

# **INDICE DE MATERIAS**

## **CAPITULO 1**

### **ACUSTICA ( Nociones de Sonido )**

- 1.1 Qué es el sonido
- 1.2 Cómo se mide
- 1.3 Cómo se propaga
- 1.4 Reflexión, Transmisión, Absorción y Difracción

## **CAPITULO 2**

### **ACUSTICA ( El Sonido y sus Características )**

- 2.1 Frecuencia, Módulo y Fase
- 2.2 Espectro

## **CAPITULO 3**

### **PSICOACUSTICA**

- 3.1 Audición y Frecuencia
- 3.2 Timbre
- 3.3 Enmascaramiento
- 3.4 Localización Especial de Fuentes

## **CAPITULO 4**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( Calidad de Audio )**

- 4.1 Respuesta en Frecuencia
- 4.2 Distorsión
- 4.3 Relación señal ruido
- 4.4 Diafonía

## **CAPÍTULO 5**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( Equipos Domésticos )**

- 5.1 Fuentes de Sonido
- 5.2 Amplificadores
- 5.3 Filtros y Ecuallizadores
- 5.4 Altavoces
- 5.5 Cadenas de Música

## **CAPÍTULO 6**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( Microfonía )**

- 6.1 Definición y Tipos de transductor
- 6.2 Características
- 6.3 Directividad y Diagramas Polares

## **CAPÍTULO 7**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( Procesadores )**

- 7.1 De Frecuencia
- 7.2 De Dinámica

## **CAPÍTULO 8**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( La Mesa de Mezclas )**

- 8.1 Definición y Requisitos
- 8.2 Proceso de Grabación y Reproducción Multipista
- 8.3 Descripción de las funciones. Módulo de Canales de Entrada

## **CAPÍTULO 9**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( Etapas de Potencia )**

- 9.1 Definición y Elementos
- 9.2 Características
- 9.3 Tipos de Etapa
- 9.4 Conexión

## **CAPITULO 10**

### **EQUIPOS DE SONIDO ( Altavoces )**

- 10.1 Definición y Tipos de Transductor
- 10.2 Características
- 10.3 Motivos para Configurar los Monitores
- 10.4 Configurando los Monitores
- 10.5 ¿Está alto o suena Alto?

## **CAPITULO 11**

### **LA ECUALIZACION**

- 11.1 Terminología de la EQ
- 11.2 Rangos de Frecuencias de los Instrumentos
- 11.3 Uso de los Filtros

## **CAPITULO 12**

### **DINAMICA**

- 12.1 Usos. Terminología
- 12.2 Los Codos
- 12.3 Rangos de Compresión
- 12.4 Compresores Multibanda
- 12.5 El uso del Modo M-S

## **CAPITULO 13**

### **REVERB**

- 13.1 Usos
- 13.2 Los Controloes de la Reverb
- 13.3 Reverb por Convolución

## **CAPITULO 14**

### **PANORAMICA**

- 14.1 ¿Qué es la Panorámica?
- 14.2 Panorámica General
- 14.3 Mezcla Tridimensional

## **CAPITULO 15**

### **LA GRABACION Y LA MEZCLA**

15.1 El Estudio desde cero. La Parte Eléctrica

15.2 La Configuración del Estudio

15.3 ¿Estamos Todos?

15.4 Los Instrumentos

1) La Batería

2) El Bajo y el Contrabajo

3) La Sección de Metales

4) La Sección de Cuerdas

5) Pianos y Teclados

6) Guitarras Eléctricas

7) Guitarras Acústicas

15.5 Una Grabación de música Pop

15.6 Los Cimientos de la Mezcla

15.7 Música Orquestal

1) La Sección de Cuerda

2) La Sección de Viento-Madera

3) La Sección de los Metales

4) Consideraciones Finales

## **CAPITULO 16**

### **BITRATES y MP3**

16.1 Fraunhofer

16.2 Compresión Mp3. Un Estudio de Radio

16.3 Compresión Mp3. Equipos Portátiles

16.4 Compresión Mp3. Locales de Difusión

16.5 Compresión Mp3. Estudios de Grabación

## **CAPITULO 17**

### **SINTESIS**

17.1 Terminología

17.2 Análisis de Envoltentes

## **CAPITULO 18**

### **LA SEÑAL SMPTE**

18.1 SMPTE

## **CAPITULO 19**

### **UN REPASO GENERAL Y OTROS APUNTES**

- 19.1 Terminología Diversa
- 19.2 teoría del Sonido. Funcionamiento de los Altavoces
- 19.3 Tipos de Transductores y sus Cortes de Frecuencia
- 19.4 Monitores
- 19.5 Cableado de Sonido

## **CAPITULO 20**

### **IMPRESINDIBLES**

- 20.1 El Audio a 192 KHz
- 20.2 El Dithering
- 20.3 Vinilo Mágico
- 20.4 Los Efectos Plug-In
- 20.5 Guía General de Microfonía
- 20.6 La Grabación de CD

## **CAPITULO 21**

### **NUEVAS GENERACIONES DE DISCOS COMPACTOS**

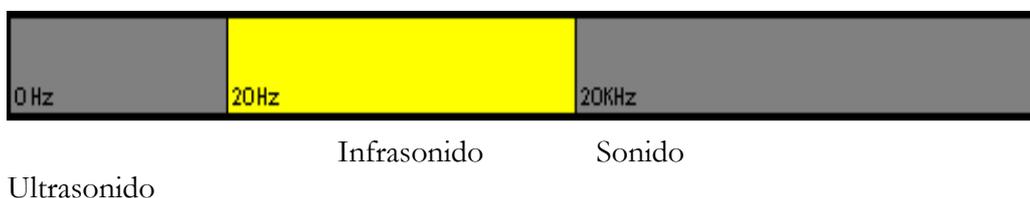
- 21.1 El DVD-Audio
- 21.2 El SACD
- 21.3 El HDCD
- 21.4 El DualDisc

## 1.1 QUÉ ES EL SONIDO

El sonido es una vibración mecánica de las partículas del aire, que en contacto con el tímpano, se transmite al oído. A través del oído interno y el nervio auditivo, el cerebro interpreta estas vibraciones. Lo que el cerebro interpreta es lo que oímos.

La vibración de una partícula significa que esta se mueve en las proximidades de su posición original y pasada la vibración volverá a su posición original. Una vibración es (por ejemplo) lo que ocurre en la superficie de agua en reposo, si se arroja una piedra: esta crea una vibración que avanza y hace que las partículas de la superficie suban y bajen, pero pasada la onda, las partículas siguen donde estaban.

La diferencia con el ejemplo del agua, es que en el aire los movimientos de las partículas son longitudinales, en la dirección de avance del sonido. Si tenemos una superficie que vibra, como puede ser el cono de un altavoz, la vibración se transmite a las partículas de aire que están en contacto con la superficie, empujándolas hacia adelante y hacia atrás, éstas a su vez empujan a las siguientes y cuando las primeras se retraen (se vuelven hacia atrás) las segundas también y así se va propagando la onda por aire.



Tomando la definición de sonido, como aquello que el oído humano es capaz de percibir, habría que limitarlo a las vibraciones de frecuencias comprendidas entre 20 y 20.000 Hz (Hertzios = ciclos completos en un segundo). De este modo se llamarían infrasonidos a las vibraciones cuya frecuencia fuese menor de 20 Hz y ultrasonidos a las que oscilan por encima de los 20 KHz (kilo hertzios).

## 1.2 CÓMO SE MIDE.

Las perturbaciones creadas por las vibraciones sobre el estado de reposo inicial de las partículas de aire, se traducen en variaciones muy pequeñas de presión. Las partículas de aire se acercan y alejan con las vibraciones, se comprimen y "descomprimen".

Esta variación de presión es lo que se mide. La unidad de medida de la presión es el Pascal (Pa). Sin embargo esto obligaría a tratar con unidades muy pequeñas, por eso se usa otra medida relativa: el "Nivel de Presión Sonora" (NPS), que se mide en decibelios (dB). El NPS en decibelios es el resultado de la siguiente operación matemática:  $20 \cdot \text{Log}_{10}(\text{presión}/\text{Pref})$ , siendo "Pref" la presión de referencia =  $20 \cdot 10^{-6}$  Pa (= 0,00002 Pa). La presión de referencia es la mínima que puede detectar el oído humano medio. Con lo que si tenemos un Nivel de Presión Sonora (NPS) = 0 dB, diremos que hay silencio (Ojo: no confundir con el dBfs). En términos de habla inglesa, las referencias NPS se encuentran como SPL (Sound Pressure Level), y por influencia, también en documentación de habla hispana se suelen encontrar datos en dB SPL.

Unos valores medios en dB son los siguientes:

25 dB NPS en un dormitorio urbano

57 dB NPS en conversación normal

64 dB NPS en conversación de tono elevado

85 dB NPS durante un grito

115 dB NPS en una discoteca

130 dB NPS de umbral de dolor

Tabla orientativa sobre los niveles de presión sonora en diferentes ambientes.

### **1.3 COMO SE PROPAGA.**

El sonido es una vibración, que, como tal, se puede dar en cualquier medio material, sólido, líquido o gaseoso (como el aire). En cada medio, se propaga a una velocidad diferente, principalmente en función de la densidad. Cuanto más denso sea el medio, mayor será la velocidad de propagación del sonido. En el vacío, el sonido no se propaga, al no existir partículas que puedan vibrar. En este caso tenemos una muestra del clásico error de las películas de ciencia ficción: el sonido de las explosiones en el espacio. Dado que el sonido no se propaga en el vacío.....quita tus propias conclusiones.....

En el aire, el sonido se propaga a una velocidad aproximada de 343 m/s (metros por segundo). Esta velocidad puede variar con la densidad del aire, afectada por factores como la temperatura o la humedad relativa. En cualquier caso, para distancias de decenas de metros las variaciones son mínimas.

En el agua, un valor típico de velocidad del sonido son 1500 m/s (el agua es más densa que el aire). En el agua, la densidad varía mucho en función de factores como la profundidad, la temperatura o la salinidad.

La propagación del sonido en el agua, es el fundamento de los sistemas de sonar utilizados en barcos y submarinos para detectar obstáculos u objetivos y para enviar datos codificados. Para aplicaciones sonar las frecuencias que se utilizan corresponden a los ultrasonidos.

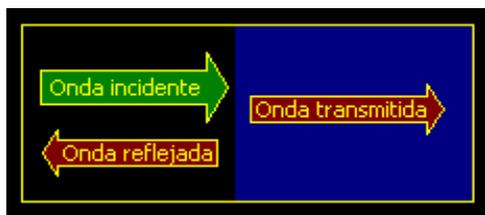
En materiales metálicos, el sonido se propaga a velocidades superiores a las anteriores, por ejemplo, en el acero el sonido se propaga a una velocidad en torno a 5000 m/s. En materiales sólidos se utiliza el sonido y las propiedades de reflexión para detectar fallas estructurales y grietas, sin necesidad de tener acceso a toda la estructura. Por ejemplo en una viga, bastará con acceder a una de sus terminaciones para poder conocer su estado, empleando ultrasonidos y ecogramas.

Divergencia esférica: el nivel de presión disminuye conforme el sonido se propaga. Cuando el frente de onda es esférico, en la mayoría de los casos, el nivel de presión cae 6 dB por cada vez que se duplica la distancia. Estas se llaman pérdidas por divergencia esférica. Si por ejemplo se mide el NPS que produce una excavadora a cinco metros y este es de 100 dB, podremos decir que a 20 m el NPS será de 88 dB, y a 40 m serán 82 dB. Cuando el frente de onda es plano, no hay pérdidas por divergencia. Un ejemplo de este tipo de propagación se da en la propagación del sonido por el interior de una tubería.

## 1.4 REFLEXIÓN, TRANSMISIÓN, ABSORCIÓN Y DIFRACCIÓN.

### 1.4a- Reflexión y transmisión.

Cuando una onda acústica incide sobre una superficie plana que separa dos medios, se producen dos ondas: una de reflexión y otra de transmisión. Cuando la inclinación de la onda incidente es superior a un ángulo dado (ángulo crítico), sólo se produce onda reflejada. Cuanta energía pasa a formar parte de la onda reflejada y cuanta pasa a ser parte de la onda transmitida, es función de la relación de impedancias acústicas entre el primer y el segundo medio. La impedancia es la oposición que hace el medio al avance de la onda, algo así como la "dureza" del medio. Cuando se pasa del medio aéreo al acuático, casi toda la energía se refleja, debido a que las impedancias son muy dispares. En cambio, entre una capa de aire frío y otra de aire caliente, casi toda la energía de la onda acústica pasa a formar la onda transmitida, ya que la impedancia acústica es parecida.



Ondas que se generan al pasar de un medio a otro.

### 1.4b- Absorción.

Una onda acústica implica el movimiento de partículas, las cuales rozan entre sí. Este roce consume parte de la energía, que se convierte en calor, disminuyendo la energía acústica total. La pérdida de energía, o absorción, depende de cada frecuencia, siendo generalmente mayor a altas frecuencias que a bajas frecuencias.

En medios fluidos como el aire o el agua se pueden dar los datos de absorción en función del camino recorrido por la onda acústica. La siguiente tabla muestra la absorción del aire a 20° centígrados y humedad del 70% para distintas frecuencias, en dB por kilómetro.

Frecuencia (Hz)	31	63	125	259	500	1K	2K	4K	8K	16K
Absorción (dB/Km.)	0.2	0.3	0.7	1.3	2.6	5.3	11.0	22.0	53.0	160

Como se puede observar, la absorción es mucho mayor en las altas frecuencias que en las bajas. Por ejemplo, una onda acústica de frecuencia 500 Hz que recorre dos kilómetros sufre unas pérdidas por absorción del aire de 5.2 dB. Para calcular el nivel real, habría que tener en cuenta las pérdidas por divergencia esférica.

También existe otro parámetro de la absorción, y es el que se usa en las especificaciones de materiales acústicos. Se suele llamar "coeficiente de absorción a:", es adimensional y sus valores van de 0 a 1, siendo cero equivalente a mínima absorción y uno máxima absorción. Este valor se usa principalmente para calcular los tiempos de reverberación de salas. El coeficiente "a:" de un panel acústico depende principalmente del espesor, porosidad y de la forma que tenga.

#### 1.4c- Difracción.

Se entiende por difracción cualquier desviación de la propagación en línea recta debida a la presencia de algún obstáculo en el medio homogéneo. Por ejemplo, un muro que separa una zona residencial y una carretera, ya que no se interrumpe el medio de propagación: el aire. De forma parecida a como actúa la luz cuando se encuentra con un obstáculo, actúan las ondas acústicas. También se puede hablar de sombra acústica creada por un obstáculo. La sombra creada es distinta según la frecuencia de la que se trate.

Así las altas frecuencias "proyectan" una sombra más definida que las bajas frecuencias. Es decir, si entre el oyente y una fuente sonora que están en campo abierto, se sitúa un obstáculo (por ejemplo se levanta una pared de dos metros), el oyente percibirá una reducción de la intensidad del sonido total. Sin embargo, esta reducción será poca a las frecuencias próximas a 20 Hz (bajas frecuencias) y mucha a las frecuencias próximas a los 20 KHz (altas frecuencias), alrededor de 10 dB. En este caso se podrá decir que las bajas frecuencias sufren más difracción que las altas, en otras palabras: su trayectoria se ha curvado más, rodeando el obstáculo.

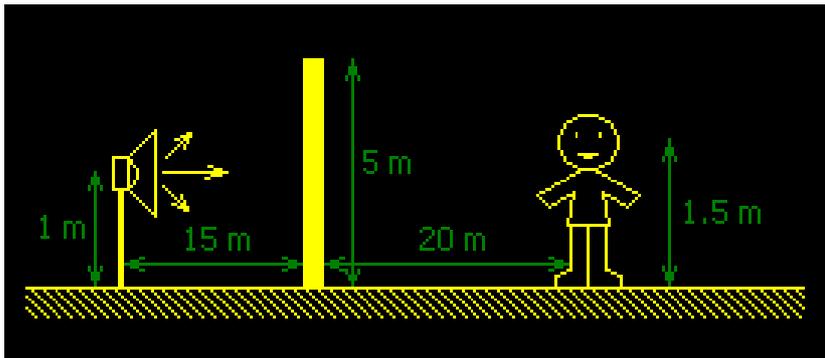
Frecuencia Atenuación del NPS

250 Hz 14 dB

500 Hz 17 dB

1000 Hz 20 dB

2000 Hz 23 dB



Datos de un ejemplo real. A la izquierda la fuente de ruido, a la derecha el oyente.

Los efectos de difracción pueden tener importancia para micrófonos, altavoces, para la audición humana (difracción sobre la cabeza, que hace de obstáculo), para el diseño acústico de recintos... Las sombras acústicas creadas por obstáculos son muy usadas en la lucha contra el ruido, como por ejemplo, los paneles usados en autopistas o autovías (en algunos lugares) para evitar que el sonido de los vehículos que circulan por ellas alcancen a las casas colindantes.

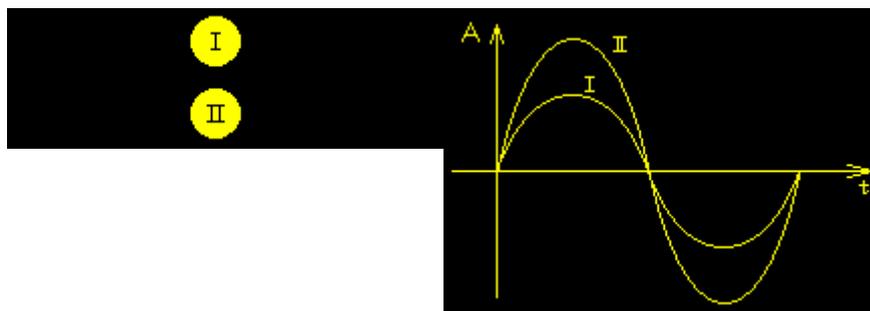
## 2.1 FRECUENCIA, MÓDULO Y FASE.

La frecuencia de oscilación de una partícula (o de cualquier magnitud, como por ejemplo el voltaje de una señal eléctrica) es la cantidad de ciclos completos en un tiempo dado. La frecuencia se mide en hertzios (Hz.), e indica el número de ciclos completos en un segundo. Un ciclo es el recorrido completo que efectúa una partícula desde su posición central, hasta otra vez esa misma posición, habiendo pasado por su posición de desplazamiento máximo y mínimo.



Los sonidos de una única frecuencia, se llaman tonos puros. Un tono puro se escucha como un "pitido", el timbre dependerá de la frecuencia que lo genere. El sonido que se escucha en el teléfono antes de marcar, por ejemplo, corresponde a un tono puro de frecuencia cercana a 400 Hz. El tono de la "carta de ajuste" de la televisión, corresponde a una frecuencia de 1000 Hz.

La posición de una partícula en un instante de tiempo concreto, dependerá de tres factores: frecuencia, módulo y fase. La frecuencia ya se ha definido. El módulo indica la amplitud de la oscilación, si se trata de partículas que se mueven, el módulo estará definido en metros (m), si se trata de una señal eléctrica, el módulo estará definido en voltios (V). En el siguiente ejemplo se tienen dos partículas que realizan ciclos completos (hacen un ciclo y paran). Las dos oscilan con igual frecuencia, pero varía la amplitud, ya que el módulo de la partícula II es mayor que el módulo de la partícula I.



La fase indica la posición de la partícula que oscila en el momento de empezar a contar el tiempo, es decir en  $T = 0$  s. La fase se mide en radianes (rad) o en grados ( $^{\circ}$ ).  $360^{\circ} = 2\pi$  rad. Si calculamos el coseno de la fase, nos da un valor entre 1 y -1. Viendo las partículas I y II, "1" significaría que la partícula estaba a la derecha del todo, "-1" a la izquierda del todo.

Se habla de fase relativa cuando lo que interesa es la diferencia que existe entre dos movimientos de la misma frecuencia. Si dos partículas u ondas se mueven con igual frecuencia, pero cuando una pasa por cero, la otra no lo hace o lo hace en dirección contraria, tendrán una fase relativa distinta de cero. Exactamente si cuando una pasa por cero, la otra lo hace en dirección contraria, tendrán una fase relativa de  $180^\circ$  (grados) o de  $\pi$  radianes. En este caso, si las dos ondas tienen igual módulo, se cancelarán una a la otra, siendo el resultado total cero. Si dos manos tratan de mover con igual fuerza una hoja de papel, cada una desde un lado, con fase relativa cero, el desplazamiento de la hoja será máximo. Es decir, cuando una empuja la otra recoge (las dos pasan por cero en el mismo momento y misma dirección). Si lo hacen con fase relativa  $180^\circ$ , el desplazamiento será nulo.

El "periodo" ( $T$ ) es el inverso de la frecuencia ( $T=1/f$ ). El periodo se mide en segundos (s). Según esta definición, en el ejemplo de las tres partículas en movimiento, la primera tiene un periodo de 4 segundos, en la segunda  $T=2$  s. y en la tercera  $T=1$  s.

Cualquier sonido (voz, música, ruido...) está compuesto por múltiples frecuencias. Se puede descomponer el sonido en múltiples tonos puros. Si un sonido cambia con el tiempo, la amplitud y fase de cada tono puro o frecuencia en que se descompone ese sonido, también variará con el tiempo.

## 2.2 ESPECTRO

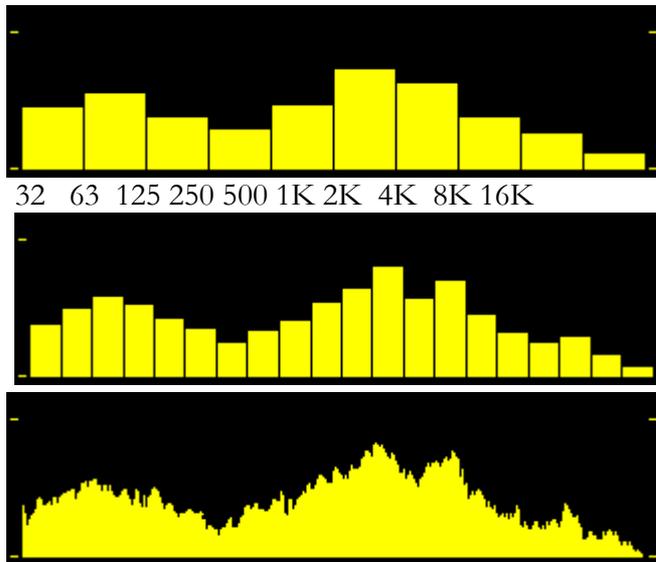
El espectro es la representación de las frecuencias que componen una señal de audio. El espectro se obtiene calculando la energía que aporta cada frecuencia al sonido total. Normalmente la representación no se hace en términos de energía directamente, sino que se calcula el nivel ( $10\log$ ) respecto a la energía de referencia. Con esto se obtiene el "Nivel espectral" expresado en dB. Aunque el proceso de cálculo es bastante tedioso, la electrónica e informática actuales, con hardware o software que trabajan con procesos TFFT y FFT, simplifica enormemente el trámite, por lo que no se dará más información en este sentido.

Como curiosidad, comentar que hace escasos 10 años, para calcular el nivel espectral de una señal de audio de escasa duración se requerían varios minutos o incluso horas y potentes ordenadores. Actualmente todos estos cálculos se implementan en procesadores y plugins capaces de mostrar los resultados en tiempo real.

De cara a emplear menos recursos y menos tiempo de cálculo, no se calcula en nivel espectral para cada frecuencia (cerca de 20.000) sino que éstas se agrupan en bandas, dando lugar a la representación en "bandas de frecuencia".

Las siguientes figuras muestran representaciones espectrales de un sonido indeterminado (en un instante concreto) cuyo espectro completo está representado en la figura de abajo. La figura central muestra el espectro representado en bandas de media octava y la figura de arriba en bandas de una octava. Las representaciones en octavas suelen contar con 10 bandas y las de media octava con 20. También se utilizan las de tercio de octava (30 o 31 bandas).

Las representaciones se hacen sobre ejes de frecuencia logarítmicos, esto hace que en la representación se vea la misma distancia entre las frecuencias 100 Hz y 200 Hz que entre 1 KHz y 2 KHz.



Los números representan las frecuencias centrales expresadas en Hz.

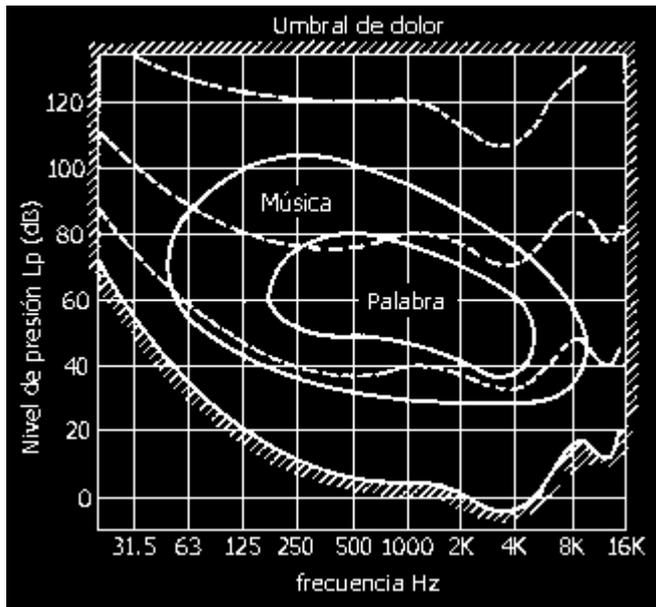
Para los tres casos el espectro está representado de 20 a 20.000 Hz.

La relación que existe entre frecuencias centrales es la siguiente: en bandas de octava:  $f_2 = 2 \cdot f_1$ . En bandas de media octava:  $f_2 = 2^{1/2} \cdot f_1$ . En bandas de tercio de octava:  $f_2 = 2^{1/3} \cdot f_1$ . Siendo  $f_1$  la frecuencia central de una banda y  $f_2$  la frecuencia central de la banda superior contigua.

La representación espectral (o el espectro) puede resultar muy útil si se sabe interpretar. Básicamente aporta información sobre cuánto contribuye cada frecuencia o cada banda de frecuencia al sonido total. Dicho de otra forma, el espectro permite "ver" el sonido que le llega al oído. Otra cosa diferente será lo que el oído escucha (interpreta).

### 3.1 AUDICIÓN Y FRECUENCIA

El umbral de audición, para la media de los humanos, se fija en  $20 \mu\text{Pa}$  ( $20 \text{ micro pascuales} = 0.000002 \text{ pascuales}$ ), para frecuencias entre  $2\text{KHz}$  y  $4\text{KHz}$ . Por encima y por debajo de estas frecuencias, la presión requerida para excitar el oído es mayor. Esto significa que nuestro oído no responde igual a todas las frecuencias (tiene una respuesta en frecuencia desigual). Un tono puro, a la frecuencia de  $125 \text{ Hz}$  y con  $15 \text{ dB}$  de nivel, sería prácticamente inaudible, mientras que si aumentamos la frecuencia, hasta  $500 \text{ Hz}$ , sin variar el nivel de presión, se obtendría un tono claramente audible.



Las líneas discontinuas marcan los niveles de presión necesarios a cada frecuencia, para que el oído detecte (subjetivamente) la misma sonoridad en todas. Esto quiere decir que si reproducimos un tono de  $31.5 \text{ Hz}$  a  $100 \text{ dB}$  (NPS), luego otro de  $63 \text{ Hz}$  a  $90 \text{ dB}$  y otro de  $125 \text{ Hz}$  a  $80 \text{ dB}$ , el oyente dirá que todos sonaban al mismo volumen.

En  $2 \text{ KHz}$  el umbral de audición se fija en  $0 \text{ dB}$  y a  $4 \text{ KHz}$  es incluso menor de  $0 \text{ dB}$ , ya que a  $3600 \text{ Hz}$  se encuentra la frecuencia de resonancia del oído humano.

Por debajo de  $2000 \text{ Hz}$  y según se va bajando en frecuencia, el oído se vuelve menos sensible. Los umbrales de audición para frecuencias menores de  $2 \text{ KHz}$  son:  $5 \text{ dB}$  a  $1 \text{ KHz}$ ,  $7 \text{ dB}$  a  $500 \text{ Hz}$ ,  $11 \text{ dB}$  a  $250 \text{ Hz}$ ,  $21 \text{ dB}$  a  $125 \text{ Hz}$ ,  $35 \text{ dB}$  a  $63 \text{ Hz}$ ,  $55 \text{ dB}$  a  $31 \text{ Hz}$ . Recuerda que estos dB's son de nivel de presión sonora (NPS o SPL).

Por encima de los  $4 \text{ KHz}$ , el oído es menos sensible, pero no tanto como en bajas frecuencias. Sin embargo, se producen fluctuaciones a frecuencias cercanas, debido a las perturbaciones que produce la cabeza del oyente en el campo sonoro. Los umbrales de audición son:  $15 \text{ dB}$  a  $8 \text{ KHz}$  y  $20 \text{ dB}$  a  $16 \text{ KHz}$ .

Todos los receptores de sonido, tienen un comportamiento que varía con la frecuencia. En el caso del oído humano, sucede lo mismo, ya que se trata el receptor más complicado y (aunque parezca extraño) más eficiente que existe.

El umbral de audición define la mínima presión requerida para excitar el oído. El límite del nivel de presión sonora se sitúa generalmente alrededor de  $130 \text{ dB}$ , coincidiendo con el umbral del dolor (molestias en el oído). La pérdida de audición de manera súbita, por daños mecánicos (en el oído medio) se produce a niveles mucho mayores. La exposición suficientemente prolongada a niveles superiores a  $130 \text{ dB}$  produce pérdida de audición permanente y otros daños graves.

En acústica, las frecuencias siempre se tratan de manera logarítmica: representaciones, gráficas y demás. El motivo principal es que el oído humano interpreta las frecuencias de manera casi logarítmica. En el eje de frecuencias de cualquier gráfica de las vistas hasta ahora, las marcas pasan de una frecuencia (p. ej. 1000 Hz) al doble (2000 Hz). La apreciación subjetiva de un oyente será que hay la misma distancia entre un tono de 200 Hz y otro de 400, que entre uno de 1000 Hz y otro de 2000 Hz. Sin embargo la "distancia" en frecuencia en el primer caso es de 200 Hz y en el segundo de 1000 Hz.

### **3.2 TIMBRE**

El oído humano percibe el timbre en función de las frecuencias que componen la señal escuchada. Los humanos tenemos buena agudeza auditiva cuando se trata de distinguir frecuencias. En cambio, tenemos una agudeza pobre para localizar la fuente del sonido. Se pueden diferenciar dos tonos, uno de 100 Hz de otro de 101 Hz, pero no uno de 1000 Hz de otro de 1001 Hz. Sin embargo sí se percibe la diferencia entre uno de 1000 Hz y otro de 1010 Hz; esto es debido a la audición logarítmica. La agudeza frecuencial del oído se sitúa en torno al 1%, puede distinguir tonos cuyas frecuencias varían en sólo un 1%.

El oído humano se comporta, en lo que a sonoridad se refiere, como un conjunto de 24 filtros de 1/3 de octava. Este hecho se puso de manifiesto al hacer medidas de sonoridad y comparar las sonoridades de ruidos de banda estrecha, manteniendo constante la presión media total, pero aumentando el ancho de banda por pasos. Se descubrió que para distintos anchos de banda menores de 1/3 de octava, todas las señales se percibieron con igual sonoridad. Cuando se superaba el ancho de banda de 1/3 de octava, la sonoridad percibida aumentaba. Esto es debido a que se comienzan a excitar los nervios de las zonas filtrantes vecinas, en el oído interno. Por este motivo las representaciones en tercio de octava son tan usadas y útiles.

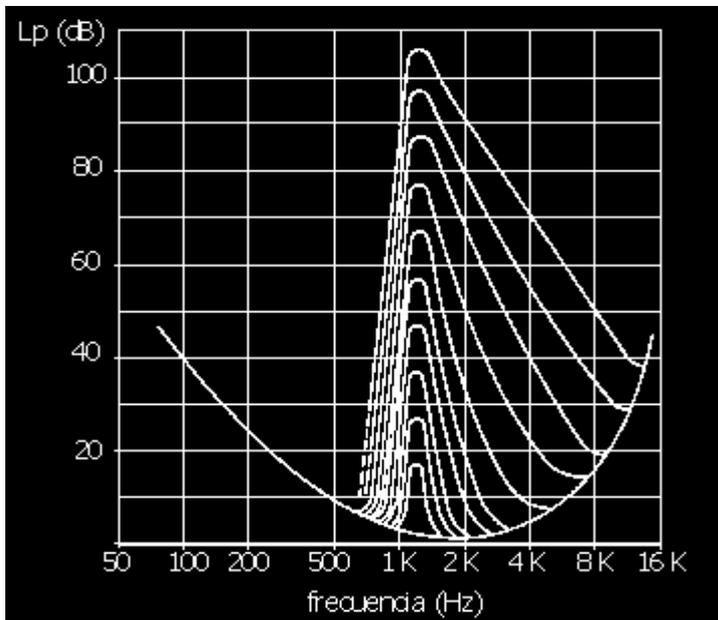
### 3.3 ENMASCARAMIENTO

El enmascaramiento de un tono o de un ruido de banda estrecha sobre otro, es una experiencia diaria. Cuando se encuentra dificultad o imposibilidad para escuchar algún sonido (música, habla...) porque otro sonido (considerado ruido) está presente en el mismo momento, estamos sufriendo enmascaramiento.

Los procesos de enmascaramiento cumplen siempre:

- Una banda estrecha de ruido, produce más enmascaramiento que un tono puro de igual frecuencia central y misma intensidad.
- Cuando el ruido es de bajo nivel, el enmascaramiento se produce en una banda de frecuencia estrecha alrededor de la frecuencia central del ruido.
- El efecto de enmascaramiento no es simétrico en torno a la frecuencia central del ruido enmascarante. Las frecuencias superiores sufren más los efectos de enmascaramiento.

En la gráfica que se muestra a continuación, se pueden ver los efectos b) y c). La línea curva inferior delimita el umbral medio de audición.

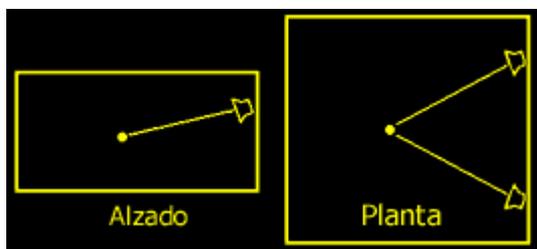


La gráfica muestra las zonas que estarían bajo los efectos del enmascaramiento, con un ruido de banda estrecha centrado en 1200 Hz, y para distintos niveles de presión sonora del ruido. Para el caso más extremo, el ruido de 110 dB (la curva más alta), obtenemos la mayor zona enmascarada. Por ejemplo, en este caso, el oyente no detectaría un tono de 8 KHz y 50 dB de nivel de presión; tampoco detectaría un sonido de 4 KHz y 70 dB de nivel de presión...

### 3.4 LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE FUENTES

En el caso más general, en campo abierto, el cerebro localiza la fuente de sonido, basándose en la diferencia de nivel entre un oído y otro, y en la diferencia de tiempo (retardo) entre un oído y otro. Como se había dicho, el sonido viaja a una velocidad de 343 m/s y la separación entre oídos es de unos 20 cm, los posibles retardos llegan hasta 600  $\mu$ s (1 microsegundo = 0.000001 segundo). La diferencia de nivel entre los oídos, es debido principalmente a la "sombra" de la cabeza, este efecto se acusa más en altas frecuencias. Las altas frecuencias se localizan principalmente por diferencia de nivel, y las bajas por diferencia de fase (retardo). Para acabar de localizar la fuente del sonido, está el movimiento de la cabeza, que es algo instintivo y colabora de forma determinante a la ubicación de la fuente.

En este apartado, nos centraremos en un caso concreto de los posibles: dos fuentes sonoras emitiendo señales coherentes. Se elige este caso porque es el más general. Los dos altavoces de un sistema estéreo emiten, en su mayor parte señal coherente, es decir, la misma señal.



La posición estéreo por definición, es cuando los altavoces y el oyente forman un triángulo equilátero de tres metros de lado. Además se suelen elevar los altavoces unos pocos grados sobre el plano de audición.

Para simular los distintos efectos se suelen añadir retardos entre los dos altavoces, mediante la electrónica. Se puede añadir retardo a toda la señal, o sólo a unas frecuencias para crear distintos ambientes. Si el oyente se sitúa a la misma distancia de los dos altavoces, los escucharía al mismo nivel, suponiendo que la señal que entra ambos altavoces es la misma, sólo con posibles retardos. Variando solamente el retardo entre altavoces, tendríamos los siguientes casos:

a) Retardos entre 0 y 630  $\mu$ s: el oyente identifica que hay una única fuente de sonido cuya posición depende del retardo entre las dos señales. El cerebro "suma" las señales de los dos oídos para determinar la posición de la fuente. Este efecto se denomina "Localización Suma" y es la base de los efectos estereofónicos con dos altavoces.

b) Retardos entre 1 ms y 40-50 ms (1 milisegundo = 0.001 segundos): el oyente identifica una única fuente sonora que sitúa en la posición del altavoz cuya señal está llegando primero a sus oídos (el que no está retardado). Las componentes de señal que llegan a los oídos en primer lugar son tomadas en consideración y las últimas son suprimidas en el proceso de cálculo. Este es el llamado efecto del "Primer Frente de Onda", muy importante a la hora de diseñar sistemas de refuerzo sonoro mediante varios altavoces, por ejemplo en salas de cine.

c) Retardos superiores a 50 ms: el oyente identifica dos fuentes de sonido, cada una en la posición de un altavoz. La segunda fuente de sonido será denominada eco de la primera. Los límites de los márgenes de los retardos no son invariables, ya que dependen también de las condiciones ambientales del experimento y también de la percepción subjetiva de cada individuo. Por ejemplo, para retardos entre 630  $\mu$ s y 1 ms, se tendrá "Localización Suma" o "Ley del Primer Frente de Onda" en función del sujeto y de las condiciones del experimento.

## 4.1 RESPUESTA EN FRECUENCIA

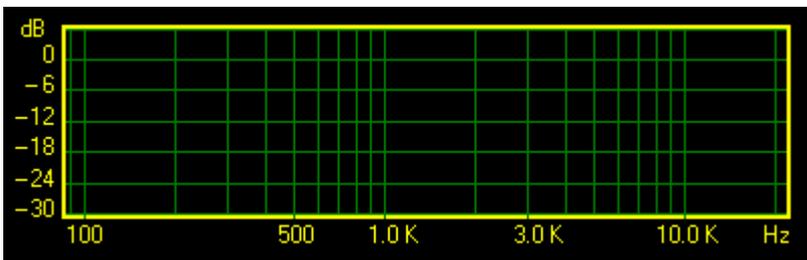
Se llama respuesta en frecuencia al comportamiento de un dispositivo de audio frente a las distintas frecuencias que componen el espectro de audio (20 a 20.000 Hz).

Todos los dispositivos de audio cumplen una función determinada, los micrófonos recogen vibraciones acústicas y las convierten en señales eléctricas (que igualmente tendrán módulo, fase y frecuencia). Los altavoces convierten señales eléctricas en vibraciones acústicas.

Todos los dispositivos manejan frecuencias de audio, pero no reaccionan igual ante todas las frecuencias.

De igual forma que el oído humano no escucha igual todas las frecuencias, los micrófonos tampoco, ni los amplificadores trabajan igual con todas igual, ni los altavoces son capaces de reproducir todas las frecuencias por igual. Esta última es la razón por la que en la mayoría de los equipos domésticos, hay por lo menos dos altavoces distintos por caja. Uno para reproducir las frecuencias graves y otro para reproducir las frecuencias altas.

Estas variaciones de respuesta conforme varía la frecuencia se miden en dB (decibelios) y se pueden representar gráficamente. La retícula sobre la que se suelen representar es la siguiente:

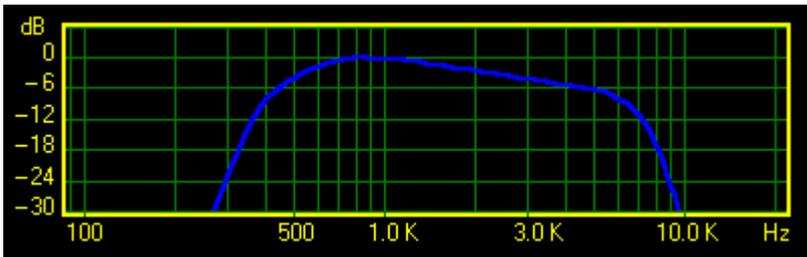


Escala logarítmica en el eje horizontal (frecuencia) y lineal en el vertical (dB).

En el eje horizontal se representan las frecuencias de forma logarítmica (similar a como el oído escucha). La primera frecuencia marcada es la de 100 Hz, la marca anterior será la de 90 y la siguiente la de 200 Hz, la siguiente de 300 Hz... y así hasta llegar a 1.0 K que son 1000 Hz. La siguiente marca será de 2000 Hz. y así hasta 20.000 Hz. En este caso se representa el espectro desde 90 Hz. a más 20.000 Hz, pero el rango de frecuencias que se tome variará según las necesidades. Si por ejemplo se representa la respuesta en frecuencia de un altavoz de graves, la gráfica deberá empezar en 20 Hz. y no será necesario que se extienda a más 1.000 o 2.000 Hz.

En el eje vertical se encuentran las variaciones de nivel expresadas en dB (10 Log (medida de referencia) ). En esta representación cada salto es de 6 dB, pero las representaciones pueden variar según el grado de definición.

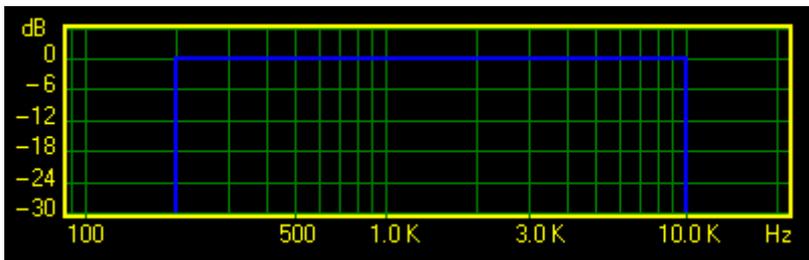
Veamos un ejemplo práctico: respuesta en frecuencia de un altavoz genérico de frecuencias medias.



Gráfica de respuesta en frecuencia.

A la vista de la gráfica se diría que este altavoz tiene una respuesta en frecuencia de 450 Hz. a 4 KHz. con una variación de +/- 3dB. Caídas de más de 10 dB en la respuesta en frecuencia equivale a decir que el aparato no trabaja en esa frecuencia. De este altavoz conocemos a través de la gráfica de respuesta en frecuencia que si se le alimenta con dos señales de igual nivel, una por ejemplo de 800 Hz. y otra de 4000 Hz, la segunda tendrá un nivel de presión sonora (NPS) 6 dB menor que la señal de 800 Hz. Esto significa que reproduciendo música o cualquier otra señal, las frecuencias cercanas a 800 Hz. se escucharán más que las cercanas a 3 KHz.

El caso más favorable (e imposible) de respuesta en frecuencia sería una línea recta que cubra todo el espectro. En este caso hablaríamos de respuesta en frecuencia plana. Como esto es imposible, se suele hablar de la "zona de respuesta plana", aunque realmente se trata de una aproximación. En el caso anterior diríamos que la zona de respuesta plana es la definida entre 800 y 3000 Hz, ya que en esta zona es donde es útil el altavoz.

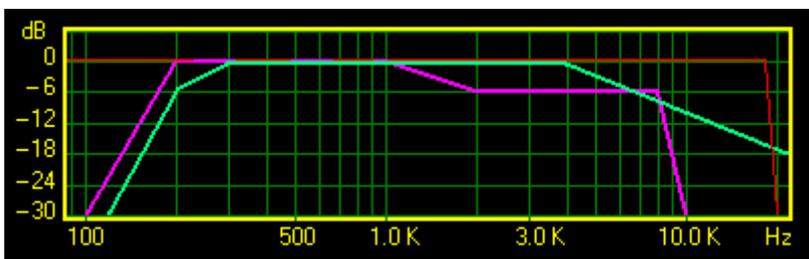


Zona de respuesta idealmente plana entre 200 Hz y 10 KHz

El oído humano tiene dificultad para detectar variaciones de nivel de presión de menos de 0.3 dB. Esto significa que si exponemos a una persona a un ruido (sonido continuo) y vamos variando el nivel de presión sonora (dando más volumen o menos al ruido), el sujeto notará variación cuando la diferencia de NPS (nivel de presión sonora) antes y después se aproxime a los 0.3 dB. Esto da una idea, de cuanta variación de respuesta en frecuencia es aceptable, por ejemplo en unos altavoces.

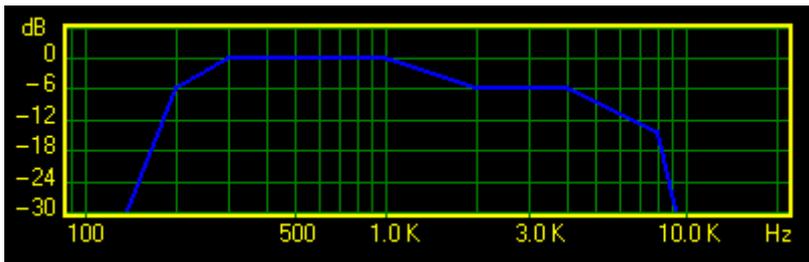
Este apartado ha tenido como ejemplo un altavoz; sin embargo todos los aparatos de audio tienen su respuesta en frecuencia característica. En una cadena de sonido, donde la señal pasa por varios equipos uno tras de otro, las respuestas en frecuencia de cada aparato se van sumando para conformar la respuesta en frecuencia total del equipo completo.

Supongamos que tenemos un reproductor de CD cuya señal cubre casi todo el espectro de audio (rojo). La señal de este entra en un amplificador con una respuesta en frecuencia definida (verde). La señal que sale del amplificador ataca a un sistema de altavoces con otra respuesta definida (morado).



Respuesta en frecuencia de tres sistemas. Representación superpuesta.

La respuesta en frecuencia del conjunto de aparatos será la suma en dB de todas (azul). El amplificador del ejemplo provoca una caída en la respuesta de 6 dB a 6600 Hz y el sistema de altavoces provoca 6 dB de caída a esa misma frecuencia, la respuesta total tendrá una caída de 12 dB en esa frecuencia.



Respuesta en frecuencia total de los tres sistemas en cadena

Como se ha dicho, todos los elementos por los que pasa la señal de sonido en una cadena de audio (o una cadena de música) van dejando su huella en el espectro de la señal, recortándola y limitándola. Es por esto que es importante que todos los equipos por los que atraviesa la señal de audio tengan la máxima calidad posible. En cualquier caso todos han de ser de calidad similar, ya que el elemento de peor calidad será el que pondrá el límite a la calidad del conjunto.

Actualmente, gracias al desarrollo de la electrónica, los equipos electrónicos suelen tener una respuesta en frecuencia bastante buena. El punto crítico suele estar en los altavoces, que son elementos mecánicos que no han evolucionado tanto como la electrónica por lo que sigue siendo muy costoso fabricar buenos altavoces. Suelen ser los altavoces los que más limitan la respuesta en frecuencia del conjunto y por lo tanto la calidad del conjunto. Por este motivo en las cadenas domésticas, un parámetro de calidad a tener en cuenta son los altavoces, ya que la electrónica es muy similar en todos los casos.

Otra filosofía muy acertada a la hora de buscar el mejor sonido a base de no modificar el espectro, es desechar todas las etapas en la cadena de sonido que no sean necesarias; ya que por muy buena calidad que tengan, siempre alterarán la señal. Así se explica que los equipos HI-FI más caros y de mayor calidad no tengan funciones como distintos tipos de ecualización, controles de tono, efecto cine... El motivo es que en estos aparatos de alta gama, la electrónica está cuidada al máximo y ese tipo de funciones "ensucian" la señal, alejándola de la original.

Otro aspecto que no se ha tratado es el tema de la fase. Todos los dispositivos electrónicos modifican la fase y mucho, por esto los equipos HI-FI de alta gama reducen al máximo la electrónica.

## 4.2 DISTORSIÓN

En el sentido más general existe distorsión cuando la señal que sale de un equipo no es la misma que entró. La distorsión es otra medida de calidad de uso generalizado y suele ser dada por el fabricante.

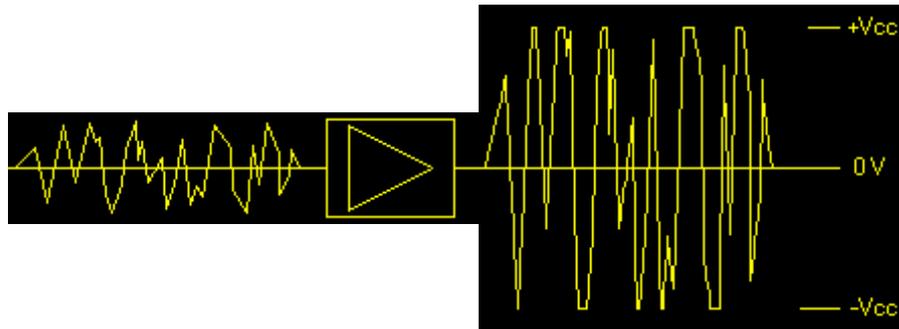
Hay diferentes tipos de distorsión: distorsión lineal (de amplitud y de fase) y distorsión no lineal (THD y IMD).

### 1.- Distorsión lineal de amplitud o distorsión de amplitud.

Se da cuando la señal a la salida del equipo no guarda la misma relación de amplitud entre las distintas frecuencias que la señal de entrada. Por ejemplo, a la entrada la señal tiene 10 dB de diferencia entre la banda de octava de 1000 Hz. y la de 2000 Hz, pero a la salida la diferencia es de 20 dB. Se ha producido distorsión de amplitud. La respuesta en frecuencia es una representación de la distorsión de amplitud. Un amplificador, por el hecho de elevar el nivel de la señal, no produce distorsión de amplitud, ya que eleva el nivel de todas las bandas de frecuencia en un número de decibelios para todas igual.

Existe un tipo concreto de distorsión, relacionada con la amplitud, que se llama distorsión por recorte. Se da en los equipos que amplifican la señal cuando trabajan por encima de sus posibilidades y consiste en un "recorte" de la forma de onda.

Se produce porque al amplificador se le exige que amplifique la señal tanto, que los valores de tensión de pico de la señal, son superiores a los valores de tensión que da la fuente de alimentación. Por un principio básico, la máxima tensión posible que puede dar a la salida un equipo, es la que entrega la fuente de alimentación. Para seguir cumpliendo este principio la señal a la salida se recorta para valores superiores a los de la tensión de alimentación. Antes de que la distorsión por recorte sea audible, los valores de otras distorsiones se han disparado, ya que se está trabajando muy por encima de las capacidades del aparato.



Amplificador trabajando en saturación, entrega señal recortada a la salida.

## 2.- Distorsión lineal de fase o distorsión de fase.

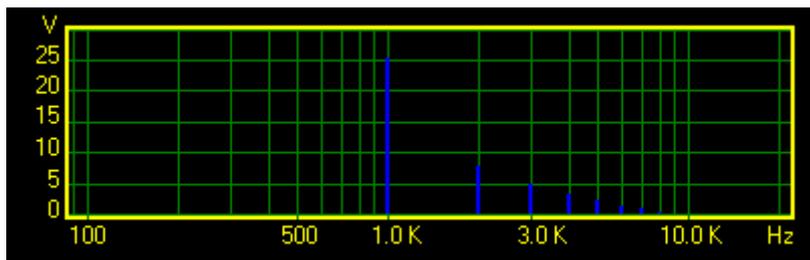
Se da cuando a la salida no se conserva la relación de fase entre las diferentes frecuencias de entrada. Este tipo de distorsión se da en todos los aparatos electrónicos y es muy difícil eliminarla. Los aparatos HI-FI de alta gama tratan de minimizar al máximo esta distorsión o compensarla, esto explica (en parte) su alto coste y la ausencia de funciones optativas que añaden electrónica y distorsión de fase. Por suerte, el oído tiene dificultad para detectar la fase y por eso (y por la dificultad de su tratamiento) la mayoría de equipos no abordan el problema.

Los dos tipos de distorsión anteriores no se suelen ser facilitados por el fabricante. El primero porque se supone que no existe o porque ya se da la "respuesta en frecuencia". El segundo porque no se suele tratar este problema y el usuario común no lo va detectar.

## 3.- Distorsión no lineal THD o Total Harmonic Distorsión.

Esta distorsión se produce por la aparición de armónicos de la señal original. Un armónico es una señal de frecuencia múltiplo de otra original. Si a la entrada tenemos un tono puro de frecuencia 1 KHz, sus armónicos aparecerán como tonos puros de frecuencia 2 KHz, 3 KHz, 4 KHz... Cuando hay distorsión armónica, los armónicos simplemente aparecen pese a no ser deseados.

A continuación se muestra una representación del espectro de salida de un aparato con distorsión armónica. A la entrada del aparato sólo se le conecta un tono puro de  $f = 1$  KHz. Así es como se suele medir la THD.



Espectro de un tono puro (1kHz) con sus armónicos producidos por la THD.

La figura muestra algo parecido a lo que se vería en un analizador de espectro. Una vez se obtiene esta gráfica, se mide la energía de todos los armónicos (en dB), se compara con el tono puro original y se calcula el porcentaje que representa del total. Cuanto mayor nivel tienen los armónicos, mayor es la distorsión armónica y peor "sonará" el equipo. Los fabricantes de equipos suelen facilitar este dato ya que es de los más relevantes.

La distorsión armónica o THD se mide en porcentaje (%) y los valores suelen ser siempre bastante inferiores al 1%. El porcentaje representa la parte del total de la energía a la salida, que pertenece a los armónicos, es decir, qué porcentaje es distorsión. Se calcula midiendo la tensión de las frecuencias armónicas y aplicando la siguiente fórmula:

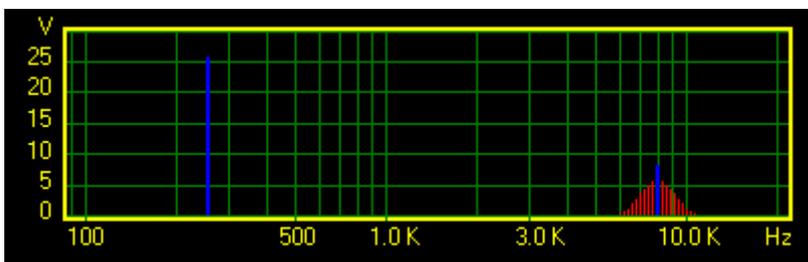
$$\text{THD}\% = 100 \cdot \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots}{V_0^2}}$$

Fórmula empleada para el cálculo de THD.

Donde V1, V2, V3... son las amplitudes en voltios de las distintas frecuencias armónicas y Vo es la amplitud del tono de frecuencia 1 KHz.

#### 4.- Distorsión no lineal IMD o distorsión de intermodulación.

Esta distorsión es debida a que varias frecuencias pertenecientes de una señal interactúan dentro del aparato generando unas terceras no deseadas. Uno de los métodos de medida es el siguiente: se introducen dos tonos puros (uno de 250 Hz y otro de 8 KHz y voltaje 1/4 del primero) y se mide el voltaje de las frecuencias de intermodulación a la salida. En la siguiente figura se representan las dos frecuencias puras y las posibles frecuencias de intermodulación (barras rojas).



Espectro de dos tonos puros (250Hz y 8kHz) y la distorsión armónica generada (rojo).

Las frecuencias resultantes de la intermodulación siempre aparecen en torno a la frecuencia más alta y separada de ella por múltiplos de la frecuencia más baja. En este caso las frecuencias de intermodulación aparecen en torno a la frecuencia de 8 KHz. y con distancias en frecuencia de 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz... es decir a frecuencias 8K +/- n · 250. Donde "n" toma valores de 1, 2, 3...

La distorsión de intermodulación se mide en porcentaje (%), y se calcularía midiendo la tensión de las frecuencias de intermodulación y aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IMD}\% = \sqrt{\frac{\sum (V_i)^2}{V_0^2}} \cdot 100$$

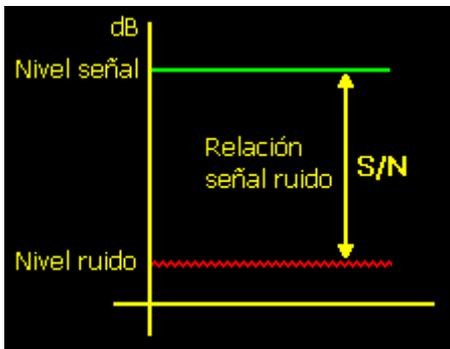
Fórmula empleada para el cálculo de IMD.

Donde  $V_i$  son las amplitudes en voltios de las distintas frecuencias de intermodulación y  $V_o$  es la amplitud del tono de frecuencia 8 KHz.

### 4.3 RELACIÓN SEÑAL RUIDO

La relación señal ruido (S/N) es la diferencia entre el nivel de la señal y el nivel de ruido. Se entiende como ruido cualquier señal no deseada, en este caso, la señal eléctrica no deseada que circula por el interior de un equipo electrónico. El ruido se mide sin ninguna señal a la entrada del equipo.

Se habla de relación señal ruido (S/N) porque el nivel de ruido es más o menos perjudicial en función de cual sea el nivel de la señal. La S/N se calcula como la diferencia entre el nivel de la señal cuando el aparato funciona a nivel nominal de trabajo y el nivel de ruido cuando, a ese mismo nivel de trabajo, no se introduce señal. En un amplificador, cuanto más se gire el mando de potencia, más se amplificará la señal y en la misma medida se amplificará el ruido.



Gráfica del nivel de la señal (verde) respecto al nivel de ruido (rojo).

A la salida de un equipo de audio, el nivel de la señal se mide en voltios (V). Midiendo en voltios la señal (S, signal), midiendo también en voltios el ruido (N, noise) y calculando el  $20 \log(S/N)$  se obtiene el valor de la relación señal ruido en dB, que es como normalmente se da. La calidad de un equipo se mide también por la relación señal ruido, cuanto mayor sea el valor de S/N mayor calidad tendrá el mismo.

La relación señal ruido se suele dar para una frecuencia de 1KHz. Aunque también se puede dar un valor para toda la banda de frecuencia de trabajo del aparato; en este caso se entiende que el valor de S/N es el menor para toda la banda, es decir, el más desfavorable. En el mejor de los casos se puede presentar la S/N como una gráfica del tipo respuesta en frecuencia, en donde se especifica el valor de la relación para cada una de las frecuencias.

La existencia ruido es inevitable en cualquier equipo electrónico. Una electrónica refinada disminuye el nivel de ruido, puede disminuirlo tanto que no sea medible por ser comparable al ruido del equipo de medida, pero siempre existe ruido. Algo parecido pasa con el sonido en el ambiente, es decir, por muchas condiciones de silencio que se den, siempre habrá ruido que será audible directamente o mediante métodos de amplificación. La fuente principal de ruido suele ser la fuente de alimentación del propio equipo.

#### 4.4 DIAFONÍA

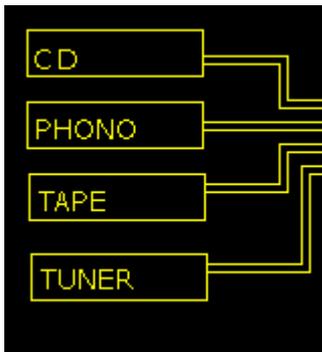
También se habla de "separación entre canales". Este efecto perjudicial se da únicamente en los equipos estéreo. Consiste en que la salida de un canal, se obtiene parte de la señal que está entrando al otro.

Debido a la cercanía de la electrónica que compone cada canal, las inducciones magnéticas y otros fenómenos magnetoeléctricos (podemos incluir "duendecillos"), si a la entrada del canal R de un equipo se introduce una señal, parte de esa señal también aparecerá a la salida del canal L, al que no se le introdujo ninguna. La diafonía suele aumentar conforme aumenta la frecuencia, a mayor frecuencia, menor separación entre canales. Este es un parámetro típico a tener en cuenta cuando se habla de amplificadores o etapas de potencia, ya que estos equipos manejan elevadas tensiones e intensidades que provocan fuertes inducciones. En el resto de equipos estéreo, la diafonía no suele alcanzar valores relevantes. La diafonía o separación entre canales, se mide en dB (decibelios). Se suelen dar los valores (si se proporcionan) para unas frecuencias concretas significativas, típicamente 250 Hz, 1 KHz. y 10 KHz. También se suele especificar "diafonía inferior a "n" dB, lo que significa que para cada las frecuencias la separación entre canales es mayor o igual a "n" decibelios.

## 5.1 FUENTES DE SONIDO

Por "fuentes de sonido" se entienden aquellos aparatos a cuya salida se obtiene una señal eléctrica, de amplitud directamente proporcional a la amplitud de la señal de audio. Esta señal eléctrica sólo ha de ser amplificada convenientemente y conectada a unos altavoces para poder ser escuchada.

Las fuentes de sonido más comunes en una casa son: reproductor de discos de vinilo, reproductor de cintas de casete, reproductor de discos compactos (CD) y otros formatos de almacenamiento digital como DVD (Digital Versatile Disc) o MiniDisc. Además está el sintonizador de radio de bandas comerciales: AM y FM. Otras fuentes de sonido pueden ser el televisor, el vídeo o la cámara de vídeo, en aquellos que incorporan una salida de audio tradicional.



Fuentes de sonido disponibles.

La presión en cada instante de la señal sonora que se quiere reproducir, aparece a la salida de la fuente de sonido, en las conexiones, en forma de señal eléctrica (voltaje). La amplitud eléctrica de la señal, es proporcional a la amplitud de la vibración acústica. Esta señal eléctrica es la que se propaga por los cables hasta un amplificador.

La función que realizan las distintas fuentes de sonido (reproductores o receptores) es transformar la señal de audio, codificada o no, del formato original (vinilo, cinta, disco compacto, ondas de radio) a una magnitud común a todos, señal eléctrica donde la información de audio está en la amplitud de la señal. De este modo un sonido correspondiente a un tono puro de 100 Hz, tendría una señal de audio correspondiente cuyo voltaje pasase del valor mínimo (0 V) al valor máximo con una frecuencia de 100 Hz.

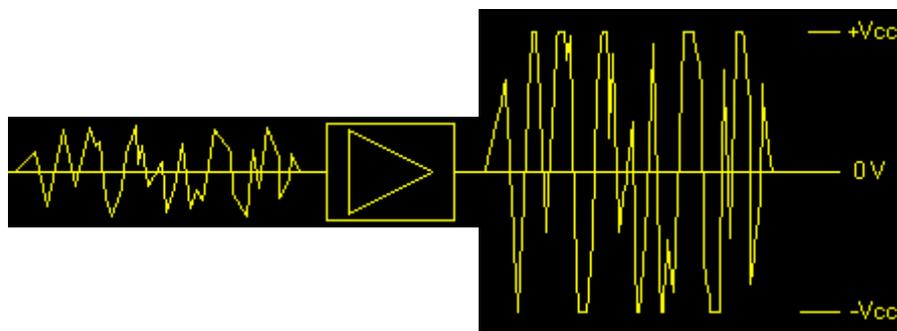
De cada fuente de sonido estéreo salen dos líneas de señal, cada una a su vez con dos cables (internos en cada línea). Estas líneas son las que están representadas en la figura anterior.

Para equipos domésticos, el nivel de línea estándar es -10 dBV; lo que significa que el voltaje de la línea va de cero a 0.316 voltios. Este dato es importante, ya que los valores han de estar normalizados para ajustarse a la siguiente etapa: el amplificador.

## 5.2 AMPLIFICADORES

Los amplificadores domésticos son los equipos a los que se conectan todas las fuentes de sonido en sus distintas entradas, y los altavoces en su salida estéreo. Por lo general no se requiere ningún aparato "previo" entre fuente de sonido y amplificador. En este caso, el "previo" o "preamplificador" está integrado en el amplificador, por lo que éste se llamará amplificador integrado. Actualmente todos los amplificadores domésticos son "amplificadores integrados", y se denominan simplemente "amplificadores".

El preamplificador (integrado o no), es el sistema encargado de proporcionar al amplificador la señal en óptimas condiciones (nivel, impedancia, dinámica, ecualización). Cada fuente de sonido requiere un previo específico. Por este motivo, en los amplificadores integrados, las entradas de señal están marcadas: PHONO (giradiscos), TAPE (reproductor de casete), CD, AUX (equipos auxiliares), MIC (micrófono)... algunas son conmutables, como CD y TAPE, y a veces también AUX.



Niveles de tensión de una señal antes y después de pasar por un amplificador.

La función del amplificador es suministrar potencia eléctrica a los altavoces. La señal eléctrica a la salida tiene igual forma de onda que a la entrada (tras pasar el previo), pero varían las magnitudes. En lugar de tensiones de decenas de milivoltios (mV), alimenta a los altavoces con tensiones de decenas de voltios (V) y corrientes que pueden llegar a varios amperios (A). Las señales de línea, (las que entran al amplificador) no alcanzan los miliamperios. Toda esta tensión y corriente que se emplea en mover los altavoces, sale de la fuente de alimentación interna que a su vez la toma de la red eléctrica general. La figura anterior representa cómo el amplificador aumenta la tensión (V) de la señal sin perturbar la forma de onda, suministrando gran cantidad de corriente (I). El producto del voltaje por la intensidad es la potencia (P) en vatios (W),  $I \cdot V = P$ .

La principal característica que define un a amplificador es su potencia. Existen dos medidas de potencia definidas:

### 1.- Potencia Nominal, RMS, Eficaz o Continua:

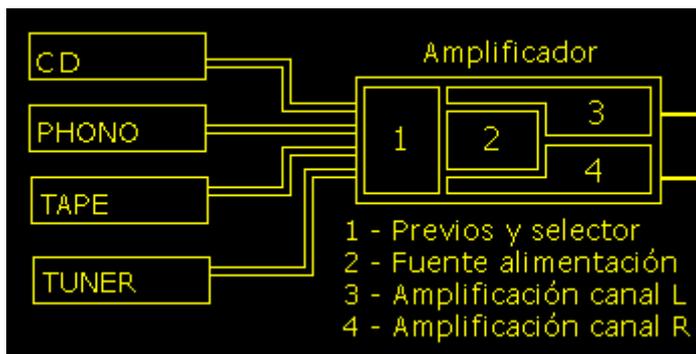
Se define como la potencia que el amplificador es capaz de proporcionar a la carga nominal (normalmente 8 ohmios), con ambos canales excitados simultáneamente en un margen de frecuencias de 20 Hz. a 20 KHz. y con una distorsión armónica THD menor que la determinada. La señal que se utiliza para esta medida es un tono sinusoidal puro de 1.000 Hz. Esto significa que se excitan ambos canales con 1 KHz, a la salida se conecta la carga correspondiente según el fabricante y se sube la potencia hasta que la THD llega a la indicada por el fabricante; entonces se ha alcanzado la Potencia Nominal.

Debido a que la señal musical que suele excitar los amplificadores tiene poco que ver con la señal sinusoidal usada para medir la Potencia Nominal, se recurre a la Potencia Musical.

## 2.- Potencia Musical o de Pico (PMPO):

Es la máxima potencia que puede dar el amplificador a intervalos cortos de tiempo. Una de las señales propuestas como señal utilizada es una senoide de 1 KHz pero con picos de 20 ms. donde el nivel pasa a ser diez veces mayor. Al contrario que ocurre con la Potencia Nominal, no hay un procedimiento estándar de medida con lo que los valores resultantes tienen que venir acompañados del método de medida usado para tener validez.

Para concluir este punto, sólo decir que la reproducción de señal musical (o palabra), requiere un poco más de potencia que la reproducción de señal sinusoidal (el factor de cresta de la señal musical es mayor). Si se quieren tener 100 W musicales, habrá que instalar unos 120 W nominales.



Fuentes disponibles conectadas a amplificador doméstico.

Como se puede ver en la figura de arriba, al amplificador pueden llegar varias señales al tiempo, pero sólo se puede amplificar una en cada momento, para ello los amplificadores están dotados de un selector en la parte frontal, generalmente en forma de botonera.

Las líneas que van del amplificador a los altavoces son físicamente más gruesas (cable de mayor diámetro), para poder soportar las elevadas corrientes que circulan. Si no fuese de así, se quemarían los cables y existiría un riesgo considerable de cortocircuito.

En los amplificadores, las conexiones de entrada de cada equipo suelen venir etiquetadas con sus nombres en inglés. Se han representado sólo algunas de las posibles, CD (disco compacto), PHONO (giradiscos), TAPE (reproductor de casete) y TUNER (sintonizador de radio).

## 5.3 FILTROS Y ECUALIZADORES

Los filtros fijos son aquellos que sólo permiten al usuario actuar para conectarlos o desconectarlos. Asociados a los reproductores de vinilo existían muchos tipos de filtros que han caído en desuso.

Tenemos varios ejemplos de estos filtros. El filtro MPX es un filtro paso bajo que evita la introducción de la subportadora piloto de FM en las grabaciones de esta fuente. La frecuencia de corte suele estar en 18KHz y la atenuación mínima es de 18dB. Otro tipo de filtro fijo del que a veces se dispone es un filtro paso alto que introduce una atenuación de más de 18dB a la frecuencia de red (50Hz) para que no se escuche el típico zumbido que se produce cuando la fuente de alimentación no aísla bien esta frecuencia.

El control de Loudness tiene como misión producir una igualación de los niveles de sonoridad a pesar de que el nivel general baje. El oído es menos sensible en bajas frecuencias cuanto más baja en nivel (explicado en **3.1 Audición y frecuencia**). Lo que se consigue al activar este control, es un refuerzo de la señal principalmente en baja frecuencia, y a veces también en alta frecuencia.

Los filtros variables o controles de tonalidad más usados en el campo doméstico son los controles de graves, de medios y de agudos. Estos controles son capaces de variar la ganancia a gusto del usuario tanto para realzar como para atenuar. Las frecuencias a las que actúan son fijas. Los controles de graves suelen actuar para frecuencias por debajo de 400-600 Hz, los de agudos suelen actuar por encima de los 2-4 KHz. Los controles de medios suelen actuar en las frecuencias entre 400 Hz y 2 KHz. La variación de ganancia suele ser de  $\pm 6$  dB.

Los ecualizadores gráficos están explicados en el capítulo: **7.1 Procesadores de frecuencia**

## 5.4 ALTAVOCES

Los altavoces se encargan de transformar la energía eléctrica proveniente del amplificador en energía acústica radiada al aire, esto es, en variaciones de presión. Se dicen que son transductores electro-mecánico-acústicos, porque transforman la energía eléctrica en mecánica y la mecánica en acústica.

Se pueden clasificar de diversas maneras. Atendiendo al tipo de transductor electro-mecánico: magnéticos, electrodinámicos, electrostáticos, piezoeléctricos, de cinta, magnetostrictivos, neumáticos, iónicos...

Atendiendo al tipo de transductor mecánico-acústico: conos (radiación directa) o bocinas (radiación indirecta).

Atendiendo al margen de frecuencias que cubren: woofers y sub-woofers (bajas frecuencias), mid-range (medias frecuencias), tweeters (alta frecuencia) o banda ancha. Cuando se trata de altavoces para uso doméstico se suelen emplear configuraciones de varias vías (normalmente dos) y con bass-reflex montado todo en una caja cerrada.



Cadena de sonido completa, fuente, amplificador, altavoces.

Esto significa que en una misma caja se montan dos transductores: uno de baja y media frecuencia y otro de alta frecuencia. Entre los dos han de cubrir todas las frecuencias, con mayor o menor éxito. Mediante unos componentes electrónicos incluidos dentro del cuerpo del altavoz, denominados "filtros de cruce (crossover)", la señal procedente del amplificador se separa en dos: la señal portadora de bajas frecuencias y la portadora de las altas frecuencias. De este modo se reparte a cada transductor la señal que tiene que reproducir.

Hay diversas calidades en cuanto a los filtros de cruce, los domésticos suelen ser de los más simples. En cualquier caso son necesarios, ya que si se deja que llegue al tweeter toda la señal que sale del amplificador, lo más probable es que se rompa. Esto es debido a que la mayor parte de la energía se encuentra en las medias y bajas frecuencias. La incorporación del bass-reflex se identifica por la existencia de una abertura al exterior (con o sin tubo) normalmente en la parte frontal del altavoz. Esta abertura o "puerta" de dimensiones especialmente calculadas da salida al caudal de aire en el interior de la caja, aumentando la radiación en bajas frecuencias. Su denominación en español es "sistema de refuerzo de graves". Gracias al refuerzo de graves, se amplía hacia la zona de bajas frecuencias la respuesta en frecuencia del sistema de altavoces. La siguiente figura muestra como trabajan unos filtros de cruce de dos vías. Se distinguen dos formas de onda, una de baja frecuencia y otra de frecuencia mayor. Lo que se hace es filtrar la señal entrante, obteniendo a la salida de cada filtro (dos salidas) dos nuevas señales, una con las componentes de baja frecuencia y otra con las de alta frecuencia.

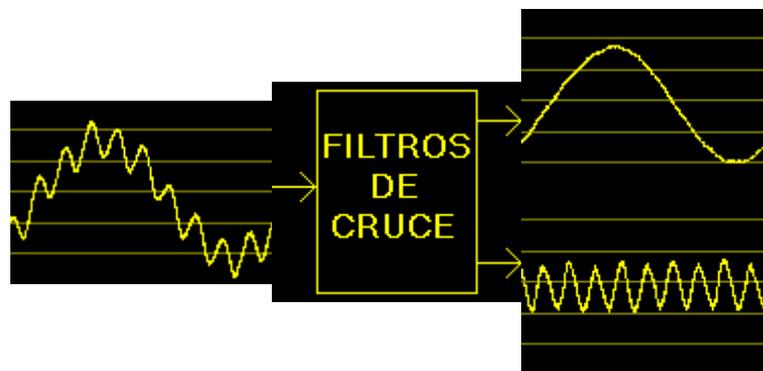


Gráfico de una señal antes y después de atravesar un filtro de cruce.

Los filtros de cruce en los equipos domésticos, van insertos en las propias cajas de los altavoces. Están compuestos por elementos pasivos, como resistencias y condensadores, por eso se llaman filtros pasivos. Los filtros activos se usan en equipos profesionales y se insertan antes de los amplificadores.

También se pueden encontrar altavoces de tres vías. En este caso son tres los transductores montados en una misma caja y los filtros de cruce dividen la señal en tres: graves, medios y agudos. Evidentemente es de esperar que los sistemas de tres vías cubran mejor el espectro de frecuencias que los de dos. Su respuesta en frecuencia es mejor.

Las características básicas que definen un altavoz son:

### 1.- Potencia.

Por potencia se entiende la potencia máxima que pueden manejar (procedente del amplificador) sin sufrir daños. Se puede indicar en potencia nominal (RMS) o musical (PMPO).

### 2.- Impedancia nominal.

Es un valor de resistencia pura, útil solo para medidas de potencia. Los valores típicos son 2, 4, 8, y 16 ohmios. Si un amplificador entrega 100 W sobre 8 ohmios, entregará 200 W sobre 4 ohmios, si la carga es la mitad, entregará el doble. Si nuestro altavoz tiene una impedancia nominal de 8 ohmios y una potencia de 50 W, y le conectamos un amplificador que entrega 50 W sobre 4 ohmios, el amplificador entregará 25 W solamente; como la carga es el doble, entregará la mitad de potencia. Se puede conectar un altavoz de 8 ohmios y 100 W, a un amplificador de 200 W sobre 4 ohmios.

### **3.- Ancho de Banda.**

Se refiere al margen de frecuencias que reproducen con buena fidelidad. Los altavoces normales de cono suelen cubrir entre 3 y 5 octavas de frecuencia. Agrupando dos altavoces en una misma caja y los filtros de cruce correspondientes, y cada uno cubre un ancho de banda diferente, se tendrá un sistema de dos vías. Si se agrupan tres altavoces, se podrá cubrir mejor el espectro total (20 Hz. a 20 KHz.), y se tendrá un sistema de tres vías.

### **4.- La Sensibilidad.**

Es otra medida de calidad de los altavoces: es el nivel de presión sonora radiado (expresado en dB) en la dirección del eje, medido a un metro, cuando la excitación es de un vatio en las frecuencias de trabajo (se tiene que especificar). La siguiente tabla califica los altavoces en función de su sensibilidad:

85 - 90 dB	95 - 100 dB
Pocas prestaciones	Altas prestaciones.
90 - 95 dB	> 100 dB
Medias prestaciones	Prestaciones específicas.

Tabla orientativa de calidad respecto a sensibilidad.

Para el ancho de banda especificado, la distorsión armónica THD suele moverse entre el 5 y el 10% en baja frecuencia y a baja potencia. A mayor potencia, mayor distorsión armónica. A frecuencias altas, la distorsión armónica se reduce.

## **5.5 CADENAS DE MÚSICA**

Este es un concepto principalmente comercial. Se entiende por cadena de música el conjunto fuentes de sonido + amplificador + altavoces, procedentes de la misma fábrica y con el mismo diseño. Las cadenas de música se sirven por módulos (aparatos físicamente independientes) o por bloques, donde lo único separable son los altavoces. La gran proliferación de las cadenas de música es debida principalmente a la comodidad que representan para el consumidor a la hora de la elección, ya que se escogen de una vez todos los equipos y las conexiones están hechas (si son compactas) o vienen indicadas y con los cables precisos (si son modulares).

La mayoría de los consumidores no tienen los conocimientos ni el tiempo necesario para "construir" su propia cadena de música, comprando cada componente por separado.

Además no hay que olvidar el factor estético, que en las cadenas de música está muy cuidado y comprando aparatos por separado lo tiene que cuidar el comprador.

Atendiendo a su tamaño, se pueden clasificar en tres tipos: 1) cadenas, 2) mini-cadenas y 3) micro-cadenas. Las últimas siempre son compactas, las segundas suelen ser compactas y las primeras suelen ser modulares.

Las cadenas de música suelen ofrecer, además de las funciones ya explicadas, muchas opciones de cara a hacerlas más atractivas y útiles: pantallas luminosas en muchos colores, varios tipos de ecualización, efectos de tres dimensiones, karaoke, reloj, despertador, alarma, programador...

Desgraciadamente los fabricantes acostumbran a deslumbrar al consumidor con grandes cantidades de opciones y se descuida lo esencial: la calidad del sonido. Como ya se explicó en el capítulo anterior, todas las funciones que afecten directamente al sonido reproducido acaban generando distorsiones y variaciones del espectro original de módulo y fase. Por este motivo los equipos que realmente son HI-FI prescinden de toda esa parafernalia.

A la hora de seleccionar una cadena de música habría que contar con los datos técnicos de las mismas, dejando la cuestión estética en segundo lugar. El problema es que la información que dan los fabricantes es bastante escasa, y de esta, la que llega al consumidor a través del vendedor es casi nula. En muchas ocasiones la única información sobre una cadena que te pueden proporcionar en el establecimiento donde se vende, es la potencia (sin especificar qué tipo de potencia). El resto de información que ofrecen es la que se puede obtener de la simple observación del producto. Por los motivos arriba explicados, es por lo que es recomendable acudir a un centro especializado donde puedan aconsejar sobre el producto, dar información como relación señal/ruido, potencia musical (la RMS), distorsión armónica, diafonía y respuesta en frecuencia.

## 6.1 DEFINICIÓN Y TIPOS DE TRANSDUCTOR

Un micrófono es un dispositivo capaz de convertir la energía acústica en energía eléctrica. El valor de la tensión de la energía eléctrica es proporcional a la presión ejercida en el micrófono en forma de energía acústica. Es decir, se mantiene una proporcionalidad entre las magnitudes de las energías, la que actúa (acústica) y la que resulta (eléctrica).

Al dispositivo capaz de convertir una energía en otra, se le llama transductor. Existen diferentes tipos de transductor. La primera clasificación y más importante que se hace de los micrófonos es según el tipo de transductor en el que se basan.

Existen dos principios de transducción sobre los que se basan los micrófonos: la inducción magnética y la variación de capacidad.

### 1.- Micrófonos de inducción magnética.

Son conocidos como micrófonos dinámicos o de bobina móvil. Se basan en una pieza magnética que crea un campo magnético permanente y un diafragma pequeño y ligero en el que va montado o acoplado una bobina de cable. La energía acústica, manifestada como presión cambiante, mueve el diafragma y en la bobina adosada, que esta inmersa en un campo magnético, se crea una diferencia de potencia eléctrico (voltaje) en sus extremos. El movimiento de la bobina, en el interior de un campo magnético hace que en los bornes de la misma, se produzca una variación de la tensión proporcional a la aceleración, si el diafragma se desplaza lentamente la tensión generada será pequeña, si el diafragma se desplaza rápidamente la tensión será mayor.

Otros tipos de micrófonos basados en la inducción magnética son los micrófonos de cinta. En este caso no se trata de una bobina sino de una cinta o membrana metálica, sujeta en el interior de un campo magnético. Los movimientos de la membrana producidos por la presión acústica, hacen que se genere tensión en los extremos del conductor.

### 2.- Micrófonos de capacidad variable.

Conocidos comúnmente como micrófonos de condensador. Consisten en dos placas metálicas paralelas separadas por un pequeño espacio. La placa frontal suele ser de plástico metalizado y hace de diafragma, es ligera para poder ser movida por la presión acústica. La placa trasera está fija. Estas dos placas juntas forman un condensador. Un condensador es un componente capaz de almacenar energía eléctrica. Al ser movida la placa frontal por acción de la energía acústica, la capacidad del condensador varía, produciendo una variación de la tensión en función de la señal acústica. La señal de salida es muy pequeña y la salida del condensador es de muy alta impedancia por lo que necesitan de un pre-amplificador.

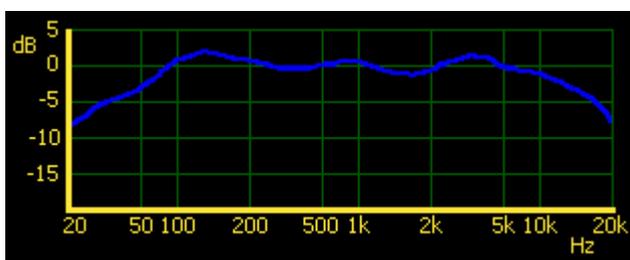
El pre-amplificador es un circuito electrónico que aumenta los valores de la señal eléctrica que produce el condensador (amplifica) y que adapta la impedancia de salida del condensador a valores más manejables. Debido a que los condensadores de estos micrófonos necesitan una tensión de polarización y que los pre-amplificadores necesitan una tensión de alimentación, los micrófonos de condensador tienen una fuente de alimentación llamada fantasma o "phantom". En otros casos, el cuerpo del micrófono incorpora las baterías o es la mesa de mezclas a la que va conectado la que proporciona esta tensión. La tensión de alimentación es una tensión continua que se transmite por el mismo cable por el que el micrófono transmite la señal de audio. La señal de audio es variante y la de alimentación continua, por lo que no interfieren y se separan mediante un simple transformador.

Algunos micrófonos de condensador tienen un diafragma electret cuyo material le permite mantener constante la tensión de polarización, lo que elimina la necesidad de una tensión de polarización externa. De este modo una pequeña batería que alimente el pre-amplificador es todo lo necesario, haciendo estos micrófonos más compactos y pequeños. Los micrófonos de los ordenadores personales son electret.

## 6.2 CARACTERÍSTICAS

Respuesta en frecuencia. El concepto está explicado en el apartado **4.1 Equipos de audio > Calidad de audio**. La respuesta en frecuencia es una característica muy importante en un micrófono.

Cuando se habla de margen de frecuencia, se entiende aquella zona de la respuesta en frecuencia en el cual el micrófono reproduce con el mismo nivel, con una variación máxima de  $\pm 3$  dB. Es muy común hablar de respuesta en frecuencia en lugar de margen de frecuencia, incluso en textos técnicos.



Respuesta en frecuencia de un micrófono.

En la gráfica se muestra la respuesta en frecuencia de un micrófono para todo el espectro de audio. El margen de frecuencia aproximado sería el comprendido entre los 50Hz y los 15kHz, con una variación de  $\pm 3$ dB.

Debido al pequeño tamaño de los diafragmas de los micrófonos y su pequeña masa, la mayoría de los micrófonos tienen un amplio margen de frecuencia en el espectro de audio (20Hz - 20KHz). Lo contrario ocurre con los altavoces, donde es necesario emplear varios para cubrir todo el espectro de audio.

## 6.3 DIRECTIVIDAD Y DIAGRAMAS POLARES

### 6.2-a. Directividad.

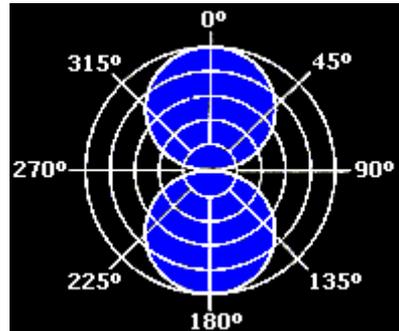
Es la capacidad que tiene un micrófono de recoger señal en función de la orientación relativa de la fuente sonora. La directividad indica cuanto más o menos señal captará un micrófono de una misma fuente sonora a una distancia constante, en función de dirección a la que "apunte" el micrófono. La directividad es una variable que depende de los tres ejes espaciales.

La directividad se representa gráficamente mediante los diagramas polares o de directividad. Estos diagramas representan la forma en que el micrófono "oye" en función de la dirección. Los animales, para escuchar mejor un sonido giramos la cabeza orientando el oído, igualmente según la orientación del micrófono respecto a la fuente, se captará mejor o peor la señal. Dependiendo de la construcción del micrófono, éste puede tener una respuesta polar u otra.

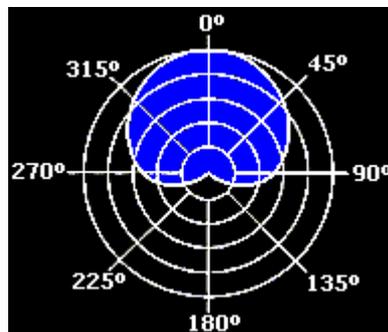
Las respuestas polares a las que se ajustan en mayor o menor medida todos los micrófonos se muestran en las siguientes tablas:



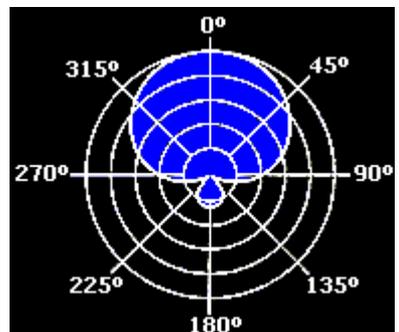
Respuesta omnidireccional



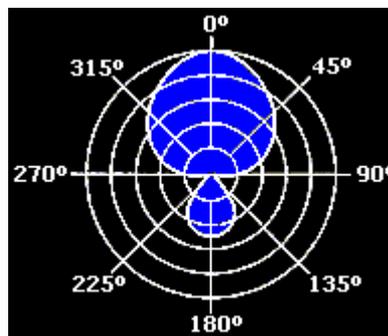
Respuesta bidireccional



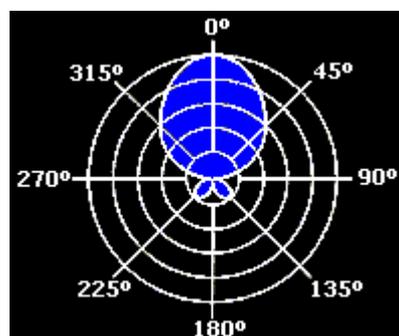
Respuesta cardioide



Respuesta supercardioide



Respuesta hipercardioide



Respuesta ultracardioide

Tipos de respuesta polar en micrófonos.

El diagrama polar se interpreta coincidiendo el eje  $0^\circ - 180^\circ$  con el eje del micrófono, como se muestra en el diagrama de respuesta omnidireccional. Debido a que gran parte de los micrófonos tienen el diafragma circular, el patrón de direccionalidad tiene simetría de revolución. Es decir, sigue siendo el mismo aunque el micrófono gire sobre su propio eje. Cada círculo concéntrico suele representar una caída de 5 dB respecto al anterior, marcando el círculo exterior como 0 dB de pérdida de señal. En las especificaciones de cada micrófono debe venir indicado cuantos dB de caída de nivel de señal separan cada circunferencia. En el caso del micrófono ultracardioide representado, si la fuente se sitúa a  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  o  $270^\circ$  la respuesta del micrófono se reducirá en unos 25 dB. Si la fuente se sitúa a  $45^\circ$  del eje, la disminución será de 10 dB menos que en el caso de que el micrófono apuntase directamente a la fuente.

El diagrama polar de un micrófono cambia con la frecuencia. Un diagrama polar de un micrófono real se suele representar para distintas frecuencias. A continuación se muestra un diagrama polar de un micrófono real, con las distintas respuestas según la frecuencia.

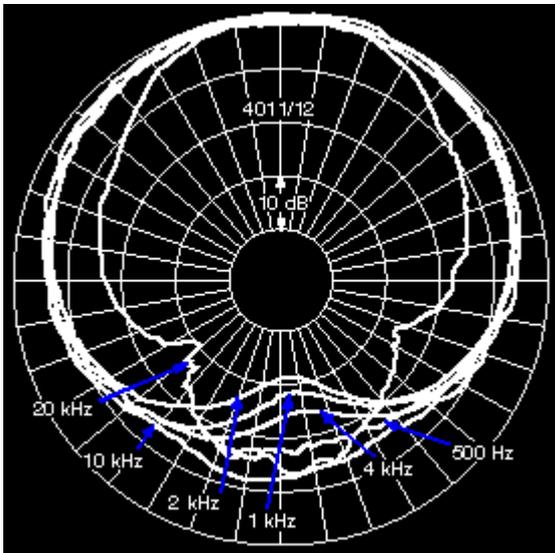


Diagrama polar de los modelos 4011 y 4012 de la marca DPA Microphones.

Máximo nivel de presión sonora. A este nivel la distorsión armónica de la señal procedente del micrófono es del tres por ciento de la señal total ( $\text{THD}\%=3\%$ ). El máximo nivel de presión sonora se mide en dB-SPL. Cuando un micrófono alcanza en máximo nivel de presión sonora la distorsión armónica de la señal comienza a ser audible. Un micrófono con un nivel máximo de presión sonora de 120 dB es bueno, 135 dB muy bueno y 150 dB es un valor excelente.

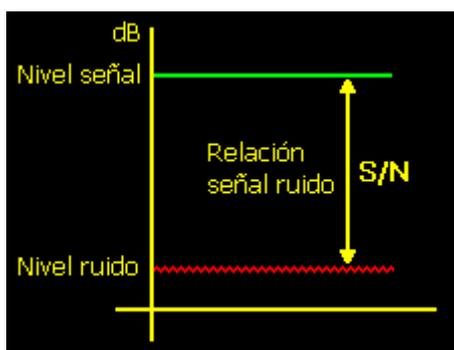
### 6.2-b. Sensibilidad.

Se define como el nivel de tensión eléctrica (dBV) a la salida del micrófono. Es un parámetro fundamental que da idea de la capacidad del micrófono para captar sonidos débiles. También puede venir expresada en dB de presión sonora; en este cálculo se toma como referencia 1 voltio por  $\mu\text{bar}$  de presión ( $1\text{V}/\mu\text{bar}$ ). De esta forma, los valores de sensibilidad son negativos, por ejemplo  $-60\text{dB}$ . Cuanto menos negativo sea el valor de sensibilidad, más sensible es el micrófono. La sensibilidad puede variar en función de la frecuencia, por este motivo los fabricantes suelen dar la sensibilidad a unas frecuencias determinadas: 250Hz, 500Hz y 1000Hz.

Cuanto menor sea la sensibilidad del micrófono, mayor dificultad tendrá la mesa de mezcla (como receptora de la señal), para mantener una relación señal ruido aceptable. Es decir, la mesa de mezcla tiene un nivel de ruido de fondo, si la señal microfónica es muy débil (tiene poco voltaje), estarán más próximas en lo que a nivel se refiere. Esta relación señal de micrófono a ruido no se podrá mejorar más que dando a la señal del micrófono más nivel.

### 6.2-c. Nivel de ruido.

Cualquier aparato electrónico tiene un nivel de ruido propio, llamado ruido eléctrico. Los micrófonos producen ruido en ausencia de perturbación externa que mueva el diafragma. El origen son las moléculas de aire que chocan contra la membrana debido al movimiento térmico. En los micrófonos de bobina, por el movimiento de los electrones en la resistencia de la bobina móvil.



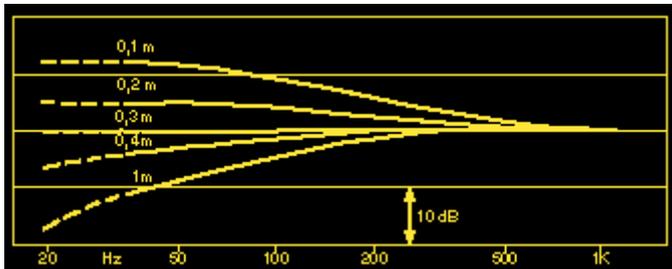
Gráfica del nivel de la señal (verde) respecto al nivel de ruido (rojo).

El nivel de ruido propio se mide en decibelios de presión sonora usando la red de ponderación A (dBA SPL). La red de ponderación A asemeja el nivel de presión sonora, a como influye en un oído humano. Esto es, como el oído no escucha igual en todas las frecuencias, la red de ponderación da más valor a las frecuencias a las que el oído humano más sensible, para calcular el nivel SPL total. Un nivel de ruido aceptable para un micrófono está en torno a los 40dBA SPL, un buen nivel de ruido serían 30dBA SPL y un nivel de presión sonora de ruido excelente sería cualquiera menor a 20 dBA.

Relación señal a ruido. Este concepto está explicado en Equipos de audio > **Calidad de audio 4.3**. En los micrófonos, el nivel de referencia para calcular la relación señal a ruido, es el máximo nivel de presión sonora. Así, si un micrófono tiene un SPL máximo de 94 dB y un nivel de ruido propio de 30 dB, la relación señal a ruido será de 64 dB. Cuanto mayor sea la relación señal a ruido, con más claridad y libre de ruido se registrará la señal. Una relación S/N aceptable son tendrá un valor en torno a los 64dB, buena en torno a los 74dB y excelente si supera los 84dB.

### 6.2-d. Efecto proximidad.

Este es un efecto más que una característica, común a todos los micrófonos. Consiste en un aumento considerable de la respuesta en baja frecuencia cuando el micrófono se sitúa cerca de la fuente de sonido. Este efecto es más acusado en los micrófonos de gradiente de presión como los de cinta. A continuación se muestran las diferentes respuestas en baja frecuencia en función de la distancia de un micrófono real.



Efecto proximidad en los modelos 4011 y 4012 de la marca DPA Microphones.

### 6.2-e. Límite de saturación.

Todos los micrófonos distorsionan totalmente la señal si el nivel de presión de esta es demasiado elevado. Esta condición se conoce como saturación. Dependiendo de la construcción del micrófono, podrá soportar mayores o menores niveles de presión sin distorsionar la señal. El límite de saturación no es un dato que se encuentre en todas las hojas de características de los micrófonos. Los micrófonos de bobina móvil o dinámicos, o los micrófonos de condensador no son tan vulnerables ante la distorsión como los micrófonos de cinta. Los micrófonos dinámicos pueden soportar grandes niveles de presión sonora sin sufrir daños internos permanentes, sin embargo, los micrófonos de cinta corren riesgo de rotura si se usan en ambientes con elevado nivel.

Los micrófonos de condensador, aun sin generar distorsión en el diafragma, pueden producir niveles de señal muy elevados que luego sobrepasan los niveles del pre-amplificador generándose ahí la distorsión. Para evitar esto algunos vienen dotados de un control en el pre-amplificador que permite atenuar varios decibelios la señal para prevenir la distorsión.

### 6.2-f. Impedancia.

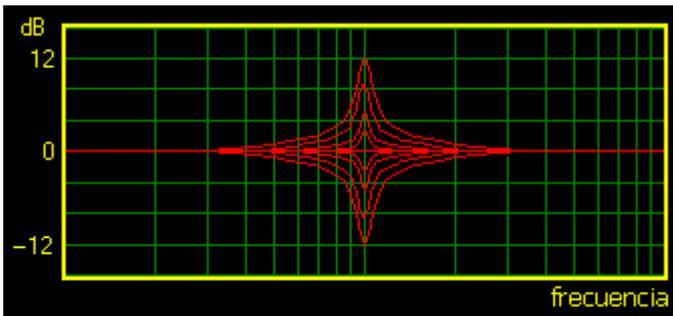
Básicamente se hacen dos diferenciaciones: micrófonos de baja impedancia y micrófonos de alta impedancia. La ventaja de los primeros es que tienen un menor grado de ruido eléctrico y permiten ser usados con cables largos. La ventaja de los micros de alta impedancia es su coste reducido.

## 7.1 PROCESADORES DE FRECUENCIA

Un ecualizador es un dispositivo electrónico que modifica, a voluntad del usuario, la respuesta en frecuencia del sistema en el que es insertado.

### 7.1-a. Ecualizadores gráficos.

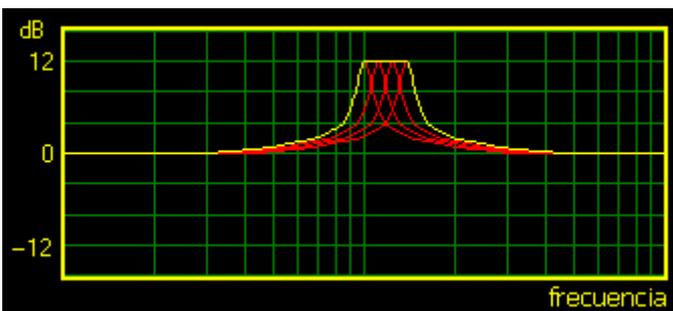
Los ecualizadores de sintonía fija (del tipo de los controles de agudos o graves), sólo permiten variar la ganancia (atenuación o realce). Un ecualizador gráfico es un conjunto de filtros paso banda (tipo control de medios) conectados en paralelo donde cada filtro está fijado a una frecuencia y entre todos cubren todo el espectro, cada filtro cubre una banda de frecuencia. Cada filtro puede realzar o atenuar la banda de frecuencia en la que trabaja.



Respuesta en frecuencia de un filtro en diferentes posiciones.

La figura muestra la respuesta en frecuencia de uno de los filtros de un ecualizador gráfico para distintas posiciones de ganancia, desde refuerzo máximo a atenuación máxima. En estos modelos la ganancia se suele variar mediante un mando deslizante llamado potenciómetro (o fade). La variación de ganancia suele ser simétrica para realce y atenuación (como en la figura). A este tipo de ecualizadores se les denomina gráficos porque la corrección que realizan sobre el espectro queda indicada por la posición de los mandos.

En los ecualizadores gráficos, cada filtro tiene que tener una anchura tal que si se colocan todos los mandos en la misma posición, la respuesta en frecuencia sigue siendo plana, pero con cierta ganancia añadida.



Respuesta en frecuencia sumada de varios filtros.

En la figura se muestra en amarillo la repuesta en frecuencia total de un ecualizador con cuatro filtros contiguos en posición de máximo realce (curvas rojas) y el resto en posición neutra (0 dB).

Se pueden encontrar:

A.- Ecualizadores de 5 bandas en equipos HI-FI. Variación de ganancia típica  $\pm 6\text{dB}$

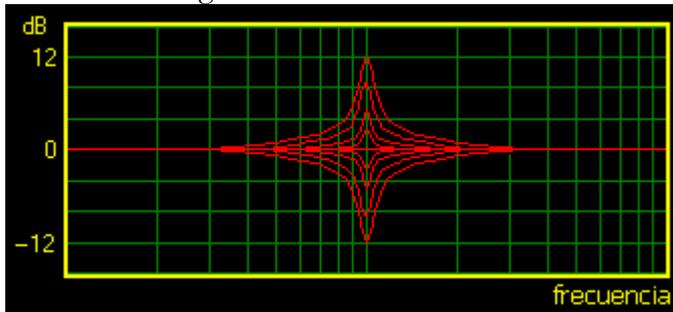
B.- Ecualizadores de 1 octava (con 10 bandas) en semiprofesional. Variación de ganancia típica:  $\pm 12\text{dB}$

C.- Ecualizadores de 1/2 de octava (20 bandas) o 1/3 de octava (30 bandas) en equipos profesionales. Variación de ganancia típica:  $\pm 12\text{dB}$ , pudiendo llegar a  $\pm 18\text{dB}$ . También existen variaciones asimétricas del tipo  $+12/-18\text{dB}$ .

### 7.1.-b. Ecualizadores paramétricos.

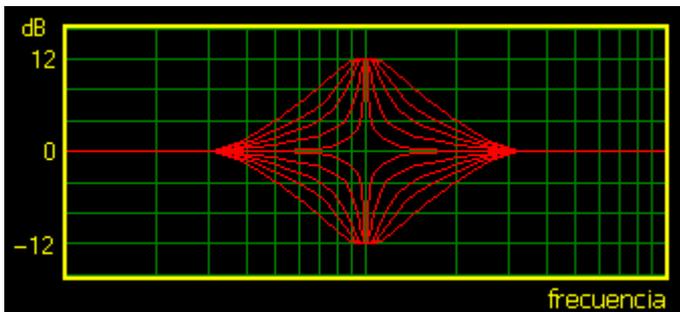
Este tipo de ecualizadores son los que permiten variar de forma continua los parámetros del filtro. Además de poder variar la ganancia (como en los gráficos), permiten variar el ancho de banda sobre el que actúan (relacionado con el Q) y la frecuencia a la que se centra ese ancho de banda. Es decir son sintonizables.

Variación de la ganancia:



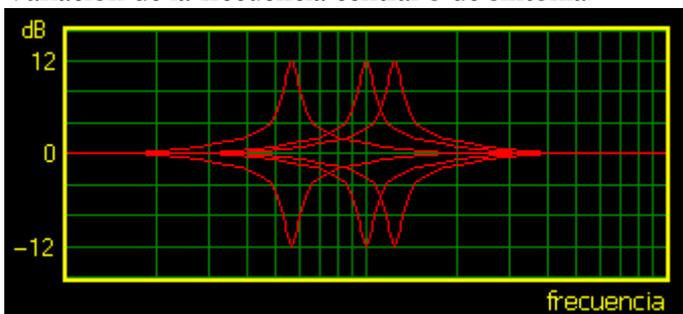
Respuesta en frecuencia de un filtro paramétrico en diferentes posiciones de ganancia.

Variación del ancho de banda:



Respuesta en frecuencia de un filtro paramétrico para diferentes posiciones de Q.

Variación de la frecuencia central o de sintonía:



Respuesta en frecuencia de un filtro paramétrico para diferentes sintonizaciones.

Con estas opciones se solventa el problema que aparece cuando se pretende actuar sobre una frecuencia que no coincide con ninguna de las bandas de nuestro ecualizador gráfico, o cuando el ancho de banda de las frecuencias sobre las que se quiere actuar es menor que los anchos de banda de nuestro ecualizador gráfico. Por ejemplo, si se quiere atenuar la banda de 1/3 de octava de 315 Hz y nuestro ecualizador gráfico es de octava, las bandas más cercanas serán las de 250 Hz y 500 Hz, y si se atenúan, se estará actuando sobre 6 bandas de 1/3 de octava en realidad y probablemente el resultado sea aún peor que antes.

Un filtro paramétrico tendrá tres mandos, uno para variar la ganancia, otro para modificar el ancho de banda y otro para sintonizar la frecuencia central de actuación.

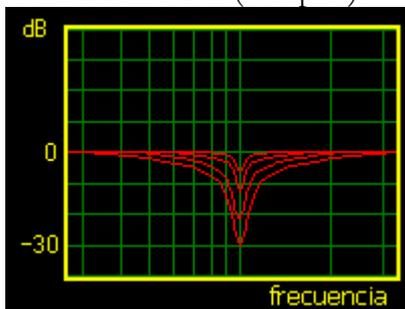
Los ecualizadores paramétricos no precisan de tantas bandas como los gráficos, bastando de tres a cinco bandas para cubrir todas las necesidades de ecualización; frente a las 20 o 30 bandas que requiere un ecualizador gráfico profesional.

### 7.1-c. Ecualizadores semiparamétricos.

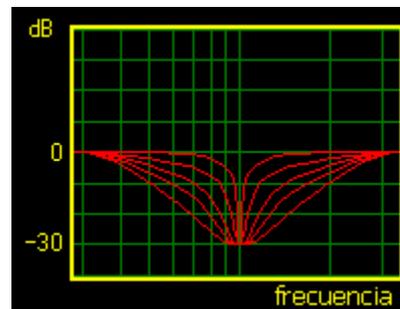
Son como los paramétricos, pero el ancho de banda de actuación no es variable. En el mejor de los casos es seleccionable entre dos o tres valores preestablecidos. Este tipo de ecualizadores suele encontrarse en los canales de entrada de las mesas de mezcla y no en un aparato aparte como los paramétricos o los gráficos.

### 7.1-d. Filtros ranura o notch.

Estos filtros suelen estar compuestos por un banco de tres a cinco filtros, o complementando a un banco de filtros paramétricos. Sólo permiten atenuación. Permiten variar atenuación, frecuencia central y ancho de banda. La atenuación máxima es muy grande, llegando a los -30dB y el ancho de banda puede llegar a ser muy estrecho (hasta 1/6 de octava) con el fin de neutralizar una frecuencia específica afectando lo menos posible a las que la rodean. Se utilizan para eliminar frecuencias parásitas (p.ej. 50 Hz) o frecuencias de realimentación ("acople").



Variación de la atenuación.



Variación del ancho de banda.

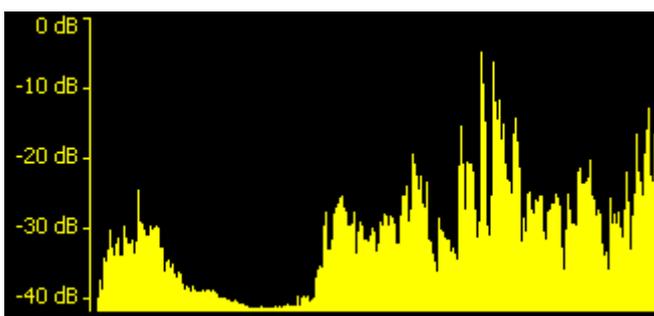
En general, todos los ecualizadores tienen que cumplir: baja desviación en las frecuencias de sintonía (en los gráficos), respuesta plana con todos los mandos a 0 dB, alta impedancia de entrada y baja de salida, baja distorsión y elevada relación señal-ruido (S/N).

## 7.2 PROCESADORES DE DINÁMICA

Por dinámica se entiende lo relativo a los niveles de una señal de audio. Si se tiene una señal con pasajes que suenan muy altos, pasajes que suenan bajos y pasajes normales, se dirá que la señal tiene una dinámica muy variada.

El margen dinámico de una señal sonora coincide con el máximo nivel en dB NPS (decibelios de nivel de presión sonora) de la señal. Si el nivel máximo de la señal son 60dB NPS, se dirá que su margen dinámico es de 60dB. Esto es así porque en niveles NPS (niveles de presión sonora), el nivel más bajo es 0 dB NPS; así NPS máximo menos NPS mínimo (0 dB) es igual a NPS máximo. En cambio, cuando se habla de un dispositivo electrónico, como un grabador o una mesa de mezclas, se hablará de margen dinámico útil o simplemente margen dinámico que corresponderá al nivel máximo sin saturación menos el nivel de ruido. En estos casos, los niveles de señal se refieren a 0 dB como nivel máximo, por encima del cual el sistema se satura, siendo el nivel de ruido un valor negativo, por ejemplo -80 dB.

El oído humano acepta un margen dinámico de 120 dB NPS sin sufrir daños. Sin embargo, los mejores sistemas de grabación digital aceptan un margen dinámico de 100 dB. La radio FM puede manejar márgenes dinámicos de 65 dB y un vídeo profesional 55 dB. Por este motivo, para trabajar y grabar señales reales con márgenes dinámicos superiores, son necesarios los procesadores de dinámica.

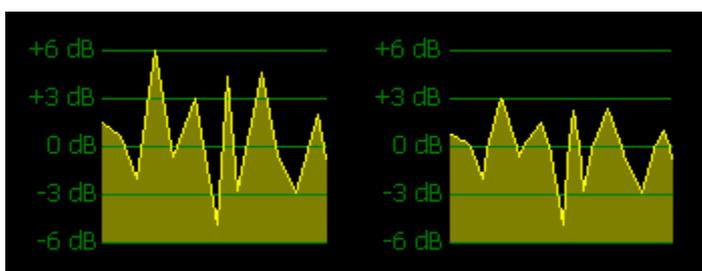


Dinámica de los 10 primeros segundos de un tema musical.

Un procesador de dinámica es un dispositivo electrónico que modifica, a voluntad del usuario, la dinámica de la señal que atraviesa por él.

### 7.2.a.- Compresor.

Un compresor es un aparato que reduce la dinámica de la señal de entrada. Así, a la salida, los niveles instantáneos de la señal serán menores de lo que eran a la entrada, pero no todos en la misma medida, sino que los niveles más altos sufrirán una atenuación mayor que los niveles bajos. Por eso se dice que trabaja sobre la dinámica.

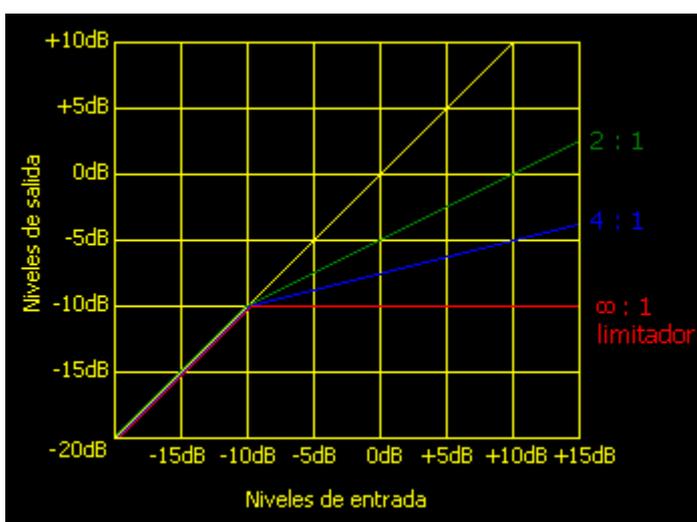


Dinámica de la señal de entrada (izda.) y salida (dcha.) en un compresor.

En la figura superior se muestra la dinámica de una señal (niveles máximos, no forma de onda) antes y después de pasar por un compresor con una relación de compresión 2:1 y umbral en 0 dB. Por debajo de 0 dB la forma de la dinámica no ha sido alterada.

La relación de compresión (ratio), establece la proporción de cambio entre los niveles de entrada y los de salida. La relación de compresión es variable, dependiendo del compresor, entre 1:1 (uno a uno, no hay compresión) a 20:1 (veinte a uno, muy fuerte compresión). Si el ratio está fijado en 2:1, significa que por cada dos dB que aumente el nivel de la señal, a la salida sólo aumentará uno. Estos son necesarios para ajustar el margen dinámico de la señal al margen dinámico del canal; así, señales con márgenes dinámicos mayores que el de una cinta, han podido ser grabados y producidos. Una fuerte compresión, por encima de 4:1 crea un sonido artificial y monótono.

El umbral de compresión (threshold) ajusta el nivel en dB por encima del cual se aplicará compresión. El tiempo de ataque (attack) es el tiempo que pasa hasta que el compresor reacciona y empieza a comprimir. El rango del tiempo de ataque suele estar entre 0.25 y 10 ms. según el uso que se le de puede realzar o empobrecer el sonido. El tiempo de relajación (release) ajusta el tiempo que tardará el compresor en dejar de comprimir la señal; este valor puede variar de 50ms. a varios segundos. También suelen incorporar un control de codo (knee) que selecciona cómo es la transición entre la zona procesada y la no procesada; esta puede ser suave (soft) o exacta (hard).



Gráfica de las relaciones entrada - salida con distintas compresiones.

La gráfica superior sirve para entender cómo trabaja un compresor. Para todas las relaciones de compresión de la gráfica, el umbral se ha situado en -10 dB. Conociendo el nivel de entrada y siguiendo las líneas, se obtiene el nivel de salida. Si por ejemplo la compresión está fijada en 2:1 (línea verde) y el nivel de entrada es de +10dB, la salida, siguiendo la gráfica será de 0 dB. Por debajo del umbral, no hay compresión (1:1) y la señal sale con el mismo nivel con el que entra. La gráfica corresponde al modo en codo hard, si fuese soft, en lugar de un ángulo en el umbral, habría una curva.

No existe una norma de cómo situar los controles par un óptimo resultado, por eso lo mejor es hacer múltiples pruebas para ir determinando cómo quedan mejor ajustados los parámetros. Por ejemplo: un tiempo de relajación corto combinado con una baja relación de compresión hace parecer a la señal más sonora de lo que es. En el **capítulo 12**, dedicado a la dinámica, encontrarás tablas de compresión para diversos instrumentos.

Un compresor es útil en muchas ocasiones. Por ejemplo para mantener constante el nivel cuando un artista no mantiene una distancia constante con el micrófono.

También permiten manejar señales con grandes márgenes dinámicos o niveles de presión muy altos como trompetas, bajos, guitarras o percusiones. En mensajes comerciales se usa mucho la compresión para incrementar al máximo posible el nivel de salida y llamar la atención del público.

La última tendencia en procesamiento de dinámica consiste en procesar la señal por bandas. Gracias a la potencia que ofrecen los procesadores DSP, se puede separar la señal digitalizada en diferentes bandas y aplicar distintos grados de compresión, expansión u otro tipo de procesamiento a cada una de ellas. Encontrarás más información sobre este tipo de compresión en el apartado **12.4-Compresores multibanda**.

### 7.2.b.- Limitadores.

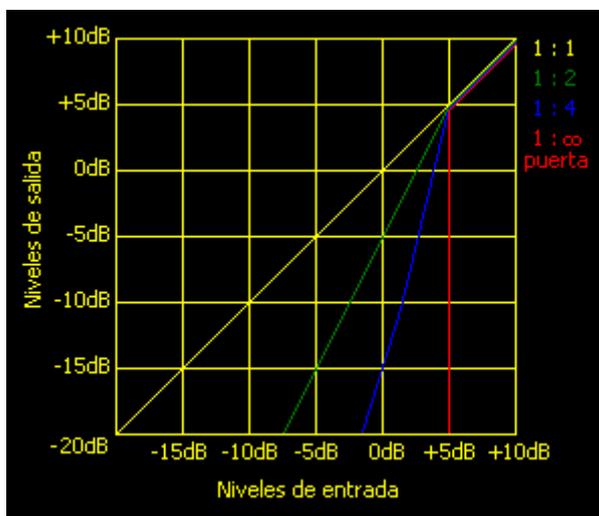
Un limitador es un compresor cuyo nivel de salida máximo está fijado en un punto. Por encima de este nivel máximo, la salida es independiente del nivel de entrada. Se puede deducir que los limitadores aplican una compresión total por encima del umbral por lo que la relación de compresión está fijada y no es variable. En nivel de la señal de salida de un limitador nunca pasará de un valor dado.

Lo que sí se puede variar es el umbral de limitación por encima del cual actúa el limitador. Los tiempos de ataque y relajación, si no se pueden variar, suelen venir fijados en valores cortos, especialmente el ataque.

Los limitadores se usan para prevenir la saturación de algún canal o grabador; usados junto a un compresor pueden dotar de mayor potencia o volumen aparente a una señal.

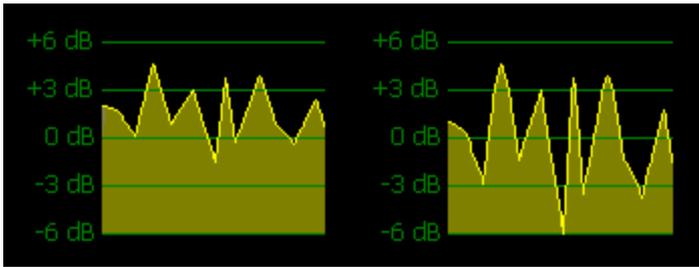
### 7.2.c.- Expansores.

Los expansores, igual que los compresores trabajan sobre la dinámica de las señales, pero en el sentido contrario. Lo que hace es aumentar las diferencias de nivel cuando estos niveles caen por debajo del umbral, expandiendo así la dinámica de la señal. Cuando los niveles de la señal están por encima del umbral, el nivel de salida es igual al de entrada.



Gráfica de las relaciones entrada - salida con distintas relaciones de expansión.

En la gráfica superior se muestran distintas curvas de expansión en función de la relación seleccionada. En este caso el umbral se ha fijado en +5 dB. Con una relación de expansión 1 : 2 (uno a dos) marcada en verde, una señal que un instante tenga un nivel de -5 dB y en otro 0 dB, a la salida del compresor tendrá niveles de -15 dB y -5 dB respectivamente, con lo que la diferencia de nivel pasa de 5 dB a 10 dB.



Dinámica de la señal de entrada (izda.) y salida (dcha.) en un expensor.

La figura de arriba muestra la dinámica antes (izda.) y después (dcha.) de pasar por un expensor, con el umbral fijado en +3 dB. Los parámetros de un expensor son: relación de expansión, umbral, tiempo de ataque y relajación. Igual que el compresor, el expensor afecta a la dinámica cuando esta cae por debajo de un cierto valor fijado por el umbral. Si el ratio se fija en 1:2 (uno a dos), por cada dB de incremento de la señal de entrada, la señal de salida tendrá un incremento de 2 dB.

### 7.2.d.- Puertas de ruido.

En un sistema de sonido, existen muchas fuentes, muchas de las cuales son fuentes de ruido, como micrófonos abiertos y reproductores de cinta. El cometido las puertas de ruido es reducir el mismo. La forma de reducirlo es atenuarlo en los momentos donde más se puede notar, que es cuando se produce un silencio.

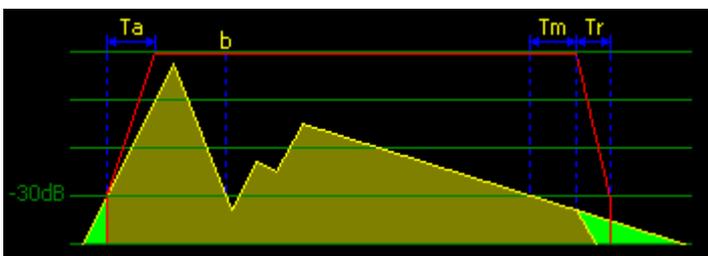
Las puertas de ruido derivan de los expansores cuando la relación de expansión tiende a valores muy altos. De esta manera, cuando la señal cae por debajo del umbral, la salida correspondiente tiene niveles próximos a cero.

Los controles de una puerta de ruido pueden ser varios. Siempre se encuentra el control de umbral, que fija el nivel, por debajo del cual, se entiende que lo que queda es ruido.

También se pueden encontrar controles del tiempo de ataque y tiempo de relajación, aunque en modelos sencillos o aplicaciones de puerta de ruido incorporadas a compresores, estos tiempos vienen ajustados.

El tiempo de ataque es el tiempo que tarda la puerta en comenzar a abrirse y dejar pasar señal. Un tiempo muy corto puede crear distorsión si se abre en mitad de un ciclo de una señal de baja frecuencia. De manera inversa, el tiempo de relajación es el tiempo que tarda la puerta en cerrarse totalmente y no dejar pasar nada de señal. Durante este tiempo, la señal se va atenuando progresivamente. Los tiempos de relajación son mucho mayores que los de ataque.

El tiempo de mantenimiento (hold) controla el tiempo que ha de pasar desde que la señal cae por debajo del umbral hasta que la puerta comienza a cerrarse. Su cometido es evitar falsos cierres de la puerta cuando la señal, por un instante cae por debajo del umbral.



Gráfica de los tiempos de una puerta de ruido.

En la gráfica superior se pueden ver los tiempos de una puerta de ruido.  $T_a$  = Tiempo de ataque,  $T_m$  = Tiempo de mantenimiento,  $T_r$  = Tiempo de relajación. La señal resultante está dibujada en color mostaza y la parte de la dinámica original que desaparece en verde brillante. Una vez que el nivel de la señal supera el umbral, fijado en -30dB, la puerta empieza a abrirse, en este caso más rápidamente que el aumento de la señal. Cuando se alcanza el umbral otra vez, la puerta no comienza a actuar tras transcurrir el tiempo de mantenimiento. Después, durante el tiempo de relajación la puerta se va cerrando atenuando cada vez más la señal. Gracias al tiempo de mantenimiento, en el punto "b", donde la señal cae por debajo del umbral, la puerta no comienza a cerrarse. En el ejemplo anterior, la puerta de ruido está ajustada con el umbral en -21 dB, tiempo de ataque de 1 ms y de relajación de 100 ms. El ruido se puede escuchar mientras la puerta está abierta, porque no lo elimina el ruido, sino que no lo deja pasar cuando se hace más patente, en los silencios. Las puertas de ruido sencillas trabajan cortando la salida de señal cuando el nivel cae por debajo de umbral. Otras puertas más sofisticadas, sólo lo atenúan, de este modo cuando la puerta se abra, la transición será menos brusca.

#### **7.2.e.- De-esser.**

Consiste en un compresor con un filtro que selecciona las frecuencias relativas a los sonidos con la consonante S. En lugar de actuar en función del nivel de la señal, actúan cuando detectan estas frecuencias. Esta utilidad puede estar incorporada en los compresores. Esta función permite atajar los sonido sibilantes sin afectar al resto de la señal.

## 8.1 DEFINICIÓN Y REQUISITOS

Una mesa de mezclas es un sistema capaz de proporcionar, a partir de varias señales de entrada, una o más señales de salida que son mezclas de las de entrada. Cada señal de salida será una suma, en diferentes proporciones, de las señales de entrada. La mesa tiene "N" entradas y "M" salidas, siendo N y M números que varían según el modelo.



Diagrama de una mesa de mezclas con entradas y salidas.

Los requisitos que debe reunir cualquier mesa de mezclas son los siguientes.

**Fidelidad:** viene determinada por sus características técnicas, aquellas que hacen referencia a la respuesta en frecuencia, distorsión, relación señal-ruido... Estas características están explicadas y desarrolladas en el apartado Calidad de Audio. Hace referencia a si las señales de entrada se ven alteradas de forma incontrolada al atravesar la mesa de mezclas.

**Prestaciones:** las prestaciones que ofrece una mesa de mezclas son lo que en segundo lugar las distingue.

La primera es el número de canales de entrada de que dispone. Cuanto mayor sea el número de canales de entrada, más señales distintas se podrán mezclar. Hay que destacar, que además de las entradas principales o canales de entrada, existen otras entradas auxiliares que se explicarán más adelante.

La segunda prestación es la posibilidad de obtener efecto estéreo. Es decir, cada señal de entrada puede enviarse en la proporción que se quiera a dos salidas diferentes, principal izquierda (L) y principal derecha (R). De esta forma se puede conseguir el efecto estéreo y situar los sonidos en diferentes posiciones frente al oyente.

La tercera prestación común a todas las mesas es la posibilidad de mezclar cada señal de entrada con las demás, en cualquier proporción, independientemente del nivel con el que llegue a la mesa.

Una cuarta posibilidad que ofrecen algunas mesas, es que cada señal de entrada pueda ser ecualizada independientemente de las demás. Con esto se puede conseguir el timbre deseado de cada voz o instrumento.

Una quinta característica es la posibilidad de realizar varias mezclas diferentes con las señales de entrada, obteniendo así varias salidas. Ya se ha visto que todas las mesas tienen, como mínimo dos salidas (L y R). El resto de salidas que no son la principal L R, se pueden llamar, en general, salidas auxiliares que se verán más adelante. Igualmente, hay mesas que permiten agrupar varias señales de entrada y mezclar esta suma con las demás. Esta característica corresponde a lo que se llaman grupos y subgrupos, que se verán más adelante.

Finalmente, existe una serie de prestaciones (tales como instrumentos de medida, posibilidad de control de señales en distintos puntos...) que aunque no son determinantes para el funcionamiento sí facilitan al técnico su uso de manera correcta. Todo ello, junto con las características de construcción, la calidad de los componentes, la robustez y el acabado configura lo que es una mesa de mezclas determinada y deben ser tenidas en cuenta a la hora de comparar unas con otras y elegir la que mejor se adapte a las necesidades a cubrir.

Resumiendo, se puede decir que una mesa de mezclas es un conjunto de entradas sobre las que se puede actuar de forma independiente, y que mediante encaminamientos y agrupaciones dan lugar a un conjunto de salidas.

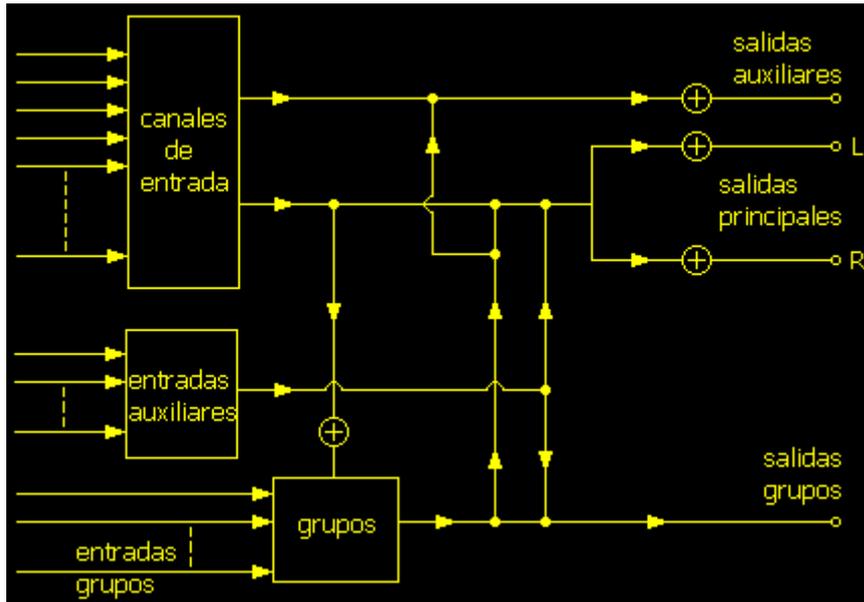


Gráfico con entradas, encaminamientos posibles y salidas en una mesa de mezclas

La figura de arriba muestra, además de las entradas y salidas con las que cuenta una mesa, los distintos encaminamientos de la señal. Se puede ver cómo las señales procedentes de los canales de entrada, pueden volcar a los canales auxiliares, a los grupos y a la salida principal L y R. Las señales de las entradas auxiliares pueden volcar a las salidas principales (bus master) o a las salidas de grupos. Las entradas de grupos pueden volcar señal a las salidas auxiliares, las salida principal L y R, y a las propias salidas de grupo. Los símbolos + representan la capacidad de sumar en un mismo bus varias señales. Es decir, varias señales de entrada pueden sumarse en los canales de salida L y R, en una salida auxiliar o en un mismo grupo.

## 8.2 PROCESOS DE GRABACIÓN Y REPRODUCCIÓN MULTIPISTA

La grabación y reproducción multipista es una técnica que comenzó con el empleo de magnetófonos multipista, como elemento intermedio entre la toma de sonido de los diferentes instrumentos y voces, y la salida final estéreo, que a su vez se almacenaba en otro magnetófono. Actualmente los magnetófonos han sido sustituidos por grabadores multipista a disco duro.

El uso de grabadores multipista impone la división del proceso en dos etapas: grabación y reproducción.

### 8.2.a.- Grabación.

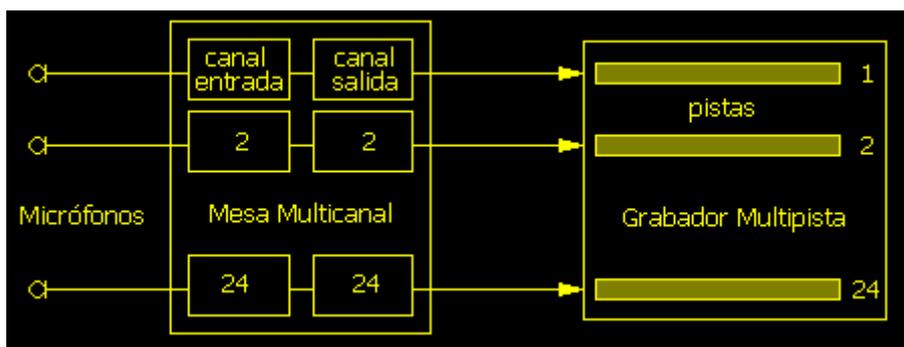
En esta etapa las tomas de sonido se encaminan mediante la mesa multicanal al grabador multipista, donde son almacenadas en pistas separadas.



Diagrama de bloques de mesa y grabador multipista en el proceso de grabación.

La mesa multicanal, en este caso, acepta las entradas de los micrófonos a través de sus canales de entrada, (input channel). Las entradas microfónicas, son tratadas individualmente en cada canal de entrada y son entregadas a las entradas del multipista a través de sus canales de salida (output channel). Esta forma de trabajo se realiza con mesas in-line. En este caso la mesa no mezcla, sino que cada canal de entrada es a su vez un canal de salida. Las señales entran a la mesa, para ajustar los niveles y ecualizar antes de grabarse en la pista correspondiente del multipista con el nivel óptimo.

Profundizando un poco más en la estructura de la mesa funcionando en grabación, ésta puede quedar como se indica a continuación:



Mesa in-line de 24 canales y grabador de 24 pistas en modo grabación.

Los módulos de entrada o canales de entrada amplifican los diferentes niveles producidos por los micrófonos hasta el nivel de línea. Los módulos de salida o canales de salida ajustan el nivel de salida al adecuado para la grabación multipista.

### 8.2.b. Mezcla.

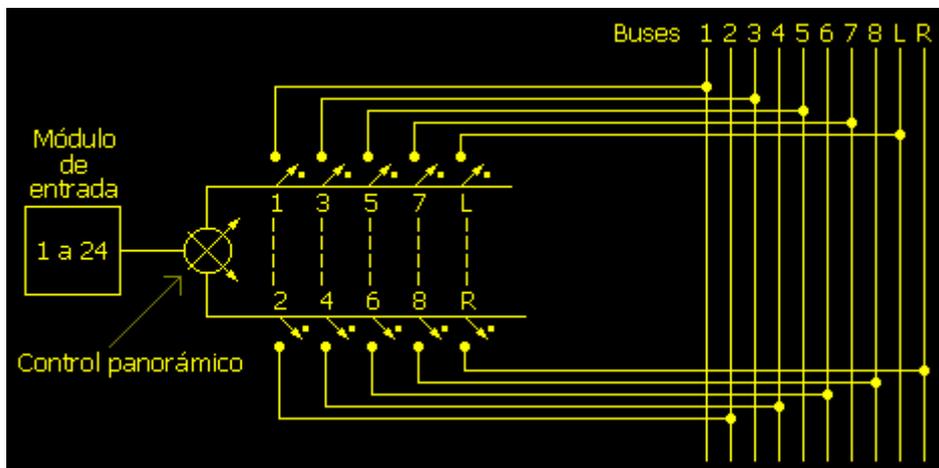
Ahora, el multipista trabaja leyendo las pistas grabadas anteriormente. Estas señales leídas entran a la mesa de mezclas multicanal, donde serán procesadas, encaminadas y mezcladas; a través de la salida principal estéreo serán grabadas en algún dispositivo estéreo, por ejemplo un DAT o dos pistas del multipista.



Grabador multipista, mesa multicanal y grabador estéreo en modo mezcla.

En la práctica el proceso de mezcla es más elaborado, utilizando agrupaciones de instrumentos y numerosos procesadores externos insertados en los distintos canales. Un ejemplo de agrupación es el que se muestra en la siguiente figura.

En esta mesa, las entradas (suponiendo que proceden de un multipista de 24 pistas), son procesadas en el módulo de entrada (24 canales) para posteriormente mezclarse sobre 8 conductores internos, llamados buses, dando ocho mezclas intermedias. De este modo se consiguen 8 conjuntos de señales agrupadas y mezcladas o grupos. Estas agrupaciones son muy usadas para manejar con un sólo control fuentes de sonido comunes, por ejemplo todos los micrófonos de los coros, o todos los micrófonos de la percusión. Estas ocho señales o grupos se procesan y ajustan en los ocho módulos de grupo de que consta esta mesa, encaminándose desde ahí a la mezcla final en dos buses internos L y R. Los módulos maestros o master L y R ajustan el nivel de salida de la señal que contiene la mezcla final para su correcta grabación.



Esquema de envíos a buses de grupo y master.

Un bus puede recibir señal desde cualquier canal de entrada. En este caso desde cada uno de los 24 canales de entrada. Esto se consigue, haciendo que un conductor recorra todos los canales de entrada. La mesa constará de tantos conductores de estos como buses. En el caso de la figura se tienen 8 buses más dos principales correspondientes a la salida principal master, L y R. Cada bus puede recoger señal de cada módulo de entrada a través de un conmutador de encaminamiento (assign routing). Estos conductores de grupo entregarán señal a sus correspondientes módulos de grupo, similares a los módulos o canales de entrada.

El conmutador de pares normalmente utilizado, permite poner en contacto cualquier canal de entrada con los ocho buses. Con el control panorámico (pan) se regula el envío al par elegido. Así por ejemplo conmutando 3-4, ponemos en contacto el bus 3-4 con el canal en cuestión. Obsérvese que cualquier módulo de entrada puede volcar a cualquier bus. Nótese la inclusión del bus L-R, en caso de que se quiera hacer una asignación directa.

### 8.3 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES

En este apartado se profundiza en el módulo de canales de entrada de una mesa de mezclas y qué funciones realiza.

#### MÓDULO DE CANALES DE ENTRADA.

La mesa de mezclas debe adaptarse para permitir la conexión de distintos dispositivos de entrada y de salida. Así, en sus entradas puede recibir: micrófonos de distintos tipos (dinámicos, condensador), equipos electrónicos, salidas del multipista... En la salida puede volcar a: grabador master, grabador multipista, equipos auxiliares (procesadores externos), amplificadores monitor...

Es por este motivo que la mesa debe dar diferentes y adecuados márgenes de impedancia de entrada y salida en sus conectores. También deberá permitir un ajuste de niveles respecto a los elementos externos, ya sea amplificando o atenuando las entradas o regulando los niveles de salida. Las señales de entrada pueden tener diferentes impedancias a las cuales se tiene que ajustar y diferentes niveles que tendrá que igualar para poder trabajar con todos igual en el interior de la mesa. En las salidas, debe poder ajustar el nivel para que sea el óptimo para el siguiente aparato al que vuelque señal y con una impedancia de salida óptima.

La parte más crítica de estas adaptaciones suele aparecer en los módulos o canales de entrada, encargados de realizar la toma de micrófonos y equipos electrónicos así como de las salidas del multipista. La figura de abajo muestra un diagrama de bloques de un canal de entrada y el recorrido que realiza la señal.

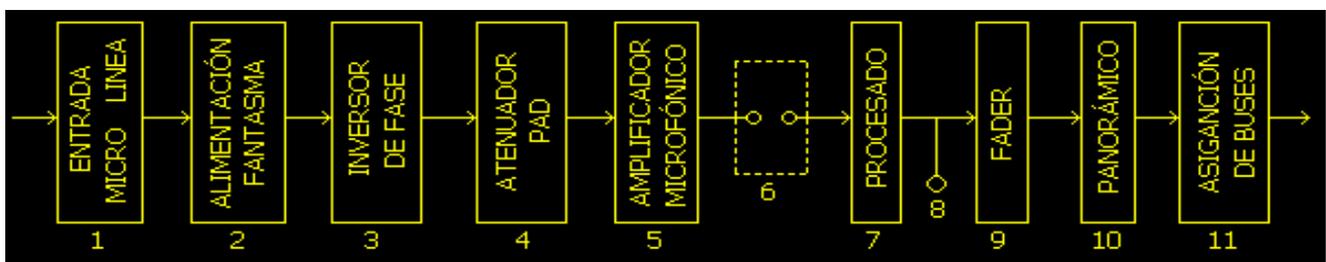


Diagrama de bloques de una canal de entrada.

La mesa de mezclas se divide en diferentes módulos: módulo de canales de entrada, módulo de auxiliares, A continuación se describen cada uno de ellos.

En el MÓDULO DE CANALES DE ENTRADA y por cada uno de los canales se pueden encontrar las siguientes partes numeradas según el diagrama de bloques superior. A su vez, el número de orden en el diagrama de bloques localiza los controles en un canal de entrada real como es el M1RN de Amek, representado a la izquierda.

Canal de entrada M1RN de AMEK:



1. Entradas: como puede verse, el módulo de entrada comienza por una entrada para micrófono y otra para línea. Estas entradas pueden ser balanceadas o no balanceadas (simétricas o asimétricas). En las mesas de mezcla multicanal de calidad todas las entradas son simétricas.

La entrada de micrófono (entrada MIC) también recibe el nombre de entrada de bajo nivel porque recibe señales débiles (unidades de centésima de voltio). La entrada de línea (LINE) recibe el nombre de entrada de alto nivel (unidades de décima de voltio).

2. Alimentación fantasma (PHANTOM): Cuando las entradas de línea o mayormente las de MIC se conectan a dispositivos que necesitan alimentación (por ejemplo los micrófonos de condensador), la mesa debe disponer de unos circuitos que den esta posibilidad. No todas las mesas incorporan la alimentación phantom, por lo que a veces se necesitará incorporarlos de forma externa mediante "cajas de inyección".

3. Inversor de fase: se trata de un cambiador de hilos, que permite poner en fase la fuente de señal conectada a este canal con el resto de las fuentes. Este sistema también es opcional y no lo incorporan todas las mesas.

5. Amplificador de ganancia: la misión de este amplificador es la de aumentar el nivel de tensión que proporcionan los micrófonos hasta llevarlos al nivel de línea con que trabaja la mesa (interiormente). Este nivel suele estar entre los 4dbm y los -10dbm.

En general:  $N \text{ dbm} = 10 \cdot \log (W / W_{\text{ref}})$

Siendo W la potencia y Wref la potencia de referencia = 1mW (miliwatio). Ambas potencias medidas sobre 600 ohmios. Así 0 dbm, se corresponde a 1mW ó 0,775 voltios; sobre 600Ω.

La estructura del amplificador de ganancia es, por lo general, la de un previo de ganancia fija (por ejemplo 50 dB) seguido de un amplificador de ganancia variable que no realza, sólo atenúa para realizar el ajuste final del nivel.

4. Atenuador (PAD): si se conecta un micrófono de condensador a la entrada de micrófono, dado que la sensibilidad de estos micrófonos es mayor que la de los dinámicos, puede suceder que aunque la ganancia de micrófono esté a 0dB, los 50 dB del



(4) amplificador de ganancia (que son fijos), sean suficientes para saturar el resto del canal. Para evitar esta situación, en la entrada (8) de micrófono y delante del amplificador de ganancia se sitúa un atenuador "pad" de unos -20dB. Algunas mesas admiten atenuaciones de hasta -40dB. Este pad reducirá la amplificación del previo a 30dB, evitando la saturación.

En algunas mesas el amplificador de ganancia está constituido por un amplificador-atenuador, pudiendo dar unos márgenes de amplificación y atenuación grandes, por ejemplo de 60dB de ganancia a una atenuación infinita (60dB -∞dB). En el ejemplo de la derecha, el pad viene indicado como LINE.

(3) (6) 6. Inserción: existen dispositivos de procesado que no pueden ser integrados en la mesa multicanal, ya sea por su tamaño o por su utilización sólo en ocasiones. El caso más común es el de los procesadores, ya sean de tiempo (efectos de reverberación y otros), de frecuencia (ecualizadores y filtros) o de dinámica (compresores, expansores, puertas de ruido...).

Así, se debe poder tomar señal en cualquier punto de la mesa para enviarla (send) al equipo auxiliar y luego recogerla procesada (return) en cualquier otro punto.

Para poder realizar estos envíos y retornos de señal, suelen existir en los canales de entrada y de grupo dos conectores jack hembra.

El primero de ellos (send), para enviar señal de la mesa a un equipo auxiliar a través de un cable con un conector jack macho.

El conector del envío, no corta la progresión de la señal, por lo que esta sigue avanzando por el canal. El segundo conector (return) devuelve la señal procesada al canal. En este último caso sí se corta la progresión de la señal que entrase al canal

anteriormente y la única que progresa es la que se recibe del equipo auxiliar. De esta forma el equipo auxiliar queda insertado en el canal.

(7)

En muchos casos se desea que en la mezcla aparezcan la señal directa y la procesada (por ejemplo la señal directa y las señales reverberantes), por este motivo el envío (send) no corta la progresión de la señal original hacia la mezcla. Así se puede devolver el retorno procesado a otro canal y así tener ambas señales en la mesa para mezclarlas.



(10)  
(8)



Conexiones de canales 11 y 12, modelo Behringer MX9000.

La figura superior muestra las conexiones de los canales 11 y 12, donde se aprecian (de arriba a abajo) el jack hembra de la entrada de línea (line-in), el XLR hembra de la entrada de micro (mic-in) y los dos jack hembra correspondientes a la inserción (insert-out e insert-in).

El nivel de envío puede regularse con el mando de amplificador de micro o de línea de la entrada, pero afecta a todo el recorrido, por eso los procesadores tienen un mando de ganancia-atenuación de entrada (INPUT GAIN). El nivel de retorno de la señal procesada se regula con el fader de canal. De este modo se puede llegar ocupar dos canales de entrada de la mesa para introducir un procesamiento. Existe otro procedimiento que es mediante el uso de buses auxiliares del que se hablará más adelante.

7. Procesamiento: en los canales de entrada de las mesas de mezclas se suele realizar un procesamiento interno. Los más comunes son ecualización y filtrado. El módulo de ecualización suele estar compuesto por grupos de tres a cinco filtros semiparamétricos y por filtros paso bajo y paso alto para las bandas superior e inferior.

Los ecualizadores suelen ser de tres a cinco bandas cubriendo todo el espectro de audio. Suelen ser de 2º orden y sus Q's oscilan entre 1 y 2. Hay que recordar que un ancho de banda de una octava equivale a un  $Q = 1.41$ ; de media octava equivale a un  $Q = 2.87$ .

También puede aparecer la opción para las bandas superior e inferior de escoger entre filtro shelving (tipo control de tonos) o tipo semiparamétrico como las bandas centrales.

Los filtros suelen ser de dos tipos. Paso alto con una frecuencia fija (alrededor de 70Hz) o variable (de 25 a 250Hz) que elimina ruidos mecánicos, vibraciones, de red... Paso bajo con una frecuencia fija (alrededor de 15kHz) o variable (de 3 a 15kHz) que eliminan ruidos de alta frecuencia (como soplo de cinta).

Los filtros suelen ser tipo Butterworth de segundo orden (12dB de pendiente de atenuación) y su conexión es optativa. Cuando se realice una premezcla, es decir, una mezcla de varios instrumentos en una sola pista del multipista, deberá ecualizarse en grabación, ya que después de la premezcla será imposible ecualizar los instrumentos por separado.

El canal Amek de ejemplo, consta de cuatro filtros, siendo los dos centrales semiparamétricos.

8. Indicador de sobrecarga (OVERLOAD): este indicador de sobrecarga consiste en un LED (semiconductor que emite luz) calibrado, que indica con sus destellos la sobrecarga del módulo de entrada. Aunque el indicador se sitúa físicamente junto al control de ganancia, electrónicamente puede estar situado en otro punto del canal de entrada, como en este caso, después del módulo de procesado y antes del fader.

El canal Amek de ejemplo cuenta con dos indicadores de sobrecarga.

9. Fader: la señal que llega hasta este punto del canal debe llegar controlada en lo posible etapas precedentes, fundamentalmente por el amplificador de ganancia y por lo tanto no sería necesaria más amplificación. Con el fin de no saturar etapas posteriores se incluye un atenuador denominado FADER (del inglés) para limitar la señal que se escapa al control del amplificador de ganancia. El fader es un atenuador activo que sirve para regular el nivel de salida y dar aislamiento. Sin embargo en bastantes mesas y para permitir un ajuste más flexible del nivel de salida, el fader tiene una pequeña ganancia entre 10dB y 12dB. En estos casos habrá que tener en cuenta que con el fader al tope de su recorrido, se estará realizando la señal esos 10dB o 12dB. En la posición extrema contraria (abajo) la señal será totalmente anulada. Así ganancia del fader va de +12dB a  $-\infty$ dB.

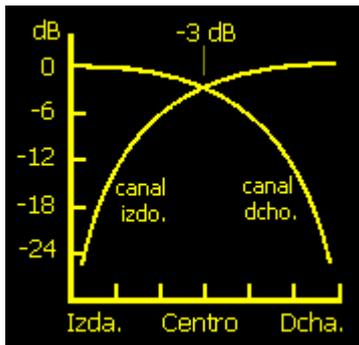
Se llama fader a un potenciómetro deslizante; es una resistencia eléctrica cuyo valor varía en función de la posición del mando, en un extremo la resistencia es cero y en el otro es máxima.



Potenciómetro deslizante.

El canal de entrada del ejemplo no incluye fader, este es un elemento que se suele instalar por separado.

10. Potenciómetro panorámico (PAN): este potenciómetro distribuye la señal en dos vías para atacar de forma conveniente a la etapa posterior de asignación. Con este control se reparte en la proporción deseada la señal a los canales izquierdo y derecho, bien de la salida principal L y R o de la pareja de buses a la que se vuelque la señal. Este control se sitúa físicamente encima del fader, por comodidad a la hora de trabajar con el fader.



Reparto de niveles en función del control panorámico.

Como se puede ver en la figura, cuando el control panorámico está en el centro, ambos canales sufren una atenuación de 3dB. Estas curvas están calculadas para que la suma de la energía de los dos canales se mantenga constante y así como su sonoridad.

11. Asignación de buses: esta asignación a los diferentes buses se realiza mediante un teclado de selección de envíos que consiste en un conmutador de pares (conmuta a parejas de buses). Mediante este teclado cualquier canal de entrada se puede poner en contacto con cualquier bus.

X. Envíos auxiliares: estos envíos son similares a la asignación de buses, pudiéndose controlar en nivel de envío a cada bus auxiliar. Los envíos a buses auxiliares pueden hacerse de forma pareada (pensando en señales estéreo), así con un sólo control rotatorio (knob), se envía señal a dos buses.

Los envíos a buses auxiliares pueden ser post-fader o pre-fader, siendo el nivel de envío, dependiente o independiente de la posición del fader de canal.

El canal de entrada del ejemplo cuenta con ocho buses auxiliares con sus correspondientes envíos pareados.

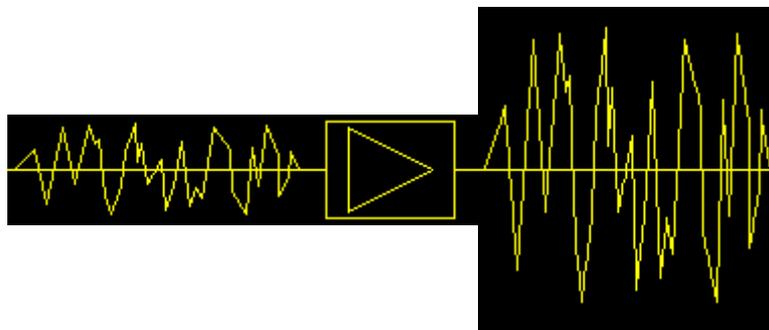
Hasta aquí la descripción elemental de un módulo de entrada genérico similar a los que aportan las mesas profesionales. Hay que recordar que diferentes puntos de los canales de entrada se van a derivar unas conexiones para formar otros buses (Aux1, Aux2, Pfl, Mon...) que darán mayor maniobrabilidad a la mesa.

Conviene aclarar que la asignación de buses en los canales de entrada de la que se ha hablado, corresponde por lo general a la asignación de buses maestros L y R y buses de grupo.

## 9.1 DEFINICIÓN Y ELEMENTOS

La etapa de potencia es la encargada de suministrar la potencia a los altavoces al ritmo de la señal de entrada. Los altavoces transforman la potencia eléctrica en potencia acústica. Se habla de etapa de potencia, o amplificador de potencia, en el ámbito del audio profesional, fuera de éste, se habla de amplificador.

Un amplificador doméstico y una etapa de potencia tienen como principal tarea la misma: amplificar la señal, si bien tienen diferencias importantes. La señal eléctrica a la salida de la etapa de potencia tiene igual forma de onda que a la entrada, pero varían las magnitudes. En lugar de tensiones de decenas de milivoltios (mV), alimenta a los altavoces con tensiones de decenas de voltios (V) y corrientes de varios amperios (A). La señal de línea que entra al amplificador se mide en milivoltios, es decir, tiene una potencia más de 1000 veces menor que la que tendrá a la salida. El producto del voltaje por la intensidad de corriente, es la potencia (P) en vatios (W),  $I \cdot V = P$ . Toda esta tensión y corriente que se empleará en mover los altavoces, sale de la fuente de alimentación interna que a su vez la toma de la red eléctrica general.



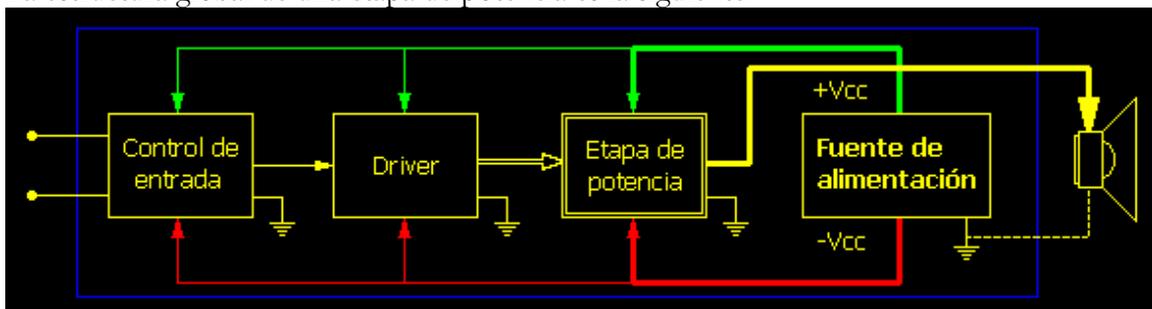
Señal a la entrada (izda.) y a la salida (dcha.) de una etapa de potencia en relación a su amplitud en voltios.

La figura de arriba representa cómo la etapa aumenta la tensión (V) de la señal sin perturbar la forma de onda, además suministra gran cantidad de corriente (I).

La principal característica que define a una etapa de potencia es la potencia que puede entregar a la salida, que es mayor que la que puede entregar un amplificador doméstico. Por contra, la calidad o fidelidad de sonido que da una etapa de potencia profesional, es menor que la de un amplificador doméstico HI-FI (se amplía en **9.2 características**).

Las etapas de potencia no tienen ciertos elementos típicos de los amplificadores como son los previos, selector de previos o controles de tono. La típica etapa de potencia tendrá una tecla de encendido, un par de controles de nivel por ser estéreo y algún dispositivo que indique el estado de trabajo instantáneo: bien leds (lucecitas) o bien medidores de aguja (uno por canal).

La estructura global de una etapa de potencia es la siguiente:



Por amplificador o etapa de potencia se entiende todo el conjunto exceptuando el altavoz de la derecha.

Control de entrada: es el punto a donde llega la señal de entrada. Esta sección define la impedancia de entrada del aparato y es donde se selecciona el nivel de amplificación deseado. Aumenta un poco la tensión de la señal de entrada antes de pasarla al driver. Los mandos que controlan la potencia de salida trabajan sobre esta etapa.

Driver o excitador: es la encargada de "excitar" la etapa de potencia. Para ello amplifica mucho la señal que recibe del control de entrada para elevar mucho su voltaje antes de pasarla a la etapa de potencia.

Etapa de potencia o de salida: por su importancia da nombre a todo el conjunto. Es la encargada de dotar de potencia a la señal. La señal que recibe tiene mucho voltaje, pero muy poca intensidad. Esta etapa es la que proporciona varios amperios de intensidad de corriente eléctrica a la señal, sin embargo, apenas aumenta el voltaje que traía desde driver. Maneja tensiones y corrientes muy elevadas y es la que más recursos energéticos demanda de la fuente de alimentación, es decir la etapa que más consume. Esta es la etapa que "ataca" al altavoz, donde se consume la energía eléctrica, transformándose en movimiento que genera ondas acústicas y calor.

Fuente de alimentación: es un dispositivo que adapta la electricidad de la red eléctrica general (la del enchufe), para que pueda ser usada por las distintas etapas. Como la de la figura, estas fuentes de alimentación suelen ser simétricas. Tiene que ser suficientemente grande para poder abastecer a la etapa de salida de toda la energía que necesita en el caso de estar empleándose el aparato a plena potencia. Un punto débil de las etapas de potencia suele ser la fuente de alimentación, que no puede abastecer correctamente a la etapa de salida. Una etapa de potencia estéreo tiene que duplicar las tres etapas (entrada, driver y salida) y puede usar una fuente de alimentación para todos. Los equipos de calidad estéreo incorporan dos fuentes de alimentación, una por canal.

Protecciones: las etapas de potencia actuales incorporan diversas medidas de protección contra avería, que son más o menos sofisticados en función de la calidad y coste del equipo. Pueden ir desde el típico fusible a dispositivos activos de control de potencia. Las protecciones que se pueden encontrar normalmente son:

Protección electrónica frente a cortocircuito y circuito abierto.

Protección térmica para transistores de salida y transformador.

Protección contra tensión continua.

Protección contra sobrecarga.

Protección contra transitorio de encendido.

Además suelen incorporar una luz de aviso de protección activada y otra de clipping, que se enciende en los picos de señal cuando la etapa de potencia está empezando a saturarse y corre peligro de avería o de que salte alguna protección que la deje fuera de funcionamiento por un tiempo; normalmente hasta que se refrigera lo suficiente.

## 9.2 CARACTERÍSTICAS

Potencia entregada a la carga (altavoz). Existen dos medidas de potencia definidas:

1.- Potencia Nominal, RMS, Eficaz o Continua: se define como la potencia que el amplificador es capaz de proporcionar a la carga nominal (normalmente 8 ohmios), con ambos canales excitados simultáneamente en un margen de frecuencias de 20 Hz a 20 KHz y con una distorsión armónica THD menor que la determinada. La señal que se utiliza para esta medida es un tono sinusoidal puro de 1.000 Hz. Esto significa que se excitan ambos canales con 1 KHz, a la salida se conecta la carga correspondiente según el fabricante y se sube la potencia hasta que la THD llega a la indicada por el fabricante; entonces se ha alcanzado la Potencia Nominal.

Debido a que la señal musical que suele excitar los amplificadores tiene poco que ver con la señal sinusoidal usada para medir la Potencia Nominal, se recurre a la Potencia Musical.

2.- Potencia Musical o de Pico: es la máxima potencia que puede dar el amplificador a intervalos cortos de tiempo. Una de las señales propuestas como señal utilizada es una senoide de 1 KHz pero con picos de 20 ms donde el nivel pasa a ser diez veces mayor. Al contrario que ocurre con la Potencia Nominal, no hay un procedimiento estándar de medida con lo que los valores resultantes tienen que venir acompañados del método de medida usado para tener validez. Por este motivo, a la hora de decidir entre dos amplificadores, es mejor contar con la información de la potencia nominal.

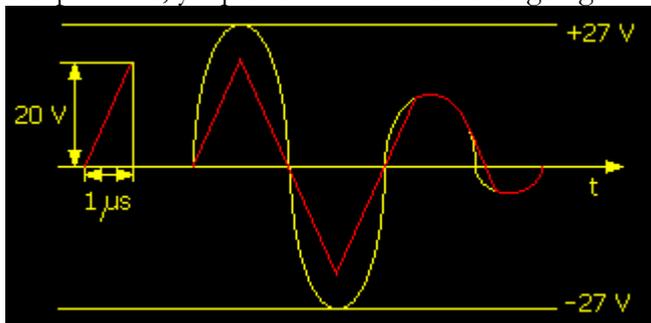
En las especificaciones técnicas de una etapa o amplificador de potencia, se habla de Potencia sin más. Ésta es potencia nominal o eficaz. Los sufijos (nominal, musical, RMS) se usan más, curiosamente en amplificadores domésticos, a veces, para "estirar" la potencia real del aparato y otras para complicar su comprensión.

Respuesta en frecuencia. El concepto está explicado en el **capítulo 4.1**. Únicamente hay que decir que en general la respuesta en frecuencia será peor que en amplificadores HI-FI domésticos. Además la respuesta en frecuencia de las etapas de potencia es mejor cuando trabaja a baja potencia que cuando trabaja a máxima potencia. Esto es debido a que en el segundo caso, tiene que manejar grandes tensiones e intensidades.

Slew rate. Es una medida de la rapidez con la que la etapa puede variar la tensión a la salida.

Las unidades de esta medida son voltios partido unidad de tiempo (V/s), aunque se suele expresar en V/ $\mu$ s (voltios / microsegundo). Esta medida nos dice exactamente cuantos voltios puede aumentar la tensión de salida en un microsegundo (0,000001 segundos).

Cuanto mayor sea el valor del Slew-rate del equipo, mejor será éste. El problema que se da cuando el equipo tiene un slew rate insuficiente, es que no puede seguir las variaciones grandes de señal, provocando el efecto de triangulación, es decir, deformando la señal y generando distorsión. Este efecto de triangulación, se producirá cuando el equipo trabaje a alta potencia, ya que es ahí donde se le exigen grandes variaciones de la tensión de salida.



Representación de un caso de triangulación

En la figura se muestra en amarillo una forma de onda hipotética que tiene que presentar el amplificador de potencia a la salida, y en rojo la forma de onda que muestra al estar limitado el valor del slew rate y no poder seguir esa onda. El problema se hace más palpable en las grandes excursiones de tensión (al principio de la forma de onda). El amplificador eleva la tensión de salida lo más rápido que puede ( $20 \text{ V}/\mu\text{s}$ ), pero no es suficiente para seguir la forma de onda, en el caso extremo, describe una forma de onda triangular.

Sensibilidad de entrada. Es el valor en voltios de la tensión que hay que aplicar a la entrada de la etapa de potencia, para obtener a la salida la potencia nominal, cuando el aparato trabaja a la máxima potencia. La sensibilidad es una medida de calidad, cuanto más sensible sea la etapa de potencia, mayor calidad tendrá. La sensibilidad de entrada en una etapa de potencia, equivale a la agudeza auditiva de un oyente; si tiene poca sensibilidad, es duro de oídos.

La sensibilidad se mide de la siguiente forma: con el control de nivel a máxima potencia, se va aumentando el nivel de tensión de la señal sinusoidal de entrada de 1000 Hz, hasta que a la carga (altavoz) se le esté entregando la potencia nominal. La potencia consumida en la carga se puede calcular porque se conoce el valor de la misma ( $R$  ohmios) y se mide la tensión en bornes ( $V$  voltios), así la potencia nominal en vatios es:  $P = V^2/R$ .

Impedancia de entrada. Es la resistencia eléctrica que "ve" el equipo anterior. Los valores más normales se encuentran entre 10 y 50 Ohmios ( $\square$ ). En audio, lo que se busca es cumplir el principio de máxima transferencia de energía. Es decir, impedancias de salida de los aparatos muy bajas (alrededor de 1 ohmio) e impedancias de entrada muy altas (del orden de decenas de miles de ohmios).

Impedancia de salida. Es la resistencia que "ve" el equipo posterior a la etapa. Es útil cuando se usan modelos eléctricos simplificados. Se trata de un valor sólo resistivo que hace que parte de la potencia generada se consuma en la salida misma del amplificador. El criterio de adaptación en tensión busca que la impedancia de salida del amplificador sea la menor posible y la de la carga (altavoz) sea la mayor posible. De este modo la mayor parte de la potencia se consumirá en el altavoz. La intensidad de corriente es la misma para las dos cargas ya que están en serie, por tanto, la de mayor valor consumirá más potencia.

Factor de Amortiguamiento (FA). El factor de amortiguamiento y el damping factor (DF) son la misma cosa. Es la relación entre la impedancia de la carga y la impedancia de salida del amplificador:

$$DF=FA=R_{carga}/R_{salida\_ampli.}$$

Resistencia de carga

Factor de Amortiguamiento =

Resistencia de salida del amplificador

Fórmula teórica para el cálculo del Factor de Amortiguamiento.

Por impedancia de la carga se entiende exclusivamente la impedancia del altavoz. Se suele tomar el valor nominal, que es sólo resistivo. Lo que hacen muchos fabricantes es dar el Damping Factor para un valor concreto de Resistencia de carga. Por ejemplo,  $FA=150$  para  $R_{carga} = 8 \text{ ohms}$  a 1kHz. Con lo cual se puede despejar que la impedancia de salida a 1kHz es  $8/150 = 0.053 \text{ ohms}$ . Son distintas formas de presentar el mismo dato, la impedancia de salida.  $FA=DA=150$  significa que la carga consume 150 veces lo que consume la salida de la etapa o que la salida consumirá aproximadamente  $1/150$  de la potencia total.

La medida teórica que realiza el fabricante no incluye la resistencia que añade el cable. Lo que es normal, ya que eso dependerá de la instalación final. Cuando entre la carga (altavoz) y la salida de la etapa hay cable, la resistencia de este ha de añadirse a la impedancia de salida de la etapa para obtener el nuevo valor de del Factor de Amortiguamiento.

Resistencia de carga

Factor de Amortiguamiento (real) =

Res. salida amplificador + Res. del cable

Fórmula real para el cálculo del Factor de Amortiguamiento en una instalación.

Un cable malo, tendrá un valor de resistencia alto, que se multiplicará por los metros de cable, haciendo que disminuya el Factor de Amortiguamiento. Es decir, ahora a la carga le llega menos potencia. Si el cable tiene una resistencia en total de 1ohm, ahora  $FA=8/(0.053+1)$  que es casi lo mismo que  $8/1$ , con lo que ahora  $FA=8$ ; lo que significa que de cada nueve partes de potencia, una se consume antes de llegar a la carga y ocho en la carga. De 100W, sólo 88.8 se consumen en la carga.

El Factor de Amortiguamiento se relaciona con la capacidad del amplificador de controlar al altavoz en bajas frecuencias, debido a las tensiones provenientes del bobinado del altavoz en los grandes desplazamientos. Al igual que para mover un altavoz de graves hace falta mucha tensión, la tensión producida por la fuerza contraelectromotriz que se genera en la bobina al atravesar el campo magnético, también es alta. Por este motivo, el Factor de Amortiguamiento afecta especialmente en bajas frecuencias.

Si el amplificador tiene a su salida un valor de damping bajo, las tensiones a su salida provenientes del altavoz cancelarán las que él genera, con lo que no podrá controlar bien el altavoz. Cuanto mayor sea el valor del Factor de Amortiguamiento, en mejores condiciones (con menos cancelaciones) llega la señal que genera el amplificador al altavoz. Resumiendo, el Factor de Amortiguamiento en cuanto a pérdidas de potencia se refiere, afecta a todas las frecuencias. Respecto al control de los altavoces afecta básicamente a las bajas frecuencias. Rendimiento. Este dato informa de cuanta energía entrega a su salida (cable + altavoces) la etapa de potencia, de toda la que consume. El rendimiento se calcula:

$$\text{Rendimiento \%} = \frac{P \text{ entregada}}{P \text{ consumida}} \cdot 100$$

Fórmula empleada para el cálculo del rendimiento.

La parte de energía que no sale se consume en forma de calor. La mayor parte de este calor se produce en la etapa de potencia, que es la que maneja grandes tensiones e intensidades. Para que el exceso de calor no la dañe, se emplean disipadores de calor y ventiladores para forzar el flujo de aire. Para instalaciones grandes del tipo de megafonía o escenarios que dependen de grupos electrógenos autónomos, el rendimiento es un factor importante en la elección del modelo de las etapas de potencia que se emplearán.

También se suelen dar otros valores que definen la calidad del equipo. Los más típicos, de los que no se han nombrado arriba, son la Diafonía (crosstalk) y la Relación señal-ruido. Las definiciones generales de estas características están dadas en el apartado Equipos de Audio > Calidad de Audio, **capítulos 4.3 (Relación señal-ruido) y 4.4 (Diafonía).**

### 9.3- TIPOS DE ETAPA

Los amplificadores de potencia se clasifican en función del tipo de elemento modulador que llevan en la etapa de potencia o de salida. Este elemento es el encargado de dejar pasar la corriente eléctrica procedente de la fuente de alimentación, en función de la tensión que recibe de la etapa anterior (driver). Es una especie de grifo que se abre y cierra al ritmo de la señal de entrada, dejando pasar más o menos corriente a la carga.

A su vez, el dispositivo modulador, puede ser de varios tipos en función de su configuración. Los dispositivos moduladores son el corazón del amplificador de potencia y están basados en uno o varios transistores. Estos transistores pueden estar asociados de distintos modos: normal (un único transistor), paralelo (se consigue mayor corriente máxima de salida), serie (se consigue mayor tensión máxima de salida) y darlington (se consigue mayor ganancia).

Independientemente de como esté configurado el dispositivo modulador, las etapas se clasifican según el número y disposición de dispositivos moduladores. La clasificación es la siguiente:

Clase A: un solo dispositivo modulador. Sólo produce distorsión por la alinealidad del dispositivo. Esta clase es más teórica que práctica porque no se implementa en etapas reales porque dan poca potencia y bajo rendimiento.

Clase B: dos dispositivos moduladores en modo push-pull, uno conduce los ciclos positivos y otro los ciclos negativos. Produce la distorsión anterior más distorsión de cruce, cuando se pasa de un ciclo positivo a uno negativo. Mejora la potencia pero empeora el rendimiento. Esta clase tampoco se implementa.

Clase AB: es una clase B pero mejora la polarización de los moduladores para disminuir la distorsión de cruce, a costa de aumentar el consumo energético. Consumen aproximadamente el doble de lo que suministra.

Existen otros tipos de clases A, que se basan en mejoras de la red de polarización para mejorar la distorsión de cruce.

Clase C: uno, dos o cuatro dispositivos moduladores, cada uno conduciendo en una parte del ciclo. Si tiene  $n$  dispositivos moduladores, cada uno conduce  $1/n$  de ciclo. Elevada distorsión pero gran rendimiento. Se usa para señales de banda estrecha. Era típico en radiofrecuencia, pero ahora usan del tipo AB.

Clase D: dos o cuatro dispositivos moduladores que amplifican señal PWM (señal cuadrada). Después se filtra paso bajo la señal amplificada. Destacan por la mejora del rendimiento y la nueva filosofía de trabajo. Su forma de trabajo consiste en modular el ancho de los pulsos (ciclo de trabajo) de una onda cuadrada (portadora), con la señal de entrada (hace de moduladora); a continuación se amplifica la señal modulada resultante y finalmente se filtra paso bajo para volver a obtener una señal banda base. También se la conoce como amplificación digital.

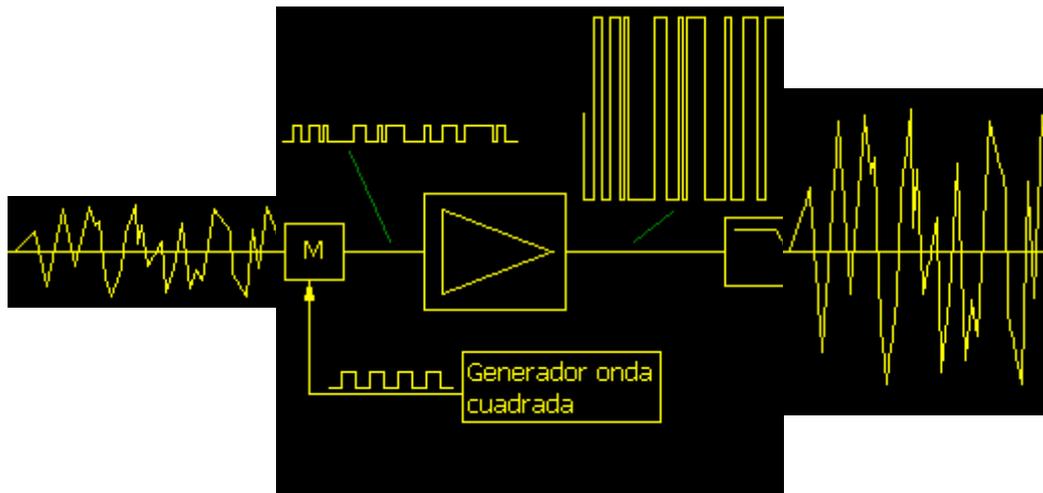


Diagrama de bloques de una etapa de potencia clase D.

Modulador - Amplificador - Filtro paso bajo

Clases E y G: son la misma clase pero se denominan distinto en Europa y en USA. Es una clase AB pero con dos tensiones de alimentación y un dispositivo de interconexión automático que usa una tensión de alimentación para señales bajas y otra para señales altas. Con esto se mejora el rendimiento que tenía la clase AB, ya que con señales débiles, se consume mucha menos potencia.

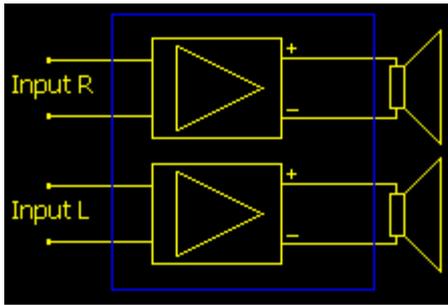
Clase H: son como las clases E y G pero incorporan más tensiones de alimentación para mejorar aún más el rendimiento.

En las especificaciones de una etapa de potencia se encuentra fácilmente la clase a la que pertenecen. Sin embargo es menos común encontrar el dato de cómo se montan los transistores, en paralelo, darlington... Otro dato que suele aparecer es el tipo de transistor utilizado, sobretodo cuando se trata de transistores de efecto de campo o FET (Field Effect Transistor), tanto J-Fet como Mos-Fet. Los transistores Fet destacan frente a los Bipolares comunes por su reducido ruido y distorsión, además de otras características que los hacen "mejores" para su uso en amplificadores de potencia.

## 9.4 CONEXIÓN

En los amplificadores o etapas de potencia dedicados al audio se tiene que dar la adaptación en tensión, que consiste en que la resistencia de salida sea mucho menor que la resistencia de la carga. Teniendo en cuenta que la impedancia nominal de los altavoces puede ser de  $2\Omega$  ,  $4\Omega$  ,  $8\Omega$  , o  $16\Omega$  (generalmente  $8\Omega$  ), la resistencia de salida de la etapa de potencia tiene que ser muy pequeña.

La relación entre resistencia de la carga o impedancia nominal del altavoz, e impedancia de salida del aparato, se denomina Factor de amortiguamiento (F.A.) y se calcula:  $F.A. = R_{carga} / R_{salida}$ . En audio profesional se busca que F.A. sea mayor de 100.

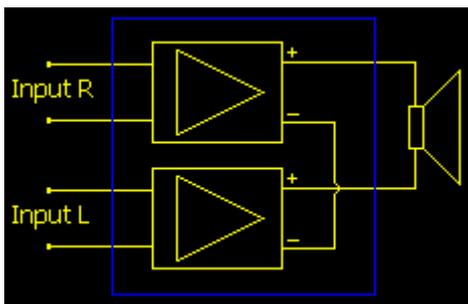


Conexión de una etapa de potencia estéreo.

La figura de arriba representa una etapa o amplificador de potencia estéreo. Cada rectángulo representa un amplificador de potencia completo como el de la figura de la estructura. Según la configuración del aparato pueden compartir o no la fuente de alimentación.

En las etapas de potencia dedicadas a radiofrecuencia se tiene que dar la adaptación en potencia, lo que significa que la impedancia de salida de la etapa, la impedancia de la carga y la impedancia nominal del cable han de tener el mismo valor. Esto es debido a las altas frecuencias que se manejan en radiofrecuencia (varios MHz), mientras que en audio, se trabaja en banda base (hasta 25 KHz), que comparando con radiofrecuencia, equivale a muy baja frecuencia. El caso extremo de desadaptación en potencia equivale a carga desconectada (impedancia infinita), en este caso, se genera una onda estacionaria en el interior del cable que provoca a la salida del amplificador una tensión dos veces la original, con lo que la etapa de potencia corre serio peligro de avería. Aunque estas precauciones sólo son necesarias para radiofrecuencia, es aconsejable no dejar una etapa de potencia trabajando sin carga para evitar dañarla.

Modo Bridge o Puente. Este modo de trabajo permite a aquellas etapas estéreo que están diseñadas para ello, trabajar con una sola carga. Lo que se hace es conmutar internamente las salidas (-) de cada canal de salida mediante un interruptor del modo bridge. El usuario tiene que conectar los bornes de la carga a las dos salidas activas (+) de cada canal. De este modo, si cada canal entregaba 200W, ahora se entregarán 400W a una sola carga o altavoz.



Conexión de una etapa de potencia estéreo en modo puente.

Aunque la conexión es sencilla, hay que asegurarse que la etapa está diseñada para soportar este tipo de trabajo antes de conmutar los negativos "a mano" y poner los positivos a la carga, ya que se puede estar condenando el aparato. En este modo de trabajo, un canal amplifica los semiciclos positivos y el otro los negativos.

Como se ha explicado antes las cargas pueden tener valores desde 2 Ohm a 16 Ohm, o superior (la etapa puede sobrecargarse al reducir la carga, no al aumentarla). La potencia que entrega la etapa de potencia es depende de la carga a la que esté conectada, como se ha mencionado,  $P = V^2/R$ . De este modo y en teoría, si se reduce la carga a la mitad, aumenta la potencia entregada al doble.

A continuación se muestra una tabla con los valores teóricos para distintas cargas y los reales para el modelo MF-8 de Altair, que proporciona 240W por canal con una carga de 8 Ohm.

Impedancia de la carga	Potencia teórica	Potencia real*
Estéreo 8 $\Omega$ .	240W	240W
Estéreo 4 $\Omega$ .	480W	400W
Estéreo 2 $\Omega$ .	960W	500W
Bridge 8 $\Omega$ .	960W	800W
Bridge 4 $\Omega$ .	1920W	1000W

En la tabla se aprecian diferencias considerables entre teoría y realidad. En el caso de estéreo a 4 Ohm. hay 80W de diferencia por canal, estos pueden ser debido la propia construcción de la etapa. En el caso de estéreo a 2 Ohm. la diferencia es de 460W, lo cual es mucho. El motivo es principalmente uno: la fuente de alimentación no puede entregar más potencia a la etapa de salida, en este caso se puede ver que el tope son 1000W, 500W por canal.

En el caso de trabajo en modo bridge, vuelve a suceder algo parecido, a 8 Ohm da un poco menos de lo esperado. Pero cuando se baja la carga a la mitad (4 Ohm), no da el doble, ya que otra vez la fuente de alimentación limita la potencia máxima.

Como queda demostrado, la fuente de alimentación es la que limita la potencia máxima que puede entregar una etapa o amplificador de potencia, de ahí la importancia de que ésta esté bien calculada. Generalmente se ponen fuentes de alimentación capaces de suministrar más de la potencia nominal a 8 Ohm , para poder abastecer la demanda de energía cuando la carga cae a la mitad o a la cuarta parte. Por otro lado, si luego el amplificador de potencia no se usa más que con 8 Ohm, se están desperdiciando recursos y dinero. Por este motivo se llega a una solución de compromiso que da como resultado los valores de potencia real suministrados en la tabla.

Cuando los dos canales comparten la fuente de alimentación, se tienen que repartir la potencia que ésta entrega. Una picardía empleada a veces (sobretudo en amplificadores domésticos) es medir la potencia que entrega un canal cuando el otro no está amplificando, con lo que toda la potencia de la fuente de alimentación se dedica sólo al canal medido. Si tenemos que las especificaciones dicen "potencia por canal = 100W", puede que los dos no puedan entregar los 100W a la vez porque la fuente de alimentación no llega a suministrar los 200W. En cualquier caso, en etapas de potencia profesionales no se suelen dar estas estratagemas, ya que se indica el método de medida utilizado o bien se trata de grandes casas en las que se puede confiar.

Sólo queda apuntar dos cosas más. Una es que los cables que conectan etapa de potencia y carga (altavoces o filtros), han de estar dimensionados acorde con la intensidad que circulará por ellos. Además, cuanto mayor calidad tenga el cable, menor resistencia presentará y menor potencia se consumirá en el mismo. Los cables de potencia no necesitan apantallamiento ya que el ruido que se puede introducir por inducción es despreciable comparado con las altas tensiones (y corrientes) que circulan por él.

Otro factor a tener en cuenta son las conexiones. Se suelen usar conexiones seguras que protejan a la persona de descargas y al aparato de cortocircuitos. Por este último motivo no se usan conectores tipo Jack, ya que al sacarlos o introducirlos, hay un momento en que se conectan los polos positivo y negativo; si en ese momento el amplificador de potencia está encendido y trabajando, se puede quemar la etapa de salida. Los conectores más usados son XLR o SPEAKON.



Conector XLR macho.



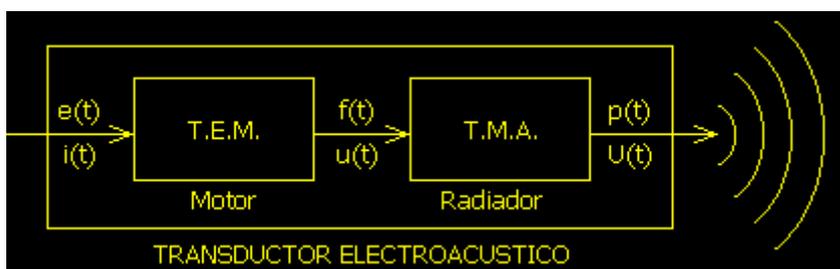
Conector SPEAKON macho.

## 10.1- DEFINICIÓN Y TIPOS DE TRANSDUCTOR

Un altavoz es un dispositivo capaz de convertir energía eléctrica en energía acústica que se radia al aire.

A este dispositivo se le llama transductor electroacústico. La transducción o transformación de energía, se hace en dos fases. El modelo teórico de un transductor electroacústico, se basa en un transductor electromecánico y un transductor mecánico-acústico. Esto significa, que se estudia por un lado la transformación de la energía eléctrica en mecánica, ya que se genera un movimiento, por otro lado se estudia la transformación de la energía mecánica en acústica, ya que el movimiento genera energía acústica.

El transductor electromecánico se llama "motor", por el movimiento que genera. Este movimiento se traspa al segundo transductor, el mecánico-acústico, que se llama "diafragma", aunque también puede ser una bocina.

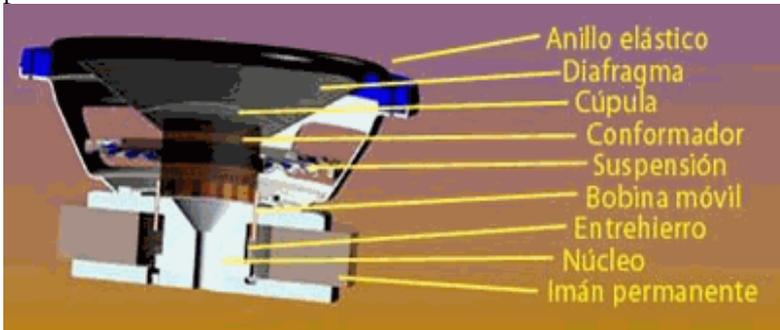


En los apartados que se refieren a los anteriores aparatos de la cadena de audio (procesadores, mesa de mezcla, etapa de potencia), se habla principalmente de dos unidades: tensión y corriente que varían en función del tiempo:  $e(t)$ ,  $i(t)$ . Esta energía es transformada en energía mecánica en el transductor electromecánico, ahora se miden las magnitudes fuerza y velocidad:  $f(t)$ ,  $u(t)$ . Tras pasar por el transductor mecánico-acústico, se pasa a hablar de energía acústica, con las magnitudes presión y caudal:  $p(t)$ ,  $U(t)$ . La energía acústica, se radia al aire, se transmite a través de este y la percibimos como sonido. Estos conceptos están explicados en la sección **Nociones de Sonido, en el apartado 1.3.**

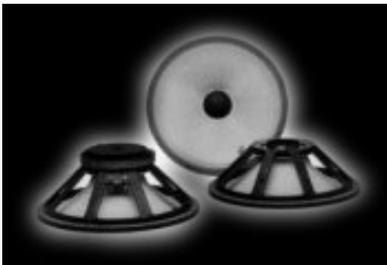
Frente a la aparente simplicidad de un altavoz, los fenómenos físicos en los que se basa son complejos y variados, además admiten múltiples configuraciones en función de la necesidad a cubrir. Por este motivo, se pueden clasificar de varios modos que se enumeran a continuación.

### 10.1.1.-Clasificación en función del transductor electromecánico:

Electrodinámico, dinámico o bobina móvil: una bobina móvil inserta en un campo magnético creada por un imán permanente, se desplaza empujada por la fuerza electromotriz debida a los cambios de corriente en su interior. Esta corriente procede del amplificador o etapa de potencia. La bobina está pegada a la cúpula, que puede ser todo el diafragma o sólo la parte central. Son los más comunes en audio profesional y prácticamente los únicos en audio doméstico.



Partes de un altavoz electrodinámico de bobina móvil.



Altavoces de bobina móvil.

En el altavoz central de la figura se aprecia la cúpula del diafragma pintada de negro. En el altavoz de la derecha se ha desmontado el imán permanente. El altavoz derecho está completamente montado.

Electrostáticos: se basan en una placa cargada eléctricamente que ejerce de diafragma y se mueve por la fuerza electrostática que se produce al variar la carga de las dos placas entre las que se encuentra. Se trata de un doble condensador, donde la placa central es el diafragma. Destacan por ofrecer una respuesta en frecuencia amplia y plana; por otro lado son extremadamente voluminosos, necesitan de alimentación de la red y electrónica adicional, además son muy delicados, por todo su precio es muy elevado. Los altavoces electrostáticos son de radiación directa.



Altavoz electrostático de la marca Quad.

Piezoeléctricos: se basan en la propiedad de los materiales piezoeléctricos de contraerse ante impulsos eléctricos.

Tienen un gran rendimiento, sin embargo la superficie de radiación es muy pequeña por lo que son usados en dispositivos de alta frecuencia de audio. También se usan en muchas aplicaciones que requieren frecuencias superiores a las de audio, como dispositivos de sonar o de ecografía.

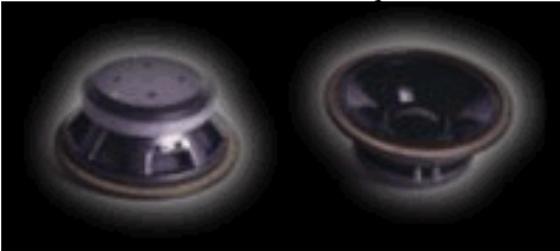


Tweeter piezoeléctrico.

Otros tipos menos desarrollados son los siguientes: Magnéticos, Magnetostrictivos, Neumáticos o Iónicos

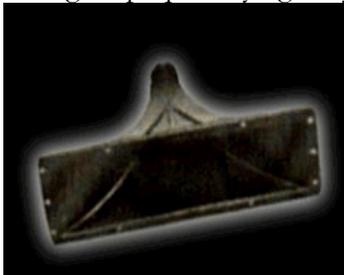
### 10.1.2-Clasificación en función del transductor mecánico-acústico:

De radiación directa: el diafragma es el elemento que radia directamente al aire. Son los más comunes al ser más sencillos que los de radiación indirecta.



Altavoz electrodinámico de radiación directa.

De radiación indirecta: una bocina adapta la alta impedancia del diafragma a la baja impedancia del aire. De este modo se mejora el rendimiento del altavoz. Es decir, se transforma más energía eléctrica en acústica, si no se usase la bocina, se emplearía la misma energía eléctrica obteniendo menos energía acústica. Son más aparatosos y se usan en ámbitos profesionales de sonorización de grandes recintos o montadas en grandes cajas acústicas. Los altavoces de radiación indirecta está compuestos de dos partes, la bocina y el motor de compresión. El motor de compresión es en realidad un altavoz electrodinámico de bobina móvil, aunque tiene algunas peculiaridades, como una cámara de compresión, un diafragma pequeño y ligero y la estructura para ser anclado a la bocina.



Bocina sola (izquierda) y con el motor de compresión montado (derecha).

Las bocinas de las figuras superiores son del tipo exponencial de boca rectangular.

### 10.1.3- Clasificación en función del margen de frecuencia al que se dedican:

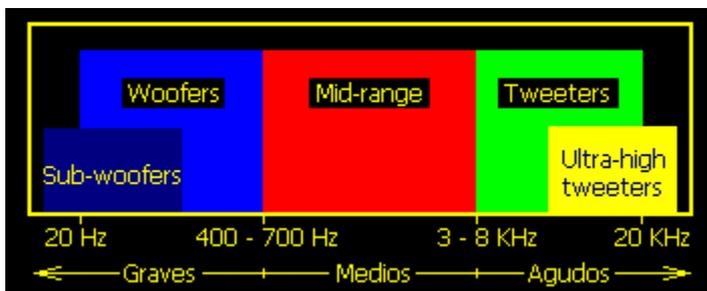
Banda ancha: son altavoces que cubre la una banda extensa del espectro de audio.

Bajas frecuencias: woofers y sub-woofers. Son altavoces que cubren el margen de frecuencia por debajo de los 400-700 Hz. para woofers y por debajo de los 80 Hz. para los sub-woofers. También se habla de graves y sub-graves. Los woofers no llegan a cubrir con buena respuesta la zona de baja frecuencia próxima a los 20 Hz. por eso se desarrollan los sub-woofers que trabajan exclusivamente esa zona reforzando la respuesta en baja frecuencia.

Frecuencias medias: mid-range. Cubren el margen de frecuencia que va desde los 400-700 Hz. hasta los 3-8 KHz. Esta es la que se suele llamar banda de medios.

Altas frecuencias: tweeters y ultra-high-tweeters. Cubren las frecuencias por encima de los 3-8 KHz. para los tweeters y por encima de los 12-14 KHz. para los ultra-high-tweeters.

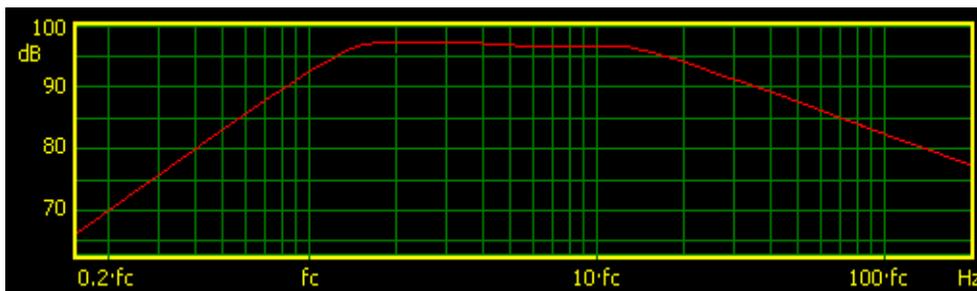
Ambos no llegan mucho más allá de los 20 KHz. Esta zona de frecuencias es llamada también banda de agudos. Los tweeters tienen dificultad en llegar a cubrir con buena respuesta la zona de frecuencia próxima a los 20 KHz. por eso se desarrollan los ultra-high-tweeters que trabajan exclusivamente esa zona reforzando la respuesta en altas frecuencias.



Distribución aproximada de las bandas de frecuencia habituales.

## 10.2 CARACTERÍSTICAS

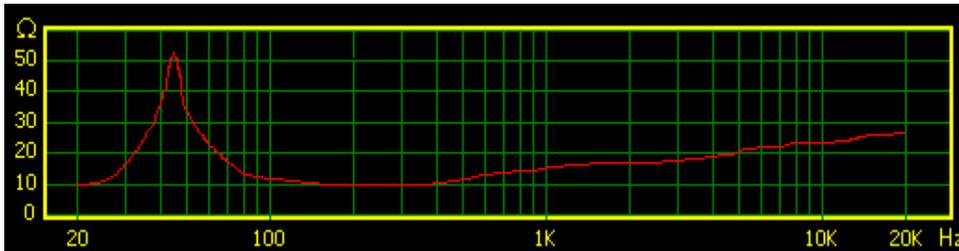
Respuesta en frecuencia. El concepto está explicado en el apartado **Equipos de audio > Calidad de audio .4.1**. La respuesta en frecuencia es uno de los parámetros principales de un altavoz, junto con la potencia. Por razones mecánicas y de diseño, un altavoz sólo no puede cubrir todo el margen de audio, por lo que se construyen altavoces especializados en reproducir ciertas bandas de audio: sub-graves, graves, medios, agudos y súper-agudos.



Gráfica del módulo de la respuesta en frecuencia de un altavoz montado en caja cerrada.

Siendo  $f_c$  la frecuencia de resonancia en caja cerrada. Este valor suele ser de varias decenas de hertzios. Si  $f_c = 60$  Hz, la zona plana de la respuesta llegaría hasta poco más de los 600 Hz.

Impedancia eléctrica de entrada. Es la relación compleja (módulo y fase) entre la tensión en bornes del altavoz y la corriente que circula por él. También se puede definir como la resistencia eléctrica que "ve" el equipo anterior. La impedancia eléctrica de entrada varía mucho con la frecuencia, sobre todo en torno a la frecuencia de resonancia del altavoz.



Gráfica real del módulo de la impedancia de entrada de un altavoz electrodinámico de radiación directa.

Frecuencia de resonancia. Es la frecuencia donde el sistema mecánico entra en resonancia. Se debe especificar el valor de la frecuencia para la cual el módulo de la impedancia eléctrica de entrada tiene su primer máximo. En el caso de la figura superior la frecuencia de resonancia está en 45 Hz.

Impedancia nominal. Para facilitar los cálculos de instalaciones y equipos, y para trabajar con un dato único y no una compleja gráfica, el fabricante da el valor de la impedancia nominal. Este valor suele ser de  $4\Omega$ ,  $6\Omega$ ,  $8\Omega$  ó  $16\Omega$ . Este valor se toma de la zona plana que hay tras la frecuencia de resonancia, en la gráfica de la impedancia eléctrica de entrada; aunque se admite una variación de hasta el 20%.

En la gráfica superior, la zona plana se encuentra entre los 150 y los 400 Hz. y el valor es de  $10\Omega$ , con lo que se puede decir, incluyendo el margen del 10%, que la impedancia nominal del altavoz es de  $8\Omega$ .

Potencia eléctrica de pico o musical. Es la potencia eléctrica que el altavoz es capaz de disipar con una señal de prueba de ruido rosa filtrado (simulando a señal musical) sin sufrir daños permanentes. La duración de la prueba es de un segundo y se repite 60 veces a intervalos de un minuto. El valor de la potencia se calcula sobre el valor nominal de la impedancia.

Potencia eléctrica nominal o RMS. Es la potencia eléctrica que el altavoz es capaz de disipar con una señal de prueba de ruido rosa (que simula un programa musical) sin sufrir daños permanentes. La duración de la prueba es de un minuto y se repite 10 veces a intervalos de dos minutos.

Potencia continua sinusoidal. Es la potencia eléctrica que el altavoz es capaz de disipar con una señal de prueba, que es un barrido continuo dentro del margen de trabajo de señal senoidal, sin sufrir daños mecánicos o térmicos. La duración de la prueba es de un 100 horas consecutivas. Este dato no suele ser facilitado, ya que los dos anteriores aportan suficiente información.

La norma usada en cada caso para la medida, determina el espectro de la señal banda ancha, el tipo de señal (ruido rosa generalmente) y el tiempo de duración de la prueba. Normas conocidas son la normas AES, IEC, EIA... El valor de potencia eléctrica que se está aplicando al altavoz se calcula midiendo la tensión eficaz en bornes del altavoz para el valor de impedancia nominal.

$$P = \frac{V^2}{Z_{nom}} \quad (W)$$

Fórmula empleada para calcular la potencia eléctrica consumida.

Sensibilidad. Se define como el nivel de presión sonora (NPS) medido a 1 m de distancia en la dirección del eje de mayor radiación del altavoz, cuando es excitado con un 1 W de potencia eléctrica, medida esta sobre su impedancia nominal. La señal que se utiliza es de banda ancha, preferiblemente un ruido rosa, cuyo espectro se parece más a la señal musical o vocal. Se puede dar el dato para radiación esférica o hemisférica (montado en pantalla infinita). Entre dos altavoces de iguales características de respuesta en frecuencia, potencia nominal, impedancia de entrada y directividad, es preferible el que mayor sensibilidad tenga.

Esta medida, así como la mayoría de las medidas de sonido, se han de hacer sin que influyan las posibles reflexiones del sonido en elementos cercanos, lo que adulteraría la medida. Para evitar estas reflexiones se usan "cámaras anecoicas" que están construidas con un diseño y materiales que hacen que no existan reflexiones en su interior, ni se cuelen ruidos externos.



Fotografía del interior de una cámara anecoica.

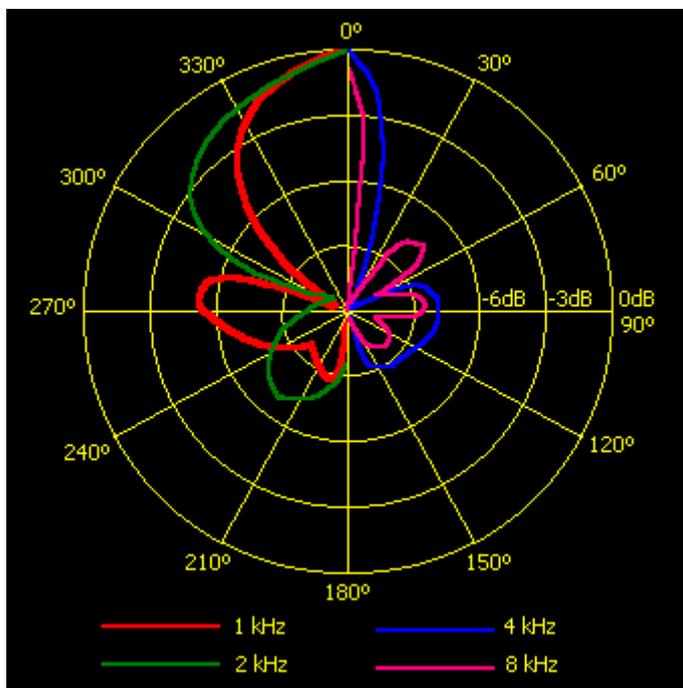
Las pasarelas y los elementos del centro de la cámara son usados para colocar las fuentes a medir y los dispositivos de medida.

Rendimiento y eficiencia. El rendimiento es el resultado de la división de la potencia acústica radiada por el altavoz, entre la potencia eléctrica consumida en el altavoz. Se suele dar en porcentaje. La eficiencia también se calcula de igual modo, y sus valores se suelen dar en unidades. Sin embargo la forma de calcular las potencias acústica y eléctrica para rendimiento y eficiencia son diferentes, ya que el rendimiento incluye las pérdidas mecánicas del sistema. Es decir, la resistencia al movimiento de la suspensión del diafragma.

El dato del rendimiento es el más ajustado a la realidad de los dos. Tanto el rendimiento como la eficiencia son valores que varían con la frecuencia, igual que la resistencia eléctrica de entrada.

En ambos casos y para ciertas frecuencias los valores pueden superar el valor máximo de 100% o 1 respectivamente. A pesar de la fidelidad de estos parámetros a la realidad, para saber si un altavoz radiará mucha energía acústica, es más cómodo fijarse en su sensibilidad. Un altavoz poco sensible necesitará consumir más energía eléctrica que otro muy sensible, para lograr el mismo nivel de presión sonora.

**Directividad.** Es la variación del nivel de presión sonora a una distancia fija, en función del ángulo de giro del altavoz. La directividad se especifica mediante gráficas para bandas de tercio de octava de ruido rosa, con distintas frecuencias centrales y para giros de 10° a 15°. Las bandas que se usan tienen las siguientes frecuencias centrales: 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4 KHz, 8KHz y 16KHz. El registro de estas gráficas se hace situando el altavoz en un banco giratorio, se reproduce una banda concreta y se mide el NPS a una distancia fija, se va girando el altavoz en el plano horizontal de 15 en 15 grados y midiendo la caída de NPS con respecto al valor de NPS a 0°. Se repite el procedimiento para cada banda. Si el altavoz es de simetría circular, la directividad vertical y horizontal será la misma. Si no lo es, habrá que hacer el mismo procedimiento girando el altavoz en el plano vertical.



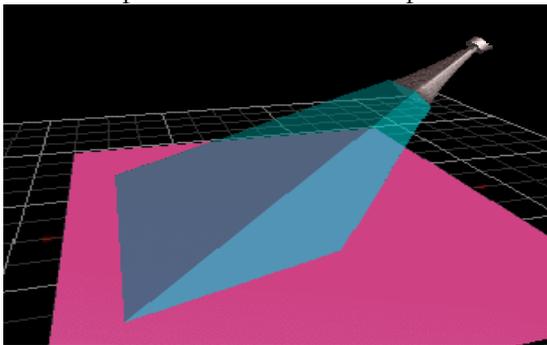
Ejemplo de diagrama de directividad horizontal con cuatro frecuencias significativas.

Las curvas de directividad suelen ser simétricas respecto al eje de radiación, al menos en el plano del que se trate. Es decir, en directividad horizontal, se dan iguales pérdidas a 300° que a 60° para una misma frecuencia. Por este motivo y para no emborronar la gráfica, sólo se representa un lado de la curva para cada frecuencia, entendiéndose que el lado que falta es simétrico respecto al eje de 0°-180°. Si el sistema tiene simetría de revolución, la directividad vertical será igual.

**Ancho de haz.** Es un valor que se expresa en grados sexagesimales (de 0° a 360°), e indica la porción del espacio situado frente al altavoz, horizontal o vertical, en donde la caída del NPS respecto al eje es menor de 6dB. El ancho de haz se mide de lado a lado del haz.

Normalmente se suele dar el valor de ancho de haz a -6dB, aunque a veces se da para -3dB; siempre se especifica. Este dato es muy útil para realizar proyectos de refuerzo sonoro, para distribuir los altavoces de forma que toda la audiencia quede cubierta con un nivel suficiente.

Valores típicos de ancho de haz para bocinas son 20°, 40°, 60°, 90° ó 120°.



Ejemplo del ancho de haz de una bocina.

Los cálculos de recubrimiento basados en los datos de ancho de haz, son sólo aproximados, ya que no se tienen en cuenta las pérdidas de nivel con la distancia, es decir, las pérdidas por divergencia esférica. Las isobaras son superficies tridimensionales que tienen en cuenta tanto la directividad del altavoz como las pérdidas por divergencia esférica. El cálculo de recubrimientos con isobaras en superficies complejas requiere cálculos basados en computador, a no ser para calcular niveles en puntos concretos de la audiencia..

Índice de directividad (ID). Es la relación, expresada en dB, entre la intensidad acústica radiada por el altavoz medida en el eje, y la intensidad acústica radiada por un altavoz omnidireccional (que radia igual en todas direcciones), medido en las mismas condiciones. Un altavoz omnidireccional (concepto sólo teórico), tiene un índice de directividad de valor uno. Cuanto más directivo sea un altavoz, mayor será su ID.

Los datos sobre directividad son muy importantes, ya que en la mayoría de las aplicaciones profesionales, el oyente o los oyentes no se sitúan únicamente en el eje de los altavoces que reproducen el sonido.

Distorsión armónica (THD%). La definición de esta medida se da en el apartado **Equipos de audio > Calidad de audio 4.2**. Sólo queda decir que en el caso de altavoces, se hace la medida para distintas potencias de trabajo del altavoz, ya que a mayor potencia, mayor distorsión.

### 10.3 MOTIVOS PARA CONFIGURAR LOS MONITORES

El sistema de monitores de tu estudio es la ventana a través de la cual examinas con detalle el mundo de tu música. Si el cristal está borroso, rayado o sucio, no podrás observar lo que hay detrás con toda la nitidez que deberías.

Existen dos teorías contradictorias en torno a los sistemas de monitorización. Ambas son erróneas. Por un lado estás los partidarios del "monitor cutre". Sus defensores proclaman que, dada la mala calidad de la mayoría de los equipos en los que se terminará escuchando la música, es mejor trabajar con monitores de gama baja. Lo lógico sería pensar que todo lo que suene bien en éstos, sonará bien en cualquier parte.....¿no? Pues se equivocan. Otros afirman que lo mejor es rodearse de un sonido impecable a cualquier coste para que todo suene de forma majestuosa. Bastantes fieles a esta doctrina acaban sobrevalorando muchas frecuencias vitales, como los subgraves. Pretenden hacer sonar un particular estilo de música como debe, normalmente a costa de perder fidelidad en el resultado. Si piensas en el sonido "de club", habrás dado en el clavo. También se equivocan.

No es difícil el proceso de aprender a discriminar a favor de un estilo y otro en beneficio propio, pero requiere compromiso y disciplina. Por ejemplo, para equilibrar la alternativa del "sonido impecable" tendrás que reducir la belleza auditiva de la producción, algo que psicológicamente puede resultar difícil de asimilar. Un sonido hermoso puede enmascarar defectos que necesitar escuchar antes de que las cosas suenen bien para el público. En contraposición, los monitores mediocres de la primera alternativa ofrecen una irregular respuesta en frecuencia. Por muy bien que los conozcas no podrás compensar un agujero entre 40 y 80 Hz, ni alcanzarás el sonido deseado a base de suposiciones. La teoría del "cutre monitoring" implica supeditar la creación musical a muchas limitaciones previas. Un buen sistema de monitores debe revelar los detalles de todo lo que haces. No utilices un sistema malo pensando que el de la audiencia será peor, ni coloreado porque suene mejor. Ambas alternativas pueden utilizarse como métodos adicionales para confirmar una buena mezcla, pero nunca como sistema principal de monitorización.

Antes de empezar a configurar tus monitores, tómate un momento y evalúa honestamente tus objetivos. ¿Tu estudio va a ser una herramienta artística o estás grabando por el puro placer de hacerlo? Si te sientes más identificado con la segunda opción, crea el entorno con el que más vayas a disfrutar. La clave está en el equilibrio entre la claridad del sistema de monitores y lo bien que te suenen a ti. Vas a pasarte muchas horas escuchando, y cada vez que comiences una sesión debes hacerlo con entusiasmo.

Tu sistema de monitorización empieza en la salida del mezclador y termina en tu cabeza. Cada paso intermedio debe rozar la perfección para que la ruta completa sea provechosa, y esto incluye un buen entrenamiento personal que permita contrarrestar las imperfecciones que aparecerán por el camino. Ningún sistema de monitores será ideal hasta que no aprendas a utilizarlo correctamente. La acústica de los estudio personales influye mucho sobre la monitorización. Los monitores de campo cercano reducen este impacto, pero la sala altera la operación de los altavoces respecto a sus valores de fábrica. Compruébalo moviendo uno de los altavoces entre el centro de la habitación y una esquina al tiempo que escuchas el cambio en graves. La mayoría de los problemas de monitorización no se resuelven con unos monitores mejores.

Un controlador de monitores y un buen medidor del nivel sonoro son esenciales en cualquier estudio, aunque por desgracia suelen pasarse por alto. La incorporación de ambos elementos será fundamental si quieres obtener la configuración perfecta.

Los secuenciadores y multipistas digitales (DAW) disponen de un fader maestro con el que se puede controlar el envío de señal a los monitores. Sin embargo, son muchos los ingenieros de grabación que prefieren dejar fijo este fader maestro en 0dB, ya que utilizar el fader maestro para ajustar el nivel de salida puede comprometer la calidad del resultado final.

Si tienes un controlador de nivel para tus monitores podrás ajustar el volumen de escucha sin necesidad de variar la mezcla. Si sueles controlar la salida por software lo encontrarás especialmente útil cuando las cosas vayan mal y a tu tarjeta se le escape algún zumbido indeseable.

El medidor de nivel tiene la misma importancia. La mayoría de los DAW's ofrecen solamente indicadores de pico. Son muy útiles para mantener la mezcla por debajo de la saturación, pero no ofrecen información respecto al nivel general que tiene la mezcla. En su lugar necesitarás un indicador que registre el nivel medio de señal, como un modelo VU o RMS.

Puede que lo siguiente te resulte familiar: te sientes satisfecho con tu mezcla, las secciones sobresalientes están justo por debajo de 0dB en los medidores. Su sonido en el estudio es potente, tanto que decides bajar un poco el volumen de tus monitores. Sin embargo, unas semanas más tarde, lo reúnes justo a otros temas en un Cd y te suena sorprendentemente débil.

Acudes a tu plug-in maximizador favorito para poner un poco de orden y dejar las cosas como estaban, pero terminas con un sonido mucho peor que el de la mezcla original.....¿porqué?

Si la escena se repite con frecuencia, piensa que el motivo principal puede estar en los medidores de tu DAW. Los cambios continuos en el nivel de los monitores durante la mezcla (o de un día para otro) reducen la pericia del oído para ayudarte a calibrar cuándo una mezcla tiene la potencia suficiente. Para solucionar esto necesitarás un buen medidor de nivel. Aprende a utilizarlo en combinación con el control de envío a monitores y explotarás mucho mejor la dinámica de tus temas. También será más difícil equivocarse sobre la mezcla, ya que trabajarás con la misma presión del sonido en todos tus proyectos. Te sugerimos una versión reducida de lo que suele ser la práctica habitual en el mundo del cine, donde el control de niveles entre los temas de una banda sonora son fundamentales. La idea principal proclama que el nivel más alto debe ser el mismo en todas las mezclas. Esto no significa que todos los temas de la banda sonora deban tener la misma dinámica, sino que permanezca intacta la percepción de lo que consideramos un pasaje suave, medio y alto. Un sistema de monitores perfecto posee dos características que hacen esto posible: un medidor de nivel máximo aporta una referencia visual de la potencia del sonido, y un controlador de nivel de monitores te permite ajustar para obtener la misma escucha cada vez que trabajes sobre el mismo material.

Uno de los sacrificios necesarios es abstenerte de hacer reajustes jugando con el nivel de monitores y el fader maestro de tu DAW. Sólo manipula uno o dos controles del nivel de salida. Para trabajar a un volumen inferior, emplea el control de atenuación DIM.

Los niveles medios de tu señal estarán muy por debajo de las lecturas de pico (nunca deben llegar a 0dBFS). La diferencia proporcional entre estos dos niveles de referencia se conoce como "factor cresta" y varía con el tipo de música y cualquier procesado de la señal, por ejemplo: la compresión.

La música instrumental con dinámica suele tener factores cresta de 20dB; mientras que los factores de música pop actual apenas alcanzan los 14dB. Si te acostumbras al estándar de -20dBFS RMS como la referencia de un sonido "potente", puedes mezclar con la seguridad de que los pasajes más altos no superarán los 0dBFS de pico. Los indicadores de pico se utilizan como aviso; deberás esforzarte para mantener en el medidor un promedio de -20dBFS, durante las secciones fuertes, llegando a -17dBFS RMS durante los pasajes "potentes" de la obra. Las mezclas a -20dBFS RMS mantienen la dinámica natural del sonido. Así podrás utilizar la compresión de forma selectiva y como un efecto, no como una herramienta para "engrandecer" el sonido. Una mezcla a -20dBFS deja un amplio espacio de maniobra al ingeniero que realizará el mastering, y si lo haces tú, jugarás con esa ventaja. Si mezclas temas muy comprimidos, deberías trabajar en el estándar de -14dBFS. También es la medida más adecuada, para el pre-mastering si manejas música sin demasiado margen dinámico.

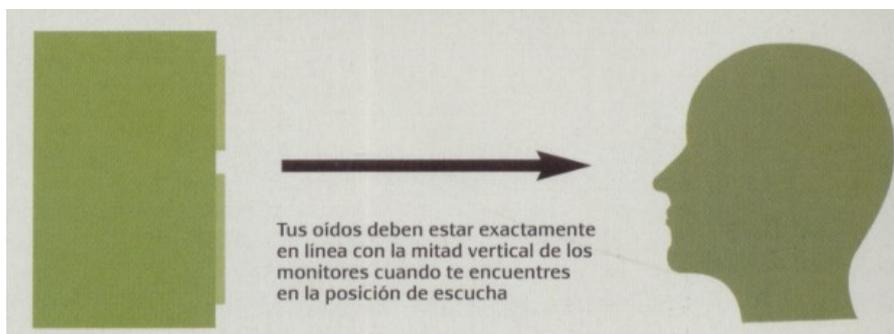
Además de acoplarte a cualquiera de estos "modelos", necesitas posiciones correctas para el nivel de control de los monitores. Un material a -20dBFS RMS debería sonar bastante fuerte cuando tu nivel de monitores está en 0. Si usas -14dBFS, debería sonar igual de potente en la posición -6 del ajuste de salida del control de monitores. En otras palabras, el material mezclado con cada opción debe sonar igual. Esto ayuda a eliminar problemas como la fatiga auditiva y los cambios de percepción psicoacústicos provocados por cambios en el nivel de escucha. Para un nivel de escucha menor, utiliza el conmutador DIM. Un sistema de monitores calibrado es muy fácil de usar. Tus mezclas mejorarán en presencia y consistencia y aprovecharás la dinámica de tu música.

## 10.4 CONFIGURANDO LOS MONITORES

Bien. Acabas de comprarte unos buenos monitores para emplear en tu flamante home estudio. Después de todo lo que has leído anteriormente..... ¿vas a derrochar tu inversión? Lo primero de todo, tendrás que situarlos en algún lugar. La posición de los altavoces y el tratamiento acústico de la sala son esenciales. Hay mucha información sobre la posición ideal del oyente y los monitores, aunque normalmente estas prácticas no se pueden aplicar sobre la mayoría de los estudios personales. Poca gente tiene la oportunidad de alterar por completo la sala del estudio; puede que ni tan siquiera de redistribuir el equipo, acomodarlo a una situación mejor o mejorar la posición del espectador. Lo que sí podemos hacer es aprender bien estos principios y adaptarlos a nuestro entorno lo mejor posible.

La figura que conforman el oyente y los dos altavoces debe acercarse todo lo posible a un triángulo equilátero. A ser posible, los monitores se sujetarán en soportes, y estarán alejados de las superficies de trabajo. Esto reducirá los rebotes de frecuencias medias y agudas que causan pequeños altibajos en la respuesta. El área de este foco triangular debe ser lo más reducida posible. La distancia habitual entre el oyente y los altavoces debe estar comprendida entre  $2/3$  de metro y un metro y nunca debe sobrepasar los dos metros.

La simetría es importante. Los altavoces deben estar equidistantes a las paredes laterales de la sala si no deseas que afecten a la imagen estéreo. Además las paredes deberían ser del mismo material. En una habitación con una pared rígida a un lado y un panel plástico al otro, la imagen estéreo se alterará. La distancia de los altavoces adyacentes debe ser lo suficientemente grande como para que la reflexión del sonido recorra al menos tres veces la distancia que recorren las ondas que salen directamente del altavoz. La mayoría de los monitores emiten las frecuencias medias y agudas de manera frontal a la posición del oyente, así que el espacio hasta la pared delantera es menos importante.



Las frecuencias graves sí pueden verse afectadas por la distancia relativa desde punto de referencia a las paredes frontal y trasera, ya que pueden provocarse anulaciones sobre bajas frecuencias provocadas por la resonancia de la habitación (estos efectos acústicos se conocen como "modos de sala"). Algunos monitores de campo cercano están diseñados para utilizarse cerca de una pared, y otros, todo lo contrario. Averigua a cual de las dos clases pertenecen tus monitores y úsalo como guía para su colocación.

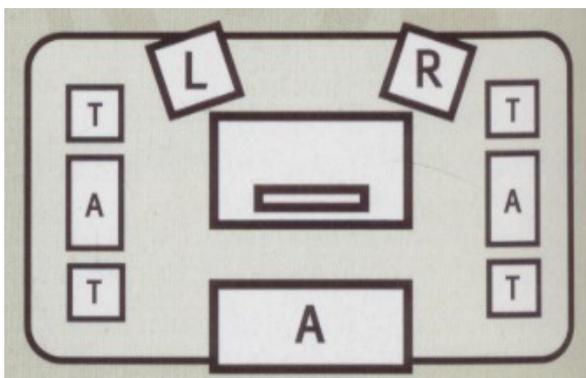
Los tweeters deben apuntar al lugar en que estarán tus oídos cuando estés sentado en el punto de escucha. Puedes atenuar algunas reflexiones inclinando levemente los altavoces hacia abajo para lograr la orientación perfecta. Prueba a moverte entre el altavoz y el lugar del oyente mientras escuchas un CD de referencia o una pista de prueba para encontrar la mejor posición. Recuerda que este proceso es uno de los fundamentales para configurar los monitores correctamente.

Las condiciones de la sala influyen mucho sobre el rendimiento en graves del monitor. Puedes mejorar la respuesta en graves si tratas la acústica de la habitación. Hay multitud de propuestas y opiniones en torno a esto, de modo que sólo se harán algunas consideraciones fundamentales.

Es fácil percibir las resonancias de una habitación no tratada reproduciendo una secuencia de tonos graves (una escala suele funcionar bien) al tiempo que vas dando vueltas por la habitación. Algunos lugares tendrán un bajo muy potente sobre ciertas notas; sin embargo, en otras te costará percibir algunas notas difícilmente audibles.

Ciertos tonos sonarán confusos y puede parecer que las notas se pierden. La energía de los bajos es muy difícil de absorber (o contener), lo que provoca que la resonancia desemboque en esos picos y otros problemas.

Las trampas de bajos (T) y los absorbentes (A) son una solución. Observa el siguiente diagrama:



Estos están disponibles en tiendas especializadas (y también los encontrarás en Internet). Prueba a llenar un armario de mantas y almohadas, y observa cómo afecta a la acústica. Si añades tratamientos de absorción y dispersión sobre las frecuencias altas y medias mejorarás la imagen estéreo y suavizarás la respuesta en frecuencia. El objetivo es reducir la cantidad de rebotes que llegan a la posición del oyente. Los primeros lugares donde conviene situar estos elementos de absorción y dispersión son las paredes que hay a tu espalda y a tus lados. Eso sí, no abuses. En un espacio acústicamente muerto, el sonido perderá naturalidad y el trabajo será más incómodo.

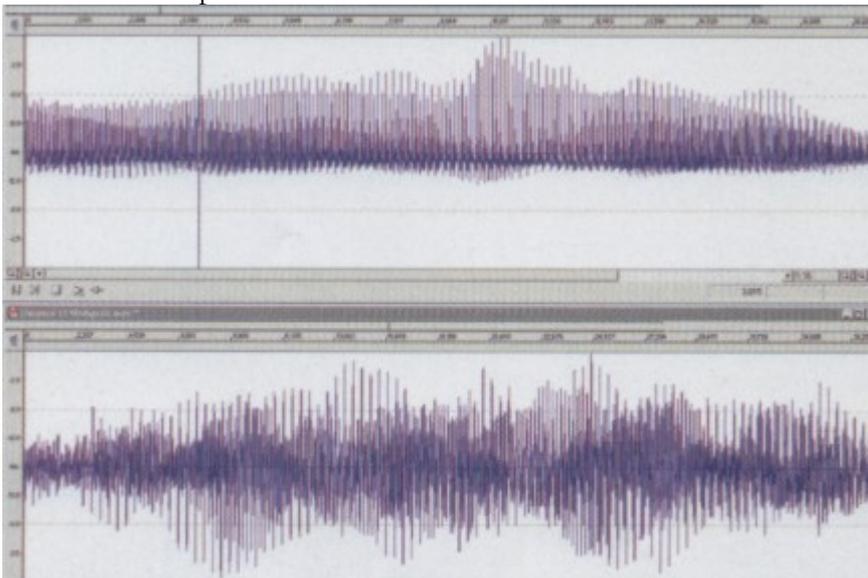
Una forma directa de tratar una habitación consiste en utilizar muebles y otros objetos que se pueden añadir al estudio con facilidad. Éstos absorben frecuencias medias y agudas y esparcen las reflexiones. Una habitación vacía suele sonar peor que una desordenada y llena de muebles. Simplemente, piensa bien dónde los situarás para que no provoquen rebotes hacia el punto de referencia. En este caso y sin querer desanimar a nadie, el tratamiento de una habitación es un proceso de ensayo/error. La ciencia ayuda, pero el mejor resultado lo conseguirás tras varias pruebas.

Utilizar la EQ para corregir el sonido de una sala es un asunto extremadamente delicado. Hubo un tiempo en que los analizadores de 1/3 de octava y los ecualizadores eran el último grito. La práctica consistía en lanzar un sonido plano y utilizar la medida del analizador para ajustar la ecualización y corregir imperfecciones. Los resultados casi nunca fueron espectaculares. Los desperfectos de la escucha en un pequeño estudio personal se deben a la variación de la respuesta en frecuencia dependiendo de la zona de la sala en la que estés. Incluso el más mínimo cambio en la posición de tu cabeza alterará el modo en que percibes las altas frecuencias.

La EQ es el último recurso al que deberías acudir para resolver aspectos de monitorización, y hay que recurrir a ella únicamente para evitar trabas, como los picos en frecuencias graves. Otros objetivos suelen ser causas perdidas. La mala respuesta en frecuencia es consecuencia de una resonancia que está absorbiendo la energía acústica en esa frecuencia y en el punto de referencia del oyente. Corregir esto acentuando esa frecuencia con un ecualizador empobrecerá la escucha y puede distorsionar el sonido. Los picos de bajos pueden atenuarse con un ecualizador paramétrico. Puedes ajustar la frecuencia del EQ al pico y cubrir su ancho con el control Q. Si sientes que necesitas más de tres o cuatro estados de ecualización, puede que tengas que revisar el tratamiento acústico de la sala. Por supuesto todavía no hemos terminado. Necesitarás conocer el comportamiento de tus monitores. También tendrás que aprender a cubrirte las espaldas. Unos monitores con un sonido "brillante" implican la obtención de mezclas con las frecuencias altas por encima de lo que dictarían tus gustos. Si tus monitores son brillantes en los bajos, tendrás que aprender a mezclar escuchando menos bajos de los que entenderías como necesarios. En un tiempo, tu cerebro terminará por acostumbrarse y tu sistema de monitores se convertirá en una herramienta eficaz de estudio.

### 10.5 ¿ESTÁ ALTO O SUENA ALTO?

Observa esta captura:



La imagen muestra dos grabaciones que tienen la misma lectura de picos, pero diferentes niveles medios (-17dBFS arriba, -12dBFS abajo). Por tanto el sonido de abajo es más potente.

La diferencia entre el pico y el nivel medio de escucha se conoce como "factor cresta". El sonido del ejemplo de arriba tiene un factor cresta de 17dB, mientras que el de abajo sólo llega a los 12dB. El factor cresta es la diferencia proporcional entre el nivel de pico y el nivel medio, lo que a grandes rasgos indica la intensidad del transitorio del sonido. Cuanta más dinámica tenga el sonido, mayor será el factor de cresta.

Las grabaciones musicales poseen diferentes factores de cresta dependiendo del tipo de instrumento, el estilo y la producción. Las buenas grabaciones acústicas o clásicas tienen factores cresta cercanos a los 20dB, mientras que los factores de la música actual sobrecomprimida rondan los 14dB.

Los medidores de audio que registran el nivel medio de la señal son mucho más útiles para predecir la intensidad del sonido frente a los medidores de picos. Por desgracia, los DAW's hardware y software suelen ofrecer medidores de pico en vez de medidores de nivel.

Un medidor de nivel o un sonómetro SPL pueden ser de gran ayuda, aunque lo cierto es que el cerebro y el oído funcionan con una complejidad mucho mayor que el mero análisis de la presión sonora. Dos sonidos diferentes pueden tener el mismo nivel SPL mientras que uno suena mucho más bajo que el otro.

El tiempo de exposición a un determinado nivel de escucha y el entorno también influyen en los mecanismos de percepción del audio. En intervalos largos de tiempo, el cerebro y el oído tienden a aproximar las intensidades de los sonidos más y menos fuertes, incluso eliminan algunas voces en segundo plano, a no ser, claro, que se trate de algún ruido de fondo que interfiera con otros sonidos.

Otros capítulos o temas relacionados: **5.4-Altavoces.** **19.4-Monitores.**

## 11.1 TERMINOLOGÍA DE LA EQ

Un ecualizador es un procesador capaz de funcionar como un filtro, aumentando o disminuyendo la ganancia de cada frecuencia disponible. Con la EQ podemos dar más carácter a un instrumento o restarle protagonismo sin necesidad de recurrir al volumen, también podremos mejorar el sonido dándole más brillo y restándole en frecuencias para asentar el instrumento en la mezcla. En general, el proceso debe aplicarse de un modo discreto. Salvo que uses la EQ de un modo creativo, debes ecualizar de forma que "no se note que lo has hecho".

Cuando estés mezclando, si no estás seguro del rango de frecuencias en el que se mueve un instrumento en particular; sube todas las ganancias de una en una hasta la mitad y barre todo el espectro de frecuencias. El instrumento sonará más fuerte cuando pases justo por la zona de frecuencias en la que se mueve.

En la EQ, podemos encontrar la siguiente terminología:

**ROLL-OFF.** Se refiere al método por el que se eliminan todas las frecuencias que hay por debajo o por encima de cierto punto, e implica de forma habitual la utilización de filtros paso-bajo o paso-alto.

**SHELF.** Se presenta en dos formas: "HIGH-SHELF" y "LOW-SHELF", y simplemente extiende la atenuación de la frecuencia seleccionada a la frecuencia más alta o más baja que hay disponible en el rango del audio.

**HI-PASS.** Filtro paso-alto. Pasan todas las frecuencias desde un punto marcado hacia la derecha. Básicamente, suelen pasar las frecuencias más agudas.

**LO-PASS.** Filtro paso-bajo. Pasan todas las frecuencias desde un punto marcado hacia la izquierda. Sirve para cortar las frecuencias agudas.

**BAND-PASS.** Filtro paso banda. Sólo permanece la frecuencia seleccionada. El resto se eliminan.

**BANDA ELIMINADA.** En este caso se corta la frecuencia seleccionada.

**BANDA.** Se refiere al número de áreas o gamas en que está dividido un ecualizador.

**PARAMÉTRICO.** Un EQ con controles de frecuencia, ganancia y Q para todas las bandas.

**PARAGRÁFICO.** Es un EQ paramétrico en el que puedes dibujar la curva de respuesta sobre una gráfica de la respuesta en frecuencia.

## 11.2 RANGOS DE FRECUENCIAS DE LOS INSTRUMENTOS

En las próximas tablas podremos contemplar los rangos de frecuencias de los instrumentos más comunes.

### BOMBO.

Si existe algo de confusión con algunas frecuencias, haz un roll-off alrededor de los 300Hz. Para añadir algunos agudos, prueba un ligero refuerzo alrededor de los 5-7KHz.

50-100 Hz.	Añade graves.
100-250Hz.	Redondea el sonido.
250-800Hz.	Zona "confusa".
5-8KHz.	Añade agudos.
8-12KHz.	Añade "hiss".

### CAJA.

Realza alrededor de los 60-120Hz si el sonido es un poco "blando". Prueba a reforzar cerca de 6KHz para conseguir un sonido "snappy".

100-250Hz.	Sonido más lleno.
6-8KHz.	Añade presencia.

### CHARLES Y PLATOS.

Haz un roll-off alrededor de los 300Hz si se confunden algunas frecuencias. Para añadir un poco de brillo prueba a reforzar la zona de los 3KHz.

250-800Hz.	Zona "confusa".
1-6KHz	Añade presencia.
5-8KHz.	Añade claridad.
8-12KHz.	Añade brillo.

### BAJO.

Prueba a reforzar alrededor de los 60Hz para añadir más cuerpo. Haz un roll-off alrededor de los 300Hz si hay confusión. Si necesitas más presencia, refuerza en torno a 6KHz.

50-100 Hz.	Añade graves.
100-250Hz.	Redondea el sonido.
250-800Hz.	Zona "confusa".
800Hz-1KHz	Más fuerza.
1-6KHz	Añade presencia.
6-8KHz.	Presencia en agudos.
8-12KHz.	Añade "hiss".

### VOZ.

Realza o atenúa la zona de los 300Hz, dependiendo del micrófono y el estilo. Aplica un ligero refuerzo alrededor de los 6KHz para que el sonido sea más claro.

100-250Hz.	Añade graves.
250-800Hz.	Zona "confusa".
1-6KHz	Añade presencia.
6-8KHz.	Añade sibilancia y claridad.
8-12KHz.	Añade brillo.

## PIANO.

Haz un roll-off alrededor de los 300Hz para acabar con la confusión. Aplica un ligero refuerzo en 6KHz para añadirle claridad al sonido.

50-100 Hz.	Añade graves.
100-250Hz.	Redondea el sonido.
250Hz-1KHz	Zona "confusa".
1-6KHz	Añade presencia.
6-8KHz.	Añade claridad.
8-12KHz.	Añade "hiss".

## GUITARRA ELÉCTRICA.

Refuerza o atenúa en la zona de los 300Hz dependiendo del sonido y del estilo. Intenta potenciar la zona de los 3KHz para conseguir un sonido más afilado, o recortar para añadir un poco de transparencia. Refuerza la zona de los 6KHz para añadir presencia. Refuerza en torno a 10KHz para añadir un poco de brillo.

100-250Hz.	Añade cuerpo.
250-800Hz.	Zona "confusa". Redondea el sonido.
1-6KHz	Destaca en la mezcla.
6-8KHz.	Añade claridad.
8-12KHz.	Añade "hiss".

## GUITARRA ACÚSTICA.

Haz un roll-off alrededor de los 100-300Hz si hay confusión. Recorta un poco alrededor de 1-3KHz para elevar la imagen. Potencia alrededor de 5KHz para añadir presencia.

100-250Hz.	Añade cuerpo.
6-8KHz.	Añade claridad.
8-12KHz.	Añade brillo.

## CUERDAS.

En el caso de las cuerdas, los ajustes dependen completamente de la mezcla y del sonido utilizado, pero como punto de partida te pueden servir estos ajustes:

50-100 Hz.	Añade graves.
100-250Hz.	Añade cuerpo.
250-800Hz.	Zona "confusa".
1-6KHz.	"Digital" //"Crunch"
6-8KHz.	Añade claridad.
8-12KHz.	Añade brillo.

## METALES.

En el caso de trompetas, trombones, saxos y demás instrumentos de viento, podremos empezar retocando estas frecuencias:

100-250Hz.	Añade cuerpo.
250-800Hz.	Zona "confusa".
800Hz-1KHz.	Redondea el sonido.
6-8KHz.	Añade claridad.
8-12KHz.	Añade brillo.

El primer paso a la hora de aprender a usar la ecualización es saber qué frecuencias afectan a cada parte de un sonido.

20Hz-80Hz.	Estas son las subfrecuencias que hacen que tiemble el suelo. Dan verdadera potencia a las grabaciones, pero también pueden emborronar la mezcla si no se tiene cuidado con ellas.
80Hz-125Hz	Esta es el área del bombo. Si enfatizas un poco aquí, el sonido será explosivo. Consigue los ajustes adecuados y tus bombos sonarán de maravilla.
125Hz-250Hz	El bajo se suele asentar en este intervalo, y puede ser bastante problemático. Si lo cortas demasiado, la mezcla puede quedar pobre, pero demasiado realce hará que suene mucho a "caja".
250Hz-500Hz	Este es el rango correspondiente a las cuerdas y determinadas percusiones. La zona "peligrosa" ( es decir, la que puede estropear la mezcla ) para las cuerdas va de 250 a 800Hz.
400Hz-1KHz	Aquí es donde encontrarás la mayoría de los elementos en la música occidental: voces, guitarras, teclados y otros sonidos. En este intervalo de frecuencias se pueden librar encarnizadas luchas para conseguir un espacio en la mezcla.
800Hz-4KHz	Las cosas pueden sonar muy nasales si realzas en exceso en esta zona. Aquí se liman la mayor parte de los detalles, así que es un área difícil de controlar. Demasiado énfasis en esta zona puede ser molesto para los oídos.
4KHz-10KHz	Los charles, la parte más aguda de los colchones y la claridad de las voces se encuentran aquí.
8KHz-20KHz	Responsable del brillo de la mezcla. Realza en esta zona para añadir "un poco de aire", pero ten cuidado con el "hiss"

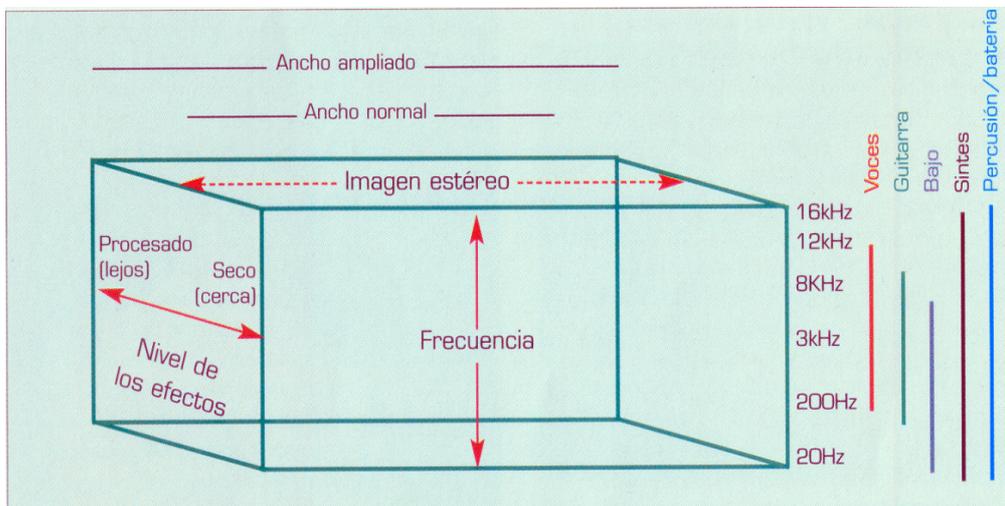


Diagrama que indica el espacio en la mezcla.

¿Un repaso?

Low Bass: por debajo de 50 Hz.

Esta zona se conoce como "Sub-graves" y la mayoría de las veces está ocupada por las frecuencias más bajas del bombo y el bajo. En este rango de frecuencias es prácticamente imposible determinar la afinación o tono del instrumento. No es muy recomendable aumentar la ganancia alrededor de esta zona sin utilizar monitores de estudio de alta calidad. Reforzar a ciegas este rango sin un punto fiable de referencia válido puede dañar de forma permanente la mayoría de los altavoces, incluso en sistemas de PA.

Bajos: 50-250 Hz.

Este es el rango de frecuencias en el que te mueves cuando subes el control de graves en la mayoría de los equipos estéreo caseros, aunque los bajos de la música actual se suelen situar alrededor de los 90-200 Hz, con algo de refuerzo en la parte más alta para añadir algo de presencia o claridad.

Zona "confusa": 200-800 Hz.

Esta zona es la principal responsable de que una mezcla suene confusa. La mayoría de las frecuencias en esta zona pueden causar problemas psico-acústicos: si hay demasiados sonidos en ella, una pista puede llegar a convertirse en algo especialmente molesto.

Rango de medios: 800 Hz- 6 KHz.

El oído humano es especialmente sensible dentro de este rango frecuencias. Un pequeño refuerzo aquí puede desencadenar un cambio importante en el sonido, como si aumentarás muchos más dBs en otro rango de frecuencias, de modo que es el que más escuchamos. La mayoría de los teléfonos trabajan cerca de los 3 KHz, porque en este rango, el diálogo es mucho más inteligible. Si tienes que realizar cualquier aumento de ganancia dentro de esta zona deber ser muy cuidadoso, en especial con las voces.

Agudos: 6-8 KHz.

Este es el margen que ajustas cuando subes el control de agudos en tu equipo de música.

Esta zona se refuerza para dar más brillo de forma artificial cuando se masteriza una pista antes de pasarla a un Cd.

Frecuencias muy altas: 8-20KHz.

Esta zona la ocupan las frecuencias más altas de los platos y charles, pero un pequeño refuerzo alrededor de los 12 KHz puede hacer que una grabación suene con más calidad de la que poseía en un principio. Subir la ganancia en esta zona requiere mucho cuidado, ya que puede traer a un primer plano cualquier ruido de fondo y ensuciar la mezcla.

VOCES:

Los ajustes dependerán de la calidad de la grabación y el micrófono utilizado. En general, refuerza o atenúa un poco alrededor de 3Khz hasta que la voz encaje con los instrumentos.

Para ganar claridad, refuerza ligeramente cerca de 6 KHz. Si la voz suena "empastada" y poco definida, recorta entre 200 y 800 Hz.

BAJO:

Si al bajo le falta definición, recorta cerca de 300 Hz para que suene más afilado. Un pequeño refuerzo cerca de 60 Hz ayudara a darle más cuerpo, y si necesitas que destaque, aplica un refuerzo con un ecualizador paramétrico usando un Q estrecho y barre entre 6 y 8 KHz. Si el bajo no tiene suficientes graves, refuerza con un Q ancho entre 50 y 100 Hz, de esta forma sonará más grueso.

GUITARRAS:

Si quieres que el sonido de las guitarras te "golpee" la cara, refuerza cerca de 3 KHz o recorta para ganar transparencia. Para dar brillo a un sonido demasiado suave, aplica un refuerzo cerca de 10 KHz y aumentará la presencia. Para ganar definición, aplica un pequeño recorte y barre entre 250 y 800 Hz.

#### BOMBO:

Para conseguir unos graves explosivos y demoledores, refuerza entre 50 y 100 Hz. Si quieres que el bajo suene más "redondo" y definido, prueba a reforzar con un Q medio-bajo y barre entre 100 y 250Hz. Refuerza ligeramente entre 5 y 7 Khz para aumentar la presencia de frecuencias altas. En resumen; si aplicas un realce en 6 Khz, acentuarás el impacto. Un realce en 2 Khz le dará más ataque. Un corte en 400 Hz abrirá más el sonido. Un realce en 70 Hz y darás de lleno, las frecuencias inferiores agitarán los pantalones. Y para terminar, si realzas entre 100 y 120 Hz en exceso, ten cuidado con el volumen o tendrás que comprar otros monitores.

#### CAJA:

Si realzas a partir de 3 Khz le darás un sonido "crujiente". Aumenta la frecuencia de 2 Khz y tendrás unas cajas "quebradizas". Un realce en torno a 200 Hz le dará un cuerpo con más peso.

#### CHARLES:

Un barrido en 12 Khz le dará un aura resplandeciente. Realzando en 6 Khz le dará más brillo. Atenúa desde 800 Hz y recortarás la cola de graves.

#### TIMBAL:

Acentúa el golpe en la frecuencia de 6 Khz. Le darás más presencia en los 2 Khz. Las frecuencias para darle peso están entre 100 y 200 Hz. Si atenúas desde los 400 Hz conseguirás un sonido más abierto.

#### MICROS AÉREOS:

No aumentes a partir de 100 Khz o crepitarán. Si aplica una ligera atenuación en 1 Khz conseguirás un sonido más abierto.

Usa los filtros paso-alto y paso-bajo para eliminar las partes del espectro que no necesites. Por ejemplo, quita todo lo que haya por debajo de 80 Hz en las voces, para que no retumben. Corta todos los bombos y bajos por encima de 10 Khz.

Comprueba que no haya muchos canales con el mismo ajuste de EQ. Si dos instrumentos suenan bien con los mismos ajustes, intenta desplazar un poco sus frecuencias y sepáralos con el panorama.

Mezclar a un grupo de directo es bastante más complejo que hacerlo con una pista construida exclusivamente con instrumentos sintéticos, ya que cada intérprete posee su propio estilo que hay que evidenciar en el resultado final. El proceso de mezcla es muy laborioso y por el momento nos fijaremos en los problemas más comunes.

El primer problema que nos encontraremos son las interferencias o acoples. Casi todos los equipos que utilices contienen un transformador que puede causar zumbidos en las guitarras eléctricas, sobre todo en las que tienen pastillas de bobinado simple.

Los efectos de overdrive también pueden causar interferencias. Obviamente la mejor forma de evitar esto es alejarte todo lo que puedas de las fuentes causantes de interferencias, pero a veces, esto no es una opción viable. Si éste es el caso, prueba a girar el monitor que utilices, ya que estos dispositivos son causa de buena parte de las interferencias.

Si utilizas dos guitarras, entonces puede ser difícil separarlas en la mezcla, ya que ambas utilizarán las mismas frecuencias, especialmente si utilizan overdrive. En este caso, lo mejor es utilizar dos sonidos de guitarra distintos. Prueba a aplicar overdrive a uno de ellos e intenta mantener el otro limpio, con ayuda de una ecualización eficaz esto podría ayudar a separar ambas guitarras en la mezcla.

La compresión también puede dar sus frutos con una guitarra eléctrica o un bajo. Las tablas de compresión las encontrarás en el capítulo 13.3. de todas formas, si necesitas un sonido más limpio, utiliza la EQ después de comprimir. Por otro lado, si necesitas un sonido más sereno y suave, ecualiza antes de comprimir.

La mayoría de los estudios de grabación suelen aplicar los efectos en el momento de la mezcla, pero la mayoría de los guitarristas prefieren utilizarlos para conseguir el sonido que les gusta mientras tocan. El problema es que buena parte de los efectos de guitarra (especialmente, la reverb) tienden a generar gran cantidad de ruido. Puedes grabar un sonido limpio mientras utilizas tus efectos si monitorizas con el efecto activo pero grabas insertando la señal en tu grabador directamente.

La EQ es una cosa muy personal y los ajustes dependen completamente del sonido que hayas grabado.

Para terminar, si eres de los que sigue los pasos de Trent Reznor o Bob Rock entonces debes saber que, por ejemplo, los metales pueden tratarse de distinta forma. En el Reino Unido tienden a sonar más tupidos, con el rango de medios recortado ligeramente, mientras que, en América suenan con más brillo.

### 11.3 USO DE LOS FILTROS

Básicamente, los filtros son dispositivos que eliminan, o reducen el nivel de determinadas frecuencias de una señal. La forma en la que llevan esto a cabo determina el tipo de filtro y su nombre. Algunos filtros únicamente eliminan las frecuencias que se encuentran por encima de una frecuencia determinada (filtros paso-bajo). Otros funcionan a la inversa y solamente eliminan las frecuencias que están por debajo de una determinada frecuencia (filtros paso-alto). Cuando todas las frecuencias excepto las de una banda determinada se eliminan, el filtro se llama "paso-banda".

La primera cosa que debes saber sobre los filtros es que no son precisos. No puedes seleccionar una frecuencia de corte y esperar que el filtro actúe de la misma forma y con igual precisión a lo largo de todo el espectro. Los filtros tienen una cierta pendiente. Para entender esto mejor, piensa en los filtros como si fueran los controles de recorte de un EQ. El ajuste de Q en un Eq paramétrico crea una pendiente desde la cual el EQ se mueve a otro ajuste, y aunque esta pendiente puede ser muy empinada, nunca llega a ser vertical. Pasa lo mismo con los filtros: establecer la anchura de un filtro paso-banda es casi lo mismo que establecer la Q de un Eq paramétrico.

Los filtros suelen tener más controles aparte de la rueda de "cutoff", que establece la frecuencia de corte del filtro. Normalmente hay también un control de resonancia. Un filtro resonante refuerza la señal a la frecuencia de corte, y el control de resonancia determina la cantidad de realce y anchura de la banda de frecuencias realzadas. Otros controles que puedes encontrarte en un filtro son "Drive", que altera la cantidad de señal que se introduce en el filtro, y un seguidor de envolvente que ajusta la frecuencia de corte del filtro de acuerdo con la cantidad de señal que le llega. Cuanto más fuerte sea la señal entrante, mayor será la frecuencia de corte correspondiente.

Cuando se graban voces o cualquier otro instrumento en directo, hay ingenieros que aconsejan filtrar todas las frecuencias que no son necesarias. Al grabar las voces, no hay ningún motivo para recoger frecuencias inferiores a 80 Hz ya que ninguna voz alcanza esas frecuencias. Lo único que grabarás será ruido del micrófono, el tráfico de la zona y quizá el "hum" residual de los cables de alimentación o el aire acondicionado de tu estudio.

Utiliza un filtro paso-alto a 80 Hz como punto de partida. Escucha al vocalista a lo largo de toda la pista mientras aumentas la frecuencia de corte del filtro. Pronto descubrirás lo que no necesitas para nada.

Los filtros paso-bajo pueden utilizarse para eliminar la información de alta frecuencia. Una pista con sonidos del rango de sub-bajos, por ejemplo, no necesita nada que esté por encima de 200 Hz. Puede que te vaya bien incluso con ajustes más bajos, pero recuerda que los sonidos de bajo tienen a menudo armónicos muy sutiles que pueden alcanzar varias octavas por encima de la parte principal.

Los filtros paso-banda están muy bien para aislar determinados sonidos y llevar a otros al primer plano. Los samples de voz, por ejemplo, pueden sonar con mayor nitidez y encajar mejor en la mezcla si se pasan por un filtro paso-banda para eliminar cualquier cosa que se encuentre por encima o por debajo de la frecuencia dominante. Esto funciona muy bien además con los retornos de efectos.

Un truco muy común es utilizar un filtro paso-banda sobre los retornos de efectos como reverbs o delays para mantener la imagen estéreo lo más clara posible. Demasiados graves en una reverb o un delay pueden confundir la mezcla y hacer que todo pierda definición.

## 12.1 USOS. TERMINOLOGÍA

Los procesadores de dinámica engloban a un amplio rango de efectos como los compresores, puertas de ruido, finalizadores y de-essers.

El dispositivo más importante con el que hay que contar para aumentar el volumen aparente de una mezcla es un compresor.

Este dispositivo está diseñado para reducir el margen dinámico de una pista, permitiendo, por ejemplo, elevar el volumen general de la mezcla. Permiten establecer un umbral de volumen justo por debajo de la distorsión de las partes problemáticas. Si el volumen de esas partes sube mucho, un compresor con una configuración adecuada, bajará el volumen de forma instantánea cuando éste supere un umbral predeterminado. Sin embargo, los compresores también recuperan cualquier ganancia perdida, generando una mezcla potente y dinámica.

En un compresor podemos encontrarnos con la siguiente terminología:

**Ataque:** El tiempo de reacción del compresor cuando una señal supera el umbral.

**Codo:** Es una característica del compresor que afecta a su comportamiento y que veremos más adelante.

**Compensación (Make-up):** Se utiliza para realzar el volumen de cualquier señal comprimida.

**Desvanecimiento:** El tiempo que tarda el compresor en volver a su estado normal después de que la señal haya vuelto a pasar por debajo del umbral.

**Ratio:** Este es el parámetro que nos indica cuánto se comprime una señal. Un ratio de 2:1 provoca una señal de salida con la mitad de volumen que la señal de entrada.

**Umbral:** Las señales que la superen serán comprimidas en la proporción que dicte el ratio que se haya ajustado.

**RMS. (Root Mean Square):** Es la raíz cuadrada media, una medida que identifica los niveles medios de señal.

Algunos compresores funcionan en modo RMS o PEAK y esto puede tener una notable influencia sobre el comportamiento del compresor. En modo PEAK, el control de ganancia responde con más precisión frente a pequeños picos transitorios de la señal.

Recurrir a este sistema puede acarrear el riesgo de que se comprima excesivamente todo el audio en cuanto aparezca un sonido transitorio corto, pero intenso. Este modo es más recomendable para controlar sonidos individuales.

Para comprimir otros sonidos o una mezcla completa, resulta más recomendable el modo RMS. En este modo, el compresor trata cualquier sonido de corta duración tal y como lo percibirían nuestros oídos, así que parecería más flojo. Por eso el modo RMS es más conveniente para realizar una compresión más global, ya que provoca un resultado más natural.

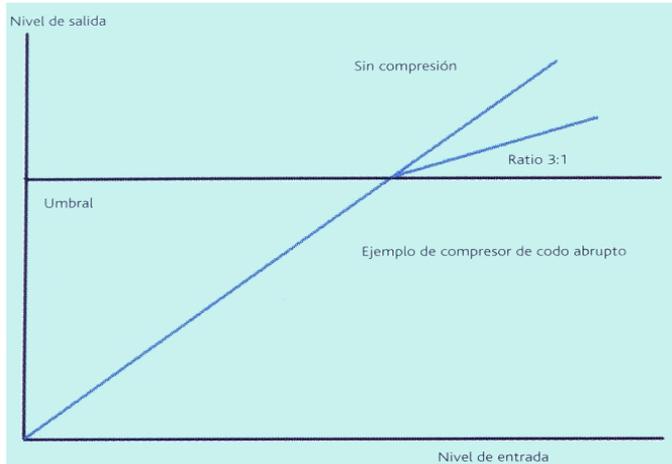
**Sidechains:** Son entradas que sirven para hacer que una señal controle la ganancia de otra. En las pistas de audio, la señal "sidechain" suele ser la voz, mientras que la señal principal son los instrumentos. Cada vez que aparece la voz, se atenúa la pista de fondo en la cantidad que determine el control del ratio. Si ecualizas la señal de "sidechain", puedes conseguir que un compresor o una puerta dependan de la frecuencia. Por ejemplo, si quieres producir un de-esser, para eliminar los siseos de las voces, puedes añadir una EQ suave centrada en torno a 3-5 KHz.

El ataque y la caída definen la reacción del compresor ante el sonido. Con un ataque lento, el compresor tarda tiempo en activarse, intensificando los picos todavía más. En chasquido inicial sigue al mismo volumen, pero comprime la parte final. Con ataque rápido, el compresor responde de forma inmediata. Por su parte, la caída marca el tiempo que tarde el compresor en desactivarse. Configura tiempos cortos de ataque y caída en los redobles para conservar su dinámica, y ajusta valores largos en las voces y en los sonidos tipo "pad".

## 12.2 LOS CODOS

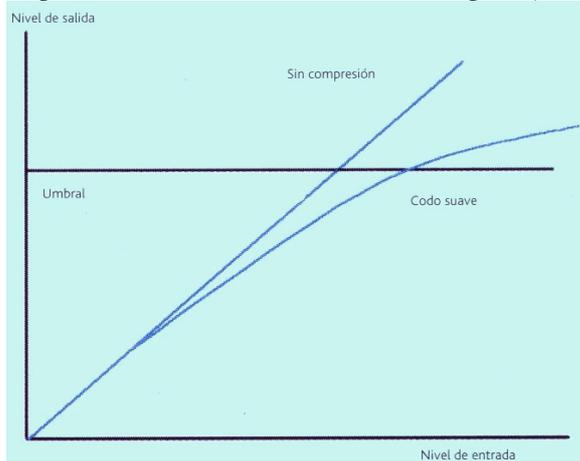
Algunos compresores incluyen un ajuste conmutable entre codo suave y codo duro. No son parámetros de control, sino una característica del propio funcionamiento del compresor.

Cuando una señal alcanza el umbral y la ganancia se reduce al instante, se trata de una compresión de codo duro.



Con un compresor de codo duro, la ganancia baja inmediatamente cada vez que la señal alcanza el umbral.

El codo suave funciona de forma distinta. Cuando una señal está a 8 dB del umbral, el compresor empieza a aplicar la reducción de ganancia pero con un ratio bajo. Conforme aumenta el nivel de entrada, el ratio aumenta progresivamente hasta llegar al umbral y entonces se aplica toda la reducción de ganancia. La ventaja de este sistema es que su efecto es menos evidente, algo más apropiado para procesar una mezcla completa o sonidos que requieran un tratamiento sutil, como por ejemplo el de las guitarras acústicas.



Con un codo suave, la ganancia se reduce poco a poco desde que la señal se encuentra a unos 8dB del umbral.

## 12.3 RANGOS DE COMPRESIÓN

Aquí tienes una tabla con rangos de compresión que te servirá como punto de partida.

Ajustes de compresión más comunes.	ATAQUE.	RELEASE.	RATIO.	CODO.	RED. GANANCIA.
MEZCLA GENERAL.	Rápido.	0.6s/Auto.	2-5:1	Suave.	2-9dB. (stereo link activado)
VOZ.	Rápido.	0.5s/Auto.	2:1-6:1	Suave.	3-9dB.
GUIARRA ACÚSTICA.	5-15ms.	0.4s/Auto.	5-9:1	Suave/Duro.	5-11dB.
GUIARRA ELÉCTRICA.	2-7ms.	0.5s/Auto.	9:1	Duro.	5-11dB.
BOMBO/CAJA.	1-5ms.	0.2s/Auto.	5-10:1	Duro.	5-15dB.
BAJO.	2-8ms.	0.4s/Auto.	4-12:1	Duro.	5-13dB.
METALES.	1-5ms.	0.3s/Auto.	6-15:1	Duro.	8-13dB.

Estos ajustes, no son definitivos.

Recuerda que te servirán como punto de partida para aplicar una compresión. Después de todo, la compresión se puede aplicar de una forma creativa y cada uno tendrá diferentes puntos de vista para aplicarla.

Para complementar la tabla de arriba, vamos a tratar el tema de la compresión de guitarras y de metales.

Para comprimir una guitarra acústica conviene emplear el compresor más "transparente" que encuentres, porque su efecto se nota en exceso. Se recomienda evitar los compresores a válvulas porque añaden mucho "calor" a la señal. Cuando sea posible, aplica un ajuste de codo suave para que se note menos.

El ratio ideal para guitarra es de 4:1 pero debes ajustar el umbral con cuidado para que utilices la mínima reducción de ganancia posible, con un ojo puesto tanto en ataque como en desvanecimiento para prevenir cualquier salto.

Para grabar y mezclar guitarras eléctricas limpias, conviene aumentar el tiempo de ataque del compresor para que permita escuchar el "punteo" inicial de cada nota.

Los metales e instrumentos de viento requieren un compresor transparente. Un procesamiento muy evidente puede arruinar su sonido. Lo normal es un ratio de 6:1, aunque depende del instrumento que estés grabando y de la forma de tocarlo. Si soplas con fuerza en una trompeta, de un modo muy expresivo, necesitará una compresión más acusada, con un ratio de 15:1 y 13dB de reducción de ganancia, mientras que una flauta sólo suele necesitar unos 8dB de reducción de ganancia. Lo habitual es aplicar un codo suave con un ataque de unos 5ms, aunque puede ser más largo si hay que conservar la intensidad del sonido. Al comprimir metales e instrumentos de viento, el desvanecimiento automático resulta casi imprescindible porque la interpretación varía en una misma sesión de grabación, aunque si no tienes "auto-release" puedes probar un valor de unos 300ms.

## 12.4 COMPRESORES MULTIBANDA

La compresión multibanda divide una señal sonora en dos o más bandas de frecuencia, las comprime y las vuelve a mezclar. De esta forma, permite igualar los picos de una zona del espectro sin que ello repercuta sobre el nivel de compresión de otras.

En la práctica, mediante la compresión multibanda se consiguen grabaciones con mayor nivel sonoro y se puede ejercer un mayor control de la dinámica que con la compresión monobanda.

Vamos a suponer que en tu mezcla tienes un bombo a negras que suena bastante fuerte. Si aplicas a la mezcla un compresor estéreo normal, se producirá un efecto de "bombeo", ya que cada vez que suene el bombo se disparará el compresor y el nivel general bajará. Sin embargo, si aplicar un compresor multibanda, puedes comprimir de manera independiente la banda del bombo, dejando el resto de la mezcla intacta.

Aunque a veces se usa a propósito el efecto de bombeo que he mencionado, un compresor multibanda permite, en general, más control y precisión que otro que tenga solamente una banda.

Los compresores multibanda suelen ofrecer tres o cuatro bandas, y cada una de ellas dispone de los siguientes controles:

UMBRAL.- El nivel a partir del cual se empieza a comprimir esa banda.

RATIO.- La cantidad de compresión aplicada a la banda.

ATAQUE.- La velocidad a la que la compresión entra en acción.

LIBERACIÓN.- La velocidad a la que el compresor deja de actuar sobre la señal y vuelve a su estado de "no compresión".

GANANCIA DE COMPRESIÓN.- Un control de volumen que aumenta el nivel de la señal tras haber sido reducido por la compresión.

PUNTO DE CRUCE.- La frecuencia en la que acaba una banda y empieza otra.

PENDIENTE.- Determina lo abrupta que es la transición entre dos bandas.

TEN EN CUENTA QUE:

- 1- A la hora de masterizar, intenta que la banda más aguda quede lo más natural posible, ya que las fluctuaciones de nivel en dichas frecuencias se notan.
- 2- Ajusta los umbrales de todas las bandas de forma que sean los picos los que las disparen, y edítalos (los umbrales) a partir de ese valor.
- 3- Asegúrate de que la banda inferior queda bajo control. Unos graves bien ajustados dan calidad a las mezclas.
- 4- Cuando masterices y mezcles, compara tu pista con Cd's comerciales que conozcas bien. La compresión multibanda puede empeorar los resultados con la misma facilidad que los mejora.
- 5- Cuando llegues a una configuración que funcione bien con un tipo de mezcla determinado, grábala como preset y utilízala como punto de partida en futuras mezclas del mismo tipo.

## 12.5-EL MODO M-S

Este es, sin duda, uno de los procesos más útiles para conseguir una buena mezcla. La conversión M-S consiste en convertir una mezcla de dos canales L y R en el formato de dos canales M y S, de forma que el canal M contiene la información que se escucha en el centro de la mezcla y el canal S contiene la información estéreo. El canal S consiste en la señal resultante de restar al canal izquierdo el canal derecho. El canal M es la suma de la señal resultante de sumar el resultado de restar a cada canal la señal S.

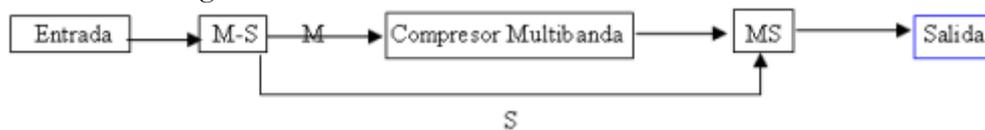
$$M = (L-S)+(R-S)$$

$$S = L-R$$

Para devolverlo al formato L-R, sólo hay que hacer pasar de nuevo el audio por el conversor M-S.

Generalmente, en una mezcla solemos disponer en el canal central de las voces, el bajo, el bombo, la caja y algún instrumento más. En el canal del estéreo suelen estar charles, reverb, delay, y también de algunos instrumentos más. Pues bien, supongamos que tenemos una mezcla en la que la voz suena demasiado alta. Si intentamos atenuarla mediante ecualización, probablemente atenuaremos también, por ejemplo, las guitarras. El uso inteligente del M-S nos va a proporcionar un uso más preciso de la atenuación que queremos.

Si montamos la siguiente cadena:



y ajustamos el compresor multibanda en la banda de la voz, podremos atenuar únicamente la voz sin dañar el resto de los instrumentos.

## 13.1 USOS

La reverb, es probablemente, el efecto más empleado en la música. Muchas veces, de forma natural y otras, de forma artificial, para emular espacios o simplemente, es usada de forma creativa. No debemos confundir este efecto con el delay. El delay es un rebote continuo del sonido a modo de eco que dependiendo del espacio natural o artificial irá disminuyendo de intensidad progresivamente. La reverberación es sencillamente un efecto espacial.

Imagínate que te encuentras sólo en una clásica cancha de baloncesto, al pegar un grito escucharás tu voz reverberada. También hay diferentes tipos de reverb. El ejemplo anterior se basaba en un espacio abobado, pero también podemos encontrar otros espacios con efectos diferentes como por ejemplo, la reverb que podrás escuchar en el cuarto de baño. De acuerdo, no parece reverb, pero sin embargo, la reflexión de tu voz en los azulejos, tendrá un efecto de reverb con una cola corta y es por eso que tiene un efecto tan característico.

Todos los sonidos tienen una reverberación asociada, y aunque la fuente original se encuentre en un punto que nuestros oídos puedan localizar, las reverberaciones reflejadas emanarán de cualquier superficie reflectiva, y esto también nos dice a qué distancia está un sonido. Por ejemplo, si un sonido proviene de lejos, su reverb tendrá un menor espectro estéreo que si fuera más cercano, así que si quieres imitar esto, debes usar un efecto de reverb mono.

A la inversa, cuando estás físicamente cerca de una fuente sonora, obviamente escucharás más el propio sonido y menos la reverb, pero si quieres dar espacio al sonido, puedes usar un pre-delay de 80 ms en la reverb para separar el sonido y el efecto.

Los sonidos mono se pueden engrosar mediante el uso de una reverb estéreo, pero no cojas ese camino si deseas ser más creativo. Un método es aplicar una reverb mono a la señal e insertar un EQ a la salida de la reverb. Si además eliminas las frecuencias agudas y lo automatizas (el EQ), conseguirás que el sonido parezca moverse hacia delante y hacia atrás al ritmo de la música. Otro método es aplicar una reverb mono y panoramizar su salida hacia el lado opuesto del campo estéreo. De esta manera la señal estaría, por ejemplo, a la izquierda, mientras que sus reflexiones se encontrarían a la derecha.

También la reverb mono resulta útil para engrosar instrumentos mono, acústicos y de viento. Panoramizando la reverb hacia el mismo lugar que el instrumento dará un resultado más amplio y unificado. Esto permite que el sonido retenga su posición en el campo sin parecer demasiado confuso.

## 13.2 LOS CONTROLES DE LA REVERB

El número de controles en el panel de control de una reverb puede variar en función del tipo o marca, pero estos son los más comunes:

**MEZCLA (WET/DRY).** Ajusta el balance entre la señal original (dry) y la reverb. Sólo es necesario cuando la reverb se usa como efecto de inserción (lo cual no es muy habitual). Cuando se utiliza la reverb de forma habitual (como envío), este control debe ajustarse totalmente hacia "Wet".

**TAMAÑO (SIZE).** Emula los cambios en el carácter del sonido debidos a salas de diferentes tamaños. Uno de los parámetros que se ve afectado por este control es el tiempo de reverberación, pero puede producir efectos más sutiles, como cambios en la densidad y difusión de las primeras reflexiones.

**TIEMPO (TIME).** En la mayoría de las reverb, este parámetro de una idea aproximada de la longitud de la reverb. A menudo es independiente de "Size", dado que una sala pequeña puede tener un tiempo de reverberación grande.

**DAMPING.** La mayoría de las salas contienen mobiliario "blando" que absorbe las frecuencias altas. Este control emula precisamente esa absorción. Un ajuste muy elevado produce una sensación claustrofóbica (como si estuvieras dentro de un armario) y un ajuste bajo crea un sonido brillante y abierto como el que conseguirías en una sala de grabación de baterías bien diseñada. Algunas reverb en formato plugin (aplicaciones para programas de ordenador) tienen un control que regula la absorción de bajas frecuencias, lo que puede resultar útil para simular entornos abiertos como un estadio.

**FILTROS HI-PASS y LOW-PASS.** La reverberación en las bajas frecuencias no es útil musicalmente en la mayoría de las circunstancias, y puede ser necesario eliminarla. De forma similar, demasiada energía en las altas frecuencias de la reverb puede molestar al oído.

**DENSIDAD (DENSITY).** Controla el "grosor" del sonido, normalmente cambiando la cantidad de reflexiones tardías. Los ajustes altos resultan apropiados para las baterías, mientras que los bajos son idóneos para guitarras y sintes.

**DIFUSION (DIFFUSION).** Permite controlar en qué medida se "esparce" el sonido por la sala que simule el algoritmo. Tiene un efecto similar al del control de densidad, pero a menudo tiene mayor influencia sobre la imagen estéreo.

**PRE-DELAY.** Se refiere al tiempo (normalmente en milisegundos) que transcurre antes de que empiece la cola de la reverb. Si el algoritmo de reverb incluye las primeras reflexiones, éstas no suelen verse afectadas por el parámetro "pre-delay".

**ANCHURA ESTEREO (WIDTH/SPREAD).** La reverb suena muy bien en un estéreo extremo, pero esto puede hacer que se pierda mucho nivel al escuchar el sonido en mono (por ejemplo en radio o tv), resultando un sonido demasiado "seco". Este control reduce la anchura estéreo para que el sonido en mono sea mejor. De forma adicional, la reverb mono se puede usar como efecto retro (en especial sobre la caja o el bombo). Si tu reverb no dispone de este parámetro, introdúcela en un panoramizador surround y te permitirá reducir la anchura (a veces).

**SPIN/WANDER/MODULATION.** La mayoría de las reverb mantienen sus parámetros internos constantes durante su uso. Sin embargo, modulando de forma automática estos parámetros puedes lograr una reverb más espectacular.

**COLOR (COLOUR).** Este nebuloso control puede hacer casi cualquier cosa. En algunos plugins es poco más que un control de tono, en otros, afecta a los parámetros de las primeras reflexiones y también puede influir sobre el balance entre los tiempos de reverberación de bajas y altas frecuencias.

FORMA (SHAPE). Puede utilizarse para que la cola de la reverb se comporte de forma no lineal. Ajustes extremos de éste parámetro pueden provocar el clásico efecto de voz poltergeist.

PRIMERAS REFLEXIONES (ER). Las primeras reflexiones (early reflections) ayudan a hacer que los modelos de reverb primitivos suenen más realistas. Permiten que los sonidos se fundan con la reverb de forma más natural, evitando que la reverb suene como una señal independiente impuesta sobre la música.

### 13.3 REVERB POR CONVOLUCIÓN

Una introducción:

La reverb digital ha estado asociada por lo general, al modelado de entornos físicos mediante la ejecución de complejos algoritmos en chips DSP o mediante plugins software. Los fabricantes han pretendido recrear con estos algoritmos los sonidos que escucharíamos en situaciones naturales pero, a excepción de los productos de gama alta, sus intentos no suelen sonar tan convincentes como para que el oído humano sea incapaz de distinguirlos de los sonidos reales.

La reverb por convolución envuelve técnicas relativamente nuevas para emular salas y espacios acústicos, que se basan en grabar las características de reverberación de un entorno y luego aplicarlas a los sonidos. ¿Por qué relativamente nueva? Pues por que la tecnología que la respalda lleva cierto tiempo disponible (como en los sistemas Otari Radar), pero no ha podido ser implementada en chips DSP y ordenadores personales hasta que éstos han alcanzado velocidades suficientes para ejecutar los intensos cálculos matemáticos involucrados en la "creación" de una reverb de este tipo.

Si nunca has utilizado una reverb por convolución, te estarás preguntando en qué se diferencia de otros tipos de reverb. La diferencia más importante es que suena fantástica.

La primera reverb por convolución en forma de hardware fue la Sony DRE-S777 y apareció en 1999 y costaba más de un millón de las antiguas pesetas. Cuando salió la segunda versión (con software actualizado), su precio había subido en más de un tercio, aunque incluía muchas más RI's (Respuestas a impulsos) y funciones. Yamaha también entraría en el mercado de las reverb por convolución con la SREV1 en el 2002 con un precio que rondaba los 8.500 €.

Algunos programas ofrecen efectos de reverb por convolución pero no a tiempo real, sino aplicando el efecto a la pista ya grabada. Nuendo incluye Acoustic Stamp, una reverb por convolución capaz de cargar impulsos en formato Wav, SD2 y Aiff, con controles para editar las primeras reflexiones, el ataque, el sostenido y la cola, así como un Eq de 3 bandas fijas. El programa Soundforge 6.0 incluye el plugin "Acoustic Mirror" que utiliza archivos SFI propietarios y sus controles son parecidos a los del "Acoustic Stamp".

Si eres usuario del Cool Edit Pro, también podrás trabajar con reverb por convolución. "Digital Convolution" se encuentra en el menú Effects>Special>Convolution. Cool Edit Pro trabaja con su formato nativo "IMP".

Si quieres un plugin de convolución en tiempo real, puedes elegir entre Audioease Altiverb o Waves IR1 que además soporta archivos wav de 24 bit y de 32 bit en coma flotante. Más adelante podrás ver direcciones a páginas donde podrás conseguir RI's gratuitos.

## RESPUESTAS A IMPULSOS

A estas alturas del manual, ya sabrás que cuando las ondas sonoras alcanzan nuestros oídos, no sólo escuchamos el sonido original directo, sino que también percibimos las reflexiones de ese sonido en las distintas superficies que integran el entorno que nos rodea. Estas reflexiones alcanzan nuestros oídos en momentos diferentes, y la combinación de todas ellas informa a nuestro cerebro sobre la procedencia del sonido en nuestro entorno espacial.

La reverb por convolución utiliza "respuestas a impulsos (RI)" para generar los "espacios". Se trata de grabaciones de la respuesta de un entorno (ya sea una sala, un auditorio, una catedral, etc.....) a un estímulo sonoro (que a menudo es una onda sinusoidal). Después, esa respuesta se aplica al sonido que vaya a ser procesado con la reverb. Por ejemplo, si registras la respuesta al impulso del teatro de ópera de Sydney, la cargas en una reverb por convolución y tratas la pista de voz con dicha reverb, la voz resultante sonaría como si hubiera sido grabada en ese lugar, adquiriendo las características de la sala que generó la RI aplicada. De esta manera, es posible conseguir efectos de reverb muy convincentes y realistas con escaso esfuerzo.

Una de las ventajas de esta técnica es que los usuarios pueden crear sus propias RI's mediante varios procedimientos que verás más adelante. Pero vamos a imaginarnos un caso que nos puede pasar a cualquiera de los que nos dedicamos a realizar grabaciones:

Imagina que has realizado algunas grabaciones en un viejo cobertizo que posee una acústica muy especial (hay lugares muy extraños donde podrías conseguir un ambiente "único" y no hablo del cuarto de baño), pues bien, para realizar la grabación tuviste que hacer un largo viaje hasta allí cargado con todo el material (aunque sólo fuese un portátil, micros y poco más). Realizas la grabación y resulta que cuando vuelves a tu estudio, decides que necesitas añadir algo más, como por ejemplo unas segundas voces o un riff de guitarra, pero resulta que debes conseguir que esas nuevas pistas encajen con las que ya habías grabado con el mismo "efecto". ¿Qué harías? Tendrías que volver a hacer el viaje.....quedar con los músicos.....más gastos (café, cervezas, comida, combustible.....), un tiempo muy valioso perdido. Gracias a la reverb por convolución, no necesitarías hacer otro viaje. Claro que para eso tendrías que haber sido previsor registrando la RI (respuesta a impulso) del cobertizo cuando estuviste allí, y ahora podrías aplicarla tranquilamente a las grabaciones posteriores en tu estudio.

Una vez grabadas, mucha gente comparte sus RI's en Internet, ofreciendo a los usuarios espacios acústicos exclusivos de todos los rincones del planeta.

Pero las reverb por convolución no se limitan a recrear espacios reales. Repasando los diversos portales on-line de RI's, encontrarás abundantes respuestas a impulsos de reverbs hardware de gama alta como la Lexicon PCM90 (estupenda reverb por cierto) y la TC Electronics M3000 (para mí, la mejor del mundo). Pero no nos emocionemos mucho: a pesar de todo, existen problemas para grabar en forma de RI's los diferentes efectos de "chorus, pitchshifting y modulación" que emplean algunas reverbs hardware, lo que produce algunas diferencias sutiles (pero audibles) respecto a los sonidos originales. No obstante, esta técnica no sólo sirve para modelar reverbs, también encontrarás RI's de micrófonos y previos que funcionan del mismo modo. ¿Te apetecen unos previos Neve?.....

Como en todo, si quieres la mejor calidad, tendrás que pagar por ella. Los programas enumerados anteriormente vienen con montones de respuestas a impulsos de alta calidad, grabadas con excepcional detalle. Los fabricantes invierten un montón de tiempo y dinero en grabar esos impulsos y es por eso que cada fabricante utilice formatos diferentes.

## **¿COMO SUENA LA REVERB POR CONVOLUCIÓN?**

La reverb por convolución brilla en todo su esplendor si buscas reverberaciones grandes y exuberantes. Si tu música requiere espacios realistas y grandes (como la música orquestal) la reverb por convolución es imbatible gracias a la increíble naturalidad de su sonido.

También existen muchos RI's excelentes de salas pequeñas que proporcionan buenos resultados si quieres reverbs cortas.

Es posible obtener efectos interesantes cargando varios samples en una reverb por convolución. Por ejemplo, podrías conseguir un efecto similar al vocoding cargando un sample de voz y haciendo convolución con otro. Por ejemplo, carga un sample de cuerdas en el plugin de convolución y aplícalo a una pista de voz: curioso el resultado.

Creatividades y experimentos a parte, la reverb por convolución está diseñada principalmente para imitar con precisión las características exactas de los entornos acústicos, y esto es algo que realiza con precisión y detalle. Pero una vez que has cargado el impulso adecuado seguramente te gustaría controlar los parámetros de la reverb para disfrutar de más posibilidades. Por desgracia, las implementaciones actuales ofrecen opciones de edición muy limitadas, aunque los usuarios de Logic 6 (sólo para Mac) están de suerte por que Emagic acaba de sacar "Space Designer" con controles de edición interesantes.

## **COMO CREAR TUS PROPIAS RESPUESTAS A IMPULSOS (RI)**

Tema interesante. Ten presente que la calidad de las respuestas a impulsos varía sobremanera. No tiene sentido procesar tus voces con una RI mal grabada, aunque proceda de los estudios Abbey Road. Las RI's tienen que estar bien grabadas para obtener con ellas resultados aceptables. Esa es la clave de una buena reverb por convolución.

Producir RI's de alta calidad requiere del software, mucho tiempo, paciencia y buenos equipos (aunque con un equipo mínimo también es posible).

Después viene el paso crítico de colocar los equipos. La ubicación del micro en relación al sistema de altavoces determinará la distancia recorrida por el sonido procesado que emulará el impulso que vas a crear, así que deberías probar con distintas posiciones.

Cuando esté todo a punto, reproduce el tono de prueba (normalmente una onda sinusoidal corta) tan alto como puedas para obtener la mejor relación señal-ruido posible. Graba la respuesta varias veces con diferentes posiciones de micro y altavoces para obtener distintos efectos.

Una vez completada la grabación, basta con cargarla en el software que tengas para crear tu respuesta al impulso. Como cada programa es distinto a los demás, tendrás que consultar la documentación del que utilices para lograr los mejores resultados.

## 14.1 ¿QUÉ ES LA PANORÁMICA?

Nuestros oídos determinan la posición estéreo a partir de la diferencia de fase entre dos fuentes sonoras. Básicamente, la fase, es la relación temporal entre dos sonidos, formas de onda, o señales en un circuito. Cuando esta relación es instantánea, decimos que las dos señales o sonidos están en "fase". Sin embargo, cuando esta relación temporal no está sincronizada, los sonidos están "fuera de fase" y esto nos da información para determinar una señal estéreo. Dicho esto, hay un límite sobre la diferencia de fase que deben tener las dos señales. Si están demasiado fuera de fase, ciertas frecuencias se reducirán en volumen tras combinar los canales derecho e izquierdo, mientras que aumentarán su volumen en ciertas notas sobre una señal distorsionada. Por tanto, es fundamental que exista una asociación correcta de fase.

El panorama puede influir sobre el volumen, por eso es aconsejable panoramizar los sonidos en la imagen estéreo antes de ajustar los niveles de cada instrumento. Para empezar, las propiedades estéreo de un sonido en si mismo siguen estando predefinidos y no se pueden alterar, aunque lo más importante es que la colocación de una señal dentro de una mezcla puede tener un efecto tan dramático como hacer cambios drásticos de volumen. Por ejemplo, panoramiza un sonido totalmente hacia un lado y el instrumento parecerá más distante; panoramiza al centro y tendrás la impresión de que está más cerca y delante de ti.

Esto ocurre porque cuando la señal se sitúa en el centro, su energía es compartida por ambos altavoces y por tanto, suena más intensa; el nivel de la señal puede aumentar alrededor de 3 a 6dB.

Una mezcla espaciosa requiere más factores que una buena panoramización. Como el sonido viaja a unos 346 m/s, si vas a aplicar un retardo a una señal mono y lo pones en uno o dos milisegundos, dará una sensación panorámica mucho más convincente que si usas el control de panorama. Yendo más allá, si rebajas en unos 3dB la señal retardada en torno a 4-8 Hz y realzas la señal original en unos pocos dB en la misma frecuencia, emularás el efecto del sonido que llega a un oído antes que al otro, y esto puede hacer que la imagen resulte mucho más amplia que los límites de tus altavoces. Lógicamente, puedes tener problemas de "phasing", y desde luego, los valores grandes de retardo pueden tener efecto sobre la fase de la señal, así que debes comprobar que los resultados sean aceptables. En el mundo real, la absorción de las frecuencias altas de un sonido, es directamente proporcional a la distancia que éste haya recorrido. Además, las frecuencias altas que permanecen, se retrasan ligeramente frente a las frecuencias graves. Por este motivo, tiene sentido que cuanto más lejos esté un sonido del oyente, se percibirá menos detalle de altas frecuencias o un mayor retardo en relación con las frecuencias graves.

Quédate con esto: si usas pequeños cortes de EQ para eliminar agudos, conseguirás que un sonido resulte más distante, y si los realzas, el sonido parecerá más cercano.

Cuando llega el momento de mezclar un tema, es importante recordar que nuestro cerebro no trabaja con valores absolutos, en vez de eso, tiene que trabajar con los principios del contraste. Para tener una buena perspectiva de dónde está un sonido dentro de una mezcla, nuestros oídos y cerebros necesitan algún tipo de comparación.

Así que, para que un sonido aparezca en segundo plano, otros sonidos deben aparecer al frente, mientras que para obtener una buena sensación de "derecha a izquierda", algunos sonidos mono deben estar en el centro. Unos de los errores más frecuentes de las mezclas, es intentar que un barullo de sonidos estéreo suenen al frente. El resultado es una mezcla demasiado llena o excesivamente borrosa. Si todos los sonidos luchan por un lugar en primer plano, se perderá la perspectiva de profundidad, así que debes decidir que instrumentos son más importantes para ponerlos al frente y colocar atrás los demás.

Sobre todo, ten en cuenta que la mezcla estéreo y el posicionamiento de los instrumentos raramente es natural. En la vida real, cuando vamos a un concierto en una sala grande, la reverb natural enmascara a veces la información acústica que necesitamos para determinar las posiciones de las fuentes.

La clave es intentar conseguir los mejores resultados desde un punto de vista artístico sin necesidad de ser demasiado "correctos" técnicamente.

#### **14.2 PANORÁMICA GENERAL.**

Existen algunos principios básicos sobre qué instrumentos deberían grabarse en mono y cuáles en estéreo y su posición dentro de una mezcla. Vamos a repasar algunas reglas generalmente aceptadas para grabar y posicionar instrumentos. Como en otras ocasiones, son sólo indicaciones generales. Si decides intentarlo de otra forma, siéntete con total libertad de hacerlo.

##### **BOMBO.**

Los bombos deberían colocarse siempre en el centro exacto, por varios motivos. En primer lugar, cuando colocas un bombo en el centro, la energía es compartida por ambos altavoces y por tanto, no tendrán que trabajar en exceso para reproducir su sonido. Por otro lado, el bombo ocupa una gran cantidad de espacio en el panorama y hay más espacio en el centro que en cualquier otro sitio. Y como se dijo anteriormente, volvemos la cabeza automáticamente hacia los sonidos más fuertes, así que con el bombo en el centro obtienes una vista "mejor" de los instrumentos circundantes y su colocación en el campo estéreo. Si usas dos bombos, lo normal es colocar el más fuerte en el centro y panoramizar el otro ligeramente hacia el lado derecho o hacia el izquierdo según te convenga.

##### **CAJA.**

En algunos casos, especialmente en el jazz, las cajas se panoramizan ligeramente hacia la derecha o hacia la izquierda. Sin embargo, ahora es frecuente colocarlas en el centro, en especial si llevan reverberación.

##### **CHARLES.**

El charles se panoramiza invariablemente a medio camino, entre el centro y uno de los extremos, aunque en mezclas abarrotadas, puede caer totalmente hacia un lado. Esto no sólo aumenta el área espacial de la mezcla, sino que permite que se escuche el charles claramente sin estar demasiado separado del resto de instrumentos. En hip hop y otras variedades dance, puedes encontrarlos colocados en un lado del campo estéreo con una señal retardada y panoramizada hacia el lado opuesto.

##### **PLATILLOS.**

Son de las pocas señales de batería que se suelen grabar en estéreo sobre canales separados. Por tanto, están panoramizados totalmente hacia la derecha y hacia la izquierda para dar la impresión de espacio. Si cierras el espacio entre ellos (si pones el canal de la izquierda a las 11 en punto y el de la derecha a la una en punto, por ejemplo), resultará en unos platillos más contenidos, un procedimiento útil en caso de tener una mezcla que está demasiado abarrotada.

##### **TIMBALES.**

Suelen grabarse a través del campo, de derecha a izquierda o viceversa, con el primero colocado hacia la izquierda, el segundo en el centro y el tercero a la derecha. De todas formas, esto depende del sonido, y si el timbal base es muy pesado y es importante en la música, será mejor colocarlo exactamente en el centro, junto al bombo. ¿por qué?. Por la misma razón que se pone el bombo en el centro, suena invariablemente mejor cuando los dos altavoces se reparten el peso.

## BAJO.

No puede sorprender que, al igual que el bombo, el bajo esté colocado casi siempre en pleno centro de la mezcla, pues exige mucha atención. Sin embargo, en ciertos estilos (como el jazz, por ejemplo), no es raro que el bajo se lleve ligeramente hacia la izquierda o hacia la derecha. Además, si el bajo tiene un papel importante en cualquier estilo, es aceptable panoramizarlo un poquito hacia un lado. No obstante, para que esto funcione, es importante que el bajo sea brillante, cortante y fino, para evitar que la mezcla suene descentrada.

## VOZ PRINCIPAL.

Siempre se coloca en pleno centro porque aquí es donde imaginamos que se situaría el vocalista durante una actuación. Si se panoramiza hacia un lado, la mezcla puede quedar descentrada fácilmente, aunque a veces es lo que se busca. Además, aunque es poco frecuente, las voces se graban de vez en cuando en estéreo con dos micros. Si es tu caso, una práctica convencional es situarlos a las diez y a las dos en punto o, algo menos convencional, completamente hacia la derecha y hacia la izquierda.

## COROS.

La panoramización de las voces acompañantes depende por completo de su arreglo vocal. Si sólo hay una voz de coro, obviamente no podrás colocarla en el centro, porque entraría en conflicto con la voz principal y si está desplazada hacia un lado la mezcla sonará descompensada. Lo mejor es grabar los coros en estéreo con dos micros, aunque puedes transformar una señal mono en estéreo mediante un editor de audio. Realizada la conversión, el coro estéreo puede ir panoramizado a derecha y a izquierda, creando un respaldo de voces que mejorará la mezcla. Lógicamente, si las voces acompañantes contienen distintas armonías, esto no funcionará, así que sería mejor posicionarlas cerca de las nueve en punto y las tres en punto, en lugar de usar todo el campo estéreo.

## PIANO.

Están grabados siempre en estéreo, con las notas graves panoramizadas totalmente hacia la izquierda y las notas agudas panoramizadas totalmente hacia la derecha. Esta es una de las reglas no escritas sobre la mezcla y no está abierta a interpretaciones artísticas (con una sola excepción que comentaré mas adelante). Esto parece extraño, pero teniendo en cuenta que cuando ves un piano desde su parte trasera (siendo tú, parte del público), las cuerdas agudas quedan a tu izquierda, jamás deberías colocarlas de otra forma, porque entonces no sonaría bien en el contexto de una grabación, incluso cuando una mezcla se está "llenando", la "regla" sigue ahí, sobre todo cuando suenan muchas cuerdas sostenidas. Dicho esto, si el piano o teclado suena staccatto y resulta difícil colocarlo dentro de una mezcla abarrotada, puede panoramizarse ligeramente, bien hacia la derecha o hacia la izquierda. Otra técnica menos usada, aunque muy efectiva, es grabar el piano en mono y panoramizar las teclas de izquierda a derecha como si estuviera sonando desde el grave al agudo.

## GUITARRAS.

Suelen estar casi siempre grabados en mono, pero a veces, las guitarras acústicas se graban en estéreo si la mezcla resulta especialmente desangelada. En cuanto a la panoramización dentro del campo estéreo, se colocan bien a las once en punto o bien a las dos en punto, dependiendo de los demás instrumentos de la mezcla. Pero si necesitas un sonido grande (para un tema rock, por ejemplo) es frecuente engrosarlo duplicando la pista y colocándola entre las diez en punto y las tres en punto.

## METALES Y CUERDAS.

Suelen estar grabados en estéreo y totalmente situados a la derecha o a la izquierda, aunque esto depende de lo abarrotada que esté la mezcla. Si esto te resulta poco claro, recuerda que no es anormal grabarlos en mono y posicionarlos posteriormente en el lugar deseado.

### **14.3 MEZCLA TRIDIMENSIONAL.**

De momento, se ha comentado los principios de la panoramización pero no podemos olvidarnos de la perspectiva de delante hacia atrás. Esto también es vital para hacer una buena mezcla.

Para traer sonidos al frente de la mezcla:

Evita las reverberaciones excesivas, pero si necesitas añadir un espacio extra alrededor de un instrumento, usa una reverb brillante con un predelay de 50-80 ms. Esto evitará que el instrumento se retrase en la mezcla.

Intenta mantener el tono brillante usando un realce de EQ en torno a 4-8 KHz, o usa un enfatizador.

Recuerda que los sonidos que están más cerca tienen una imagen estéreo más fuerte que los que están lejos.

Si necesitas que un sonido parezca cercano y al frente de la mezcla, mantenlo tan brillante como sea posible y evita cualquier procesamiento.

Para llevar sonidos hacia atrás en la mezcla:

La forma más evidente de lograrlo es rebajar ligeramente su volumen. Sin embargo, esto no ha de ser drástico: unos pocos dB marcarán una gran diferencia.

Además de bajar el volumen, elimina algunas frecuencias entre 4 y 8 KHz. Esto simulará el efecto natural que sufre el sonido cuando viaja por el aire.

Comprueba que no usas la misma unidad de reverb que usas para traer sonidos al frente.

Mejor emplea una unidad con tratamiento de altas frecuencias, o pon un EQ gráfico en su salida para oscurecer las reverberaciones.

Si usas una reverb para posicionar sonidos atrás, usa un efecto mono en lugar de uno estéreo, y panoramízalo a la misma posición que el sonido. Esto no sólo te ayudará a evitar que los grandes valores oscurezcan la mezcla, sino que además ayudará a ampliar la imagen. Si aplicas delay a un sonido en la parte trasera de la mezcla, elimina las frecuencias más agudas de cada retardo, o aún mejor, usa ecos que pierdan agudos progresivamente.

## **15.1- El estudio desde cero. La parte eléctrica**

### **15.2- La configuración del estudio.**

### **15.3- ¿Estamos todos?**

### **15.4- Los instrumentos.**

#### **1-La batería.**

#### **2-El bajo y el contrabajo.**

#### **3- La sección de metales.**

#### **4- La sección de cuerdas.**

#### **5- Pianos y teclados.**

#### **6- Guitarras eléctricas.**

#### **7- Guitarras acústicas.**

### **15.5-Una grabación de música pop.**

### **15.6-Los cimientos de la mezcla.**

### **15.7-Música orquestal.**

#### **1-La sección de cuerda.**

#### **2-La sección de viento-madera.**

#### **3- La sección de metales.**

En este capítulo trataremos de conocer los entresijos de la grabación y mezcla de canciones. Es muy importante saber que, se trata de un punto de partida para empezar, aunque muy válido para cualquier nivel.

## **15.1 EL ESTUDIO DESDE CERO**

¿Cualquier local vale para grabar? En principio sí. Lo que sucede es que la acústica de cada local provocará en tu música efectos "únicos" que puede que te interesen o puede que no. Pero vayamos por el principio:

Tanto si eres solista, como si sois grupo, si tocáis con instrumentos reales, si lo haces con instrumentos virtuales, con samplers.....etc, es de suponer que debe existir un local donde plasmar esas ideas musicales: un trastero, una habitación, el garaje o incluso un cobertizo. La ambientación de esos lugares tiene tremendas diferencias con un estudio de grabación profesional (de eso no hay duda), pero, vamos a tratar este tema desde un punto de vista que pienso que os servirá (independientemente del local) para poder realizar vuestras grabaciones.

### **15.1.a-LA PARTE ELÉCTRICA.**

En primer lugar, se supone que ya tienes el local o habitación disponible. Vamos a repasar la instalación eléctrica ya que es muy importante para el correcto funcionamiento de todos los aparatos que coloquemos. A pesar de la larga lista de LCD's y el número de dispositivos necesarios en el más humilde de los estudios, muchos no terminan de entender que el consumo eléctrico no sea significativo. De hecho, el problema de la electricidad en los estudios no radica en la cantidad, sino en la calidad que proporciona. La tensión que suministran las compañías eléctricas españolas equivale a 220V nominales, mientras que la carga total del equipo conectado a través de un enchufe normal no debe superar los 11A. Si multiplicas la tensión por la corriente obtienes la potencia en vatios, que suele rondar la cifra de 2.400W. En otras partes del mundo estas medidas suelen variar. Por ejemplo en Australia cada enchufe doméstico tiene una salida de 10A, mientras que en Cuba se opera con una norma de 120V. Verifica el consumo de cada aparato en sus especificaciones. Generalmente se expresará en vatios, así que sólo es cuestión de sumar las cantidades exactas para saber si se ha excedido o no los 2.400W. Si sólo aparece su valor reflejado en amperios, multiplica dicha cifra por la tensión (V) y el resultado se expresará en vatios.

Un home estudio pequeño suele consumir cerca de 900W. El consumo de potencia estará dentro de los límites seguros por lo que tu atención debe centrarse en cómo distribuir la energía a los dispositivos. Poner multitud de "ladrones" en cadena resulta peligroso, por lo que es recomendable utilizar regletas (las hay para conectar 12 aparatos) con protección para sobrecargas.

Los ruidos ambientales como el paso de aviones, resulta un fastidio, pero los ruidos dentro del sistema sonoro pueden convertirse en una plaga. Si elevas a tope el volumen, lo equipos revelan un cierto murmullo. Unos diseños funcionan mejor que otros, pero amplificar los electrones errantes dentro de los componentes es inevitable y normal en la electrónica de audio. Los zumbidos y murmullos se atribuyen a un diseño pobre o a un problema interno del equipo. Penetra a través de otras vías. Considera los cables de audio como antenas de radio que están al acecho de una interferencia perdida. Conviene ser muy cuidadoso a la hora de mantener alejados las líneas eléctricas y transformadores de tus cables de audio. Procura evitar siempre que los cables de audio y potencia eléctrica discurren en paralelo o estén cercanos, y procura que se crucen en ángulo recto. Si tienes un cable con sobrante, es mejor que lo acortes a que lo enrolles como una bobina. La electricidad que pasa a través del hilo incita los efectos electromagnéticos y favorece el recalentamiento.

Otra causa habitual de zumbidos y murmullos la encontramos en los bucles de masa, cuando dos o más unidades de equipo están interconectados por audio, y quizás alimentadas desde enchufes con diferentes tomas de tierra. Una solución fácil consiste en tapar o torcer el contacto de tierra del enchufe de aquel equipo que produce el ruido. Debes tener cuidado, pues si algo falla la corriente puede llegar al chasis, en cuyo caso la electricidad viajaría por las conexiones de audio hasta encontrar el camino más corto a tierra. Si un cantante vocalizara por un micro conectado a dicho sistema, podría tener una actuación "electrizante". Miedo da sólo pensarlo.

La mejor recomendación para evitar diferentes bucles de masa y sus problemas de ruidos asociados consiste en conectar todo el sistema a un mismo enchufe o distribuidor alimentado desde un único cable. Ten en consideración que existen muchos edificios de vieja construcción que tienen las tomas de tierra en malas condiciones de conservación o, en el peor de los casos, ni siquiera cuentan con ellas.

La energía por la que pagas no siempre llega en óptimas condiciones. La carga que supone el encendido de neveras y equipos de aire acondicionado, genera caídas y bajas de tensión del suministro eléctrico central. Si un equipo informático cualquiera tiene una alimentación deficiente, podría comportarse de forma errática o simplemente quedarse colgado.

También podría sucederte durante el transcurso de una tormenta eléctrica o en los momentos posteriores a un apagón general. La mejor protección ante las sobretensiones y los picos eléctricos es instalar fusibles y acondicionadores de línea para mantener el suministro eléctrico dentro de unos límites que aseguren su forma de onda sinusoidal. Los electricistas instalan protectores y diferenciales para estos casos.

Por último, puedes usar sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI o UPS en inglés). Estos sistema llevan una batería de reserva recargable que mantiene estable el sistema de alimentación en caso de un apagón general o caída momentánea de tensión. Su capacidad se expresa en VA (voltios-amperios) y en los minutos de energía redundante de su reserva. Si son cargas de resistencia pura, como bombillas de incandescencia de 100W, los vatios totales equivalen a 100A. Si tu estudio consume sobre 960W, será recomendable un SAI que tenga 1.340VA. Esto lo calculas multiplicando los vatios por 140 (el 100%, más un 40% por seguridad).

Ahora deberías saber que la parte eléctrica es muy importante. Recuerda que no debes mantener juntos los cables eléctricos con los de audio y si tienes dudas es preferible consultar con un electricista antes de hacerlo con un bombero ¿?.

## 15.2 LA CONFIGURACIÓN DEL ESTUDIO.

Independientemente del tipo de local que utilices y después de lo explicado anteriormente sobre la electricidad, lo siguiente a realizar es el acondicionamiento. El suelo debería de estar cubierto (al menos en los lugares estratégicos) por una moqueta o una alfombra. La colocación de paneles absorbentes o de mantas en las paredes es una opción muy interesante. Olvídate de las cajas de huevos ya que en caso de fuego éstas lo propagarían rápidamente. Es factible que no utilices nada en las paredes siempre y cuando te interese el sonido que recojan finalmente los micros.

La configuración del estudio es muy particular en cada caso así que no voy a profundizar mucho más en esta cuestión. Lo ideal es repartir los espacios en función de las necesidades personales. Evidentemente la colocación de los instrumentos para un grupo debería ser idéntica a la colocación de los mismos en un escenario. El encargado de realizar la grabación debería situarse igual que un técnico de sonido en una actuación, aunque naturalmente todo dependerá de lo grande que sea el local.

## 15.3 ¿ESTAMOS TODOS?

Puede parecer una tontería, pero ¿no os ha pasado nunca?

En alguna ocasión he ido a realizar los preliminares de grabaciones y esperar al menos 2 horas a que llegaran todos los componentes y seguir esperando a que terminaran de .....charlar.....afinar.....ir al baño.....

Es muy importante que exista una cierta disciplina en ese aspecto. Eso dice mucho del grupo. Cuando se queda a una hora (al menos para grabar) se debe estar por lo menos media hora antes de lo acordado. Por ejemplo: los componentes van llegando y van colocando los instrumentos ..... afinándolos ..... partituras (si las hay) ..... charlar ..... ir al baño ..... cerveza o café..... el técnico comprueba las conexiones, estudia los primeros resultados, etc. En media hora no estará todo solucionado pero lo más "tonto" quedará resuelto. Sin un orden, lo que sería una sesión de tres horas se convertiría en cinco y con resultados.....en fin.

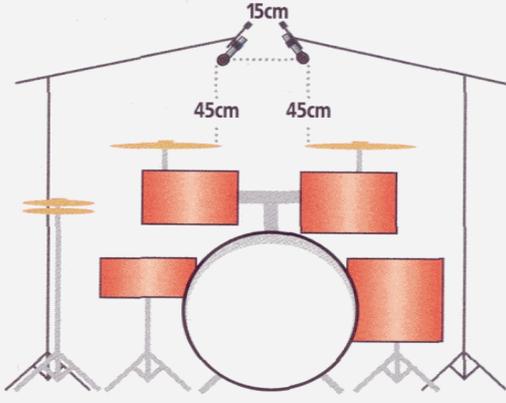
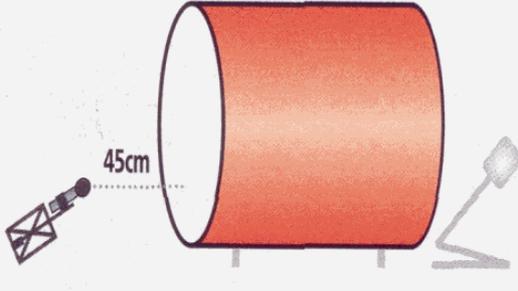
Bien. Estamos todos. Comenzamos a grabar:

## 15.5 UNA GRABACIÓN DE MÚSICA POP

La batería y el bajo suelen formar la base rítmica, así que lo mejor es siempre empezar con ellos. Para que el bajista tenga una referencia, primero se graba la batería. El camino más sencillo para grabar una batería consiste en usar tres micros. Para los micrófonos superiores puedes empezar ajustando el compresor con un ratio de 7:1, un ataque de 5ms y release automático. El umbral debería ajustarse de forma que todas las señales aparezcan en el medidor de reducción de ganancia, lo que podría resultar un ajuste de -30dB. Para el bombo, empieza con un ratio de 10:1, un ataque de 7ms y release automático. Asegúrate de que el bombo registre al menos 5db en el medidor de reducción de ganancia. A no ser que tengas un micro dinámico muy bueno, colocarlo directamente enfrente de la maza te dará un sonido apagado y sin vida. Si lo desplazas un poco, fuera del centro, capturarás algunas resonancias naturales además del ataque general, con el resultado de un sonido con más cuerpo. Dicho esto, si te mueves demasiado a la izquierda o hacia la derecha, la pegada puede llegar a ser demasiado explosiva, así que lo mejor es que experimentes hasta encontrar el lugar idóneo.

En los micros que se colocan sobre la batería, la imagen estéreo ya está presente, así que no hay necesidad de panoramizar. Aunque es normal panoramizar el bombo al centro, hoy día eso no es necesario. La costumbre viene de los tiempos del vinilo, en los que si colocabas un golpe de bombo completamente hacia un lado, la aguja del tocadiscos podría saltar fuera del surco. Piensa que también, en que el golpe del bombo está lleno de energía, y que si lo panoramizas a un extremo, uno de tus altavoces va a tener que trabajar más. Centrando el panorama tus altavoces se repartirán el trabajo. Así que, a menos que estés haciendo algo particularmente creativo o hayas grabado dos baterías, lo habitual es colocarlo totalmente en el centro.

La ecualización es necesaria debido a lo que se conoce como "efecto de proximidad". Si el micrófono se coloca demasiado cerca del bombo, los golpes de aire pueden dar lugar a una frecuencias graves bastante molestas. Es importante no abusar de la Eq aquí, ya que solamente es necesario un pequeño recorte. Para la mayoría de los bombos, un pequeño realce en la región de 6-12Hz puede acentuar el "clic" del ataque, mientras que ligeros realces en la región de 2KHz lo harán más sordo. Si necesitas un bombo más explosivo, aplica un pequeño realce en los 100Hz, y si hay demasiada resonancia o el sonido retumba, aplica pequeños recortes en 200-350Hz. Escucha cuidadosamente lo que has grabado, intenta eliminar cualquier frecuencia que no deba de estar presente y refuerza las que tengan que estarlo más. Para acentuar el golpe de caja en lo micrófonos de ambiente, prueba subiendo 5dB en la región de 280Hz y recorta 2dB en 12 KHz para eliminar el hiss en la parte alta del espectro. Si quieres sacar el impacto de la baqueta, realza alrededor de 5 KHz y, para conseguir un poco de resonancia, prueba a reforzar la banda de 100-300Hz. Un pequeño realce entre 7 y 10KHz puede potenciar el carácter metálico del charles, mientras que ligeros realces alrededor de 500Hz-1KHz harán más presente el "clang". La colocación de los micrófonos en la batería:

<p>1. Para grabar una batería, empieza situando dos micrófonos a unos 45 centímetros por encima de la batería y separados aproximadamente 15 centímetros. Asegúrate de que ambos se encuentran ligeramente inclinados hacia cada uno de los lados de la batería.</p>	 <p>Los micros superiores se ponen así...</p>
<p>2. Utiliza otro micrófono para captar el sonido del bombo. Éste se puede colocar sobre una almohada aunque, si es posible, intenta utilizar un pequeño pie y colócalo a unos 45 centímetros del parche.</p>	 <p>... y el micro del bombo de esta manera</p>
<p>3. Mientras el batería toca, empieza comprimiendo los micrófonos de arriba para</p>	<p>4. El bombo debe comprimirse más que los micros que se colocan sobre la batería. Debido a los transitorios rápidos del</p>

<p>evitar que produzcan saturaciones en la señal. Empieza con un ataque de 3ms, release automático y un ratio de 7:1. Seguidamente, baja lentamente el umbral hasta que cada sonido registre entre 3 y 5dB en el medidor de reducción de ganancia.</p>	<p>bombo, prueba con un ataque de 1ms, un release de 2ms (o mejor, un release automático), y un ratio de 10:1. Nuevamente, baja el umbral lentamente hasta que cada golpe registre 10dB en el medidor de reducción de ganancia.</p>
<p>5. El micrófono del bombo recogerá inevitablemente el sonido del resto de los elementos de la batería. Debido a la mezcla de esta señal u las de los micrófonos de arriba, puedes acabar con un volumen enorme. Para prevenir esto, emplea una puerta de ruido con un ataque rápido y un release lento.</p>	<p>6. Mientras estés grabando, pueden ser necesarios algunos ajustes de ecualización para adaptar el sonido a la sala. Si la batería suena poco natural y volviendo a colocar los micrófonos no mejora la situación, prueba a ecualizar un poco.</p>

Para grabar el bajo, además de poder hacerlo con caja de inyección, puedes hacerlo también con un micro. La elección del micro tiene un efecto enorme en el sonido que grabas. Los micros dinámicos tienen un filtro para reducir el exceso en graves que se produce al situar el micro cerca del altavoz, (efecto de proximidad), y dan un sonido mucho mejor. No es buena idea utilizar un micro de voz porque estaría sometido a una enorme presión de aire y podría degradar la respuesta del condensador.

Recuerda que la sala que elijas para grabar, puede tener una influencia muy significativa en el sonido final. Grabar un bajo en una habitación con paredes de piedra te dará un sonido con más brillo que si lo grabas en una sala con paredes de madera. Si decides grabar un ampli de bajo o guitarra con un micro, la posición de éste resulta de vital importancia. El sonido cambiará de forma drástica según lo muevas, y el mejor sitio para colocarlo viene determinado por la sala y el estilo musical que estés grabando. Por ejemplo, si estás grabando un tema de rock, probablemente lo mejor sea situar el micro enfrente del centro del ampli; mientras que si lo alejas del centro unos pocos cm tendrás un sonido mucho más sosegado.

Con la estructura básica hecha, debes dedicarte a la grabación de las voces. Este suele ser el mejor punto para introducirlas, ya que suelen dirigir siempre el sentido de la pista. Es mejor no aplicar Eq a las voces durante la grabación. Cuando grabes, prueba a colocar el micro lejos de las paredes, pero también evita colocarlo en el centro justo de la habitación, ya que, podría registrarse un ambiente excesivo de la sala. Lo ideal es colocar siempre el micro fuera del centro. En cuanto a la posición del vocalista respecto del micro, lo ideal es una separación constante de entre 20 y 25 cm. También es importante dedicar el tiempo necesario a que la mezcla de auriculares suene bien, porque así, ayudarás al cantante.

En general, lo mejor es ecualizar lo menos posible, pero dentro del contexto de una pista quizás debas ser flexible. Si modificas la cantidad de bajas frecuencias en la voz, entre 200 y 600Hz, ésta sonará más o menos lejana, con más graves sonará más cerca. También puede que tengas la sensación de que la voz necesita un poco más de "aire", (de 8 KHz en adelante) o presencia (entre 2 y 5KHz).

También puede venir bien añadir algunas frecuencias realmente agudas, por ejemplo entre 12 y 16KHz. Si en algún momento ves que estás añadiendo más de 6dB a cualquier frecuencia, entonces replantéate la situación, ya que puede que vayas a estropear, en lugar de arreglar.

## 15.6 LOS CIMIENTOS DE LA MEZCLA

Una vez que tienes todos los instrumentos grabados, llega el momento de mezclarlos. Es un proceso en que tendrás que tener en cuenta diferentes factores como podrás comprobar.

Cuando tengas todas las pistas disponibles en el multipistas, deberías empezar con el bombo, después la caja y por último el resto de la batería. Evita usar efectos o Eq durante esta etapa. Después debes seguir con el bajo. Usa el volumen para darle presencia y deja la Eq para más tarde.

El siguiente paso es añadir las voces, si no hubiera, entonces el riff principal.

Siguiendo con el montaje, si hay alguna guitarra, introdúcela cuanto antes, pero dándole un volumen algo menor que el de las voces. Después añade los teclados y ajusta el panorama si fuera necesario. Escucha de nuevo la mezcla y ajusta los niveles que se hayan descolocado. Intenta conseguir una mezcla equilibrada para poder procesarla más adelante. Después de todo este proceso, dale un respiro a tus oídos, y date un descanso (una hora como mínimo, o retoma el trabajo al día siguiente). Esto es muy importante, ya que descubrirás, cuando vuelvas al trabajo, algunos detalles que podrían haberse pasado por alto, sencillamente por "tozudez" auditiva.

Ahora que has dado un respiro a tus oídos, es el momento de aplicar los efectos.

Empezamos por la compresión. Lo mejor es empezar por el bombo y la caja. Después de comprimir, el volumen habrá bajado un poco, así que, aumenta la ganancia del compresor para devolverlo a su nivel original. El siguiente paso es comprimir el bajo, aunque si procede de un sinte o un instrumento VST (por ejemplo), seguramente ya estará comprimido. Continúa con las voces y no olvides usar el control de ganancia del compresor para dejar el nivel como al principio. Con el orden de las demás pistas, puedes seguir los mismos pasos como en los de la mezcla. Cuando termines, vuelve a darte un respiro, (una hora como mínimo, o retoma el trabajo al día siguiente).

El proceso siguiente, es aplicar ecualización. El objetivo general de la Eq, es dar a cada instrumento un peso y una localización específica dentro de la mezcla.

El bajo suele ser el instrumento que necesita más Eq, porque va por debajo de los 80 Hz y puede colisionar con el bombo, así que cualquier sonido que esté por debajo de esa frecuencia, no se escuchará bien.

Las voces no deberían ecualizarse demasiado. No obstante, si tienen sibilancia excesiva, atenúa la frecuencia de 6 KHz, ligeramente. Si las guitarras suenan demasiado altas, trata de no bajar el volumen ahora, porque podrías afectar a toda la mezcla. En lugar de esa, intenta usar la Eq. Los sonidos más brillantes se perciben como más cercanos y ligeramente más fuertes. Haz lo mismo con los teclados. Recorta con la Eq, si están muy altos, y si suenan débiles, realza también con Eq.

Recuerda la regla de oro de los efectos de sonido: no debe notarse su presencia cuando estén, pero debe notarse su falta cuando los quites.

### **15.a.1. Mezclar las voces.**

Mezclar las voces puede ser difícil, especialmente si lo que buscas es un sonido natural. Deberías evitar cualquier ecualización intensiva, ya que esto puede provocar que el sonido sea demasiado artificial y es importante grabarlo todo bien desde el primer momento.

Si la sibilancia es muy elevada (es decir, si se notan mucho algunas consonantes como las "S"), quizá puedas reducirla un poco recortando ligeramente en el rango de los 6-8 KHz o utilizando un de-esser. Lo mejor es grabarlo todo bien desde un principio.

En las mezclas en las que también haya guitarras observarás que éstas comparten las mismas frecuencias de las voces, librando una dura batalla por ver quién tiene mayor protagonismo. Por lo general, las voces son la parte más importante de una pista y se deberían escuchar por encima de todos los demás instrumentos, de modo que merece la pena comprimirlas a tope. Los ajustes a utilizar dependerán del intérprete, pero normalmente valdrá una relación de 3:1 con un umbral que haga que toda la interpretación se muestre en el medidor de reducción de ganancia.

Comprimiendo de esta forma, hay menos posibilidades de que la voz quede oculta detrás de otros instrumentos, no se escuche en las partes más silenciosas de la pista o, por el contrario, se oiga demasiado fuerte en las partes más altas. Si esto no es suficiente, prueba a utilizar un compresor con una entrada "sidechain". Introduce la voz en la entrada "sidechain" y la guitarra en la entrada normal. Una relación de 2:1 debería ser suficiente para que, cada vez que suene la voz, la guitarra que molesta se comprima. Si no dispones de un compresor con estas posibilidades, automatiza tu mezcla para bajar el volumen de la parte de guitarra un par de dB's cuando entre la voz. Si no puedes automatizar la mezcla entonces tu única opción es ecualizar la voz, aunque esto debería ser siempre el último recurso.

Utilizando un Eq paramétrico, refuerza un poco alrededor de los 2-5 dB y barre el rango de frecuencias de la pista de la voz. Seguramente encontrarás ajustes en los que la voz se hace más prominente y con más brillo, y con ello conseguirás que destaque un poco más.

Un camino mejor, sin embargo, es alimentar las voces a través de un excitador aural, insertándolo en tu mezclador. Ajusta el excitador de forma que mejore las frecuencias más altas y podrás llevar la voz a primer plano.

No es recomendable que apliques grandes cantidades de reverb a las voces a no ser que sea por motivos artísticos, ya que la reverb empuja el sonido al fondo de la mezcla. Sin embargo, pequeñas cantidades te ayudan a mejorar la interpretación. Prueba con un pre-delay de 15ms y una cola de 5-6ms.

## 16.1 Fraunhofer

El formato Mp3 de Fraunhofer es un sistema de compresión perceptual. El término perceptual se refiere a que trabaja siempre en relación a la percepción humana, buscando sólo los datos que nuestro oído puede percibir y desechando el resto. Mientras más detallado sea ese esquema sonoro, más datos tendrá que almacenar.

El sonido estándar utilizado, normalmente, es de 16 bits estereofónicos a una frecuencia de 44100Hz. Esta es la calidad de un Cd de audio tradicional. En este formato, cada muestra de 1 segundo ocuparía 1'4 Mb en "disco duro"

## 16.2 Compresión Mp3. Un estudio de radio

La emisión de radio en FM tiene una frecuencia de muestreo baja, 11Khz por canal. Por tanto, para almacenar más canciones en menos espacio, deberíamos muestrear a esas frecuencias para eliminar todo lo que no es posible escuchar, ya que la emisión FM lo recortará. De todas formas, hay que tener en cuenta que el sonido original siempre debe poseer una calidad superior a la del siguiente filtro que lo procese. En este caso, el filtro de Frecuencia Modulada. En una emisión FM, para obtener una cierta calidad, es aconsejable convertir la muestra a 32KHz (16Khz por canal), que nos da margen antes de la mezcla final del filtro.

En el caso de que la emisión se desee realizar en estéreo, podemos ahorrar cierto ancho de banda utilizando el parámetro "joint-estéreo".

En la mayoría de los equipos musicales tan sólo hay un subwoofer, y normalmente la música no da una impresión de tridimensionalidad. En estas frecuencias demasiado bajas o altas, el oído no tiene una percepción real del sonido. El formato Mp3 tiene la capacidad de utilizar el sistema IS (Intensity Stereo). Algunas frecuencias son grabadas en monoaural, ya que el equipo destino difícilmente puede representarlas.

En el caso de necesitar un poco más de calidad y aumentar esa percepción tridimensional del sonido, se puede combinar el modo IS del joint-stereo con la opción "Mid-side stereo", que consiste en guardar los dos canales mezclados y guardar solamente la información de diferencias entre ellos. Como conservamos esas diferencias, mantenemos buena parte del surround que teníamos en origen.

Como nuestra intención es ahorrar espacio para acumular la mayor cantidad de temas sin perder calidad de emisión, nuestro "bitrate" ha de ser discreto. 96Kbits/s es más que suficiente para una emisión FM de calidad. En un estudio de radio FM, un perfil adecuado consistiría en comprimir a 22Khz de frecuencia con un bitrate de 96Kb/s y utilizando en modo joint-stereo.

Sin tener en cuenta el joint-stereo, un segundo de muestra ocupa 96Kb, dos canales de 48Kb, respecto a 1'4Mb que sería la muestra original. Otra opción que proporciona suficiente calidad en poco espacio es el VBR (Variable Bitrate), que consiste en aumentar o disminuir el bitrate según la complejidad del sonido.

## 16.3 Compresión Mp3. Equipos portátiles

La mayoría de equipos de reproducción Mp3 portátiles, al estar conectado a un medio de reproducción analógico como son los auriculares o los altavoces de escritorio, suenan perfectamente a 128Kb/s, con una frecuencia de 44K1Hz. Los altavoces difícilmente reproducirán el sonido con mejor calidad, por tanto, es más que suficiente. Aún así, suelen perderse las frecuencias superiores a 15KHz.

## 16.4 Compresión Mp3. Locales de difusión

Cuando se trata de sonido profesional, tenemos un especial interés en que la respuesta sea lo más fiel posible al original y, por tanto, tendremos mucho menos ahorro de espacio, pero éste será considerable de todos modos. Cuando comprimimos a 128Kb/s estamos perdiendo un rango de frecuencias importante, las respuestas por encima de los 17KHz son malas. Además, el estéreo pierde el surround si está activado el joint-stereo. Para obtener sonidos que respeten al máximo el sonido original, necesitaremos utilizar un bitrate mayor para que sea más preciso. Cuando trabajamos a 192Kb/s, por ejemplo, la onda es muy similar a la original, aunque no exacta. El oído difícilmente podría distinguirlo, pero existe una pérdida. Este bitrate sería adecuado para una discoteca.

## 16.5 Compresión Mp3. Estudios de grabación

En los estudios de grabación, para almacenar piezas originales (masters) existen formatos mejores que el Mp3 (wav, iff, aiff, por ejemplo). Pero para almacenar muestras temporales para su posterior uso en un multipistas, por ejemplo, el formato Mp3 es ideal.

A 256Kb/s obtenemos una respuesta tan parecida al original que es casi imposible distinguirlos. El sonido es muy fiel a la muestra original, y el ahorro de espacio, aunque mucho menor, es también considerable.

Sin embargo, si trabajamos a 320Kb/s, aunque la fidelidad es casi perfecta, la diferencia entre ésta y la onda generada a 256Kb/s es tan mínima que casi es inapreciable. Estamos perdiendo calidad a partir de los 20Khz, que son el límite físico de la mayoría de periféricos de audición y de nuestros oídos.

En el sonido profesional no es recomendable utilizar el parámetro VBR, ya que la diferencia entre la onda original y el resultado suele ser bastante apreciable.

NOTAS.

11025 Hz Sample rate = Calidad de discurso.

22050 Hz Sample rate = Calidad de radio FM.

32075 Hz Sample rate = Calidad de cinta.

44100 Hz Sample rate = Calidad de CD.

48000 Hz Sample rate = Calidad de DAT.

96000 Hz Sample rate = Calidad de DVD.

## 17.1 TERMINOLOGÍA

### ARMÓNICO.

Componente del sonido cuya frecuencia es proporcional a otros componentes del mismo. Por ejemplo, la frecuencia del segundo armónico es el doble de la que representa la fundamental.

### FRECUENCIA FUNDAMENTAL.

El componente en frecuencia más bajo de un sonido. El cerebro suele identificar (aunque no siempre) la frecuencia fundamental con el tono del sonido.

### INARMÓNICO.

Un componente cuya frecuencia no es múltiplo entero de otros componentes. Los inarmónicos suelen añadir un carácter bastante áspero al sonido.

### ESPECTRO.

El contenido en componentes de las frecuencias que caracterizan a un sonido.

### FILTRO.

Un elemento que permite controlar qué frecuencias quieres incluir en el sonido final.

### FRECUENCIA DE CORTE.

La frecuencia a partir de la cual un filtro elimina componentes de tipo espectral, en vez de conservarlas.

### L.F.O.

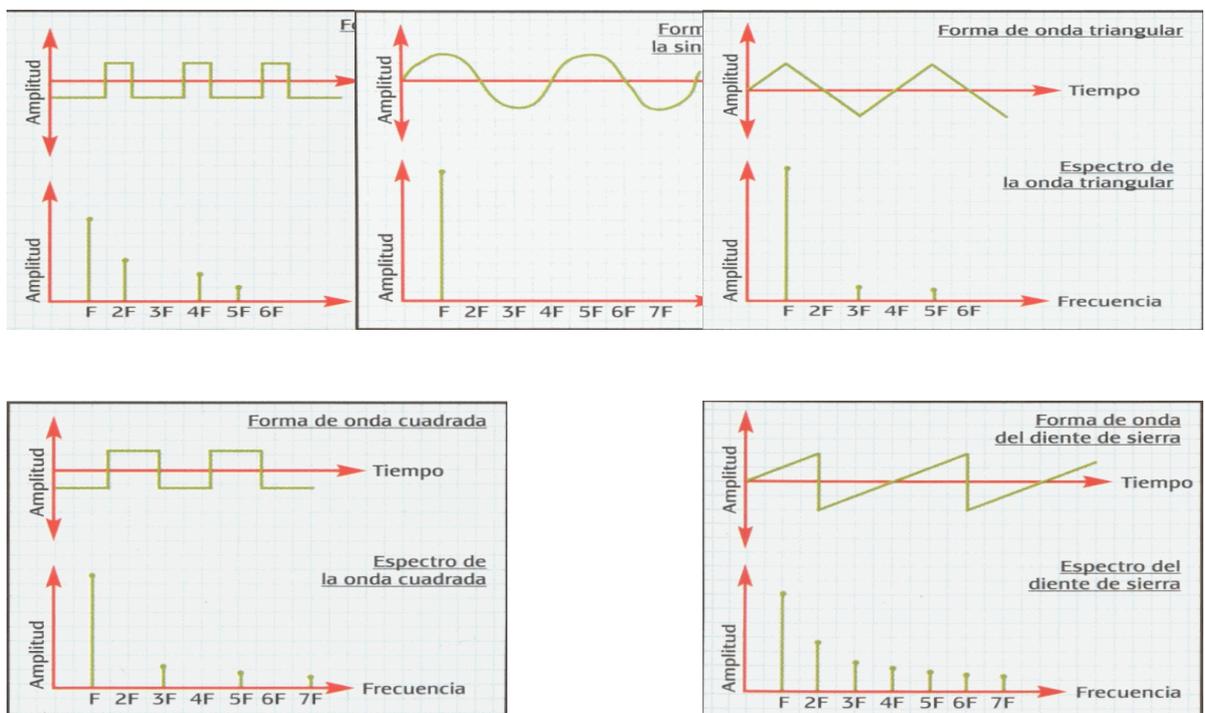
Oscilador de baja frecuencia que se emplea para suministrar una señal de control periódica a uno o más parámetros del sintetizador.

### RESONANCIA.

Realce o ganancia del filtro aplicada a frecuencias cercanas a la frecuencia de corte.

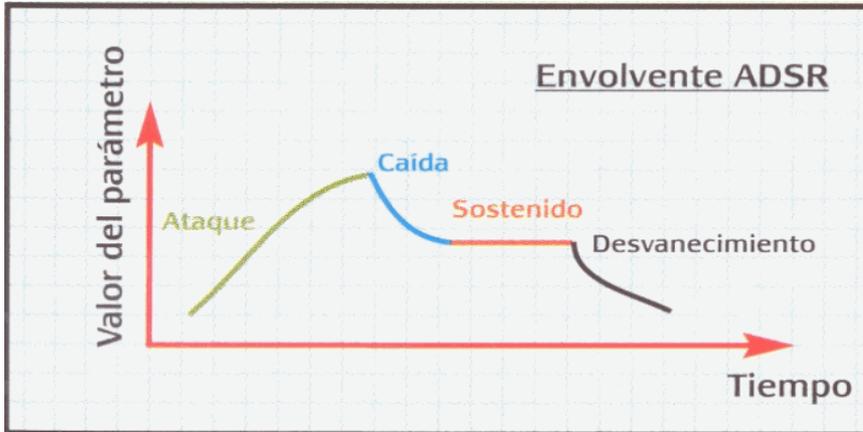
## 17.2 ANÁLISIS DE ENVOLVENTES

En un sintetizador encontrarás osciladores para crear cualquiera de las siguientes formas de onda:



Los osciladores son capaces de generar varias formas de onda con distintos timbres.

Además de los osciladores, también encontrarás generadores de envolvente. Estos producen una curva que se reproduce cada vez que tocas una tecla. El tipo más común de generador de envolvente se llama ADSR. La curva comienza en cero, se eleva hasta el máximo (ataque); baja hasta un nivel fijo (caída), permanece en él mientras mantienes pulsada la tecla (sostenido), y desciende hasta cero cuando la sueltas (liberación). A-ataque. D-caída. S-sostenido. R-liberación.



Gráfica de la envolvente ADSR.

Nos podemos encontrar con varios tipos de síntesis:

**SÍNTESES BÁSICA.**

Un sinte genérico está compuesto por un generador para el sonido básico y un modificador que modula ese sonido.

**SÍNTESES ADITIVA.**

Un sonido puede ser creado combinando sonidos simples o parciales. Cada parcial lleva un oscilador que produce una forma de onda simple cuya amplitud se ajusta con un amplificador.

**SÍNTESES SUBSTRACTIVA.**

Elimina las partes innecesarias del sonido original. Un oscilador substractivo produce formas de onda en diente de sierra, pulsos y triangular, ricas en frecuencias.

**SÍNTESES POR TABLA DE ONDAS.**

Tiene mucho que ver con el "sampling". Divide un sonido muestreado en una serie de tramos temporales y a cada tramo debes extraerle un ciclo de su forma de onda.

**SÍNTESES ALGORÍTMICA. (fm)**

Usa dos generadores de tonos. El primero controla la frecuencia del segundo. A la primera se le llama moduladora y a la segunda portadora. La amplitud de la frecuencia portadora define la intensidad, la amplitud e la modulador afecta al timbre.

**SÍNTESES DE MODELADO FÍSICO.**

Suele emplear modelos físicos de instrumentos reales para crear emulaciones acústicas de los mismos.

## 18.1 SMPTE

El único propósito del "time code", es mostrar el registro del tiempo. Es utilizado por otros equipos para seguir (chasing) al equipo que funciona como "master". Cuando se requiere piezas de audio, vídeo o equipos técnicos musicales (como por ejemplo, grabador y secuenciador) para trabajar en conjunto, se pueden necesitar algunas vías para asegurarse de que trabajan en relación. Esto se llama sincronización, y se abrevia "sync".

Para usar una banda de sonido para grabar información "sync", la información debe ser codificada en una señal-audio compatible, llamada "sync tone". Una banda de grabación en la cual se ha grabado un "sync tone" se llama "stripe".

Es preferible que las máquinas sincronizadas puedan unirse cuando comienza el "sync tone", aún cuando no se esté al comienzo del "stripe"; esto se llama "chasing" (persecución).

El SMPTE/EBU Time Code Standard, define la predominancia internacional aceptada como standard para un "sync tone" y permite a los dispositivos "perseguir" o localizar en una posición precisa.

En el año 1967, la Sociedad de Ingenieros de Cine y Televisión de Estados Unidos (Society of Motion Picture and Television Engineers) estandarizó el SMPTE Time Code. Esta norma fue compartida también por la Unión Europea de Medios de Comunicación (European Broadcasting Union); EBU. La versión de audiosync de SMPTE es denominada lineal o time code longitudinal (LTC).

Los usos del SMPTE incluyen precisas ediciones de vídeo y sincronizaciones de banda fílmica de sonido. El código de tiempo se encuentra codificado en el SMPTE en hora, minutos, segundos y frames (cada uno de los cuadros que componen una imagen de vídeo), por ejemplo 24:59:59:59.

Los frames o cuadros se miden en frames por segundo (fps). Existen 4 velocidades de frames (frame rate) estandarizadas, que fueron surgiendo según las necesidades de los formatos de cine y televisión como el PAL y NTSC.

30 fps. Esta es generalmente usada en aplicaciones de Audio en América. Fue adquirido por Sony para la producción de Cd's.

25 fps. Variante EBU, es usada en Europa, Latinoamérica y Australia donde la frecuencia principal es de 50Hz y el sistema Tv Color es PAL o SECAM.

24 fps. Usada principalmente para el trabajo fílmico y ocasionalmente usado para el audio.

30 fps Drop (disminuido). Este sistema rige en los Estados Unidos y en Japón. El frame rate es de 29.97 fps exactamente y generalmente en 60Hz (frecuencia principal de NTSC, televisión estándar).

Entonces el formato de 30 fps quedó relegado a las aplicaciones de audio. El formato 30 fps Drop quedó para las aplicaciones NTSC.

Aparte de las distintas velocidades, el SMPTE/EBU, se puede encontrar en dos formatos: LTC (Longitudinal Time Code) y VITC (Vertical Interval Time Code).

El formato LTC se encuentra grabado en una banda secundaria del soporte y se mantiene a lo largo de todo el programa. De ahí el nombre de longitudinal. Para su codificación se emplea un estándar de modulación llamada "bi-fase Manchester".

La variante al formato LTC para el vídeo es el VITC. La señal de vídeo dispone de espacios en donde no existe información real de vídeo, llamados "retorno de línea vertical" y en donde se inserta la información SMPTE.

Todavía existe otra variante para el SMPTE. Como en los estudios de grabación de audio se quiso relacionar los grabadores multipista con algunos de los equipos MIDI, se usó un patrón de información parecido al usado en vídeo, se codificó usando los estándares Midi. Esta variante fue llamada MTC (Midi Time Code).

**NOTAS.**

La sigla PAL se denomina así por Phase Alternation by Line (alteración de fase por línea). Este es el estándar de la televisión en color ampliamente usado en Europa, incluyendo UK, con 625 líneas y 25 fps. PAL es un derivativo del sistema americano NTSC, pero la fase transportadora de uno de los componentes de colores es invertido en líneas alternas: esto compensa por los tramos de matices que pueden de otros modos ser causados por distorsión de fase.

La sigla SECAM se refiere a Systeme Electronique Couleur Avec Memorie. Este es el estándar de Tv color usado en Francia, muchos países del ex –bloque comunista y otros territorios diseminados sobre los cuales se asentara el general francés De Gaulle. Este estándar también está asociado en la actualidad con 625 líneas y 25 fps. En SECAM los dos componentes de color son cada uno de ellos transportados alternativamente en líneas alternadas. La producción de vídeo para SECAM es frecuentemente ejecutada en PAL, la señal convertida en SECAM para transmisión.

## 19.1 Terminología diversa

### AES3

Esta norma de Audio Engineering Society, también conocida como AES/EBU, define un protocolo representativo de la señal de audio digitalizada para transmisión de flujos de datos en serie. En un principio fue destinada a simplificar la transición del analógico al digital de los estudios en los que ya existían grandes inversiones en infraestructura de circulación de señales: cables pares blindados y equipos analógicos. La secuencia del flujo de señal arranca con un preámbulo del cuadro (una serie de bits que indica el arranque del cuadro o frame) seguido de un sub-cuadro o de un bloque y de 24 bits representativos de la señal de audio; la secuencia termina con bits administrativos que identifican las características de los propios datos (cadencia de datos, formato profesional o de consumo, audio lineal o comprimido, etc...)

Las señales AES3 pueden ser integradas en las señales y cableados SDI (vídeo digital serie) de TV. Por eso la interfaz dispone de auto- temporización y de técnicas destinadas a permitir la transmisión de la señal de audio digital a través de los cables ya existentes.

### AES-17.

Publicadas en 1990, las Guidelines of the Measurement of Digital Audio Equipment se destinan a especificar y verificar el comportamiento de equipos de audio digital de medio y alto rendimiento. Los tests que define, algunos de ellos idénticos a los efectuados sobre equipos analógicos, se adecuan a las exigencias específicas de los equipos de audio digital y a los efectos de sus imperfecciones.

### ALIASING.

Es un tipo de distorsión de la señal que suele darse durante la conversión A/D si la frecuencia de muestreo es menor que el doble de la mayor frecuencia de la señal. Algunos convertidores A/D emplean filtros de aliasing para eliminar frecuencias por encima de la mitad de la frecuencia de muestreo (**ver el Teorema de muestreo de Nyquist**).

### AMPLITUD FS (FULL SCALE).

La medida "fondo de escala" se refiere a una amplitud referida al final de una escala, sea en decibelios o en porcentaje. Esta amplitud corresponde al 100% del nivel de salida del equipo. Como la medida se basa en una onda senoidal puede suceder que las lecturas con señales digitales (ondas cuadradas) excedan ese valor en 3,01 dB FS (este nivel no es recomendable porque las ondas cuadradas, cuando presentan inclinaciones (tilt) o sobre-oscilaciones (over-shoot) que las exceden pueden dar origen a limitaciones de la señal).

### CONEXIÓN EN PARALELO.

Es un sistema de conexión de altavoces que produce una impedancia más baja que la de cada uno de ellos por separado. Dos de 8 Ohm conectados en paralelo dan una impedancia de 4 Ohm.

Para poder transferir la máxima potencia de un amplificador a un altavoz, la impedancia de ambos ha de coincidir. Si el ampli tiene una impedancia de 4 Ohm y la del altavoz es de 8 Ohm, necesitarás conectar dos altavoces en paralelo para obtener una carga de 4 Ohm.

### DC. Componente continua.

Es la asimetría vertical de la onda. Al eliminar la componente continua, la forma de onda aumenta su simetría vertical, es decir, el lado positivo de la onda tendrá una amplitud más parecida a la del lado negativo, y eso nos permitirá aplicar una mayor normalización.

### FASE.

Cuando se conectan en "fase", los conos de los altavoces se mueven juntos hacia un lado y otro. "Fuera de fase", significa que mientras uno se desplaza hacia atrás, el otro lo hará en sentido opuesto.

#### FOLDING FREQUENCY.

Es la frecuencia de audio igual a la mitad de la frecuencia de muestreo.

#### FRECUENCIA DE MUESTREO.

Es la frecuencia con que son "medidos" los niveles instantáneos de la señal analógica de forma que se transforma en impulsos modulados en amplitud (PAM) Pulse Amplitude Modulation.

#### FRECUENCIA DEL LÍMITE SUPERIOR DE LA BANDA PASANTE.

Es la frecuencia más elevada en que un equipo puede aceptar dentro de una variación de amplitud específica.

#### LÍMITE SUPERIOR DE BANDA.

Se considera este límite a la frecuencia más elevada de la señal medida. La frecuencia límite debe ser de 20.000Hz cuando se utilizan frecuencias de muestreo de 44'1 y 48KHz; para otras frecuencias de muestreo la frecuencia límite debe ser especificada.

#### MONITORES LATERALES.

Son un tipo de monitores de escenario diseñados para una posición elevada a cada extremo del mismo. Estos se utilizan para ofrecer una mezcla general, similar a la que oye la audiencia.

Elimina la realimentación entre los micros y el sistema de monitoraje por medio de dos altavoces monitores conectados de tal forma que estén fuera de fase el uno con el otro. Esto cancela las señales en el área donde se solapan y es ahí donde has de colocar el pie del micrófono.

No te pases con la potencia de tu sistema "Backline". De 100 a 150W es el máximo que necesitarás en condiciones normales. Si no te parece suficiente, usa P.A.

#### PITCHSHIFTING.

Consiste en cambiar el tono de un fragmento de audio sin modificar su duración.

#### RESONANCIAS.

Cuando existen dos o más señales con frecuencias diferentes en un mismo circuito aparecen otras señales con frecuencias iguales a la suma y a la diferencia de las frecuencias de las señales originales; a esas señales se las conocen como resonancias. Algunas resonancias tienen designación propia. Por ejemplo, cuando se utiliza una resonancia entre dos frecuencias (caso de los receptores de radio y televisión con frecuencias intermedias obtenidas por método heterodino) la resonancia no utilizada (que puede provocar efectos indeseables) es la frecuencia imagen de la resonancia utilizada. En el caso de las señales digitalizadas, cuando existen componentes de la banda de audio con frecuencia superior a la frecuencia de muestreo, los resultados de las resonancias caen dentro de la banda, de manera que pueden ser audibles.

#### RESPUESTA POLAR.

Término utilizado para describir el área de recepción que abarca un micro. Los omnidireccionales recogen el sonido en casi todas las trayectorias, mientras que los micros unidireccionales (cardioides) se enfocan sobre todo al registro sonoro en un solo sentido.

#### TEOREMA DE MUESTREO DE NYQUIST.

Este teorema demuestra que la frecuencia de muestreo de un sistema de audio digital debe ser por lo menos el doble de la frecuencia de audio analógico más alta. En caso contrario se produce una distorsión de la forma de onda resultante denominada "aliasing". Se trata de una ley física denominada así en honor del físico Nyquist que la elaboró. Las frecuencias por encima de la frecuencia de Nyquist se convertirán en "folding frequency" (frecuencia "de plegado")

## TIMESTRETCHING.

Consiste en alterar la velocidad de un fragmento de audio sin variar su tono.

Para descubrir qué factor de estiramiento debes aplicar a un bucle para que encaje con el tempo de otro, divide el tempo del bucle que estás estirando, entre el tempo deseado.

## 19.2-Teoría. Funcionamiento de los altavoces.

El woofer es el cono más grande de un altavoz y se mueve siguiendo el ritmo de los bajos. Este movimiento es la esencia del funcionamiento de un altavoz. La agitación de las moléculas de aire que hay frente al altavoz genera una onda que atraviesa el aire a 343 m/s, o 0°1235Km/h a 20° Celsius. Por cierto, cuanto más juntas estén las moléculas del medio, más rápido viajará el sonido. La velocidad del sonido debajo del agua es de 1.482m/s, mientras que, el acero propaga el sonido a unos 5.960m/s, ó 21.456Km/h.

En el mundo del audio analógico, el movimiento de bajas y altas presiones de las ondas sonoras está representado por una corriente eléctrica que alterna entre valores positivos y negativos, y de ahí el termino "corriente alterna". El amplificador realza estos diminutos niveles de tensión eléctrica antes de enviarlos por los cables hasta las conexiones posteriores de un altavoz.

Los componentes que realizan la conversión de electricidad en ondas sonoras se denominan transductores, y suelen identificarse por el cono circular o cúpula (conocida como diafragma) que hay montado en la fachada del altavoz.

Conectada a la parte posterior del diafragma está la bobina móvil, un cable fino y largo que está enrollado con fuerza alrededor de un tubo vacío. En el interior del transductor, la bobina está suspendida dentro de un potente imán con forma de donut. Para máxima sensibilidad, la bobina se coloca muy cerca de la superficie interior del imán. Se evitan daños por el contacto si la bobina está cuidadosamente centrada y unida a una especie de chapa ondulada redondeada, el "anillo elástico". La flexibilidad de este pieza le permite actuar como un muelle que devuelve la bobina a su posición estacionaria cuando no se aplica ninguna señal.

Imán, anillo y bobina están montados en un marco metálico circular: el entrehierro. El borde exterior del diafragma también está alineado con el entrehierro, sujeto con un anillo de espuma, plástico o goma, conocido como suspensión. La suspensión cierra la parte posterior del transductor y ofrece una flexibilidad que permite las vibraciones del diafragma. Si no es posible, al altavoz, no funcionará. Aporta una elasticidad que ayuda al anillo a devolver al diafragma a su posición estacionaria en ausencia de la señal. Por último, la suspensión contribuye a amortiguar las vibraciones que recorren toda la superficie del transductor hasta el borde exterior del diafragma.

Cuando aplicas a la bobina la señal eléctrica procedente del amplificador, se forma un electroimán. Como la señal eléctrica cambia entre valores positivos y negativos para simular la forma de onda del audio, la bobina alterna polaridad electromagnética entre norte y sur, alejándose y acercándose al imán permanente. Este comportamiento es el que acaba moviendo el diafragma como si fuera un pistón, para excitar el aire que rodea el altavoz y producir el sonido que oímos.

En realidad, el transductor de un altavoz, sólo es un motor eléctrico que cambia de sentido en función de cómo sea la corriente alterna.

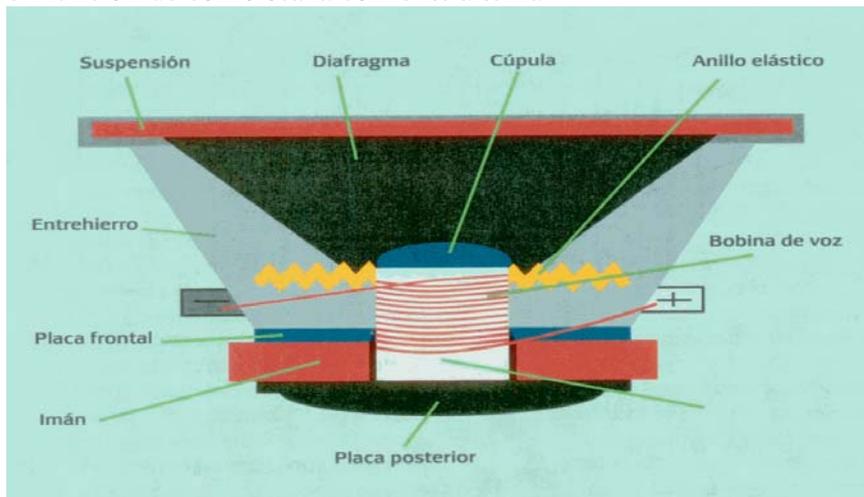


Diagrama de un altavoz.

### 19.3 Tipos de transductores y sus cortes de frecuencia

Los Hertzios (Hz), son el número de ciclos completos (estado negativo-positivo), que realiza una forma de onda en un segundo. Ante una nota grave de 100Hz, el cono del "woofer" vibra adelante y atrás 100 veces por segundo.

El margen de frecuencia audibles para una persona joven, comprende de 20Hz a 20KHz. Al envejecer, nuestra capacidad para percibir las frecuencias más altas cae a los 17-18KHz, mientras que el daño de una excesiva exposición al ruido puede provocar una ausencia auditiva en torno a 4KHz.

Teniendo en cuenta la explicación de los Hz, existen diversos tipos de transductores en función de la capacidad para representar las frecuencias.

**TWEETER.**

Transductor para las frecuencias más altas del altavoz, desde unos 2'5KHz hasta más de 20KHz.

**UNIDAD DE MEDIOS.**

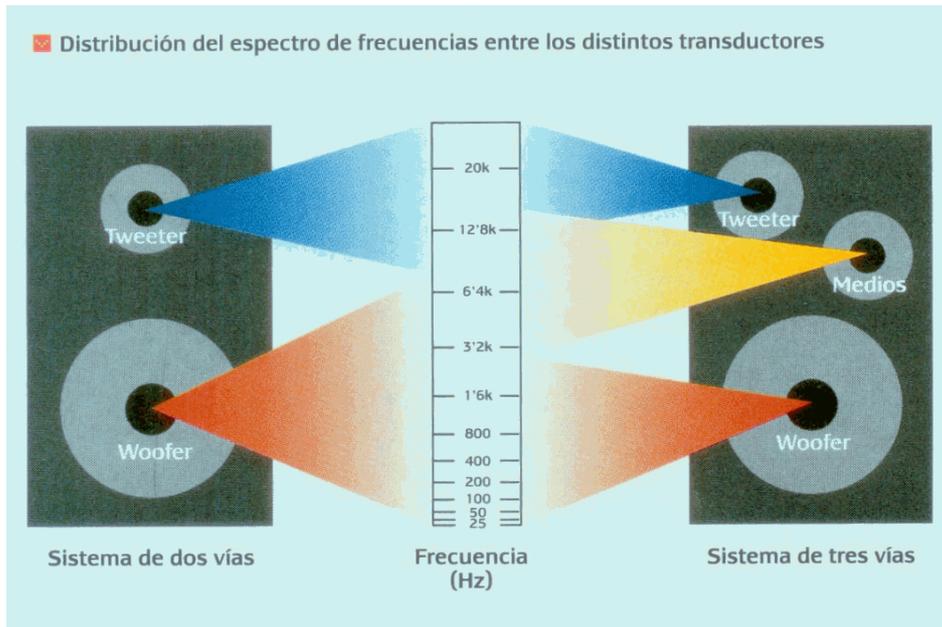
Transductor opcional para las frecuencias que quedarían solapadas por el "tweeter" y el "woofer". Usando una unidad de medios, el "woofer" puede dedicarse a lo que mejor hace: reproducir los graves, y el sistema asegura una salida más intensa sin temor a saturar el "tweeter".

**WOOFER.**

Es el transductor más grande del altavoz. Es capaz de reproducir frecuencias comprendidas entre 30Hz y 2'5KHz.

**SUBWOOFER.**

Transductor especial que incorpora un imán y una bobina de voz más voluminosos para producir frecuencias "ultr Graves" entre 20Hz y 80Hz.

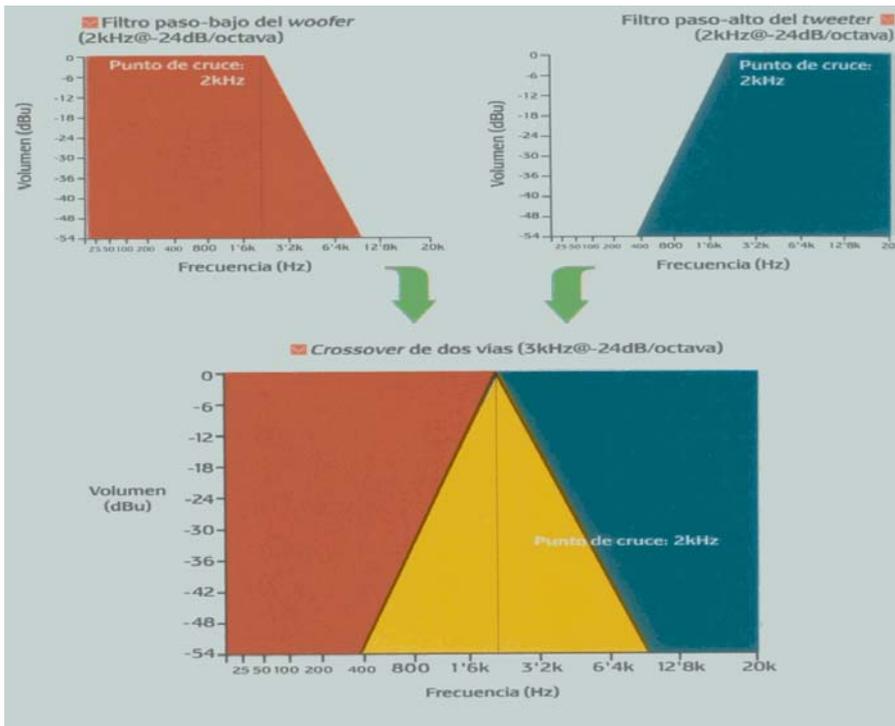


Antes de reproducir la señal musical mediante un sistema de varias vías, primero hay que dividirla con una red de filtros paso-alto o paso-bajo conocida como crossover.

Esta red separa todo el espectro de la señal en las bandas de frecuencia que mejor maneja cada transductor. Si el "crossover" no incluyera el filtro paso-alto que protege al tweeter, podrías desgarrar su delicado diafragma y quemar su bobina cuando tuviera que reproducir unos graves potentes. Para no dañar el comportamiento del tweeter, hay un filtro paso-bajo que corta la señal, pero no las frecuencias más bajas que irán al woofer.

Los filtros de cruce no bloquean las frecuencias superiores o inferiores a sus puntos de corte, así que siempre se solaparán frecuencias, compartidas por ambos transductores con desigual respuesta en frecuencia. Para minimizar este efecto se emplean pendientes de filtro más pronunciadas.

En vez de usar un filtro paso-alto que caiga  $-6\text{dB/octava}$  a partir de  $2\text{KHz}$  (dividir entre dos o doblar la frecuencia, equivale a un cambio de octava), mejor utilizar pendientes de  $-24\text{dB/octava}$ . Así, en una mezcla que contenga frecuencias inferiores a  $250\text{Hz}$ , el nivel de la señal que pasa al tweeter será más de  $-72\text{dB}$  más suave, lo cual minimiza el riesgo de sobrecargarlo.



Diagramas con el desglose de los filtros paso-bajo y paso-alto que componen un crossover de dos vías.

## 19.4-Monitores

¿Cuanta potencia necesitas?

Comprueba las especificaciones de un par de altavoces pasivos y fíjate en la sensibilidad. Por ejemplo, 89dB @ 1wRMS/m. Eso significa que el altavoz producirá 89dB a un metro de distancia con un sólo watio de potencia RMS. No está mal, dado que el nivel de escucha recomendado durante ocho horas es de 85dB. Para el menor aumento de volumen (+3dB), dobla la potencia del ampli según esta tabla:

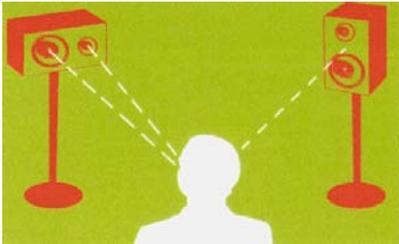
1 WATIO RMS.	89dB/m
2 WATIOS RMS.	92dB/m
4 WATIOS RMS.	95dB/m
8 WATIOS RMS.	98dB/m
16 WATIOS RMS.	101dB/m
32 WATIOS RMS.	104dB/m
64 WATIOS RMS.	107dB/m
128 WATIOS RMS.	110dB/m
256 WATIOS RMS.	115dB/m

Hace falta mucha amplificación para obtener un pequeño aumento de ganancia. Si con 1w tenemos 90dB, ¿para qué más? La música contiene transitorios ultrarrápidos que requieren más potencia durante momentos muy breves. Los graves necesitan potencia para mover enormes cantidades de aire, y si un amplificador trabaja dentro de sus límites es probable que produzca menos distorsión, menos ruido y una salida más limpia. Cuando optes por un ampli, intenta que ofrezca la mayor cantidad realista de potencia RMS.

Lo ideal para un monitor de referencia oscila entre 80 y 100W RMS por canal. Además, es preferible disponer de un ampli con el doble de potencia especificada para tus altavoces a tener que forzar la salida del amplificador hasta el límite máximo de tus monitores, superando el tope de potencia del ampli, lo que provoca un severo recorte de los agudos y los graves de la forma de onda.

## LA COLOCACIÓN DE LOS MONITORES.

¿Horizontal o vertical?



Tras años acostumbrados a ver los Yamaha NS-10 tumbados sobre los puentes de medidores de los mejores estudios.....¿de verdad importa la posición?

Aquí van unas cuantas razones contra la colocación horizontal:

-Si el tweeter está cerca de superficies duras, como una mesa, una estantería o un mezclador, puede generar reflexiones retardadas en las frecuencias medias y superiores. La combinación de reflexiones desfasadas con el sonido directo, suele producir huecos pronunciados en forma de peine a lo largo de la respuesta en frecuencia, y de ahí el término "filtro en peine".

-Si te colocas justo enfrente de una caja vertical (es decir, con el tweeter encima del woofer), la distancia que recorre el sonido desde los dos conos hasta tus oídos no se modifica sobre una zona de escucha bastante amplia. Cuando la caja está en horizontal, es más fácil que estés más cerca de un cono que del otro. En el punto de encuentro de los conos donde comparten sonidos cercanos a la frecuencia de cruce, las ondas sonoras independientes se combinan algo desfasadas. La longitud de onda de la frecuencia de cruce de 3KHz será de 11cm. Si se escucha un cono 5'5cm más lejos que el otro, desaparecerán las frecuencias comunes porque se cancelan las fases de las ondas. Algunos fabricantes retraen el tweeter dentro del recinto para conseguir un mejor alineamiento acústico dentro de la caja.

-Si colocas la caja del altavoz horizontal, con el woofer y el tweeter codo con codo, aumenta el riesgo de que frecuencias compartidas por dos conos (junto al punto de cruce), alcancen al oído del oyente en un momento distinto. Esto puede provocar huecos a esas frecuencias por culpa de la cancelación de las formas de onda en contrafase.

-La colocación de la caja en posición vertical, con el tweeter encima del woofer, contribuye a que las frecuencias comunes lleguen al oyente con la misma fase.

-Si a pesar de todo, mezclas con monitores tumbados, conviene que apunten hacia tu cara (no en dirección frontal), para que la distancia entre los conos y los oídos sea lo más parecida.

## 19.5 Cableado de sonido

Cuando vayas a soldar cables con conectores, debes determinar la polaridad correcta de cada conector o si no, la señal de audio estará fuera de fase. En el caso de las conexiones no balanceadas, la pantalla se suelda a la funda y el núcleo a la punta. Para las conexiones balanceadas hay dos conductores en el núcleo, que deberás identificar por su color. Uno se suelda a la punta del conector y el otro, a su anillo. La pantalla se une a la funda. Las conexiones tipo XLR figuran como:

1 Pantalla. (Shield). 2 Vivo. (Hot) 3 Frío. (Cold)

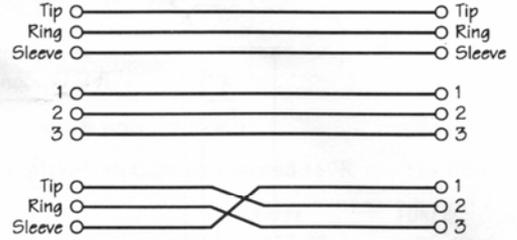
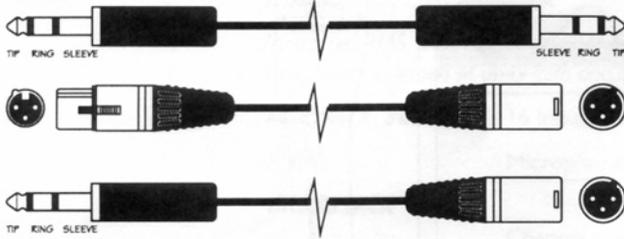
A continuación podrás contemplar varios esquemas de cableado.

**Diagrama de cables.**

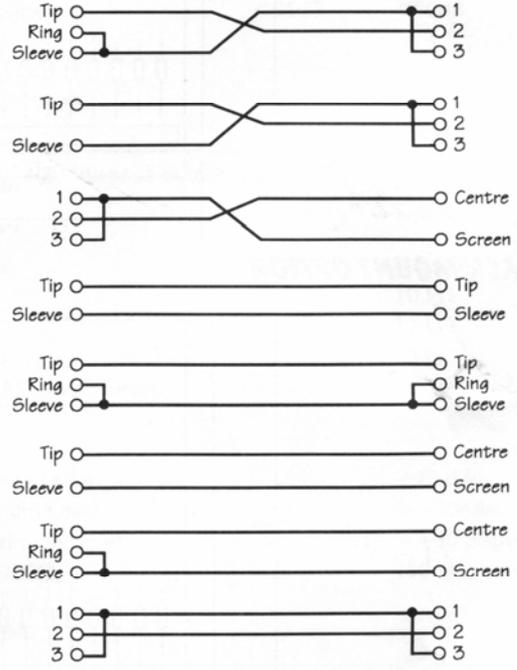
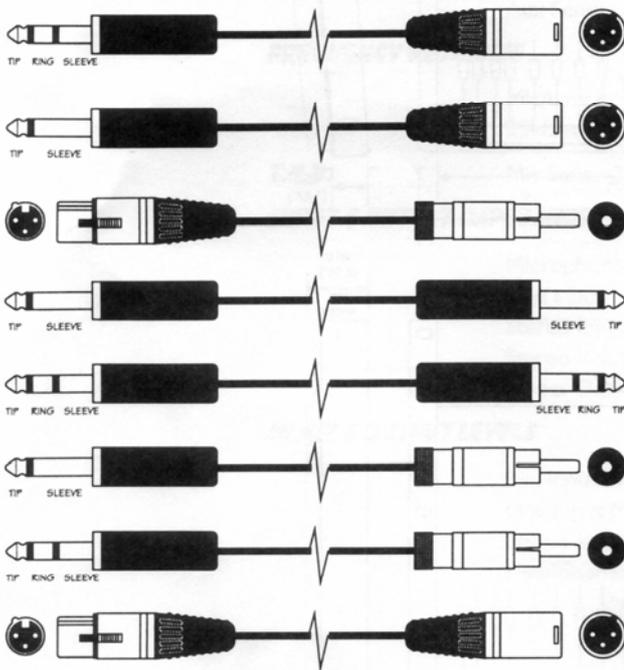
**Segundo diagrama de cables.**

# Diagrama de cables.

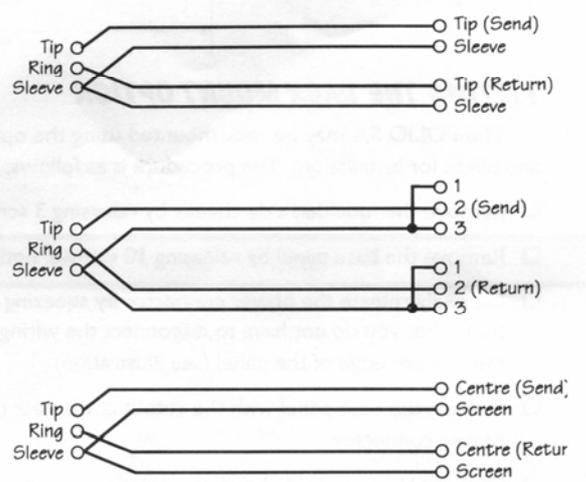
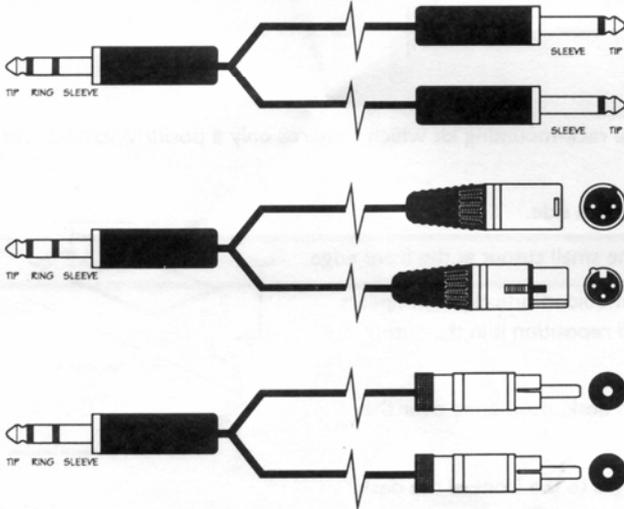
## Balanced - Line, Mix L & R, Sub L & R, Aux, Stereo Inputs



## Unbalanced - Direct Output, Control Room L & R, Stereo Inputs



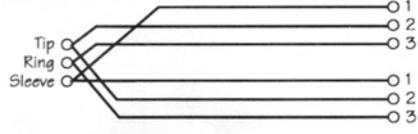
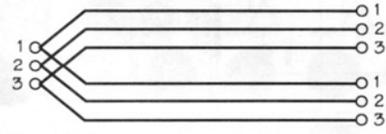
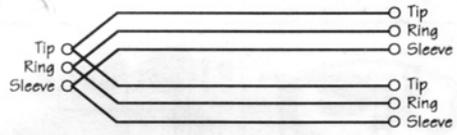
## Insert Leads - Mono Inserts, Mix L & R Inserts



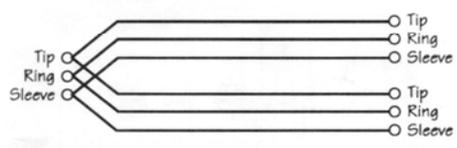
# DIAGRAMA DE CABLES 2.

## 'Y' Leads (Balanced)

Where used... Aux, Mix outputs

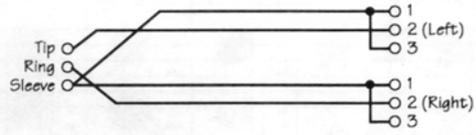
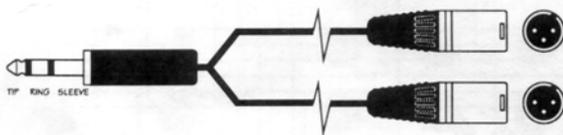
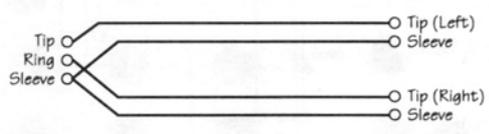


## Headphone Splitter

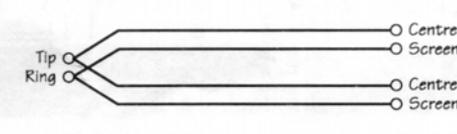
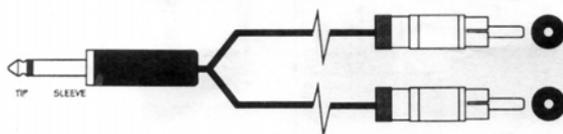
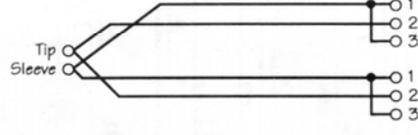
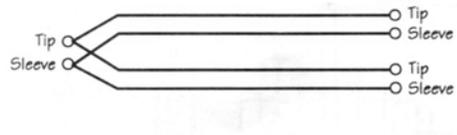
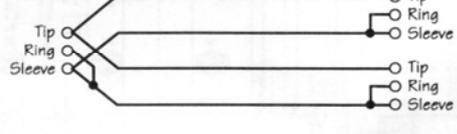


## Headphone Separator

Note: for every doubling of headphones the load impedance is halved. Do not go below 200R.



## 'Y' Leads (Unbalanced)



## 20.1 AUDIO A 192 Khz

En teoría, la frecuencia de muestreo que necesitas es el doble de la frecuencia más alta que te gustaría grabar. Los humanos podemos oír sonidos con frecuencias de hasta 20KHz, y por ello la frecuencia de muestreo de 44.1KHz debería ser suficiente para nosotros.

En realidad, la frecuencia de muestreo de los Cd's no se eligió por su rendimiento, sino como un compromiso entre la calidad del sonido y la cantidad de datos de audio que podían grabarse en la primera generación de discos compactos. El problema en los sistemas tradicionales de muestreo de audio digital, es que éstos representan como frecuencias graves aquéllas cuyo valor supera a la mitad de la frecuencia de muestreo. Prueba a tocar notas muy agudas en un sinte virtual malo y escucharás un ejemplo de este efecto que se conoce como "aliasing" y suena una interferencia desagradable.

Cualquier frecuencia que esté por encima de la mitad de la frecuencia de muestreo tendrá que ser filtrada. Y por desgracia, aunque ese filtrado ocurre por encima del rango audible, puede distorsionar la alineación en el tiempo de las frecuencias que caen más abajo en el espectro. Usando una frecuencia de muestreo mayor, este filtrado se lleva a cabo en frecuencias muy altas, de forma que los artificios quedan por encima del rango de escucha humana. Sin embargo, tanto las frecuencias de muestreo del audio digital como la calidad de los convertidores analógico-digital han aumentado a lo largo del tiempo. Los convertidores digitales de hoy en día utilizan a menudo técnicas de sobre muestreo de cara a reducir la distorsión al mínimo, de forma que los efectos de una frecuencia de muestreo alta son relativamente pequeños.

Aunque al trabajar a una frecuencia de muestreo elevada puede mejorar la calidad de sonido, donde se aprecian diferencias importantes es en las técnicas de procesado de la señal tales como la ecualización, la simulación de amplificadores o el recorte suave (soft-clipping). Todas estas técnicas pueden modelarse de forma más cercana a sus contrapartidas analógicas si se utiliza una frecuencia de muestreo muy alta. El que tus plugins sean verdaderamente capaces de sacar el máximo partido de esto, depende de lo bien que hayan sido diseñados, y en último extremo tendrás que utilizar tus oídos para emitir el juicio final.

Los archivos de audio a 192KHz ocupan más espacio y exigen mucho más del disco duro, así que el número máximo de pistas que puedes manejar empezará a descender. Además reducirías la compatibilidad al no estar muy extendido este formato. ¿Para qué, entonces te serviría trabajar con este formato? Actualmente hay muy pocos aparatos a nivel de consumo que trabajen a esta resolución. Grabar a esta resolución sí parece interesante. Al realizar una grabación multipista a una frecuencia de muestreo tan elevada asegura que todas las partes grabadas mantengan una fidelidad muy alta, es ideal para fuentes de sonido acústicas. Cuando llega el momento de la mezcla, trabajar con una fidelidad tan alta ayuda a establecer juicios sobre el volumen, ecualización, efectos y demás de cada pista en relación con el resto. Y aunque el formato final sea de 16 bits a 44.1KHz, la precisión en la mezcla debería mejorar el sonido final. Lo notarías perfectamente en una grabación de música clásica, ya que capturaría el sonido con la máxima precisión.

Para terminar, debes recordar el dicho de: "aunque la mona se vista de seda.....mona se queda". Quiero decir con esto que, los equipos de mejor calidad no van a mejorar tu música. No importa a qué resolución se haya grabado un tema si éste es malo. Procura dedicarte más a la elaboración de un buen tema sin preocuparte demasiado por los medios que emplees. Yo tengo un sampler Ensoniq Mirage del 1984 que trabaja con 8 bits. Vale, bien.....no podrá competir nunca con cualquier Akay ni con el NN-XT de Reason, pero te aseguro, que buscando el sonido adecuado y exprimiendo hasta conocer perfectamente tu equipo, podrás conseguir resultados más que aceptables.

Mi opinión personal es que trabajar con sonidos profundos, con gran cantidad de armónicos (como algo orquestal) a una resolución de 192KHz da muy buenos resultados, pero no se hace imprescindible (al menos de momento). Para demás estilos de música (pop, funk, dance.....) no tiene excesiva relevancia trabajar con este formato.

## 20.2- EL DITHERING

Continuando con el tema de la resolución del audio, existe uno de los procesos más delicados que se pueden aplicar al sonido digital: el dithering.

Un sonido se muestrea midiendo su valor repetidas veces con la entrada de audio del grabador, tarjeta de sonido o cualquier otro tipo de hardware dedicado a la grabación de sonido. La frecuencia de muestreo determina cuántas veces se mide el sonido. Una frecuencia de muestreo más alta proporciona una fidelidad mayor. La frecuencia de muestreo estándar usada para los Cd's es 44100 Hz (44'1KHz) y significa que el sonido se muestrea 44.100 veces por segundo. Por otro lado tenemos la resolución. Este valor expresado en "bits" especifica con cuánta precisión se almacena cada uno de esos valores que se miden. Si el número de bits es mayor, la calidad mejora. Entonces, si se trabaja en un formato como podría ser 44100Hz y 32 bits y ese trabajo lo queremos guardar en un cd con formato audio, se nos presentaría una especie de "problema de compatibilidad". A estas alturas ya sabrás que el formato de un cd de audio es de 44100Hz y 16 bits, ¿entonces?..... pues sencillamente no podrás grabar tu trabajo sin salir del dominio digital. Me explico: podrás conectar la salida de tu hardware a un grabador externo y grabarlo analógicamente, pero de esta forma tu trabajo sufrirá pérdidas de calidad, quizá no demasiado importantes, pero no es muy profesional ¿no crees?

La solución pasa por aplicar el famoso proceso de dithering.

Has realizado un gran trabajo de producción. Te has pasado semanas puliendo la mezcla y trabajando con valores de 32 bits (por ejemplo). Tu trabajo de masterización ha quedado impecable. Has trabajado a 32 bits, para conseguir la mayor calidad de sonido posible y por último vas a realizar el quemado del cd sin salir del ámbito digital. Al aplicar este proceso, vamos a reducir la resolución y con esto, como podrías suponer, una reducción de la calidad. El dithering va a "impedir" que esa reducción de calidad sea tan drástica.

Con el dithering se añade un ruido blanco a la grabación digital a un volumen imperceptible que se introduce en la grabación y da una mayor sensación de continuidad y cohesión al sonido.

El ruido que agrega el dithering apunta a disimular psicoacústicamente los errores que se producen al bajar la resolución. Cuando agregamos ruido cercano al suelo (del ruido), al oído le cuesta un poco más darse cuenta de las variaciones de nivel causado por la reducción de información para representar la realidad. Todo esto actúa y se nota en sonidos sutiles. Si se aplica el dithering aún trabajando con audio a 16 bits, no penséis que vais a notar cambios donde tenéis audio a un buen nivel. Podríamos usarlo por ejemplo, para trabajar los fades o pasajes muy, pero muy sutiles de audio, de esos que en música electrónica no existen, pero son muy comunes en música clásica.

En otras palabras: El proceso de rebajar la resolución inevitablemente agrega una señal de error al flujo de bits al eliminar o redondear los bits menos significativos. Esto produce dos tipos de problemas audibles:

- 1) Cuando la señal de error pierde correlación con el audio original aparece un ruido de fondo que es directamente audible.
- 2) Cuando el error está correlacionado con la señal, el audio se percibe con distorsiones lineales o no lineales. A niveles bajos de la señal, esto sería un verdadero problema.

Entonces se agrega una señal de ruido apropiada (dither) y la señal de error se asimila dentro del espectro de ruido y desaparece la distorsión audible.

Una forma simple de dither es una señal de ruido blanco con un espectro con valor de pico de 2 LSB ( $\pm 1$  LSB) relativo a los LSB de la resolución menor.

El comentario que sigue, está extraído de un foro:

"El problema es que se tiene que redondear y en este momento es donde tenemos problemas, con 16 bits tienes 65,535 valores posibles para cada muestra de las 44100 muestras por canal por segundo que tienes. El algoritmo que modifica el valor de la amplitud muestral puede realizar esta operación de varias maneras y depende de esta implementación específica la calidad del programa. Para mi gusto el Cool Edit Pro es el mejor, porque internamente es el único (editor de audio) que es capaz de realizar todos sus cálculos internos con 24 bits a 96KHz, por lo tanto el error de redondeo es mucho menor, para 24 bits tenemos 16,777,216 posibles valores de muestra..... adivina cual produce el menor error de cuantización. Después, al momento de hacer el "downsampling" Cool Edit Pro aplica su algoritmo de dithering que en la práctica agrega un poco de ruido a la señal, pero este resulta inaudible porque en el rango de 24bits este ruido queda por debajo del umbral de audibilidad (aproximadamente -130dB)"

Para terminar este apartado dedicado al dithering, no podemos pasar por alto un detalle si trabajas con software: el ordenador. Respecto al procesador, debemos tener presente que en cálculos tan intensos tanto en volumen de datos como en audio de 24/96, el algoritmo de dithering aplicado ocasiona muchísimas diferencias. A veces un paréntesis diferente o una suma invertida es suficiente para que un procesador haga destrozos con cálculos en coma flotante.

Además está demostrado que hay un efecto sutil (pero medible) que ocasiona que el bus de memoria o el procesador, vayan produciendo diferentes resultados para cada algoritmo extenso de cálculos encadenados. La diferencia es mínima, pero de todas maneras deja pensando: ¿AMD o INTEL? Pero eso ..... será otra historia.

NOTA AÑADIDA.

Aunque yo sea fan del Cool Edit Pro/Adobe Audition, en ningún momento pretendo que el lector se sienta obligado a trabajar con este programa o que piense que es el mejor software de edición musical. Siempre he intentado conservar cierta "imparcialidad" con el software de edición. De todas formas, quisiera extender el artículo con una serie de "precisiones" a tener en cuenta por los usuarios del Cool Edit Pro o Adobe Audition: Cuando quieras hacer dither, no te compliques demasiado al principio. Los valores recomendados son utilizando el modo "triangular", un Depth de 1.0 y "No noise shaping". El p.d.f Triangular es la mejor opción, porque da el mejor equilibrio entre el SNR, la distorsión y la modulación del ruido.

Si quieres aplicar otras configuraciones, haz lo que normalmente no solemos hacer: leer el manual del software. Descubrirás otras formas de configurar el proceso de dithering sin dar palos de ciego y sin perder lo más importante en estos casos: el tiempo.

## 20.3 VINILO MÁGICO

Has trabajado duro, has sudado, has superado las crisis del proceso creativo y lo has conseguido. Llegó la hora de que todo el mundo tenga la oportunidad de escuchar tu talento. Sin embargo, no usarás un CD para eso (no, el CD no es lo bastante grande; no está imbuido de la historia, el esfuerzo y la pasión de los grandes músicos; eso no te sirve). Necesitas un vinilo.

A nivel musical, el vinilo posee una calidez exclusiva. El CD puede sonar áspero y ofensivo; en particular, los vinilos reproducen mejor los transitorios (piensa en pianos, baterías y platos). También ofrecen una imagen estéreo más precisa; reproducidos en un buen sistema, los vinilos adquieren una mayor transparencia y presentan sonidos más profundos y espaciales.

Si piensas en preparar un master para un proceso de planchado de vinilos debes tener en cuenta ciertas consideraciones:

Lo más importante para conseguir un buen corte es una mezcla bien equilibrada. Es la clave de la masterización. Intenta utilizar un soporte de alta calidad (cd's cristalinos) y grabarlo a la velocidad más lenta posible (x1).

En el proceso de masterización no uses el finalizador. No hace falta maximizar para cortar un vinilo, sobre todo en música dance. Es más fácil conseguir un corte potente si una pista no ha sido maximizada digitalmente, porque hay menos distorsión. Cuando el ingeniero corta el vinilo a un volumen muy alto debe manejar una cierta cantidad de distorsión asociada al propio soporte, así que estaría añadiendo más distorsión a tu master digital ya distorsionado. Para combatir esto, se corta el vinilo más bajo para suavizar ese efecto. Si la pista no ha sido tratada con un maximizador, el corte resultante será mucho más limpio y se podrá subir más el volumen.

Los sonidos con contenido en subgraves y una amplitud enfatizada suelen ser difíciles de acomodar en una mezcla, así que conviene escuchar la mezcla en pequeños altavoces y en modo mono. El bajo debería seguir siendo audible en altavoces más pequeños, al margen de su contenido subsónico, pero sin que llegue a emborronar ni distorsionar los altavoces. Ciertos plugins de énfasis y amplitud estéreo pueden hacer desaparecer algunos sonidos si los reproduces en mono, así que comprueba siempre la mezcla en mono, sobre todo si has aplicado esos efectos en partes básicas como la voz solista.

No pongas el bombo en un canal de la imagen estéreo y el bajo en el otro: eso produce muchos problemas de fase a la hora de cortar los surcos, puede provocar que salte la aguja y que la copia planchada no sea reproducible. Un ingeniero de corte intenta reducir esos problemas con diversos filtros y controles, pero también afectarán de algún modo a la mezcla, así que es mejor que todo esté bien desde el principio.

Cuando produzcas un master, asegúrate de que todo está bien etiquetado. Si tienes varias mezclas de la misma pista, numéralas e identifica correctamente la versión principal. Un ingeniero de masterización suele estar rodeado de un montón de masters, así que asegúrate de que sepa cual es el tuyo escribiendo el nombre del artista, del proyecto y tus datos de contacto.

Antes de entregar tu master también debes pensar en el propio disco del vinilo. Por ejemplo, cuanto más cantidad de música incluyas en una cara del vinilo, más floja sonará. Para obtener un corte potente en un disco de 12", limita cada cara a 12 minutos a 33'3RPM y a unos nueve minutos a 45RPM. ¿el motivo? Cuando se corta a 33'3RPM se pierden ciertas frecuencias generando un sonido más grueso y apagado que prefieren algunos, pero a 45RPM la pista suena más parecida al master. Además, cuanto más cerca esté la pista del centro del disco, mayor será la pérdida de frecuencias a 33'3RPM. Conviene cortar lo más lejos del centro, colocando las pistas más importantes al principio de cada cara.

Pero ¿cuanto cuesta cortar un vinilo? En el mayor centro de masterización de vinilos de Europa, Metrópolis en Londres [www.metropolis-group.co.uk](http://www.metropolis-group.co.uk) están los precios más caros del mercado. Se invierte media hora por pista. Puedes acelerar el proceso llevando a la fase de corte un master con las pistas en el orden de ejecución deseado y con huecos razonables entre ellas. La factura también incluye el coste de las planchas, una por cada cara. Las planchas son los discos sobre los que serán cortadas tus pistas, que luego serán enviados a la fábrica de planchado para su procesamiento. Se cobra 250 euros por hora y 70 euros por plancha, así que un 12" con dos pistas costaría 390 euros más IVA (una hora y dos planchas), y un 12" de cuatro pistas costaría 640 euros más IVA (dos horas y dos planchas). Estos precios son (repito) los más caros del mercado, así que podrías encontrar presupuestos más asequibles.

La técnica que se va explicar ahora, genera gran controversia en la industria discográfica. Sus nostálgicos partidarios evocan grandiosos sonidos y relatan sus maravillas con ojos vidriosos, mientras que otros, más pragmáticos, sólo ven un método de producción demasiado caro y lujoso que infla el precio del disco final. Sin embargo desata pasiones entre los audiófilos. Me refiero al masterizado de vinilos a media velocidad que floreció en los años 70, pero que luego se desvaneció con gran rapidez al calor de las grandes producciones en masa.

Durante la grabación de un disco de vinilo, los técnicos reproducían la cinta master justo a la mitad de su velocidad real de grabación, de modo que el torno del corte giraba justo a la mitad de la velocidad de reproducción deseada. Con esto se consigue un sonido maravilloso.

¿la realidad? Es un proceso que cuesta el triple que el normal.

#### EL REMÁSTER.

Remasterizar es lo mismo que masterizar, salvo en que en un remáster estás trabajando con una grabación que ya ha sido masterizada con anterioridad. Sin embargo, aunque es mejor recurrir a las cintas de la mezcla original evitando el primer proceso de masterización, el remáster supone una forma ideal de mejorar tus grabaciones (o las de otros) más antiguas, o de acceder a samples exclusivos para tus propias creaciones.

La masterización depende de las modas, de modo que un master de producción realizado en los años 60 ó 70 quizá no suene muy bien hoy en día, sobre todo si lo reproduces en modernos equipos hi-fi para los cuales no estaba diseñado.

Después de limpiar el soporte original, se puede proceder a masterizarlo, pero como esa señal ya ha sido masterizada tendrás que abordar proceso muy diferentes de los que hubieras aplicado si la fuente fuera una mezcla cruda. Esto tendrás que tenerlo muy en cuenta si decides hacer una restauración de audio.

#### OPINIONES.

Al margen de todos los procesos que se han descrito, nos queda la opinión particular ¿CD o Vinilo?

"El cd no me gusta, hace que todo suene más artificial"

"En los cd's todo se escucha como más fino y digital"

"El sonido del vinilo hace que todo se parezca más a mi, a mi trabajo"

Opiniones de este tipo se escuchan todos los días. Sin embargo, conviene ver las cosas con cierta perspectiva. Escucha la música atentamente, prestando atención a su musicalidad y a su producción. Siéntela y no dogmáticos pensando que "lo analógico es bueno, lo digital es malo". La especialización excesiva acaba entorpeciendo la libertad del sonido.

## 20.4 EFECTOS PLUG-IN

### INTRODUCCIÓN

No voy a dirigirme mucho hacia atrás en el tiempo, basta con mirar hacia principios de los ochenta. La industria musical se fija principalmente en la música pop, donde comienzan a despuntar una serie de efectos sonoros en la música: delays en las baterías.....distorsión en las guitarras.....reverbs grandiosas. Vale, quizá pienses que algunos de estos efectos no eran nuevos para la época..... dirás que los Beatles ya utilizaban técnicas parecidas o que Jimmy Hendrix ya utilizaba distorsión y todo eso.....vale... Pero hay una pequeña diferencia: los efectos que se aplicaban eran básicamente experimentales, únicos en una época en la que eran incluso..... extraños. Es a partir de los ochenta cuando comienzan a aplicarse casi masivamente. Se consideran incluso imprescindibles en cualquier tipo de producción musical hasta el punto de que hoy en día es muy difícil encontrar algún tema que carezca de efectos.

Con los noventa, la informática y la música se juntan oficialmente. Ya no es cuestión de tener un Atari y una versión de aquel "Cubase". Microsoft se apodera "oficialmente" del mercado con su Windows 98 y algunas empresas con actividades en el mundo del hardware musical toman buena nota y lanzan aplicaciones musicales: es el inicio de la batalla software contra hardware. Al entrar el 2000 esta batalla se rearma con la aparición de componentes capaces de apoyar la utilización de programas de edición musical: Cubase, Logic, Cakewalk.....etc.... son los llamados plug-in. Con estas aplicaciones, el secuenciador poseía componentes extra. Si el secuenciador no poseía ninguna reverb decente, no hacía falta actualizarlo o cambiar de secuenciador. Bastaba con instalar un plug-in de reverb mejor y acceder a él a través del programa que se utilizara. La aparición de plug-ins VST y Direct X, supuso .....digamos un pequeño golpe a los efectos hardware. ¿Para qué ibas a gastarte una cantidad importante de dinero en un módulo de reverb, si con menos de la mitad de dinero podías comprarte un plug-in con efectos aún mejores?

Pero ( sin entrar en la polémica ) no voy a hablar de si son mejores los efectos hardware o software. Supongo que tendrás un montón de plug-ins en el disco duro. En esta ocasión, vamos a darle un repaso a los plug-ins más usuales que podemos tener y de cómo pueden mejorar o empeorar nuestras producciones.

¿QUÉ SON LOS EFECTOS? Artículos extraídos de Computer Music nº67.

El procesado de efectos es el ingrediente que da un acabado profesional a tu música.

Usados de forma juiciosa, los efectos pueden transformar una buena grabación casera en una pista que podría estar a la altura de los discos comerciales. De forma parecida a la guinda de un pastel, los efectos complementan el trabajo al que tantos esfuerzos has dedicado, aunque debes tener cuidado de no echar demasiado huevo al bizcocho. Unos pocos efectos sencillos pueden extraer el sabor oculto de una pista, pero demasiado efecto en el lugar equivocado hará que toda la expresividad de tu música se desvanezca rápidamente en una espesa niebla.

Los efectos se presentan bajo distintas apariencias. Algunos, como la reverb y el delay, se usan para endulzar tus pistas, mientras que otros como los limitadores, compresores y de-essers son correctivos. Algunos efectos se utilizan para dar dramatismo o interés, otros pueden suavizar una voz desafinada y los hay también capaces de transformar el sonido en algo completamente distinto.

REVERB - DELAY - CHORUS, PHASER Y FLANGER.  
DINÁMICA - DISTORSIÓN Y OVERDRIVE

## REVERB

Si alguna vez has estado en el interior de una cámara anecoica entonces habrás podido experimentar el efecto de desorientación que produce la ausencia total de reflexiones en el sonido; a algunos incluso les cuesta mantener el equilibrio, lo que demuestra lo importante que son para nosotros las señales de audio reflejadas cuando escuchamos música.

Los estudios llevan utilizando desde hace tiempo dispositivos de reverb artificiales para compensar la escasa reverberación natural de las grabaciones efectuadas con micros muy próximos a la fuente. La reverb es simplemente la suma de las reflexiones de las ondas sonoras en un espacio. Además del camino directo hasta el oyente, las múltiples ondas sonoras reflejadas llegan al oyente en momentos distintos, pero siempre después que el sonido directo y con cambios debidos a la absorción del aire y las superficies en las que rebotan.

Cuando se utiliza un plug-in de reverb, lo normal es colocarlo en un bus de envío. Empieza escogiendo el algoritmo adecuado para tu pista. Encontrarás nombres del tipo "room, hall, cathedral, etc..." y cada uno de ellos representa un entorno acústico diferente. Las características de estos algoritmos, aunque muy similares, difieren de un plug-in a otro. Cuando tengas el ajuste deseado, ecualiza la salida de la reverb. Si el plug-in de reverb que usas no te permite hacerlo tendrás que utilizar la Eq directamente. También puedes automatizar la ganancia del Eq para conseguir algunos efectos interesantes.

Ten en cuenta que los sonidos de baja frecuencia, que contienen la mayor parte de la energía, tienden a hacer confusa la mezcla cuando pasan por la mayoría de los algoritmos de reverberación, debido al solapamiento de las reflexiones. Por ello es aconsejable utilizar un algoritmo de ambiente en el bombo y en los sintes.

Los errores más comunes que se cometen con la reverb son utilizarla en exceso y establecer un retardo demasiado largo. Si la reverb es obvia, entonces en la mayoría de los casos será demasiado alta.

## DELAY

En su forma más básica, un "delay" presenta a su salida una copia retardada de la señal que recibe a su entrada. El retardo generalmente varía de unos pocos milisegundos a varios segundos, dependiendo de la aplicación que se quiera dar al efecto. Hoy en día, la mayoría de los plugins de delay pueden sincronizarse con el tempo del secuenciador anfitrión, lo cual convierte el proceso de sincronizar un delay con el audio en una tarea bastante sencilla. La señal de entrada pasa o no a la salida dependiendo del control "wet/dry", que regula el equilibrio entre las señales original y retardada. Cuando se usa como efecto de envío, es normal ajustarlo al 100% hacia el "wet" (es decir, únicamente señal retardada). Una sola repetición de un sonido tiene muchas aplicaciones, pero no es particularmente excitante, así que suele haber un bucle de realimentación que dirige la señal de salida del delay de nuevo a la entrada. El nivel de la señal realimentada "feedback" determina lo rápido que desaparecen las repeticiones.

Los delays sincronizables con el tempo son una herramienta interesante, pero los ajustes en milisegundos también son igualmente importantes. Un retardo de un milisegundo provocará un cambio apreciable en el audio entrante, y además puede crear cancelaciones de fase que serán o no deseables según los casos.

Retardos de aproximadamente 30 milisegundos producen un sonido más grueso. A partir de un determinado punto, si aumentas más el retardo parecerá que el sonido se dobla. El punto exacto donde esto sucede depende del sonido; hay baterías que se doblan a los 10 milisegundos, los pianos lo hacen cerca de los 25, y las cuerdas suelen requerir 60 milisegundos o incluso a veces más.

Ese efecto de doblado puede no ser muy convincente a veces, y en muchos casos es preferible doblar la pista, pero con sonidos complejos como guitarras, cuerdas o voces, puede hacer maravillas. Ese efecto de doblado puede utilizarse además para enmascarar pequeños defectos interpretativos.

Por encima de los 100 milisegundos, generalmente se sincroniza el delay con el tempo. A partir de ese punto el oído distingue perfectamente las repeticiones, que pueden sonar irritantes a no ser que las configures cuidadosamente. El término "slap-back" se usa para describir un delay con una sola repetición entre 50 y 100 ms; "echo" es lo mismo pero con tiempos de delay más largos.

Lo esencial para crear espacio y movimiento con un delay es la posibilidad de ajustar los retardos en los canales izquierdo y derecho. Y si puedes modular la panoramización de cada canal con, por ejemplo, un LFO, mejor todavía.

Las repeticiones creadas por el bucle de realimentación suelen potenciar determinadas frecuencias (que dependerán del audio entrante), así que normalmente se utilizan filtros (o un Eq básico) para esculpir un poco el sonido.

La utilización de un filtro paso bajo también puede emular la absorción natural de las altas frecuencias por el aire y ayuda en la simulación de delays de cinta hardware. Por supuesto, los filtros también pueden utilizarse para manipular el sonido de cualquier forma.

Por último, si persigues el caos rítmico, los delays multietapa son lo que necesitas. Si solamente se utiliza una etapa, entonces el delay opera de una forma similar al delay estándar. Cada etapa posee controles de nivel y de panoramización. Además, hay un control de delay en cada etapa que proporciona una versión desplazada de la entrada (normalmente sincronizada con el tempo). De ahí que los delays básicos descritos anteriormente puedan crearse utilizando solamente dos etapas: la primera sin retardo y la segunda con el retardo requerido. Con cuatro etapas activas, las posibilidades son prácticamente ilimitadas, pero siéntete libre de añadir un segundo delay si lo deseas.

#### CHORUS, PHASER y FLANGER.

Estos tres "mosqueteros" de los efectos de modulación son realmente la misma cosa pero con distintos ajustes. Los tres se crean cogiendo una copia de la señal, retrasándola, modulando su afinación y sumándola con la señal original.

El tipo de efecto viene determinado sobre todo por la longitud del retardo. Un phaser tiene retardos entre 0.05 y 3 ms, el flanger entre 1 y 10 ms y el chorus entre 8 y 25 ms. Por encima de 25 ms, lo que se consigue es doblar la pista. Adicionalmente, los flangers suelen tener también un bucle de realimentación.

El retardo se modula con un LFO, que normalmente ofrece varias formas de onda (como senoidal, cuadrada, diente de sierra y triangular). La velocidad y profundidad del LFO (oscilador de baja frecuencia) influyen obviamente sobre lo que se escucha a la salida. Cuanto mayor sea la profundidad, mayor será la variación de tono.

En un phaser, el pequeño retardo de la segunda señal crea cancelaciones de frecuencia al sumar las dos señales. Y como el retardo está siendo modulado, se produce un efecto de barrido según se modula la frecuencia; las características tonales de esto dependen de la profundidad de la modulación y de la forma de onda que se utiliza. En lugar de dejarte a merced del retardo, la profundidad y la frecuencia, algunos phasers permiten ajustar las frecuencias superior e inferior, lo que resulta mucho más fácil.

El chorus produce un sonido grueso, que simula el efecto de varios instrumentos (o voces) sonando a la vez. Se trata de un efecto típico en las guitarras, pads de sinte o cuerdas, y también puede hacer un buen trabajo con las voces. Ten cuidado al utilizar un phaser o chorus, ya que estos efectos tienden a desplazar el sonido hacia el fondo de la mezcla. Si tratas de compensar esto aumentando el nivel, entonces podría ocupar mucho espacio (en la mezcla).

Una de las razones por las que el chorus es un buen efecto para las cuerdas y pads es que estas partes suelen ponerse en el fondo en la mezcla. El corolario es que puedes usar un chorus para llenar una mezcla poco densa.

La creación de un chorus estéreo se consigue normalmente mediante una técnica conocida como "fase en cuadratura". Lo que hace es tratar cada canal como monofónico, pasando ambos canales a través de un chorus, pero desfasando 90 grados los dos LFO's que modulan el retardo. El resultado engaña al oído, haciéndole creer que se encuentra en un gran escenario. El motivo de esto es la diferencia de tiempos entre las señales de los canales izquierdo y derecho. Esta técnica no debería crear problemas de fase en mono, a diferencia de otros efectos estéreo que invierten la fase del audio.

Merece la pena que experimentes con estos tres efectos colocándolos en un bus de envío que ya contenga otro efecto, como por ejemplo una reverb o un delay. En general colocarías el efecto de modulación antes del efecto principal en la cadena de envío. Otra cosa que hay que apuntar es que muchos sintes (reales y virtuales) incluyen algún efecto de chorus para procesar sus patches. Sin embargo puede que sea mejor no usar el chorus del sinte y aplicar un plugin de chorus una vez que el audio haya sido procesado. Por ejemplo, si intentas usar un delay panoramizado, el chorus creará una gran confusión. Cualquier cosa con un flanger ocupará bastante espacio en la mezcla. Coloca el chorus al final y podrás controlar las cosas un poco más.

#### PROCESADORES DE DINÁMICA.

Los compresores se utilizan sobre todo durante la fase de grabación para, por ejemplo, comprimir una voz suavemente (donde podría utilizarse a modo de limitador) o para dar a una guitarra un sustain más aparente. También puede utilizarse de una forma más creativa, para producir efectos de bombeo o aplastamiento, en particular con los sonidos de percusión. Pero su propósito principal, y aquel para el que fueron diseñados originalmente, es aumentar el volumen general de una pista, reduciendo la diferencia existente entre los niveles más alto y más bajo. Un compresor reduce el nivel de la señal cuando ésta sobrepasa un determinado valor, alterando por tanto la dinámica de la señal.

Para comprender bien lo que hace la compresión, prueba unos cuantos presets sobre un loop de batería dinámico mientras ajustas solamente el umbral. Si el compresor tiene una función de comparación "A/B", utilízala. Activa la ganancia de compensación automática ("auto-gain" o "make-up gain") si tu compresor te da esta posibilidad. Observa que los sonidos que al principio sonaban más débiles se vuelven más prominentes a medida que reduces el umbral. La relación de compresión o "ratio" representa cuántos decibelios tiene que subir una señal de entrada por encima del umbral para aumentar el nivel de salida en 1dB (con un ratio de 2:1, por ejemplo); cada incremento de 2dB en la señal de entrada por encima del umbral produce un aumento de volumen a la salida de 1dB. Así que, si una señal está 10dB por encima de un umbral de -20dB y el ratio es 2:1 la salida del compresor será -15dB. Los cálculos son:  $10\text{dB}/2=5\text{dB}$  y  $20\text{dB}+5\text{dB}=-15\text{dB}$ . No te preocupes demasiado por los cálculos ya que te acostumbrarás a escuchar el efecto que produce alterar el umbral y el ratio. De momento, basta con que recuerdes que con un ratio mayor la compresión es mayor.

Utilizando el mismo loop de antes, varía el ratio (con el umbral justo por encima del valor más bajo del loop). Observa cómo la dinámica se "aplasta" según aumentas el ratio; un bombo tendrá así más pegada, mientras que una guitarra alcanzará un mayor sustain. Ajustar el umbral y el ratio es solamente la mitad de la historia. El control de ataque es probablemente la causa de la mayoría de los quebraderos de cabeza con los compresores; realmente más que en el caso del "release". Por ejemplo, si utilizas un compresor sobre un sonido de caja o una pista de voz, puede que quieras comprimir los transitorios (el "golpe" inicial del sonido), así que necesitarás un ataque rápido.

O tal vez quieras mantener sin comprimir los transitorios y empezar a hacerlo más tarde, para lo cual necesitarás configurar cuidadosamente el ataque. ¿La moraleja? Utiliza los tiempos de ataque rápidos con mucho cuidado.

El ataque del compresor también se ve afectado por el ajuste de la "rodilla" (también llamado "codo"), que viene siendo la curva en el punto del ataque. Un ajuste de rodilla dura "hard knee" aplica el ratio completo nada más superar el umbral, pero una rodilla suave lo introduce de forma gradual. A veces puedes ajustar incluso la forma de la rodilla. Cuando mezcles, ten cuidado con los controles de ataque y "release". Si el ataque es muy rápido, te cargarás la batería, el audio se balanceará de forma poco agradable. La cosa será todavía peor si el "release" está sincronizado con el audio.

Recuerda que el objetivo de la compresión es ayudar a la música. Reducir la dinámica de una pista es una decisión tan importante como aplicar un delay: debe existir una razón para ello.

¿Qué es el sidechain?

Cuando el audio entra en un compresor, se analiza de cara a controlar al propio compresor, que entonces actúa sobre la señal de audio.

En los compresores hardware, la entrada "sidechain" es con frecuencia una entrada física independiente. Esto te permite alimentarla con cualquier señal, lo que significa que puedes utilizar una señal diferente a la que está siendo procesada para controlar la acción del compresor. Pocos plugins de compresión poseen esta función, pero muchos te permiten aplicar una Eq básica a la entrada sidechain interna para "dar peso" a la compresión, de forma que pueda ser disparada por un rango de frecuencias determinado en tu señal de audio. La ausencia de entradas sidechain reales en la mayor parte del software de compresión es una gran desventaja. Sin embargo, un Eq en la entrada sidechain sigue siendo muy útil y algo que siempre debes buscar.

## DISTORSIÓN Y OVERDRIVE.

En estos días de distorsión digital (clipping), distorsiones en los vinilos (clicks, pops), reducción de bits y frecuencias de muestreo, el overdrive se considera como uno de los muchos tipos de distorsión que existen. A menudo se usa el término "distorsión" de forma un poco genérica, pero cada tipo de distorsión tiene sus propias características sonoras y causa un efecto determinado sobre el audio. Entonces, ¿qué es el overdrive?

En pocas palabras, el overdrive es el sonido que se obtiene al saturar la válvula de un amplificador y de la caja y altavoz que utilice. Podrías pensar en el overdrive como en una especie de clipping suave y comprimido. Para los guitarristas, la distorsión ha estado tradicionalmente más cerca del clipping más extremo.

En el mundo del software digital, los plugins intentan emular las características de los efectos de overdrive/distorsión del mundo real, o siguen su propio camino hacia la destrucción sonora. Las características del overdrive son bastante difíciles de emular por software, pero eso no ha evitado que se intente. La distorsión, en general, tiene características muy útiles que puedes explotar con casi todo tu material. Como se dijo anteriormente, las señales pueden recortarse de distintas formas. Esto no sólo da un carácter más agresivo al sonido cuanto mayor es este recorte, sino que también altera el contenido armónico (a veces de forma dramática).

El cambio en los armónicos afecta al timbre, pudiendo transformar cualquier instrumento en algo irreconocible. El overdrive también tiende a aumentar el sustain y reducir el margen dinámico. El cambio en el timbre es una de las razones por las que, con frecuencia, es mejor aplicar la distorsión pista por pista que hacerlo en toda la mezcla. Otra razón es que cuando hay muchas notas se produce además distorsión por intermodulación, lo cual crea más notas todavía.

Mientras que la corta duración de los sonidos de batería y percusión nos permite aplicar una distorsión agresiva sin el riesgo de la distorsión por intermodulación, no se puede decir lo mismo de las notas sostenidas desde una guitarra o un teclado. Sin embargo, los pads, órganos y sonidos similares responden bien con frecuencia a los efectos de distorsión. Cualquier instrumento te servirá para experimentar con un par de notas. La tercera nota será debida a la distorsión por intermodulación, y podrías obtener resultados inesperados (incluso con un piano de cola). Conviene que grabes de forma independiente las partes de las manos izquierda y derecha, para evitar que formen una gran papilla.

Un uso lógico y juicioso de la Eq también es aconsejable al distorsionar una señal (antes de la etapa de distorsión) para limitar la cantidad de armónicos, y después para controlarlos un poco. Una mezcla cuidadosa también mejorará las cosas bastante. Escucha atentamente para evitar problemas de fase si tienes loops de envío/retorno y tu secuenciador no compensa el retardo de los plugins.

Cuando se asentó en nuestras vidas el disco compacto, las ventas de discos en vinilo comenzaron a bajar en picado. Se empezaron a utilizar los ruidos de estática, pops y demás a modo de efectos. Parece cosa de locos, pero tampoco se quedan cortos los plugins que permiten reducir la calidad del audio. La reducción de bits es normalmente brutal pero, con el control adecuado, muy útil. Según se eliminan bits, el aliasing se hace rápidamente extremo. Si controlas el aliasing, sin embargo, entonces podrás hacer bastante más con este efecto.

#### PARA TERMINAR.

Aunque la imagen más duradera del mal uso de la tecnología musical sigue siendo la de los rockeros, que rompieron todas las reglas usando sus amplificadores a todo volumen, la historia de la manipulación de sonidos empieza un par de décadas antes, en 1930.

Compositores como Paul Hindemith y Ernst Toch experimentaron de forma consciente con el uso platos en su trabajo, y el guitarrista de Benny Goodman, Charlie Christian, pegó una pastilla a su guitarra acústica para que se le oyera por encima del grupo.

Según avanzó la tecnología musical, la posibilidad de abusar de ella avanzó igualmente. Los músicos más innovadores han desafiado siempre a lo convencional llevando sus equipos hasta el extremo. George Martin y Ken Townsend manipularon las voces de John Lennon para crear el primer efecto de flanger con un par de grabadoras de cinta, y el innovador uso de la reverb y el delay con realimentación de King Tubby y Lee Scratch hizo que el reggae evolucionara hasta el dub.

Más recientemente, han surgido géneros completamente nuevos partiendo del abuso de la tecnología. Mientras que el trabajo de Hindemith y Toch no era demasiado consecuente, otro amigo de los platos, Grandmaster Flash, reescribió las reglas con su increíble "Adventures of the Wheels of Steel". Más tarde, en los 80, los productores de house de Chicago y Detroit, como Marshal Jefferson convertirían el sencillo generador de líneas de bajo de Roland (la ahora legendaria TB-303, que fue diseñada originalmente como herramienta de acompañamiento), en un sintetizador monstruoso que provocó la explosión del acid house gracias a una programación nada ortodoxa. Mientras que los músicos dance competían creando increíbles sonidos allá por los 90, la experimentación se convirtió en una necesidad para estar a la última. Los productores de techno como Aphex Twin y Lenny Dee, comenzaron a aplicar distorsión a sus bombos y a otros sonidos, sacando los resultados del reino de la música "real". Al mismo tiempo, los creadores de jungle como 4Hero y Dead Dread llevaban el timestretching al extremo para crear ritmos metálicos y extraños efectos en la voces.

Con la llegada de los secuenciadores de audio y los efectos software, ahora es más fácil que nunca manipular el sonido de las formas más esotéricas. Pero antes de aventurarte en el lado oscuro ten en cuenta este consejo: al aplicar efectos de forma creativa resulta tentador subir todos los knobs al 1, pero esto puede ser poco productivo por dos razones. En primer lugar podrías dañar tus altavoces de forma irreversible o incluso tus propios oídos. Teniendo esto siempre en mente, debes ser un poco cuidadoso a la hora de subir el volumen cuando pruebes algo nuevo. La segunda razón para no subir todos los controles es que probablemente, sólo conseguirás ruido en vez de algo interesante y atractivo. Un enfoque más metódico te podría ahorrar tiempo, además de enseñarte lo que hace cada parámetro, y qué niveles funcionan mejor con otros ajustes de parámetros diferentes.

#### GUÍA GENERAL DE MICROFONÍA.

A menos que sólo trabajes con sonidos extraídos de sintes, módulos, samplers, tendrás que usar un micro en algún momento de tu proceso de grabación, aunque sólo sea para añadir voces a tus pistas secuenciadas.

El micrófono es el primer eslabón de la cadena que permite llevar sonidos del mundo real a tu sistema de grabación y, dado que una cadena será tan buena como el más débil de los componentes, el micro tiene una importancia primordial. Si empiezas utilizando un micrófono de mala calidad o un modelo inadecuado, luego podrás hacer poco para mejorar la calidad de dichas señales. Como el tema de la microfonía ya ha sido tratado en el capítulo 6 "Microfonía", no voy a incidir mucho sobre la parte técnica. Ciñámonos al asunto que nos ocupa en esta ocasión: la elección del micro adecuado.

Hay varias clases de micrófonos, pero siempre se trata de variaciones de dos tipos básicos: el micro dinámico basado en el principio electromagnético y el micro de condensador basado en el principio electrostático.

#### MICRO DE CONDENSADOR.

Lleva una cápsula compuesta por una o dos superficies conductoras separadas por un espacio de aire. Una superficie es una membrana muy ligera (el diafragma), mientras que la otra es sólida (la placa fija). Estas dos superficies actúan como un condensador, componente eléctrico capaz de almacenar una carga eléctrica. La presión sonora sobre el diafragma provoca que se mueva, aumentando la capacidad en el circuito y creando una salida eléctrica que es amplificada por un amplificador en adaptación de impedancias contenido en el micro. Para que funcione hace falta un suministro eléctrico conocido como alimentación phantom de 48 V, que recibe desde un canal de la mesa o un previo de micro independiente a través del conector XLR.

Los micros de condensador son muy valorados por mostrar una respuesta en frecuencia uniforme que provoca un sonido muy natural. Son más sensibles que los micros de naturaleza dinámica, responden mejor a los transitorios y aportan más detalles en altas frecuencia. Sin embargo no suelen ser tan robustos como los dinámicos, así que debes tratarlos con cuidado. Los de gran diafragma y entrada lateral son los preferidos para voces. Hay otros tipos tubulares de pequeño diafragma que toman el sonido por el extremo.

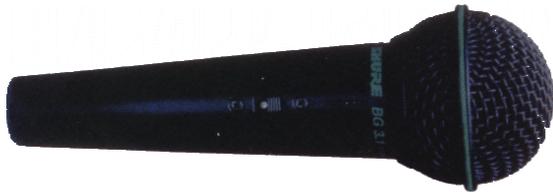


Audio-Technica AT3035

### MICRO DINÁMICO.

Un micro dinámico genera su señal de salida mediante inducción electromagnética de una bobina móvil. El diafragma del micro está asociado a una bobina de cable rodeada por imanes y suspendida en un campo magnético. Cuando el diafragma se mueve con las variaciones de la presión sonora, esta bobina se mueva cortando las líneas de flujo del campo magnético y generando un flujo de corriente eléctrica.

Los micros dinámicos no poseen la respuesta en agudos ampliada de los de condensador (por ejemplo, un Shure SM57 sólo alcanza 15KHz), así que les puede faltar precisión en sonidos de altas frecuencias como platos o guitarras acústicas, y también tienden a ser menos sensibles. Los micrófonos dinámicos son siempre más robustos que los de condensador y no necesitan alimentación externa para funcionar. Suelen usarse con fuentes sonoras intensas como baterías y amplis de guitarra, así como en sonidos que no posean mucho contenido en altas frecuencias.



Shure BG31

### MICRO ELECTRET.

Un micro electret es parecido a uno de condensador, pero con la salvedad de que utiliza material permanentemente cargado (suele estar asociado a la placa fija) para cargar el diafragma en vez de usar alimentación phantom. Los electrets suelen ser más pequeños y ligeros que los modelos estándar de condensador, y esta cualidad les permite llegar a pequeños rincones. Un micro electret lleva un amplificador de impedancia variable que necesita corriente; ésta puede estar suministrada por una pila (AKG C1000S usa una batería PP3), pero la alimentación phantom produce mejores prestaciones.



Shure 16A

### MICRO DE CINTA.

Es una variación del tipo dinámico que lleva una fina cinta de aluminio suspendida entre los polos de un circuito magnético. La relativa fragilidad que caracteriza a esta cinta ofrece una excelente respuesta transitoria, pero es muy sensible al viento o las altas presiones acústicas.



Beyerdynamic M160

### MICRO A VÁLVULAS.

Un micro a válvulas no es más que uno de condensador dotado de una válvula para su amplificador, en vez de un circuito de transistores. Debido en parte a la distorsión armónica provocada por el circuito de válvulas, estos micros suelen aportar un sonido cálido y suave, ideal para grabar voces. Los micros a válvulas no funcionan con alimentación phantom, sino que reciben su propio suministro eléctrico por un cable especial, conectando el cable estándar del micrófono a una salida XLR de una fuente de alimentación que suele llevar conmutadores para el atenuador, el filtro de graves o los patrones polares.



Studio Electronics Z5600

### MICRO PZM O DE CONTACTO.

El micro de zona de presión (PZM) o de contacto es un electret o de condensador de cápsula pequeña que está insertado en una placa plana. El objetivo de este diseño es que el diafragma esté muy cerca de la superficie (mesa, suelo...) sobre la que se coloque el micro, eliminando toda interferencia entre el sonido directo y los sonidos reflejados desde la superficie que pudieran colorear la señal.



CAD ST 100

### MICRO DE CAÑÓN.

Los micrófonos de cañón tienen un patrón cardioide bastante acusado que se consigue a costa de limitar su respuesta en frecuencia montando el diafragma en mitad de un tubo. Sobre todo se utilizan apuntando directamente a la fuente sonora para grabar diálogos para montajes audiovisuales (cine, Tv....).



Audio-Technica AT 4073a

### MICRÓFONOS ESTÉREO.

Si.....si.... has leído bien. Las técnicas de microfónica estéreo para grabar música suelen utilizar dos micros colocados de un modo característico, pero también hay micros estéreo especializados. En realidad, son dos micros en uno con dos cápsulas que forman entre sí un ángulo de 90 grados.



Rode NT4.

### MICRO PARA VOZ EN DIRECTO.



SHURE SM58 (sobre 150€)

Durante años, el estándar para interpretar en directo. Es un dinámico cardioide con un pico de presencia en los medios superiores para que la voz sobresalga en la mezcla. No posee detalle en agudos como un micro de condensador, pero es un magnífico micro de mano para grabar voces potentes, pues lleva un antipop debajo de la rejilla y un protector antigolpes que reduce el ruido inducido al agarrar el micro.

### MICRO DINÁMICO TODOTERRENO.



SHURE SM57 (sobre 150€) A este micro se le considera otro clásico para microfonar amplificadores de guitarra y cajas, tanto en vivo como en el estudio. Muy compacto y manejable, constituye un excelente micrófono todoterreno que posee suficiente versatilidad para utilizarlo también con instrumentos de viento, metales, voces y bombos.

### MICRO ELECTRET DE PROPÓSITO GENERAL.



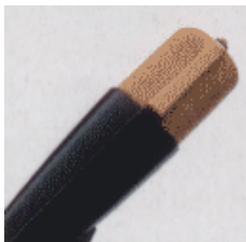
AKG C1000S. (sobre 300€). Este micro es una buena alternativa económica para tareas que requieran un micro de condensador, con la que realizar buenas grabaciones de voces, guitarras acústicas, charles y demás platos de la batería. Posee los patrones cardioide e hipercardioide.

### RECOMENDADO PARA BOMBOS.



AKG D112 (sobre 300€). Los sonidos graves, suelen necesitar micros especializados, sobre todo dinámicos de gran diafragma que soporten sonidos intensos a bajas frecuencias. AKG D 12 ha sido un pilar básico en muchos estudios desde su aparición en 1953, y a finales de los 80's lanzaron al mercado un sucesor en forma de huevo, D 112, dotado con un gran diafragma en una cavidad interna para así ampliar y realzar la cola de graves.

## RECOMENDADO PARA TIMBALES.



SENNHEISER MD421 (sobre 450€). Es un gran micro dinámico de propósito general con buena respuesta en graves y capaz de soportar elevadas SPL. Adecuado para timbales, se presta para la grabación de metales, bajos, bombos y amplis de guitarra con magníficos resultados.

## MICROS A VÁLVULAS PARA VOCES.



NEUMANN U47



AKG

C12

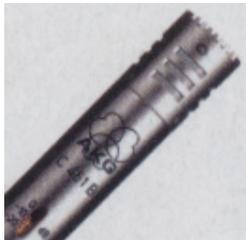
Aunque es posible utilizar muchos micros para grabar voces, estos dos micros a válvulas son poderosos clásicos que ostentan el mayor tiempo en activo. Como dejaron de producirlos hace tiempo, se han revalorizado mucho en lo que es el mercado de segunda mano. Marcas como Brauner han intentado cubrir esa demanda con nuevos diseños a válvulas de alta calidad, al tiempo que AKG y Neumann han reintroducido sus diseños a válvulas. Ahora AKG distribuye una versión de C12 llamada C12VR (unos 5.650 euros), mientras que los actuales modelos de Neumann a válvulas incluyen M149 (sobre 3.900€) y M147 (unos 2.200 euros).

## MICRO A VÁLVULAS ECONÓMICO.



RODE NTK (sobre 900 euros). Existe un gran número de micros a válvulas nuevos en el mercado, probablemente en breve este apartado del manual de sonido se quede algo desfasado, pero en este caso el micro NTK de Rode es un micro con probabilidades de convertirse en un clásico. Ofrece un sonido rico, lleno y vivo, en parte por los picos de presencia en 5KHz y 12KHz, ideal para voces y otras fuentes sonoras. No es un micrófono barato, pero considerando que puedes llegar a encontrarlo en algunas tiendas por unos 600 euros, lo podrías considerar una ganga.

## CONDENSADOR DE PEQUEÑO DIAFRAGMA.



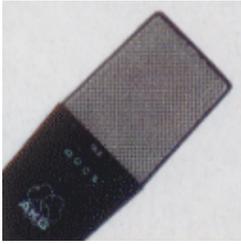
AKG C451B (sobre 700 euros). Los micros de condensador de pequeño diafragma son útiles para introducirlos en pequeños espacios y capturar el detalle de las frecuencias más altas. C451 es un micrófono muy indicado para charles, con un ligero realce de agudos, pad conmutable a 10dB/20dB y filtro paso-alto a 75Hz/150Hz.

## CONDENSADOR DE GRAN DIAFRAGMA.



NEUMAN N U87 (unos 2.300€)

Los micros de condensador de gran diafragma que resultan más comunes en estudios profesionales, tanto por separado como en parejas (por ejemplo, para platos de batería), son el U87 y AKG C414. Ambos micros son muy flexibles, llevan patrones polares y pads conmutables, y resultan recomendables para hacer grabaciones con garantías de claridad y calidad en el sonido.



AKG  
C414B-ULS  
(alrededor de  
1.200 euros)

#### CONDENSADOR DE GRAN DIAFRAGMA RECOMENDADO.



RODE NT1A (sobre 300 euros). La gama de micrófonos de condensador de Rode, el fabricante australiano, se ha popularizado en los últimos años gracias en parte a su excelente relación calidad/precio. NT1A es un modelo barato de gran diafragma (1") y patrón cardioide, que realiza un gran trabajo con las voces y se presta para otras aplicaciones.

#### MICRÓFONO ESTÉREO.



RODE NT4 (unos 500 euros). Para grabar en estéreo, cápsulas de media pulgada en configuración X-Y sobre un cuerpo único. Una belleza curiosa.

Algunos de los micrófonos expuestos seguramente superarán con creces los bolsillos de muchos, pero teniendo en cuenta el servicio que hacen..... ¿vas a utilizar un micro inadecuado para lo que probablemente sea el mejor tema de tu vida?

Fíjate en el precio del Rode NT1A y piensa que por 300 euros podrías tener un magnífico micrófono para grabar voces y..... la verdad..... 300 euros no parece una cantidad excesiva para un pequeño estudio.

## 21.1 EL DVD-AUDIO

El formato DVD-Audio está especialmente diseñado para ofrecer la mayor fidelidad de audio en un DVD. Esta supera ampliamente a la calidad de los CD convencionales y a los DVD-Vídeo. En marzo de 1999 el DVD Forum liberó la versión 1.0 (final) del formato DVD-Audio.

El formato DVD-Audio sólo se puede reproducir en lectores con capacidad de DVD-Audio, (que no son todos los lectores de DVD-Vídeo existentes), más abajo veremos como se puede hacer que sean "compatibles" con DVD-Vídeo.

DVD-Audio aprovecha la ventaja de la gran capacidad de almacenamiento, velocidad y flexibilidad que es posible sólo con el DVD: sonido multicanal. Además permite contener una cantidad limitada de video, que puede ser usada para mostrar textos, letras o notas; o imágenes (como un álbum de fotos). Hasta 16 imágenes estáticas pueden asociarse con cada pista. Como opción en un DVD-Audio se pueden incluir las pistas grabadas en formato compatible con el DVD-Vídeo (Dolby Digital y DTS) para poder reproducirlo en un DVD-Vídeo.



DVD-Audio permite una gran variedad de formatos de audio al variar los niveles de especificación. DVD-Audio soporta los mismos formatos de audio multicanal usados en DVD-Vídeo. Por lo tanto, DVD-Vídeo y DVD-Audio pueden ambos disponer de audio de alta definición y multicanal grabado en formato Dolby Digital o DTS. Sin embargo, la verdadera ventaja del DVD-Audio sobre el DVD-Vídeo y el CD está en el significativo aumento de la calidad en el audio en formato PCM. PCM o "Pulse-Coded-Modulation" es el estándar de audio para los CDs y está disponible también en muchos DVD-Vídeo.

La especificación DVD-Audio requiere PCM audio mientras que Dolby Digital, DTS o MPEG audio son opcionales aquí. Sólo se incluyen para dar compatibilidad con los DVD-Vídeo que no soportan DVD-Audio.

A continuación vemos una tabla comparativa entre el DVD-Audio y el Compact Disc:

ESPECIFICACION:	DVD-AUDIO	COMPACT DISC
Formato de audio	PCM	PCM
CAPACIDAD DEL DISCO.	4'7 GB una capa 8'5 GB doble capa 17 GB,2 caras, doble capa	650 Mb/700 Mb 800 Mb/900 Mb
CANALES	HASTA 6	2 (STEREO)
RESPUESTA EN FRECUENCIA.	0 - 96kHz (max)	5 - 20kHz
RANGO DINÁMICO	144dB	96dB
Sampling Rate - 2 canales	44'1, 88'2, 176'4KHz ó 48, 96, 192KHz	44'1 Khz.
Sampling Rate - Multicanal	44'1,88'2KHz ó 48,96KHz	n/a
Resoluciones	12,16,20 o 24 bits	16 bits
Data Rate Máximo	9'6 Mbps	1'4 Mbps

En PCM, la habilidad para representar fielmente una señal analógica en formato digital depende principalmente del "tamaño del sample" y del "Sample rate". La combinación de esos dos valores se representa como dos números de esta manera: 24/96, indicando que se están usando 24 bits de sample y a un ratio de 96000 samples por segundo.

Sample Size o "Quantization" es el número de bits de datos usados para representar la señal analógica de audio cada vez que la información digital se convierte a analógica. A mayor valor más precisa es la conversión.

Sampling Rate o Sampling Frequency es el numero de samples por segundo que se usan cuando se convierte la señal analógica en digital. A mayor "sampling rate" mayor es el rango de frecuencias que se pueden convertir.

Data Rate es el numero de bits por segundo que pueden ser procesados. A mayor valor, mayor es la cantidad de datos que se procesa.

A mayor número de bits usados por sample y a mayor número de samples por segundo (sample rate) más precisa será la señal analógica que se obtiene de la información digital grabada. Con un tamaño de 24 bits y un sample rate de 192khz(24/192) el dvd-audio es capaz de grabar una señal con un rango de frecuencias de 0 a 96khz y en un rango dinámico de 144db.

En las grabaciones multicanal, la especificación PCM de DVD-Audio permite que cada pista sea grabada con un numero diferente de factores. Entre los que se incluyen:

- \* Sample size y Sample rate pueden ser seleccionados por pista, pudiendo obtener 24/96 para los canales frontales y 16/48 para los traseros.
- \* Se puede usar una pista para el canal central frontal o crear un "canal central virtual" usando los dos altavoces frontales (ventaja para los sistemas 4.1)
- \* Uso de downmixing de pistas multicanal en una mezcla de 2 canales si no se incluye una pista para 2 canales (estéreo). Si existiera esa pista, se usaría automáticamente en vez de realizar un downmix. La tecnología "downmixing" aparece como "System Managed Audio Resource Technique" o SMART. Útil si no se dispone de sistema 5.1 y solo de 2.1 o estéreo.
- \* Posibilidad de uso de la tecnología de compresión "Meridian Lossless Packing (MLP)" o PCM sin comprimir.

#### System Managed Audio Resource Technique (SMART)

Es la tecnología de "downmixing": pistas multicanal en una "representación" estéreo. Los parámetros para controlar el downmix se asignan y graban en cada pista. Esos parámetros incluyen niveles de volumen y de balance.

#### Meridian Lossless Packing (MLP)

El DV-Forum ha escogido una compresión "lossless" (sin pérdidas) para extender el tiempo de reproducción en los dvd-audio. La MLP permite comprimir en un ratio 2:1 sobre el formato PCM sin comprimir (aproximadamente el doble).

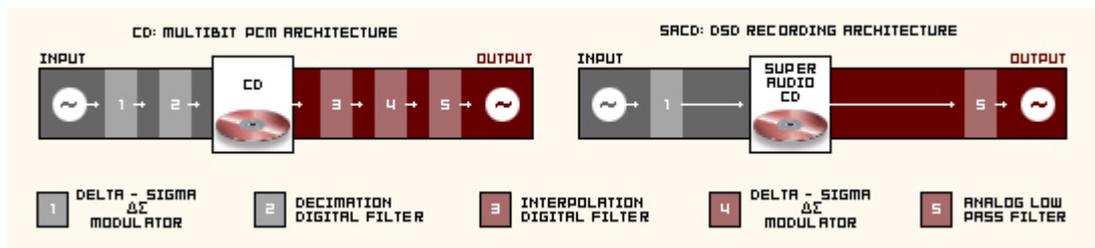
Con MLP, un DVD-Audio de simple cara puede grabar alrededor de 2 horas de audio de 6 canales y 24/96 de calidad o alrededor de 2 horas en 24-bit/192kHz estéreo.

## 21.2- EL SACD

Los intentos de mejorar el formato CD-Audio vino por parte de los ingenieros de Sony y Philips, curiosamente lo inventores de los discos compactos. Sus investigaciones se vieron materializadas en el formato SACD (Súper Audio CD). En lugar de seguir con la digitalización PCM tradicional (que, curiosamente vienen defendiendo y mejorando desde finales de los setenta), diseñaron un sistema nuevo que da como resultado un sonido más fiel a la onda analógica original. Y que como ellos llaman es un Salto Quántico para la música.

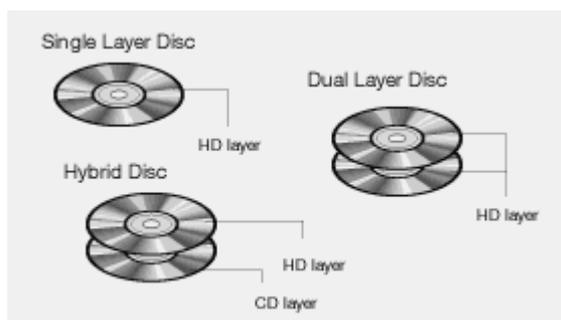
#### Como funciona un SACD

La nueva tecnología descubierta se llama DSD (Direct Stream Digital) y su tecnología, conocida como modulación Delta/Sigma, se basa prácticamente en el modelo opuesto al DVD Audio: en lugar de aumentar la capacidad de los muestreos a 24 bits, el DSD los reduce a sólo uno. Así, cada vez que se toma una muestra de la señal analógica sólo se almacena un bit que, para entendernos, indicará si el valor de la onda en dicha muestra es superior (1) o inferior (0) a la anterior. De esta forma, cuantos más "unos" vayan seguidos, más alta será la frecuencia (y viceversa). Evidentemente, para suplir la falta de información que supone emplear un solo bit, la tasa de muestreo no se limita a 44.100 o 192.000 Hz, sino que asciende nada menos que a los 2.822.400 Hz.



Las ventajas de este sistema son muchas. Por un lado, el sistema de grabación digital se acerca más al empleado en la grabación analógica al ser más continuo y no estar restringido a unos valores mínimos y máximos de cuantificación (los sample rate, sample size, freq., etc), lo que produce un sonido más natural al oído humano. Por otra parte, los componentes necesarios para decodificarlo son, en principio, muy sencillos pues sólo han de trabajar con un único bit de datos. De hecho, en la mayoría de reproductores de CD actuales con un mínimo de calidad se emplean DAC's (convertidores de digital a analógico) de 1 bit para intentar evitar en lo posible la artificialidad del sonido PCM de 16 bits. La diferencia es que ahora no es necesario suavizar la señal, únicamente introducirla por un filtro paso bajo analógico.

Al igual que el DVD Audio, el formato SACD cuenta con la posibilidad de incluir información de hasta seis canales de audio independientes, codificados mediante un sistema de compresión sin pérdida (lossless) llamado DST (Direct Stream Transfer). Además, del mismo modo que en los discos DVD Audio se suele incluir una pista Dolby Digital para hacerlos compatibles con todos los lectores de DVD, los discos SACD pueden albergar información PCM a 16 bits totalmente compatible con cualquier reproductor de CD, lo que se conoce como discos SACD híbridos. Esto se consigue empleando dos capas de lectura: en la más superficial estará la información DSD en alta resolución, mientras que en la interior se incluirá el audio PCM convencional.



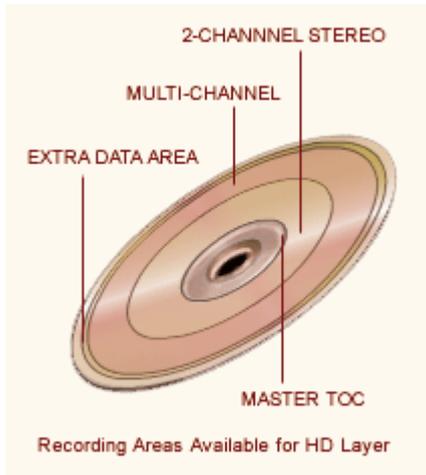
Para identificar los tipos de SACD, existen unos anagramas en las cajas que nos ayudarán a saber en que aparatos se pueden reproducir.

	Este modelo sólo funcionará en lectores SACD.
	Este modelo funciona en lectores de CD convencional (con la capa PCM) y lectores SACD (con el audio mejorado).
	Este modelo sólo funcionará en reproductores de SACD, reproduciéndose en multicanal en los modelos adecuados o en estéreo en aquellos que no dispongan de multicanal.



Este modelo funciona tanto en lectores CD como en lectores SACD, pero aplicando lo dicho al modelo anterior, si el lector SACD es multicanal, obtendremos sonido multicanal.

Cada SACD multicanal incluye una versión completa estéreo de la música, aparte de añadir la versión multicanal:



Para una máxima libertad artística, el sistema Multicanal de SACD puede ser creado de varias maneras:

- \* 3 canales. Esto activa los altavoces izquierdo, derecho y central, para un sonido "direccional" o con mejor reproducción de.....un directo (por ejemplo).
- \* 4 Canales. Usa canal izquierdo, derecho, surround izquierdo, surround derecho, dando así una distribución envolvente a todos los altavoces.
- \* 5 canales. Añade al modelo anterior un canal central. Sirve para un mejor posicionamiento.
- \* 5.1 Canales. Añade lo dicho anteriormente mas un .1 de subwoofer. Mejorando así los bajos y teniendo un sistema envolvente completo con reproducción mejorada de las frecuencias.

Donde reproducir SACD:

Ahora mismo la oferta de reproductores "SOLO SACD" está casi limitada a equipos de Sony y de Philips, pero esto cuenta con una gran ventaja: el catálogo de audio que maneja Sony Music aparte de los de Virgin, Epic, Geffen, Jive, MCA o Blue Note. Frente al catálogo de Warner music, EMI music o Panasonic que se esta publicando en DVD-Audio.

## 21.3 EL HDCD

High Definition Compatible Digital (HDCD) es un proceso de codificación/decodificación que se realiza para alcanzar la riqueza y detalle del sonido original "captado por el micrófono" incluido en Compact Disc y DVD-Audio. HDCD ha sido usado en muchos CD que ya se encuentran en el mercado, fácilmente localizables por el logo.

Los Cd codificados como HDCD suenan mejor porque se emplea una tecnología de codificación de 20 bits en vez de la tecnología de 16 bits estándar de los Cd. Esto se consigue usando un sofisticado sistema para codificar los 4 bits extra en el Cd consiguiendo que el soporte permanezca totalmente compatible con los sistemas actuales de Cd audio. HDCD da un rango dinámico mayor, un sistema orientado al audio en 3-D y una naturalidad mayor en las voces y en la música.

La tecnología HDCD fue originalmente diseñada por Keith Johnson & Pflash Pflaumer en 1996. Crearon Pacific Microsonics Inc. con la intención de crear un formato totalmente compatible y reproducible en los lectores de Cd normales. En el año 2000, la todopoderosa Microsoft, adquiere Pacific Microsonics Inc y continúa incorporando esta tecnología a diversos productos.



Como se dijo anteriormente, la información de audio se codifica usando 4 bits de más, con el resultado de cd's de 20 bits en vez de los clásicos 16. En esos 4 bits "extra" va la información que mejora el audio codificado. Esa información está codificada de forma que un equipo normal de CD pueda leer la información como si fuera un Cd normal. En estos equipos sólo se leen los 16 bits normales de la información, manteniendo así la calidad normal. Un HDCD reproducido en un aparato con posibilidad de leer este formato se escucharía con una mayor fidelidad y por lo tanto .....mejor.

El proceso comienza en el estudio de sonido, donde el master original de la grabación se digitaliza a 176.400 Hz y 24 bits. Mediante un convertidor de frecuencia se reduce la tasa de muestreo a la mitad.....dos veces. Primero a 88.200 Hz y luego a 44.100 Hz. A continuación, se llevan a cabo dos procesos destinados a reducir el flujo de datos de 24 a 16 bits. El primero es la limitación de picos de señal mediante el cual se rebaja la frecuencia cuando ésta alcanza valores extremadamente altos. El segundo es la compresión de la gama dinámica, que se basa en analizar los niveles de la grabación y, tras hallar la media, rebajar aquellas frecuencia que caen muy por debajo de ella. Ambos procesos se llevan a cabo con sofisticados algoritmos que suavizan estas reducciones para que sean lo menos drásticas posibles. Con esto se consigue audio en 44.100 Hz y 16 bits apto para "estamparlo" en un Cd.

Pero lo realmente interesante es que éstos dos procesos no son del todo "destructivos"; a medida que se aplican se van almacenando instrucciones destinadas a intentar restaurar posteriormente la señal de la que se partió, es decir, la que se encontraba a 24 bits. Por ejemplo, si en el milisegundo número 5.315 la frecuencia se redujo en 3dB, se almacena una instrucción que indicará luego al codificador HDCD que debe incrementar la señal esos 3dB.

Te estarás preguntando cómo se consiguieron introducir esas instrucciones en el flujo de datos de un Cd..... Teniendo en cuenta que, obligatoriamente hay que ceñirse a los 16 bits y a 44.100 Hz de muestreo, a los ingenieros de Pacific Microsonics se les ocurrió emplear el bit menos significativo (conocido como LSB) de esos 16 bits. De esta forma, el dato inicial que contuviese (0 ó 1) se sustituiría por otro bit (también 0 ó 1) pero esta vez perteneciente a una instrucción HDCD.

El oído humano no percibe la diferencia porque la variación entre, por ejemplo, una frecuencia con valor 43.566 y otra con valor 43.567 es mínima. Juntando varios bits LSB pertenecientes a varias muestras (que además no se encuentran inmediatamente unas detrás de otras), según un patrón fijo, se introduce en el flujo de datos un "ruido digital" imperceptible para nuestros oídos pero que, en la práctica, compone una instrucción reconocible por un chip HDCD. Además, estas instrucciones no se introducen continuamente, sólo cuando se necesitan, lo que en la práctica se traduce en menos de un 5% del tiempo total de reproducción. Con esto se consigue un resultado equivalente a una digitalización de casi 20 bits en lugar de los 16 del Cd de audio.

Para reproducir un HDCD bastaría con tener un Pc con Windows, ya que como se dijo anteriormente, Microsoft es ahora la propietaria de esta tecnología. El reproductor predeterminado, el Windows Media es suficiente.

Por otro lado, existen en el mercado bastantes reproductores compatibles con el HDCD y también muchos reproductores de DVD que leen y decodifican el HDCD.

También es interesante el hecho de que la tecnología HDCD no se limita sólo a los soportes físicos sino que también se usa en receptores de radio.

Para terminar, decir que la tecnología HDCD en los Cd's es perfectamente "copiable", esto significa que si haces una copia de seguridad de un HDCD, la copia obtenida seguirá siendo HDCD.

#### **21.4 EL DUALDISC**

Un consorcio de grandes discográficas compuesto por EMI Music, Sony BMG Music Entertainment, Universal Music Group, Warner Music Group y 5.1 Entertainment Group/Silverline Records, anunció el lanzamiento en octubre de 2004 del DualDisc, un disco compacto cuya segunda cara, hasta ahora inutilizada, contendrá un DVD. El nuevo producto incluirá en una cara la grabación musical y en la otra actuaciones, galerías de fotos, letras, links, vídeos o entrevistas con los artistas. Esto sustituirá la práctica cada vez más generalizada en los lanzamientos de artistas a lo de ofrecer, junto al disco, por separado, un DVD con videoclips o actuaciones. DualDisc será compatible con la mayoría de reproductores de CD, DVD, consolas y PC, y estará disponible en el mercado estadounidense a partir de octubre de 2004, según el consorcio que lo lanza.