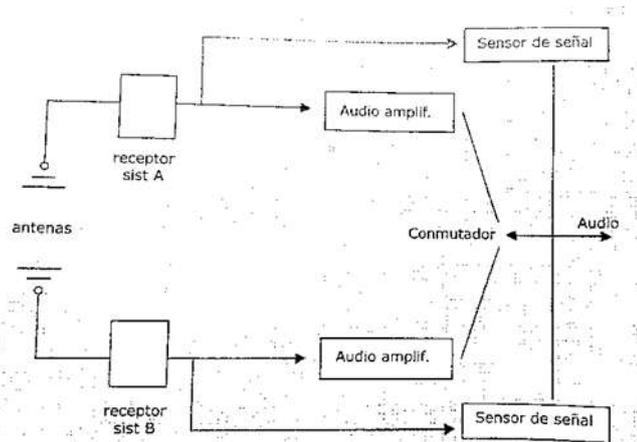
- non diversity: 1 antena en el receptor y 1 en el transmisor. cuenta con un sistema de eliminación de recepción múltiple de ondas para evitar las cancelaciones entre señales directas y reflejadas que llegan al mismo tiempo con fases opuestas. cuando un objeto obstruye el paso de la señal no tiene posibilidad de llegar rebotada produciendo huecos percibidos como **barridos** de ruido blanco.



- diversity: 1 antena en el transmisor y 2 antenas en el receptor y así se soluciona el problema de las lagunas de señal por obstrucciones. se orientan las antenas en direcciones diferentes y la señal llega a ambas mientras que un circuito elige la mejor señal electromagnética.



- true diversity: cuando el transmisor está en constante movimiento, desplazándose, este es el único sistema que me asegura un alto índice de transmisión. consta de 2 o más antenas en un receptor con circuito doble de recepción (cada circuito convierte la señal electromagnética recibida en audio y un conmutador elige la mejor señal de audio). las antenas pueden ser plantadas en diferentes lugares de la locación.



sistemas para registro de audio:

instancias del **proceso** de grabación de audio:

- captura: micrófonos como equipamiento.
- administración: la señal captada se pone en mixers o consolas y son ruteadas y procesadas.
- registro: en un soporte analógico (grabadores), grabando múltiples canales de manera eficiente.

profesional (gama alta) - prosumer (gama media) - consumer u hogareños (gama baja)

elección del equipamiento: aspectos fisicos

portabilidad:

peso y tamaño de la unidad de registro. fijos o estacionarios, portátiles de carro, de bolso y de mano.

accesibilidad:

facilidad de acceder a sus menús en la superficie de control para modificar los parámetros de las grabaciones.

algunos al ser de tamaño pequeño se acceden a los comandos en la pantalla mediante combinaciones de teclas poco prácticas. los sistemas preferidos dan la posibilidad de controlar muchas funciones a través de teclas y botones externos a la vista y de fácil implementación.

alimentación del equipo:

necesitamos saber si nuestro sistema es autónomo o si vamos a contar con alimentación externa.

equipos portátiles: qué tipo y cuánta cantidad de pilas o baterías se usa en una jornada de trabajo o si usan batería externa recargable para mayor rendimiento.

en algunos grabadores hay **ahorro de energía** que implica el grabador desactive funciones como el phantom power, lo cual no es conveniente.

manejo de señales:

entradas:

la cantidad de **entradas** debe cubrir como mínimo la cantidad de **micrófonos** de cada situación de grabación. son balanceadas o no balanceadas.

los *condenser* requieren alimentación, y su corriente viaja por el mismo cable que usa el micrófono para conectarse a grabador para alimentar al primero. la corriente de los *tonader* se transfiere por el cable del micrófono utilizando diferentes conductores que la alimentación phantom.

nivel de entrada: señal de salida

el nivel de voltaje de los micrófonos se llama **nivel de micrófono**, pero otros equipos de tienen un nivel mucho mayor llamado **nivel de línea**.

lo importante será **coincidir**. sí un equipo entrega señal de línea y la entrada conectada es de micrófono la señal puede resultar distorsionada, si esto se da al revés la señal no va a llegar nunca a los valores deseados.

- activado **mic**: hay un preamplificador activado y el equipo espera recibir una señal de bajo voltaje.
- activado **line**: hay un preamplificador desactivado y el equipo espera recibir una señal de gran voltaje.

preamplificadores de micrófono:

dispositivo electrónico que amplifica señales de audio bajas, como las de un micrófono, hasta un nivel de línea que pueda ser procesado por otros equipos.

control de intensidad (trim/gain): acceso al ajuste de los niveles de grabación mediante potenciómetros.

- manual: **gain** (aumento de señal de una fuente de audio) y **trim** (opera luego de la primera amplificación para equilibrar la señal) son modificadores de la intensidad de la señal.
- automático: **AGC** (automático gain control) en sistemas hogareños. realiza cambios automáticos de su nivel de grabación en función de la señal que ingresa y el resultado que se busca obtener. más energía menos volumen, menos energía más volumen.

cantidad de canales de grabación: permite grabar cada canal por separado y también grabar un tipo de mezcla. la cantidad de canales de grabación no debe coincidir con la cantidad de entradas.

medición y monitoreo:

sistema de medición:

tipos de DB:

- analógico: DB VU
- digital: DB FS PEAK (picos) y DB SF RMS (promedios)

tiempos de integración: período durante el cual un instrumento de medición recopila y promedia una señal para producir un resultado estable; diferencia entre picos y promedios. resulta más parecido a la sensación de sonoridad del oído de una persona.

sistema de monitoreo:

los sistemas de registro permiten modificar el nivel de monitoreo (lo que escucho por auriculares) sin modificar el nivel de grabación. debemos calibrar el nivel de grabación y luego el de monitoreo.

tipos de archivo de registro:

sin compresión:

- WAV: uno de los más usados hoy en día. puede almacenarse de manera **mono** (el grabador genera un archivo por cada canal) o **interleaved** (en un solo archivo se encuentra en las distintas pistas registradas)
- BWF: permite sumarle metadata al archivo, lo cual permite una resincronización automática mediante la utilización del software en posproducción.

con compresión:

- MP3: comprime el audio con pérdida de información y con menor cantidad de peso que el archivo original.

sopORTE físico:

archivos registrados en un sistema de **disco rígido** (sistemas fijos) y en **tarjetas de memoria** (sistemas portátiles). algunos equipos registran a la vez en 2 tarjetas, o una tarjeta y un disco para minimizar las posibilidades de material perdido.

mixer/consola:

equipos que combinan señales de audio de múltiples fuentes y permite nivelar, procesar y monitorearlas. se administran con **grabadores multipista**.

consola: equipo de mayor tamaño y capacidad.

mixer: dispositivo más pequeño y con menores prestaciones.

acústica y sistemas de sonido: audio digital

digitalización: conversión análogo-digital o codificación de la señal analógica

una vez tomada la muestra es necesario almacenarla y para eso debe ser transformada en un **número binario**; esta función la cumple el **conversor analógico-digital** (AD) que convierte valores de tensión en números binarios. un dígito binario se denomina **bit**.

modulación por código de tiempos (PCM): método de modulación que se utiliza para convertir señales analógicas en secuencias digitales de bits. sucesión de pulsos en el tiempo.

proceso de digitalización:

- antialiasing: eliminar información sobrante que el oído no va a llegar a escuchar. filtro lowpass que reduce las frecuencias más altas de la señal para prevenir el aliasing, que es una **distorsión** que ocurre cuando la señal se muestrea a una tasa inferior a la necesaria para capturar la señal (el teorema de nyquist-shannon).
- muestreo o sampling: las señales acústicas varían en forma continua y en un intervalo de tiempo dado por lo que existen infinitos valores diferentes.

la señal analógica se muestrea a intervalos regulares de tiempo. cada muestra se cuantifica al valor más cercano dentro de un conjunto de niveles digitales predefinidos.

así surge este concepto que significa reemplazar la señal original por una serie de muestras tomadas a intervalos regulares; el número de veces que la señal se muestrea por segundo se denomina **frecuencia de muestreo**, la frecuencia de muestreo debe ser mayor que el doble de la máxima frecuencia en la señal. el tiempo entre muestras **período de muestreo**.

- **quantizing** o cuantificación: es el proceso de asignar valores discretos a las muestras analógicas. los valores decimales del muestreo se convierten a 0 y 1.

numeración binaria: todos los sistemas digitales tienen numeración binaria. se utilizan solo 2 símbolos (0 y 1) en un sistema posicional donde cada cifra tiene un peso 2 veces mayor que el anterior. una vez que llegamos al 1 debemos agregar una nueva cifra 1 y cambiar la primera por 0.

las palabras binarias cortas introducen un error, conocido como **ruido de cuantificación**, porque la señal se redondea al valor más cercano disponible. es un ruido con mayor piso de ruido.

una **relación señal ruido** óptima es de al menos **16 bits**.

dither: cuando se digitalizan señales de muy bajo nivel el ruido de digitalización (dither) se convierte en una distorsión que disminuye la percepción de señales armónicas no deseadas.

- **coding** o codificación: los valores cuantificados se codifican en una forma binaria (bits) para su almacenamiento o transmisión. la codificación puede incluir la compresión de datos para reducir el tamaño del archivo o la aplicación de códigos de corrección de errores para mejorar la robustez de la señal digitalizada frente a errores en la transmisión.