

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:
INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIDAD SONIDO E IMAGEN

Título del Proyecto:

**INVESTIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS
ELEMENTOS DE UN ESTUDIO DE GRABACIÓN,
ASÍ COMO SU APLICACIÓN EN EN LAS
DIFERENTES FASES DE LA PRODUCCIÓN
MUSICAL**

Alumno:
Guillermo Asín Senosiain

Tutor:
Mikel Sagües García

10 de Septiembre de 2014

0. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL PROYECTO.

0.1 INTRODUCCIÓN

0.2 OBJETIVO

1. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS SOTFWARE Y HARDWARE DE UN ESTUDIO DE GRABACIÓN

1.1 TIPOS DE SEÑALES

1.1.1 Balanceado de la Señal

1.2 CONEXIONADO

1.2.1 Conectores

1.2.2 Tipos de Cables

1.2.3 Mono/Estéreo

1.2.4 Conexiones Digitales

1.2.5 Patch Pannel

1.2.5.1 Tipos de Patch

1.3 ESTUDIO DE GRABACION

1.4 ESTUDIO

1.4.1 Acústica Recomendada

1.4.2 Transductores de entrada

1.4.2.1 Micrófonos

1.4.2.1.1 Condensador

1.4.2.1.2 Dinámico

1.4.2.1.3 Diferencias entre micrófonos dinámicos y de condensador

1.4.2.1.4 Cinta

1.4.2.1.5 Contacto

1.4.2.2 Pastillas Magnéticas

1.4.2.3 Capsulas Fonocaptoras

1.4.3 Cajetín

1.5 CONTROL ROOM

1.5.1 Acústica Recomendada

1.5.2 Previos

1.5.3 Procesadores de señal:

1.5.3.1 Mesa de Mezclas

1.5.3.1.1 Tipos de Mesas de Mezclas

1.5.3.1.1.1 Analógicas

1.5.3.1.1.2 Digitales

1.5.3.1.1.3 Controladoras

1.5.3.1.2 Sección Canales

1.5.3.1.2.1 Entrada

1.5.3.1.2.2 Niveles y Medidores

1.5.3.1.2.3 Ecuilización

1.5.3.1.2.4 Auxiliares

1.5.3.1.2.5 Encaminamiento

1.5.3.1.3 Sección Máster

- 1.5.3.1.3.1 Fader Principal
- 1.5.3.1.3.2 Canal de Monitores
- 1.5.3.1.3.3 2TRACKS
- 1.5.3.1.3.4 Studio/FoldBack
- 1.5.3.1.3.5 Másters Auxiliares
- 1.5.3.1.3.6 FX Returns
- 1.5.3.1.3.7 Talkback
- 1.5.3.2 Procesado de variación de Timbre
- 1.5.3.3 Procesado de dinámica
- 1.5.3.4 Procesado de espacio
- 1.5.3.5 Procesado de efectos especiales (FX)
- 1.5.4 Interfaces de Audio
 - 1.5.4.1 Conversores A/D, D/A
 - 1.5.4.2 Señal de reloj
- 1.5.5 DAW
- 1.5.6 Transductores de Salida.
 - 1.5.6.1 Amplificación
 - 1.5.6.2 Monitores
 - 1.5.6.3 Monitorización (amplificador de cascos)

2. TÉCNICAS DE GRABACIÓN, MEZCLA Y MASTERING

2.1 GRABACIÓN

- 2.1.1 Selección de micrófonos, captación de instrumentos
- 2.1.2 Rasgos generales de elección de micrófono
- 2.1.3 Colocación del Micrófono
- 2.1.4 Técnicas de grabación estereofónica
- 2.1.5 Técnicas de grabación de grupo
 - 2.1.5.1 Grabación conjunta
 - 2.1.5.1.1 Grabación mono microfónica
 - 2.1.5.1.2 Grabación multi microfónica
 - 2.1.5.2 Grabación individual
 - 2.1.5.2.1 Grabación mono microfónica
 - 2.1.5.2.2 Grabación multi microfónica

2.2 MEZCLA

- 2.2.1 Definición y Objetivo
- 2.2.2 Monitorización
- 2.2.3 El espacio (dimensiones, FX)
- 2.2.4 Espectro en frecuencia
- 2.2.5 Ecuación
- 2.2.6 Compresión
- 2.2.7 Grupos
- 2.2.8 Automatizaciones

2.3 MASTERING

- 2.3.1 Definición y objetivo
 - 2.3.2 Niveles en el mastering
 - 2.3.3 Procesos que componen el mastering
 - 2.3.3.1 Edición
 - 2.3.3.2 Ecuilización
 - 2.3.3.3 Compresión
 - 2.3.3.4 Maximización
 - 2.3.3.5 Dithering
- 3. PRODUCCIÓN DE UN CUARTETO DE JAZZ**
- 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO Y LOS ELEMENTOS UTILIZADOS
 - 3.1.1 Cabina
 - 3.1.2 Control room
 - 3.2 GRABACIÓN
 - 3.2.1 Objetivo y elección de la técnica de grabación
 - 3.2.2 Elección de micrófonos y colocación
 - 3.2.3 Niveles de Grabación
 - 3.2.4 Conclusiones del resultado de este proceso
 - 3.3 MEZCLA
 - 3.3.1 Objetivo
 - 3.3.2 Edición
 - 3.3.3 Proceso de mezcla
 - 3.3.4 Análisis
 - 3.3.5 Conclusiones del resultado de este proceso
 - 3.4 MASTERING
 - 3.4.1 Definición y objetivo
 - 3.4.2 Niveles en el mastering
 - 3.4.3 Procesos que componen el mastering
 - 3.4.3.1 Edición
 - 3.4.3.2 Ecuilización
 - 3.4.3.3 Compresión
 - 3.4.3.4 Maximización
 - 3.4.4 Análisis
 - 3.4.5 Conclusiones del resultado de este proceso
- 4. CONCLUSIONES**
- 5. BIBLIOGRAFIA**
- 6. GLOSARIO**
- 7. ANEXOS**
- 7.1 Fases
 - 7.2 Unidades
 - 7.3 Tablas de ecualización

0.1 INTRODUCCIÓN

Prácticamente todos los días escuchamos música, en diferentes medios, bien sea la radio, el iPod, mp3, el metro, la tv... pero, ¿de dónde viene esa música?, ¿Cómo se ha grabado? La gente con un conocimiento más amplio del tema puede preguntarse, ¿Cómo hacen mis artistas favoritos para sonar tan bien?

El mundo de la ingeniería de grabación, como bien he anticipado, es un mundo muy extenso que engloba trabajos, maquinaria y procesos que la gente ni conoce, ni imagina. El ingeniero de grabación debe cumplir una parte psicológica, de la cual no hablaremos en este documento, muy importante, ya que tiene conexión directa con el artista, y cuanto más cómodo este el artista, mejor fluirá el trabajo en el estudio.

Hoy en día, es evidente como ha impactado y evolucionado el término de los “Home Studios” en nuestra sociedad. Cada vez se comercializan con más frecuencia elementos hardware y software referidos a estudios de grabación, creación de instrumentales... y se va desvelando aquel secreto que parece hace unos años escondían dichos estudios.

Se ha de recalcar que el proceso de ruteo, grabación, mezcla y masterización en un “home studio” no tiene nada que ver con el proceso que se realiza en un estudio de grabación profesional.

A lo largo de este documento encontraremos todas las respuestas a este difícil proceso, haremos hincapié en los tecnicismos necesarios y explicaremos con pelos y señales como viaja la señal por un estudio de grabación, que camino sigue, que elementos utiliza, y que función hacen cada uno de ellos, a esto último lo llamaremos CADENA DE AUDIO.

Finalmente como última parte del proyecto, una vez explicado todo lo necesario para entender un estudio de grabación, os guiaremos en el proceso que hemos seguido, los problemas surgidos y sus soluciones, diferentes opciones de configuración y algunos consejos muy prácticos en la creación de una canción de Jazz.

0.2 OBJETIVO

El objetivo del proyecto es aplicar los conocimientos obtenidos sobre electroacústica, señales, y tratamiento de estas, en una aplicación práctica y real como es la grabación de una canción. A su vez, una vez leído el proyecto, el lector deberá ser capaz de entender la importancia tanto del aislamiento como de la acústica en los entornos del estudio de grabación, conocer los diferentes tipos de micrófonos, altavoces, mesas de mezclas, y diferente material que se irá explicando durante el proyecto, y saber aplicarlos en cada situación. Entenderá las diferentes fases que se dan a la hora de realizar cualquier proyecto musical; grabación, mezcla y masterización (así como las partes que conllevan cada una), y en general conocerá la cadena de audio que sigue un sonido dentro de un estudio. Se aprenderá a tratar la señal mediante ecualización, compresión, y otras técnicas muy novedosas e interesantes. Mediante dos primeras partes, se informará al lector, teóricamente, sobre todas las técnicas, hardware y software que engloban un estudio de grabación, y en una tercera parte, aplicaremos todo ello en la grabación, mezcla y masterización de un cuarteto de Jazz. A su vez, explicaremos el porqué de tomar determinadas decisiones, lo que ayudará a afianzar conocimientos al lector y siempre, daremos varias opciones, para ampliar el conocimiento y las posibilidades. Todo el proyecto, está planteado desde un punto de vista técnico, pero para ello se incluyen glosarios, conclusiones y lecturas adicionales, en caso de no entender parte del proyecto.

Disfruten del trabajo leyéndolo, como lo hemos hecho nosotros escribiéndolo.

1. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS SOFTWARE Y HARDWARE DE UN ESTUDIO DE GRABACIÓN

1.1 TIPOS DE SEÑAL

Antes de hablar de los elementos correspondientes a la cadena de audio, es básico saber con qué tipo de señales se va a trabajar, ya que el audio pasa por diferentes etapas de amplificación, y la señal tiene diferentes niveles según el punto en que se encuentra.

Los tipos de señales a tener en cuenta son:

- MIC (Micrófonos...)
- LINE (Previos, instrumentos musicales electrónicos, mp3, reproductores de audio...)
- INSTRUMENTO (Pastillas eléctricas, guitarras, bajos...)
- PHONO (Giradiscos...)

Como se ha explicado antes, cada señal tiene diferentes valores en función de en qué parte de la cadena de audio se encuentre, así que en cada apartado se indicaran los valores de nivel e impedancia de la señal.

Es MUY importante saber la diferencia entre una señal PROFESIONAL, y otra HOME, puesto que va a estar muy presente en nuestro trabajo, y porque los valores de la señal varían.

La diferencia fundamental se da en el **BALANCEADO DE LA SEÑAL**.

1.1.1 Balanceado de la señal

El objetivo principal del balanceado de la señal, es reducir el ruido inducido que pudiera interferir en el cable, frente a los sistemas de cables coaxiales (Home), que proporcionan una cierta protección contra el ruido pero no la suficiente para un sistema profesional.

Necesitamos mayor inmunidad, para ello necesitamos un cable de tres conductores, 2 señales diferentes y malla (igual que un estéreo).

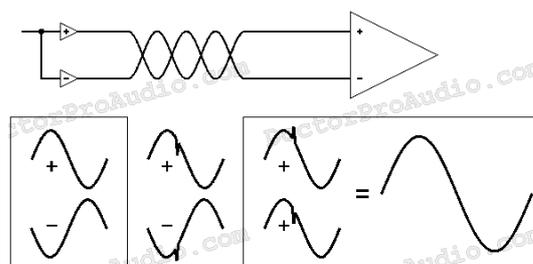


Figura 1: Balanceado de la señal [DPA2013].

Lo que hacemos es llevar la misma señal por los 2 cables, pero una de ellas se invierte de fase (en contrafase). Al inducirse un ruido (transitorio), la interferencia viaja en fase con la otra, pero al llegar al receptor, la señal invertida de fase se vuelve a invertir. Al sumar las 2 señales en fase, se consigue eliminar totalmente las interferencias (puesto que las interferencias estaban en fase) y se obtendrá el doble de la amplitud en el receptor.

1.2 CONEXIONADO

Naturalmente, la señal de audio es electricidad, y como electricidad necesita un conductor metálico para transportarse. En lo que concierne al estudio de grabación, los cables nos darán la conexión entre diferentes elementos hardware, generalmente no a mucha distancia.

1.2.1 Conectores

Los conectores sirven para unir el cable que transporta la señal al receptor/trasmisor eléctrico que desea recibirla.

A continuación se presenta una tabla con los conectores de audio más utilizados:

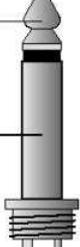
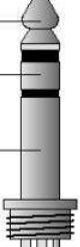
NOMBRE	USO	DESCRIPCIÓN	CONEXIONES	OTROS	FOTO
XLR o CANON	Señal Micrófono o Línea	Formado por 3 contactos para cables de 3 conductores.	Conexión balanceada (mono) o estéreo no balanceada.		
TRS o Jack estéreo	Señal de Línea, a veces en la de Micro (no es muy común)	Formado por 3 contactos para cables de 3 conductores.	Señal estéreo, 2 mono o una balanceada.	<p>Funcionamiento no balanceado con jack mono</p> <p>Punta = señal</p> <p>Vástago = masa / blindaje</p> 	<p>Funcionamiento balanceado con jack estéreo</p> <p>Punta = señal (+)</p> <p>Anillo = señal (-)</p> <p>Vástago = masa / blindaje</p> 
TS o Jack mono	Señal de Línea, a veces en la de Micro (no es muy común)	Dispone de sólo 2 contactos.	Mono.	<p>Punta</p> <p>Vástago</p> <p>Descarga de tracción</p> 	<p>Punta</p> <p>Anillo</p> <p>Vástago</p> <p>Descarga de tracción</p> <p>Al pesar del funcionamiento balanceado al no balanceado, se tienen que puentear el anillo y el vástago del Jack estéreo.</p> 

Figura 2: Explicación funcionamiento cable TS/TRS [JOSE2012].

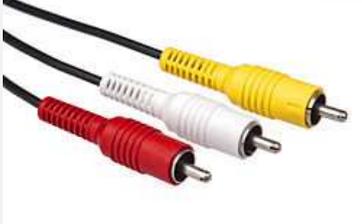
RCA o PHONO	Línea	Dispone de sólo 2 contactos.	Mono.	Mismas características Jack Mono.	
Jack Bantham	Línea		Conexión balanceada (mono) o estéreo no balanceada.	Es un Jack Estéreo más pequeño muy utilizado en estudio. Se usa en el Patch Pannel (veremos a continuación).	
Speakon	Señal de Potencia.	Conector de 4 contactos para 2 altavoces, y de 8 contactos para 4 altavoces.		Se usa para conectar etapas de potencia a altavoces.	
Banana Jack	Potencia.			Se usa para no tener que enroscar los cables si se utiliza cable pelado.	
Multiconectores		Son varios contactos para conectar una manguera de cables.			

Tabla 1: Distintos tipos de conectores.

1.2.2 Tipos de cables

Dentro del mercado existen muchos tipos de cables, pero para el estudio de grabación solo valen unos pocos.

Anteriormente se han explicado los tipos de señal que se pueden encontrar en un estudio de grabación, a continuación se mencionara el tipo de cable que se usa para transportarlas.

Diferenciamos los tipos de cables en 2 grupos:

- **Coaxial**
- **Paralelo Bifilar**

El cable coaxial se usará en las siguientes señales:

- Micrófono
- Instrumento
- Phono
- Línea

El cable paralelo bifilar se usará en las siguientes señales:

- Potencia
- Phones

Los **cables coaxiales** se componen de 2 o 3 conductores separados entre sí mediante un plástico que funciona como aislante.

Su disposición permite evitar las interferencias electromagnéticas, a las que llamaremos ruido eléctrico. Permite reducirlas gracias al funcionamiento del cable, compuesto por una capa exterior que hace de aislante, seguido de una malla o pantalla conductora, a lo que le seguiría otro aislante... y así sucesivamente.



Figura 3: Cable coaxial.

Mediante un **cable paralelo bifilar**, se transportarán señales que previamente han sido amplificadas mediante una etapa de potencia o un amplificador.

Son señales con un valor de potencia muy alto, por lo que el ruido electromagnético afecta de manera insignificante. Este cable está compuesto por 2 conductores paralelos cada uno con su correspondiente material aislante.



Figura 4: Cable Paralelo Bifilar.

Más adelante se entenderá mejor el uso de este tipo de cables, de inserción o también llamado en “Y”.

Se le da este nombre porque está compuesto de dos conexiones **SEND y RETURN** que acaban en un único cable estéreo (TRS) que irá conectado en su correspondiente punto de inserción.

Existe un **insert o punto de inserción** en cada canal de la mesa de mezclas, para poder procesar la señal individualmente.

La señal siempre viaja desde una salida a un entrada, en este caso dispondremos de SEND (salida, envío de la señal) y RETURN (entrada, retorno de la señal). A la señal correspondiente del SEND le llamaremos TIP, y a la señal en el RETURN le llamaremos RING.

Son los cables más adecuados para los procesadores de dinámica, se desarrollará más adelante (sección 1.4.3.3).



Figura 5: Ejemplo cable insert, en "Y" [SPR2013].

1.2.3 Mono/Estéreo

En un estudio de grabación, el técnico de sonido, puede determinar en qué posición se encontrarán los músicos en la mezcla, gracias a la imagen estereofónica y el control de panorama. De esta manera el oyente podrá situar a los músicos en el campo estéreo derecho o izquierdo.

Una señal estéreo se transmite como campo estéreo izquierdo (left) y derecho (right), son 2 señales independientes, que se transmiten por un cable coaxial de 2 conductores más un tercero que será la malla que cierra el circuito.

Como es lógico en una señal monofónica, no es posible distinguir la posición de los músicos/instrumentos en el plano sonoro, ya que solo existe un canal para la mezcla. (En estéreo son 2 panoramizados a ambos lados)

A la hora de mezclar es ideal seguir un orden, en el caso de los estéreos se deberá hacer coincidir la señal del canal izquierdo con el canal impar, y viceversa.



Figura 6: Cable RCA estéreo.

1.2.4 Conexiones Digitales

Hoy en día va en aumento el uso de las conexiones digitales, así no se tendrá que hacer conversiones A/D o D/A, y se evitará tener pérdidas. Las consecuencias de esto, es que cada vez haya más dispositivos digitales en el estudio, como las mesas de mezcla, tarjetas de sonido, interfaces de audio, efectos, altavoces auto amplificados...

A continuación se muestra una tabla con las conexiones digitales diferenciadas en sus dos tipos, ELÉCTRICAS Y ÓPTICAS.

Conexiones eléctricas (Multiplexar en el tiempo)					
NOMBRE	IMPEDANCIA	CONECTORES	TRANSMISION	DISTANCIA	FOTO
S/P DIF	Cable coaxial impedancia 75 ohms.	Conectores RCA.	2 señales mono o una estéreo	6 a 10 metros.	
AES/EBU	Cable coaxial impedancia 110 ohms.	Conectores XLR	2 señales mono o una estéreo	Hasta 100 metros.	

TDIF		Multiconector con conectores D-SUB 25	8 + 8 señales de audio digital (8 envió, 8 retorno)		
Conexiones ópticas					
TOS LINK			El funcionamiento es igual al S/P dif. Pero por un cable óptico.		
ADAT		Cable óptico	8 canales simultáneos		

Tabla 2: Conexiones digitales.

1.2.5 Patch Panel

Se puede definir el Patch Panel como un sistema que permita tener acceso a todas las entradas y salidas de los dispositivos de un estudio de grabación. Literalmente, el patch panel, es un hardware de conexionado. Nos ayuda a acercar las entradas, de las salidas de los dispositivos. En una configuración de un estudio, la salida de una pista del multipistas, se conecta siempre a la entrada de un canal de la mesa, para poder escuchar lo que estas grabando. El cable que los conecta siempre pasa por el patch panel para tener acceso a la salida y a la entrada. En resumen, todos los elementos del estudio están conectados al patch panel para tener todas las entradas y salidas disponibles, para interconectar lo que sea necesario.

Al final, el patch es un puente entre la salida de un dispositivo y la entrada del otro, y estos elementos siempre están conectados. Existen 4 tipos de patch panel y según el tipo utilizado, el puente entre la salida y la entrada se rompe de manera distinta cuando conectamos un cable Jack.



Figura 7: Ejemplo de Patch Panel.

1.2.5.1 Tipos de Patch Panel

Existen 4 tipos de conexionado interno dentro de los patch panel, Patch abierto, Patch normalizado, Patch semi-normalizado, y por último, Patch paralelo.

En el **patch panel abierto**, no hay conexión entre dispositivos. Se utiliza como alargador de una entrada o salida, para tener más fácil el conexionado de diario.

En el **patch panel normalizado**, permite interrumpir la conexión previa entre los dispositivos conectando el cable correspondiente en cualquiera de las dos entradas del panel frontal.

En el **patch panel semi-normalizado**, la conexión solo se corta cuando conectamos un Jack a la entrada del panel frontal, cuando conectamos en la señal de salida, esta se duplica, por lo tanto llegara donde estaba conectada y a la nueva conexión.

En el **patch panel paralelo**, nunca se cortan las conexiones del puente, las señales solo se multiplican, funciona a modo de “ladrón”.

1.3 ESTUDIO DE GRABACIÓN

El objetivo principal de un estudio de grabación, es captar los sonidos y reproducirlos con calidad máxima, de la manera más fiel posible. A parte, se encontrarán otros elementos enfocados a una parte más “artística” (que también influyen en la parte técnica), de los cuales se hablará en la sección 1.4.3.5 Procesadores de efecto.

En la siguiente imagen se puede ver la disposición general técnica de un estudio de grabación (Fig. 8).

En una sesión de grabación básica, se tendrá una o varias fuentes sonoras. Se captará dicha señal mediante una toma individual o una técnica multi microfónica. Dicha señal se enviará a la mesa de mezclas, se sonoriza el envío y el retorno (cuando vuelve del secuenciador), para poder escuchar lo que vamos a grabar. Al mismo tiempo o posteriormente, esta señal será enviada mediante insert, a procesadores de dinámica o timbre, o mediante envíos auxiliares, para procesadores de espacio (FX). A todo este proceso, le llamaremos CADENA DE AUDIO.

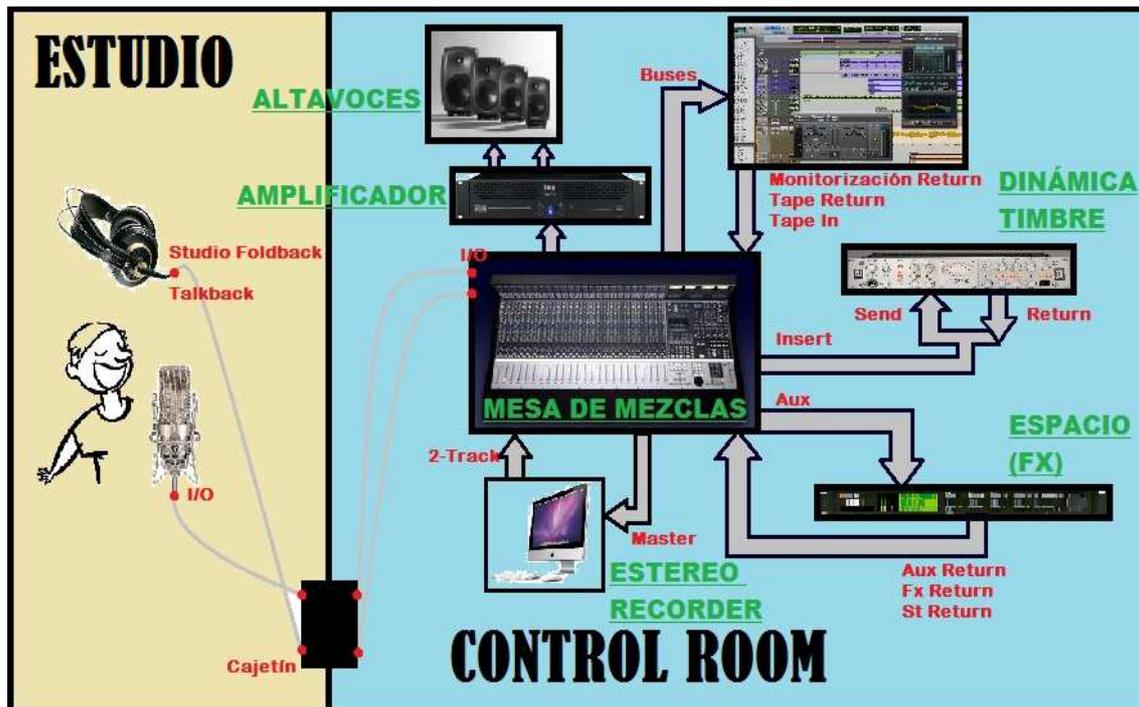


Figura 8: Cadena de audio de un estudio de grabación.

1.4 ESTUDIO

1.4.1 Acústica

Este lugar, llamado estudio, constituye la sala de grabación y en él se alojarán los músicos o las fuentes sonoras. Debe estar tratado acústicamente de dos maneras. Tiene que tener un aislamiento acústico de tal manera que no se infiltre ningún ruido o vibración del exterior y/o del control room, ya que en él se realizarán todas las tomas microfónicas para la grabación de una canción, disco, etc. Dicho aislamiento tiene que estar preparado para los dos tipos de ruidos existentes: **ruido aéreo y ruido impacto**.

El **ruido aéreo** puede transmitirse tanto a través de las paredes como por otro tipo de vías como pueden ser conductos de ventilación o tuberías. Para conseguir un buen aislamiento para el ruido aéreo es adecuado aumentar la masa de las superficies a tratar ya que cuanto mayor es, mayor es el aislamiento que nos ofrece. Sabemos que al duplicar la masa su poder de aislamiento aumenta en 6 dB. Una buena manera de absorber el sonido es utilizar diferentes materiales superpuestos en capas, de esta manera aumentaremos la efectividad de dichos materiales para la absorción del sonido. Una pared de 70 cm de hormigón ofrece un gran aislamiento pero en un edificio ya construido no suele ser posible su construcción, por ello se utilizan materiales de distinta densidad superpuestos y de menor peso. Por ejemplo un combinado de una placa de yeso tipo pladur, una plancha de fibra de roca y otra de madera pueden llegar a reducir 50 dB, teniendo un espesor de 28 cm y una masa de 15kg/m², mientras que un muro doble de ladrillo con un espesor de 70 cm y una masa de 160 kg/m² ofrece un aislamiento parecido. También es necesario dejar entre materiales cámaras de aire de entre 5 y 10 cm para evitar vibraciones y ofrecer más aislamiento.

Los **ruidos estructurales o de impacto** se originan por percusión, vibración, arrastres sobre la superficie de un material. Para aislar estos ruidos hay que intentar eliminar las uniones rígidas entre nuestra cabina y el resto del local. Para ello los materiales anti vibración son los más adecuados para el exterior de nuestra cabina. Un ejemplo de ello sería el ruido de impacto generado por el metro en una ciudad, se transmite a través de los raíles de las vías y a través de las estructuras de los edificios, por ello es conveniente tener suelos flotantes o incluso suspender toda la sala de grabación mediante sistemas de amortiguación para evitar así estas vibraciones.

El segundo tratamiento para la cabina debe ser el **acondicionamiento acústico**. Uno de los factores más importantes en esta sala es el tiempo de reverberación. Este depende del volumen de la sala y de los materiales que la componen así que su diseño debe estar realizado de una manera específica. Este diseño debe estar pensado en función de los instrumentos que vayamos a grabar ya que no es lo mismo una cabina para grabar percusiones que una sala para grabar una orquesta sinfónica. En este aspecto tenemos que tener muy claro cuál va ser la función de nuestro estudio. Las salas pensadas para grabar voces deben tener tiempos de reverberación bajos, entre 0,3 y 0,5 segundos, mientras que otras salas para grabar baterías deben tener RT mayores para dar así un sonido natural a la grabación mediante tomas ambientales, esto lo conseguiríamos con techos altos.

Las ondas estacionarias son otro factor a tener en cuenta en la cabina de grabación, estas se producen cuando una fuente sonora se halla entre dos paredes paralelas. Obtenemos un fenómeno de interferencia de ondas idénticas a una frecuencia de resonancia. De esta manera tenemos puntos con máxima vibración y otros de vibración nula y por tanto un mal acondicionamiento de la sala. Aunque en teoría este fenómeno se puede producir con cualquier tipo de frecuencia de onda, en la práctica, son ondas estacionarias de baja frecuencia, ya que las altas frecuencias no tienen suficiente energía para rebotar continuamente entre paredes separadas por varios metros.

En el caso de la cabina este sería un grave error ya que en función del lugar en el que colocáramos la fuente sonora y el micrófono obtendríamos una mayor o menor intensidad sonora y por tanto la grabación no sería la adecuada.

La manera más eficaz de evitar dicho problema es evitar las paredes paralelas y simétricas. Si no es posible este diseño, podríamos recurrir a la colocación de paneles absorbentes para evitar las frecuencias problemáticas o cortinajes específicos.

Otro factor importante a conocer en nuestra cabina es la frecuencia de resonancia ya que los lugares pequeños son muy sensibles a dicho problema. Es necesario conocer dicha frecuencia para evitar realimentaciones y para evitar coloraciones en la cabina. La mejor solución a este problema sería tener paredes móviles en el estudio de tal manera que adecuaríamos dicha frecuencia de resonancia a cada grabación.

1.4.2 Transductores de entrada

Los transductores de entrada, son los elementos encargados (en este caso en un estudio de grabación), de captar un sonido o las vibraciones que emite una determinada fuente sonora y transportarla al siguiente elemento de la cadena de audio. Cada transductor emite una señal eléctrica diferente. Según el punto en la cadena de audio en el que se encuentre dicha señal eléctrica, y con qué tipo de señal eléctrica estamos trabajando presentará diferentes niveles de señal.

Tipo de Señal	NIVEL	IMPEDANCIA	***
MIC	50-100 mV	200-600 ohms	Depende del Nivel de presión sonora, y de la sensibilidad del micrófono.
LINE HOME (-10dBV)	0,3 V	Aprox. 600 ohms	
LINE PROFESIONAL (+4dBu)	1,2 V	Aprox. 600 ohms	Recordemos, profesional es balanceada.
INTRUMENTO	1V	Aprox. 10Kohms	
PHONO	2,5mV	Aprox. 470 ohms	Esta entrada para solventar las limitaciones mecánicas lleva un sistema llamado ecualización riaa .

Tabla 3: Comparativa de tipos de señal de audio.

Véase sección de unidades (7.2).

Los transductores de entrada que vamos a explicar son los siguientes:

- Micrófonos
- Pastillas Magnéticas
- Las cápsulas fonocaptoras

1.4.2.1 Micrófonos

Los micrófonos convierten las ondas sonoras en señal eléctrica. Debido a las variaciones de la señal eléctrica, se producen diferencias de amplitud y frecuencia sobre la señal eléctrica proporcionales a la amplitud y frecuencia de las variaciones de presión producidas en la membrana del micrófono.

Cuando se habla de micrófonos las características más importantes son:

- Patrón Polar
- Sensibilidad
- Rango de frecuencias
- Max. SPL
- Relación SEÑAL/RUIDO
- Alimentación

El tipo de señal que genera un micrófono, se le llama señal de MIC.

Se encuentran muchos tipos diferentes de micrófonos como son los micrófonos de condensador, dinámicos, cinta, electret, carbón, contacto o piezoeléctricos.

Dentro de un estudio los micrófonos más relevantes son los micrófonos de condensador y dinámicos, y con menos relevancia se encuentran los micrófonos de cinta o de contacto. Ahora se van a explicar estos tipos de micrófonos.

Los micrófonos de estudio no son tan resistentes como los micrófonos de directo, no tiene protección contra la manipulación y son más débiles. Todos los micros tienen su propio soporte, llamado comúnmente araña, que los protege de las posibles vibraciones.

1.4.2.1.1 Condensador

Este micrófono, más profesionalmente llamado micrófono electrostático de condensador, basa su funcionamiento en un componente electrónico, el condensador.

La función de este componente es la de almacenar una determinada carga eléctrica. Dependiendo del tipo de condensador se encuentran dos tipos de micrófonos, de condensador y electret.



Figura 9: Micrófono de Condensador Neumann TLM 49.

En los dos tipos de micrófonos el funcionamiento es el mismo, el diafragma esta solidario a una de las placas del condensador, y la otra esta fija, por eso cuando una fuente sonora genera el movimiento del diafragma, varía la carga del condensador. Esta variación de carga que se ha producido, determina la diferencia de voltaje que constituye a la señal de audio.

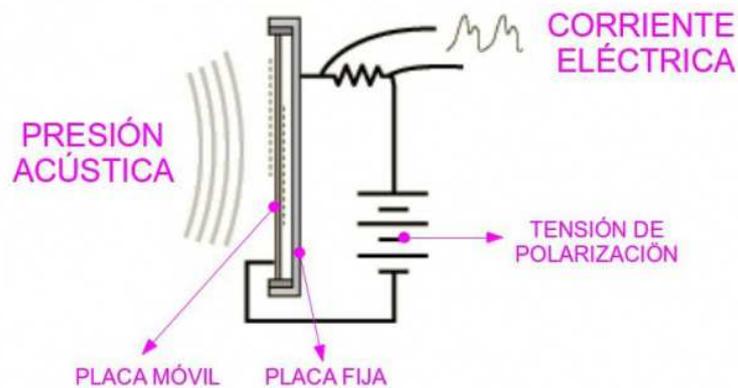


Figura 10: Esquema funcionamiento micrófono de condensador [JAM2013].

Algo que hay que se debe tener muy en cuenta en los micrófonos de condensador es que necesitan una alimentación distinta a la de los demás micrófonos para cargar las placas. La alimentación que necesitan es una corriente continua, la más utilizada es la llamada, alimentación Phantom (+48V CC). Dicha alimentación se utiliza además para alimentar el circuito preamplificador que incorporan estos micrófonos, debido a que producen señal de muy baja potencia.

1.4.2.1.2 Dinámico

Es uno de los micrófonos más usados junto al de condensador, su función se basa en el electromagnetismo. Al mover un conductor en el seno de un campo magnético, aparece la corriente eléctrica.



Figura 11: Micrófono dinámico Shure SM57.

Los elementos que conforman el funcionamiento del micrófono son el diafragma, el entrehierro, el imán y la bobina.

Como se observa en el dibujo, cuando la onda sonora incide sobre el diafragma, este produce un movimiento oscilatorio, y se encarga de convertir las ondas sonoras a un movimiento mecánico, y al tener una bobina solidaria, esta se mueve en el seno de un campo magnético fijo y entonces se induce en ella una corriente eléctrica proporcional a la fuerza de las ondas.

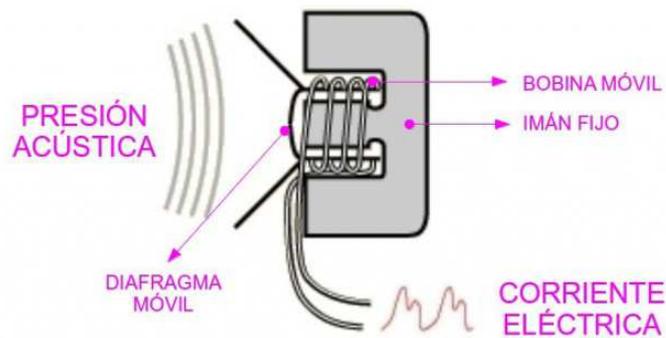


Figura 12: Esquema funcionamiento micrófono dinámico [JAM2013].

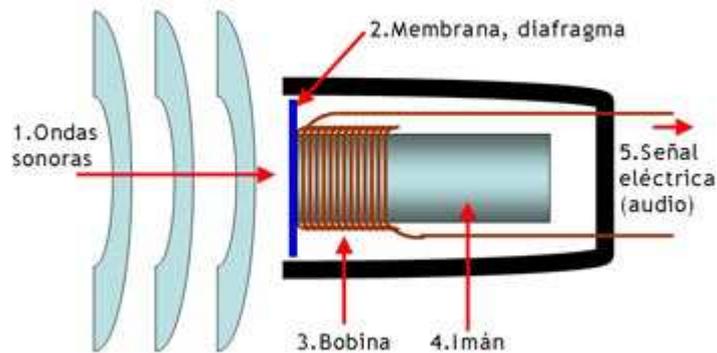


Figura 13: Esquema funcionamiento micrófono dinámico [WIKI2005].

1.4.2.1.3 Diferencias entre micrófonos dinámicos y de condensador.

A continuación en la tabla 4 se detallan las diferencias entre un micrófono dinámico y uno de condensador comparando características como su sensibilidad, uso, respuesta a transitorios...

	DINÁMICO	CONDENSADOR
Físicamente	Robustos y algo pesados.	Más ligero pero más frágil.
Sensibilidad	Media, soporta bien los niveles de presión altos, ideal para bombos, amplificadores de guitarra...	Mucha más sensibilidad, no soporta tan bien los niveles altos de presión. Es más usado para voces, guitarras...
Uso	Sobre todo exteriores, por su robustez, inmunidad a la humedad y bajo coste. Muy usados en estudio también.	Estudio de grabación. Más frágiles que los dinámicos. Susceptibles a factores ambientales.
Respuesta a Transitorios (capacidad del micrófono para recorrer la señal).	Lenta, (debido a la gran masa de sus elementos móviles), respuesta en alta frecuencia no es muy buena.	Rápida, la masa de los elementos móviles es muy reducida. En vez de una metálica dispone de una de plástico espolvoreada con material conductor.
Conclusión	No es un gran micrófono para captar agudos como pueden ser los de platos, violines, pero resulta ideal para directo por su robustez.	Se trata de un micrófono enfocado para estudios de grabación, con una respuesta plana en frecuencias, y una muy buena respuesta a transitorios.

Tabla 4: Diferencias entre micrófonos dinámicos y de condensador.

1.4.2.1.4 Cinta

Los micrófonos de cinta, se basan en el mismo funcionamiento que uno dinámico con la salvedad de que en vez de una bobina y un diafragma, está constituido por una cinta metálica, de entre 1-2 micras de espesor, plegada en forma de acordeón.

Como en el anterior micrófono, la cinta es sometida a un campo magnético, el cual induce una corriente en el conductor, la cinta, proporcional a la fuerza mecánica que producen las ondas sonoras.

Se trata de micrófonos grandes y muy delicados, al igual que los micros dinámicos, tiene una respuesta pobre en agudos y por eso su respuesta en frecuencia es más cálida. Debido a la

poca tensión que producen estos micrófonos, y su baja impedancia de salida, incorporan un transformador.



Figura 14: Micrófono de cinta.

1.4.2.1.5 Contacto

No se trata de un micrófono propiamente dicho puesto que responde a una vibración de superficie no de aire. Responde a la vibración de donde lo conectas. Se pueden conectar en la caja de una batería, en la caja de una guitarra... La respuesta no es muy precisa, por eso se usan en directos, porque su colocación es muy sencilla.



Figura 15: Micrófono contacto AKG C411.

1.4.2.2 Pastillas Magnéticas

Las pastillas magnéticas son transductores que hacen la función de un micrófono en instrumentos eléctricos de cuerda, como el bajo y la guitarra.

La función principal de estos elementos, es convertir las vibraciones de una cuerda en un campo magnético en variaciones de señal eléctrica. El tipo de señal que generan las pastillas

magnéticas se llama señal de instrumento (INST). Tienen mucha impedancia, unos 10000 ohms, de ahí que vayan conectadas a un adaptador de impedancias como puede ser una D.I.



Figura 16: Pastillas tipo Jazz.

1.4.2.3 Las cápsulas fonocaptoras

El objetivo de las cápsulas es convertir una variación mecánica en una señal eléctrica. La variación mecánica se produce debido a los surcos existentes en el vinilo, que en realidad es solo un surco que gira alrededor de todo el disco.

La señal que generan los reproductores de vinilos se llama PHONO. Dispone de su propia equalización RIA, debido a la dificultad del movimiento de la aguja, en agudos el movimiento es más rápido.

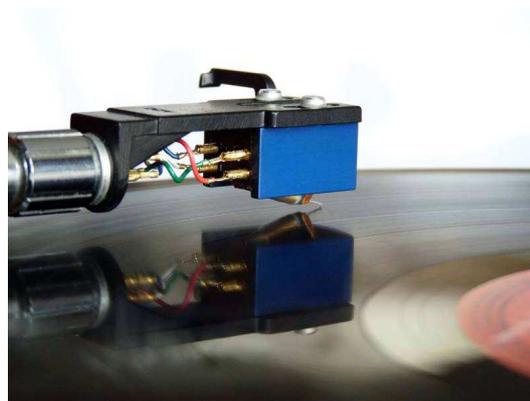


Figura 17: Aguja leyendo un vinilo.

1.4.3 Cajetín

Es el encargado de mantener conectado el ESTUDIO y CONTROL ROOM. Se encarga de recoger todas las señales procedentes de Estudio y mantenerlo conectado con el control room. Tiene tanto entradas de XLR, como de JACK ESTÉREO. Es el elemento clave de unión de dispositivos. Por el cajetín llegan las señales de micrófono y van hasta los canales de la mesa, y por el propio cajetín, se escucha en cascos todo lo que se envía de la mesa.

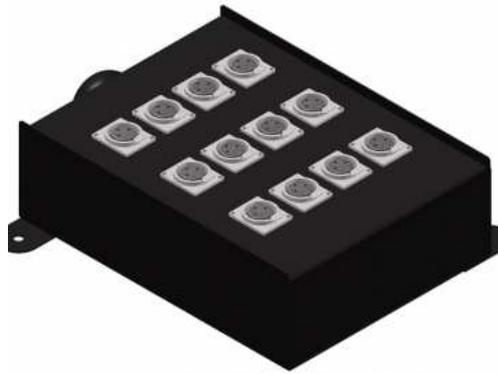


Figura 18: Cajetín con 12 conexiones XLR.

1.5 CONTROL ROOM

1.5.1 Acústica

En la sala de control se encuentran todos los elementos necesarios para realizar las tareas de grabación, edición, mezcla e incluso mastering (aunque no es lo más adecuado ya que como veremos posteriormente el mastering es un mundo aparte y las salas deben estar preparadas de una manera diferente).

Esta sala también debe estar aislada acústicamente de la misma manera que la cabina de grabación ya que en ella se realizaran procesos de igual importancia que la grabación con microfonía de las fuentes sonoras y por tanto evitar ruidos externos es de vital importancia.

El acondicionamiento acústico de dicha sala debe ser el necesario para que en el lugar en el que se coloque el ingeniero deba el sonido sea lo más fiel posible al emitido por la fuente sonora y de esta manera tome las decisiones adecuadas para la producción de la canción.

Existen diferentes modelos acústicos para la sala de control room, se explicarán unos cuantos de ellos a continuación:

Sala Rettinger

La sala Rettinger tiene un gran volumen, de alrededor de 150 metros cúbicos. Su objetivo es obtener un retardo entre el sonido directo y las primeras reflexiones. Se consigue mediante la instalación de paneles reflectantes en paredes laterales y techo, siempre pensando en la posición del ingeniero.

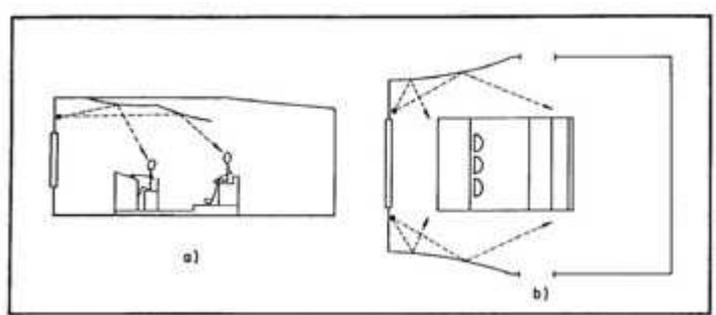


Figura 19: Sala de control Rettinger: a) Alzado b) Planta.

Por el contrario a las laterales la pared trasera tiene que ser de un coeficiente muy absorbente para así obtener un gran retraso en la onda reflejada.

Sala Non-Environment

El diseñador de este tipo de control room fue Tom Hidley en el año 1983. El objetivo de esta sala es evitar las coloraciones evitando las reflexiones y así aumentar el nivel de señal directa.

Para ello el diseño consiste en tener tanto la pared frontal como el suelo con materiales muy reflectantes, mientras que el resto de paredes deben ser muy absorbentes. Además los altavoces irán insertados en el interior de la pared a modo de baffle infinito.

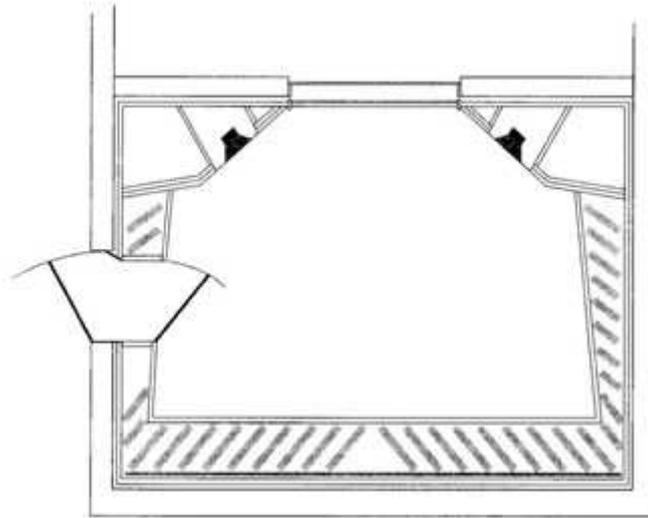


Figura 20: Sala de control según Hidley, Non-Environment, planta.

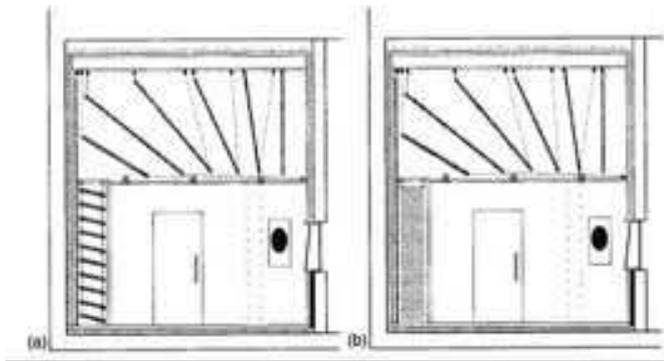


Figura 21: Sala de control según Hidley, Non-Environment: a) Absortores traseros horizontales b) Absortores traseros verticales

Como podemos observar estas salas son muy absorbentes y hace que detectemos errores de grabación con facilidad aunque por el contrario hace que de manera subjetiva detectemos el sonido como poco natural debido a su baja reflexión.

Tom Hidley pensó este diseño para poder controlar los modos propios de la sala hasta 10 Hz y así poder implementarlo en salas pequeñas entre los 25 y 35 metros.

En las siguientes figuras mostramos la respuesta frecuencial de los monitores en dos salas diseñadas de este modo pero de diferente tamaño.

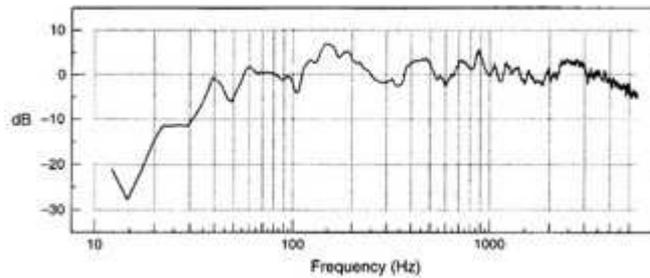


Figura 22: Respuesta a 2 metros de los altavoces en sala pequeña Non-Environment.

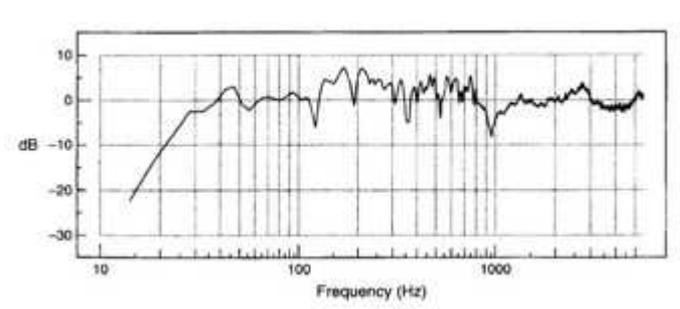


Figura 23: Respuesta a 3 metros de los altavoces en sala grande Non-Environment.

Sala Lede

El diseñador de esta sala fue Don Davis en el año 1978 siendo pionero en ese tipo de diseño acústico para control room. Por el contrario a las anteriores, esta sala posee una pared trasera muy reflectante y la pared frontal muy absorbente. De esta manera evitamos coloraciones de la mesa de mezclas. Este diseño hace que obtengamos una gran escucha de las primeras reflexiones pero muy pocas de orden superior. Su objetivo es tener un sonido vivo pero no con una gran coloración.

La sensación auditiva que nos da esta sala es que casi toda la información se obtendrá de los monitores y se reduce el efecto peine producido por la mesa de mezclas obteniendo un sonido más limpio, debido al poco tiempo de retardo de las primeras reflexiones.

Este modelo permite que la totalidad de las reflexiones se conviertan mediante aspectos psicoacústicos en un solo sonido para el ingeniero. Mediante el efecto Hass, dos sonidos de corta duración separados por un corto retardo hacen que nuestro sistema auditivo detecte el primero y suprima el segundo. Esto se da desde separaciones entre sonidos de 1 milisegundo hasta los 30 o 40 milisegundos.

Por otra parte el diseño Davis no permite superficies paralelas para evitar las ondas estacionarias y hace que poniendo al ingeniero a una distancia de entre 2,5 y 3m de los altavoces y estos separados entre sí entre 2,5 y 3 m escuche la grabación como se escucha en la cabina.

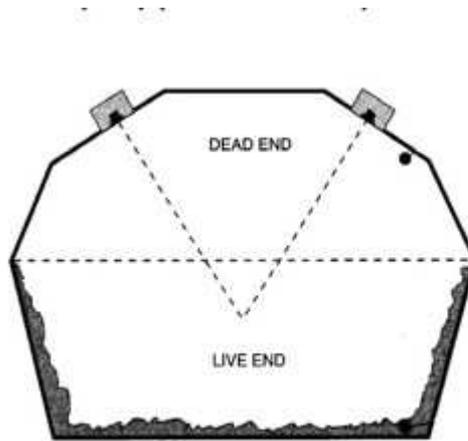


Figura 24: Sala de control LEDE: Frontal relativamente seco salvo en bajas frecuencias y pared trasera muy difusora.

Sala híbrida (Ishii y Mizutoni)

La presentación del diseño de esta sala se produjo en el año 1982 en la convención del AES (Audio Engineering Society) con el lema:

“Sala Anecoica + Sala Reverberante = Un Nuevo Estándar de Sala”

Diseño de la sala:

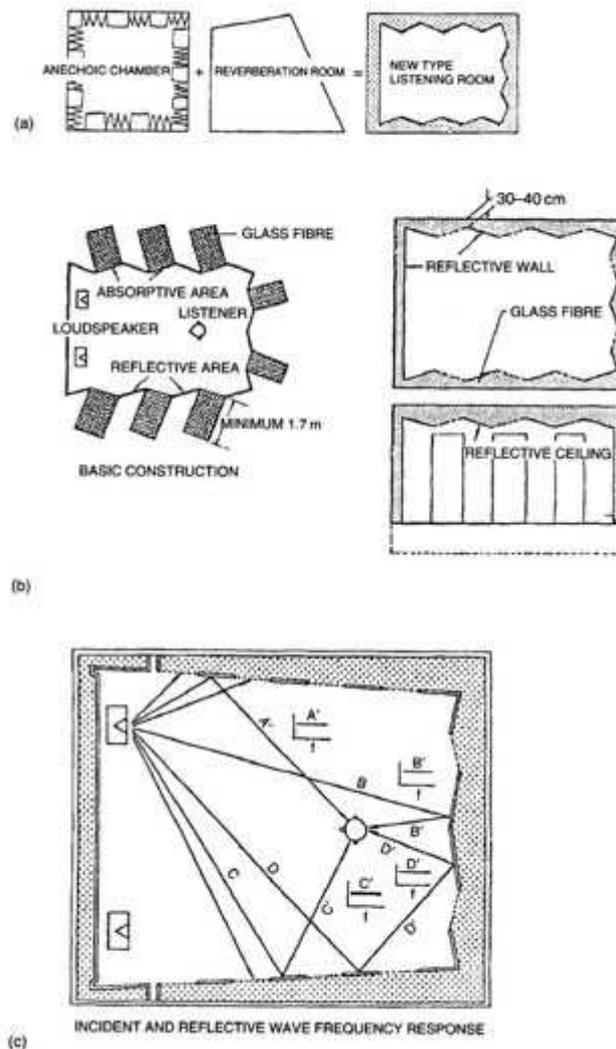


Figura 25: Sala Híbrida: a) nuevo concepto, b) construcción básica, c) respuesta en frecuencia teórica.

El diseño consiste en combinar grandes áreas de reflexión con grandes áreas de absorción para toda la banda de frecuencias. Una posibilidad sería usar huecos de al menos dos metros de profundidad rellenos de fibra de vidrio con una combinación de losas de un material muy reflectivo e igualmente evitaríamos superficies paralelas para evitar las ondas estacionarias. Así conseguiríamos tiempos de reverberación de unos 0,4 segundos. El mayor problema es que se necesitan recintos grandes.

La ventaja de este sistema es que variando la distancia entre los altavoces y entre altavoces e ingeniero podemos ajustar la relación entre campo directo y reverberante.

Sala Jensen

A mitad de los años 70 Wolfgang Jensen produjo un diseño consistente en paredes laterales con paneles absorbentes en forma de diente de sierra para evitar las reflexiones provenientes de las ondas de los monitores de escucha, aunque no de una manera total.

Lo más llamativo de este diseño es que la escucha del ingeniero de la monitorización será muy seca, pero en cambio la acústica general de los sonidos provenientes de la sala será más viva.

Los monitores como se aprecia en la imagen están incluidos en la pared frontal y apuntando de manera simétrica a los absorbentes de las paredes laterales.

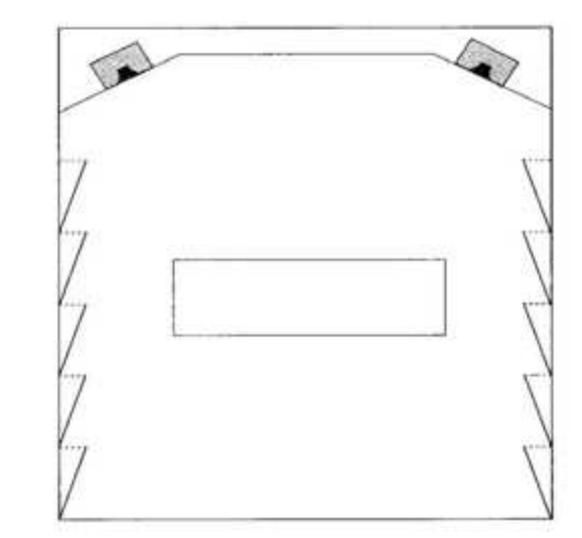


Figura 26: Diseño según Jensen: Paneles en forma de diente de sierra con abertura absorbente y superficie reflectora, la pared trasera se diseña de forma mixta: Absorbente/reflectora para las condiciones deseadas

Por otra parte en un estudio debe existir una sala de máquinas en la que guardemos cualquier elemento ruidoso como etapas de potencia, ordenadores o fuentes de alimentación, para que no influyan negativamente en la labor del ingeniero [JMR08].

1.5.2 Previos

Existen cuatro tipos de elementos que entregan señal eléctrica, Mic, Inst, Phono y Line. Dichas señales conllevan unos niveles e impedancias, que para ser procesadas, se deben convertir en señal de línea.

El **previo** es el encargado de transformar todas estas señales en señales de línea, que será la señal utilizada antes de llegar a la etapa de amplificación.

Los previos pueden ser tanto independientes de la mesa de mezclas, como estar integrados en ella.



Figura 27: Previo externo "Avalon M5"

1.5.3 Procesadores de señal

1.5.3.1 Mesas de mezcla

La mesa de mezclas es el elemento principal y central del estudio, por este dispositivo se realizan la mayoría de los procesos de un estudio de grabación. La mesa de mezclas tuvo su origen en la necesidad de manipular varias señales de audio a la vez, es decir, de la necesidad de realizar una mezcla.

De una manera básica se define una mesa de mezclas como un sistema electrónico compuesto de entradas y salidas en el que las salidas son combinaciones de las entradas.

1.5.3.1.1 Tipos de mesas de mezcla

Podemos clasificar en tres tipos diferentes de mesa de mezclas las existentes en la actualidad, las mesas analógicas, las mesas digitales, y por ultimo las mesas controladoras.

1.5.3.1.1.1 Mesas de mezcla analógicas

Las mesas de mezcla analógicas fueron las primeras en existir. Fueron inventadas por la necesidad de grabar y después reproducir muchas señales de audio al mismo tiempo, ya que existía la necesidad de no utilizar un solo micrófono para grabar a un grupo musical.

Se basan en circuitería analógica y trabajan directamente sobre la señal de audio de entrada. Dentro de estas mesas existe otra clasificación: mesas In Line y mesas Split o de cruce.

Existen muchos grandes fabricantes de mesas de mezcla analógica, los más conocidos son: Solid State Logic, Neve, Trident, Harrison, Api. Estas mesas han sido utilizadas a lo largo de la historia para grabar y mezclar a los grandes músicos de cada época.

Las mesas **In Line** fueron diseñadas por Dave Harrison en 1972, están diseñadas con dos tipos de canales de entrada con funciones completamente diferenciadas. Los canales diseñados para recibir señales de micro o de línea, y por otra parte los canales para recibir el retorno del multipistas. Su disposición consiste en tener el canal de monitor (el que recibe la señal del multipistas) en la parte superior del canal principal.

Esta necesidad surgió porque el ingeniero necesitaba escuchar lo que se estaba grabando en el multipistas de manera simultánea a la grabación ya que se debe comprobar si hay errores de distorsión o de cualquier otro tipo.



Figura 28: Mesa tipo "In Line".

Se debe tener muy en cuenta que aunque los canales estén alineados uno encima del otro son completamente independientes aunque los controles que está en su parte posterior, como ecualizadores, auxiliares, etc., corresponden a uno solo de ellos y normalmente son conmutables entre sí.

Por otra parte se encuentran las mesas **Split o de cruce**, estas se diferencian por no tener los canales principales, y de monitor, alineados uno encima de otro sino que los tienen en secciones diferentes. Aunque este tipo de mesa puede estar pensada más como mesa de directo también existen mesas Split específicas para grabación. Estas suelen tener los canales de retorno de multipistas con menos prestaciones que el principal.



Figura 29: Mesa tipo "Split".

1.5.3.1.1.2 Mesas de mezcla digitales

A finales del siglo XX se desarrolló el audio digital y con el todos los sistemas analógicos empezaron a decaer. Las mesas de audio digitales al igual que las analógicas se componen de una serie de entradas y salidas, pero con la diferencia de que pueden ser tanto analógicas como digitales. Además y aún más importante que la anterior diferencia, las mesas digitales procesan las señales de entradas analógicas convirtiéndolas a formato digital y todo el procesamiento que se realiza en ellas se realiza de manera digital.

La gran ventaja frente a las mesas de mezclas analógicas es que se puede conservar una vez apagado el equipo en la memoria de la mesa todos los procesamientos hechos en ella, es decir, podemos conservar la mezcla y continuarla al siguiente día, incluso conservar varias diferentes en diferentes páginas de memoria.

1.5.3.1.1.3 Controladoras

Se puede decir que las mesas controladoras aunque tengan apariencia de mesa de mezclas en realidad no lo son. El motivo es sencillo, no tienen entradas ni salidas y por ellas no pasa el audio, solo son como un “mouse” gigante que controla nuestro sistema DAW (Pro tools, Cubase...). (Véase sección 1.4.5).

Su apariencia es muy parecida a una mesa de mezclas, incluso algunas tienen previos de micrófono, pero sus salidas no pasan por la mesa sino que directamente van a nuestra interface de audio. Son muy utilizadas en la actualidad ya que con ellas tenemos el control de nuestro sistema DAW pero con un soporte físico con la misma maniobrabilidad de una mesa de mezclas (Faders, EQ...) pero con la gran ventaja que todo queda guardado en el software y se puede guardar y recuperar en cualquier momento.

Una de las controladoras más utilizadas y de mejor calidad en el mercado actual es la D-Command, de la marca digidesign, el mismo fabricante de DAW Pro Tools. Con ella se puede trabajar prácticamente cualquier función de Pro Tools sin necesidad de usar el ratón o el teclado.



Figura 30: Controladora D-Command.

Se puede dividir la mesa de mezclas en dos grandes bloques, la **sección de canales** o de entrada y la **sección master**

1.5.3.1.2 La sección de canales

Esta sección es en la que se encuentran todos los canales de entrada de la mesa, cada uno de ellos es independiente y normalmente iguales entre sí, por tanto sabiendo cómo funciona uno sabemos cómo funciona el resto.

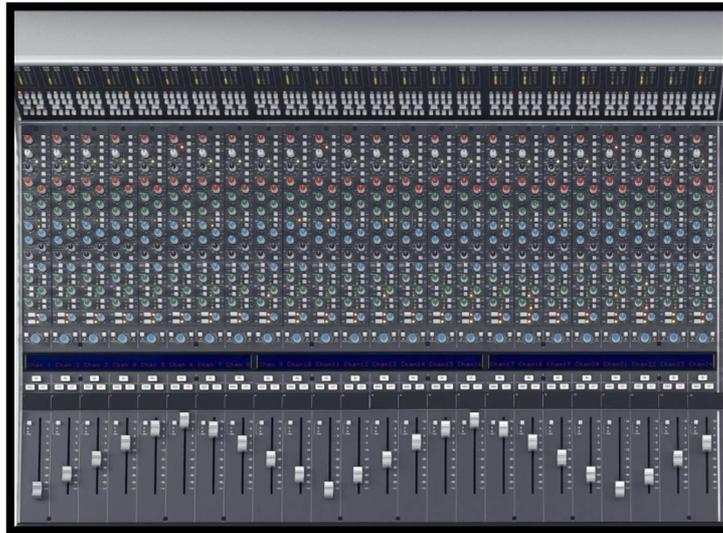


Figura 31: Sección de canales.

1.5.3.1.2.1 Sección de entrada

Se localiza en la parte superior de cada canal y en ella se encuentran todos los dispositivos para garantizar una correcta señal.



Figura 32: Sección de entrada.

Selector de entrada

Una mesa de mezclas dispone de dos tipos de entradas diferentes por canal, una de micro y otra de línea (también podemos encontrar mesas con entradas de instrumento o de phono pero no es lo más común).

EL primer dispositivo que se encuentra en la sección de entrada es un conmutador entre dichas entradas para seleccionar la entrada por la cual se controlará la señal.

Phantom Power

Este es un pulsador para activar la alimentación phantom en cada canal y viene marcado como "+48V". La alimentación phantom es una fuente de 48 Voltios de corriente continua que es necesaria para los micrófonos de condensador y las cajas de inyección directa activas.

Control de ganancia.

Una vez seleccionada la entrada, se debe adecuar el nivel de la señal de entrada mediante el previo o preamplificador. Éste se presenta en forma de potenciómetro rotatorio y normalmente tenemos uno diferente para la señal de línea y la de micrófono.

Nos permite elevar el nivel de la señal hasta obtener un nivel de trabajo adecuado para la mesa de mezclas.

Atenuador.

En ocasiones el nivel de señal que llega a la mesa es excesivo para el circuito de la mesa y en ese caso se deberá atenuar. Para ello existe un pulsador que permite bajar el nivel de entrada y suele estar marcado con el nivel que atenúa a su lado o si no con el nombre de PAD. Suelen atenuar de 10 a 20 dB.

Inversor de fase

Éste pulsador permite variar la fase de la señal de entrada, concretamente la invierte.

Se pueden encontrar problemas de fase debido a que en audio profesional las señales suelen ser balanceadas y al tratar con conectores XLR o TRS existen fabricantes que cambian los polos de dichos conectores tomando el 3 como positivo, esto hace que sea incierto el resultado en la entrada y con el inversor de fase podemos comprobarlo.

También se pueden dar problemas de fase si se utilizan dos micrófonos para captar la misma fuente sonora. Se pueden producir cancelaciones parciales o casi totales dependiendo del micrófono que utilicemos y la distancia a la fuente.

Insert

Es un pulsador que hace que se genere después de la sección de entrada un punto de inserción en el canal. Este hace que la señal viaje por una salida de la mesa hacia un procesador (normalmente de dinámica como un compresor) y retorne a la mesa para seguir su camino.

1.5.3.1.2.2 Niveles y medidores

Como ya se ha explicado, la señal que entra en cada canal de la mesa necesita ser amplificada por el previo ya que los circuitos que trabajan con señal de audio necesitan unos niveles de señal eléctrica determinados entre unos mínimos y unos máximos.

Para ello la mesa de mezclas tiene unos sistemas de monitorización del nivel de señal. Estos son los picómetros y los VU-meter.

1 VU-meters (Volume Units-meters)

Los VU-meter fueron los primeros en inventarse y marcan el valor de voltaje RMS (Eficaz) de un tono puro. Suelen ser de aguja.

Como los VU-meter muestran el nivel promedio de señal, un sonido más melódico nos dará un valor mayor que uno percusivo como el de un bombo.



Figura 33: VU-meter.

2 Picómetros PPM

Son más precisos que los VU-meter y normalmente están compuestos de leds. Marcan el nivel de pico de la señal, su velocidad de lectura es de alrededor de 5ms.



Figura 34: Picómetro Dorrough.

Medidores FS (Full Scale)

Estos medidores serán utilizados en el entorno digital y deberán ser calibrados con el resto del equipo analógico. Los medidores FS miden el nivel de señal en relación a la cuantización de los convertidores analógico-digital, midiendo el nivel máximo antes de la distorsión en 0dBfs. Aclarando el concepto, el nivel 0dBfs depende del nivel de calibrado del estudio y a partir del cual se producirá distorsión en la señal de audio.

Niveles de referencia

El valor mínimo que puede soportar un circuito de audio es aquel que se acerca al ruido producido por el mismo y toda señal que sea inferior a este será enmascarada por él.

Por otro lado el valor máximo del circuito es aquel que sobrepase su máximo nivel y cree distorsiones y deformaciones en la señal. El nivel óptimo teórico de grabación de la señal de audio debe estar en torno a los 0dBVU (véase sección 7.2).

Headroom

Se define el Headroom como la capacidad de un circuito para trabajar por encima de los 0dBVU (+4dBu) sin que la señal de audio distorsione. Se pueden encontrar en sistemas de audio profesional niveles de Headroom entre los 20 y 24 dB. En caso de trabajar con un Headroom alto, se debe verificar que no generen distorsión en los dispositivos digitales. Para ello hay que calibrarlos de manera adecuada y existen dos estándares para ello, pero de todos modos esta calibración puede modificarse en función de las aplicaciones, por ejemplo para mastering se pueden adoptar valores menores de -12dBfs.

- El estándar de la EBU (European Broadcast Union) dice que -18dBfs correspondan a 0dBu para un tono puro de 1 kHz .
- El estándar Americano SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) dice que correspondan -20dBfs a 0 dBu .

1.5.3.1.2.3 Sección de ecualización

En la parte inferior de la sección de entrada se haya la sección de ecualización. Esta permite variar la intensidad de algunas bandas de frecuencias. En un principio esta sección debería ser utilizada para corregir errores en la grabación producidos por la colocación del micrófono o por la sala en sí, pero también su utilización puede ser de forma artística para la corrección de timbres.



Figura 35: Sección de ecualización SSL.

1- Filtros

En una mesa de mezclas los filtros pueden ser pasa altos, pasa banda o pasa bajos, aunque lo más normal es encontrar filtros pasa altos y en él nos centraremos.

EL HPF (High Pass Filter) sirve para modificar el espectro de una señal de audio, no dejando pasar las frecuencias graves de la señal. Al ser un sistema analógico (pertenece a los procesadores de una mesa de mezclas analógica) el filtrado no es completo y depende de la pendiente del filtro. Solo tiene un control de potenciómetro para variar la frecuencia de corte.

Este tipo de filtro suele ser muy utilizado en la mesa ya que con él eliminamos sonidos como el ruido de fondo o el popping (sonidos explosivos de P o T de baja frecuencia) de un vocalista.

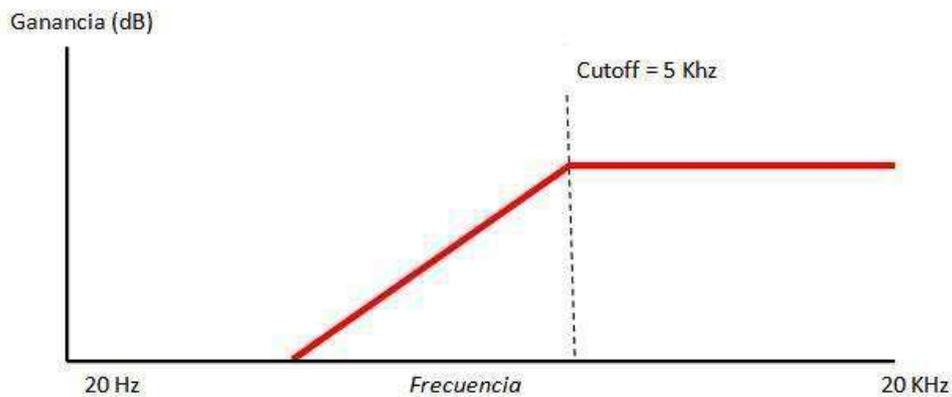


Figura 36: HPF (High Pass Filter) [KAUX12].

2- Ecuadores Paramétricos

Estos son los más completos de todos los ecualizadores de un canal. Disponen de tres potenciómetros con los que se varía la frecuencia, un control de ganancia y el factor Q. Este factor se define como la frecuencia central entre el ancho de banda. Básicamente define la anchura del filtro. Sus valores suelen estar entre 0,5 cuando se corresponde a un filtro muy ancho, y 10 cuando es un filtro muy estrecho.

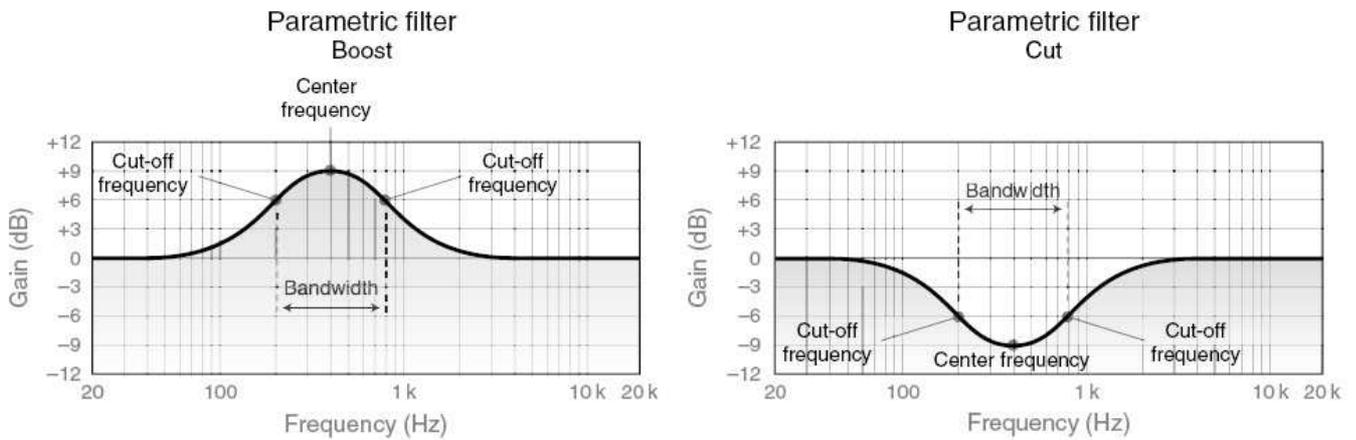


Figura 37: Filtro paramétrico (Boost/Cut).

3- Ecuallizadores Semi – Paramétricos

Funcionan igual que los paramétricos solo que el factor Q es fijo, pero solo se tendrán dos potenciómetros que varían la frecuencia central y la ganancia.

4- Ecuallizadores de banda fija o Control de tono

Son los más sencillos de todos porque solo disponen de un solo potenciómetro que varía la ganancia, ya que el resto de valores son predeterminados por el fabricante. EL factor Q no lo sabemos exactamente aunque suele tener un valor medio pero la frecuencia suele venir serigrafiada debajo del potenciómetro.

5- Ecuallizadores tipo Shelving

Estos son aquellos ecualizadores que permiten variar la ganancia de la banda de frecuencias graves o agudas a partir de una frecuencia de corte.

Como se puede observar en la figura 38 variando el factor Q del ecualizador se generan curvas con pendientes más o menos pronunciadas.

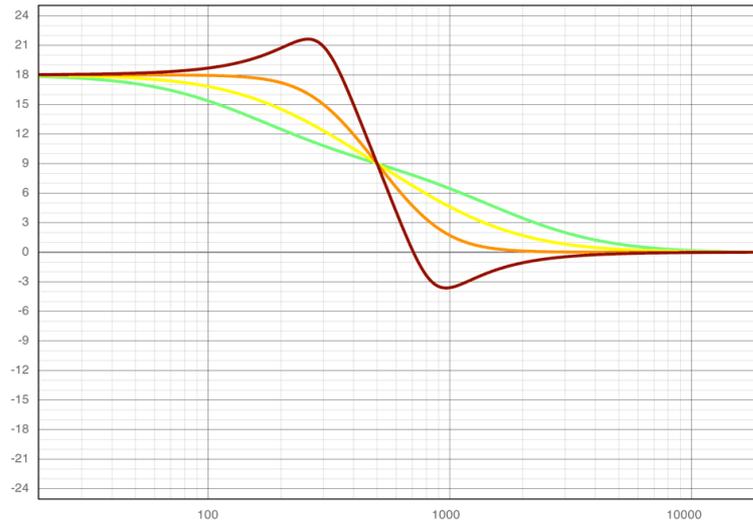


Figura 38: EQ tipo Shelving con diferentes campanas [OCTS13].

Apéndice:

Todo lo que se ha explicado para la sección de ecualización de la mesa de mezclas pertenece a los procesadores de variación de timbre y su explicación es igual para cualquier elemento externo a ella, es decir, podemos encontrarnos procesadores de variación de timbre de forma hardware externos a la mesa en el rack del estudio, los cuales serían insertados en el canal en el que queramos utilizarlo a través del punto de inserción. Por otra parte también existen elementos software tipo plug-in para el procesamiento del timbre de la señal y podríamos utilizarlos en la inserción del canal de nuestro DAW. En cualquier caso su utilización y control es igual al de los ecualizadores de la mesa.

1.5.3.1.2.4 Sección de auxiliares

Esta sección se encuentra en la parte inferior de la sección de ecualización. Como muchos elementos de la mesa, los buses auxiliares se presentan en forma de potenciómetro rotatorio, los cuales regulan la cantidad de señal que pasa por él.

Los auxiliares permiten tener una mezcla independiente a la principal, ya que se encuentra en cada canal y se puede mandar por cada uno de ellos la cantidad de señal que necesitamos. El número de buses auxiliares en una mesa es diverso y depende del uso al que la oriente el fabricante.

En el estudio de grabación los buses auxiliares pueden tener dos utilidades, hacer una mezcla independiente a los músicos para la grabación o probablemente la más habitual hacer un envío a un procesador de FX. En este último caso se enviaría la señal a través de un bus auxiliar y retornaría a dos canales de la mesa. Existen canales estéreo de la mesa para ello llamados FX Return.



Figura 39: Canal FX return.

A parte de auxiliares mono existen auxiliares estéreo, los cuales aparte de tener el potenciómetro de ganancia tienen otro a su lado que controla el panorama del envío. También podemos encontrar auxiliares Pre-Fader o Post-Fader, pueden ser conmutables (véase sección 1.5.3.1.2.5, 2-Fader). La diferencia como su nombre indica es que el primero de ellos envía la señal a través del auxiliar sin pasar por el fader y por tanto es independiente a él, y por el contrario el auxiliar Post-Fader envía la señal pasando antes por el fader principal y por tanto es dependiente de este y si por ejemplo el fader está bajado por mucha ganancia que se le dé al potenciómetro del auxiliar no enviara nada.

Auxiliar Pre-Fader

Este tipo de auxiliar se utiliza normalmente para hacer envíos a los cascos de los músicos ya que la señal es completamente independiente a la mezcla principal y por tanto se puede enviar la mezcla que ellos quieran para grabar y a la vez tener en control room la mezcla que se quiera escuchar por nuestros monitores sin variar la suya. No es la única opción ya que también se podría mandar cualquier otro tipo de mezcla, todo depende de lo que se necesite o del tiempo que se disponga para hacerlo.

Auxiliar Post-Fader

El auxiliar Post-Fader es dependiente del fader ya que la señal baja primero hasta él y luego retorna al potenciómetro del auxiliar, por tanto dependerá del nivel de ambos para el envío.

Este tipo de auxiliar normalmente se utiliza para hacer envíos a procesadores de efectos, como por ejemplo el procesador de reverberaciones. El retorno de este envío se retornará a dos canales de la mesa para mezclarlo con el resto de la canción y se podría enviar tanto en mono como en estéreo. Existen canales de la mesa para retorno de efectos llamados Fx Return o Aux Return (suelen ser menos completos que los principales), los cuales nos evitan utilizar los canales principales de la mesa.

1.5.3.1.2.5 Sección de encaminamiento

Las mesas de mezclas tienen y deben tener muchísimas posibilidades de combinación de señales para su envío a diferentes elementos o procesadores. Esta sección está compuesta por diversos buses de encaminamiento, desde 1 hasta 24, los cuales tienen dos utilidades, realizar los envíos al multipistas en la fase de grabación, y hacer subgrupos en la fase de mezcla. En esta sección también se encuentran los buses del envío al mix o fader principal de la mesa, con el cual se podrá escuchar la mezcla principal.

Los buses es uno de los grandes conceptos a entender dentro de una mesa de mezclas ya que como bien dice su nombre, el principal objetivo de una mesa es la mezcla. Cuantos más buses tenga una mesa, más mezclas independientes podremos hacer. Un bus no es más que una salida independiente de la mesa de mezclas. El bus master es por ejemplo el bus principal de la mesa por donde se realizara la mezcla principal de la mesa y este lo dirigen los faders de cada canal.

Contamos con dos tipos de buses en una mesa de mezcla:

Los **buses auxiliares**, los cuales ya han sido explicados en profundidad anteriormente en la *sección 1.5.3.1.2.4*, permiten ajustar el nivel de cada canal al igual que se hace con la mezcla principal.

Los **buses de encaminamiento**, estos son dependientes del fader de cada canal y por tanto enviaran la misma cantidad de señal que la que se haya seleccionado en éste. Estos buses tienen dos funciones principales dependiendo de la fase de la producción en la que se esté. En

la fase de grabación se utilizan para hacer los envíos al multipistas de la señal que entra a cada canal. En la fase de mezcla se utilizan para hacer subgrupos de diferentes canales, por ejemplo para hacer un subgrupo con todos los instrumentos de la batería.

Los buses de encaminamiento se encuentran habitualmente debajo de la sección de entrada mediante botones y suelen tener otros pulsadores para conmutar si son pre o post fader y si mantienen el panorama o no.



Figura 40: Sección de encaminamiento.

1- El Panorama

En caso de hacer un envío estéreo por el bus 1-2 el panorama controlaría que cantidad de señal se envía por el canal 1 (izquierda), o canal 2 (derecha). Es un potenciómetro que girándolo a la izquierda envía señal a la izquierda y girándolo a la derecha envía señal por la derecha.

2- El Fader

El fader, físicamente, es el elemento móvil de esta sección, es un atenuador de la señal aunque en ocasiones también nos puede dar 10 dB más de ganancia. Es una resistencia variable que regula la intensidad de la señal hacia los diferentes buses de esta sección.

3- El Mute

El mute es un pulsador que permite cortar el envío de la señal a través de los buses del canal. Suele tener escrito "Mute", "Cut" o en algunas mesas digitales, "On". En estas se puede decir que el proceso es contrario ya que todos los canales están en mute y cuando requieren activarlos hay que pulsar el "On". Cuando se pulsa el mute suele encenderse una luz roja sobre el para avisarnos de que el canal está muteado.

4- El bus SOLO

Este bus permite escuchar un canal de manera aislada. Esto es de gran utilidad ya que se pueden detectar ruidos, ecualizar un solo instrumento, ajustar el nivel de ganancia de un micro. Es muy útil en el estudio ya que no afecta a los auxiliares, solo a la salida de monitores y por ello se puede escuchar un instrumento en grabación sin afectar a la mezcla de los músicos.

Existen tres tipos de solos, PFL, AFL e IPS:

PFL: Significa Pre Fader Listening y por tanto no depende del Fader del canal. Solo afecta al ingeniero, ya que es un bus independiente que va directo a los monitores. También afecta a los medidores principales, en los cuales se verá solo el nivel de este canal.

AFL: Significa After Fader Listening y es dependiente del fader del canal. Con él se podrá saber qué nivel de envío hay por un bus auxiliar o de encaminamiento.

IPS (In Place Solo): A diferencia de los dos anteriores que solo afectaban a la salida de monitores del Control Room, este tipo de Solo afecta a la salida master de la mesa. Con este Solo se puede ver en la fase de mezcla cómo interactúan entre sí unos cuantos canales de la mezcla, ya que puede sumar varios solos de diferentes canales.

Cabe destacar que algunas mesas pueden cambiar qué tipo de solo utiliza y así utilizar cada uno en función de nuestro objetivo puntual.

1.5.3.1.3 La sección master

Esta es la segunda sección principal de la mesa y se encuentra claramente diferenciada de la de canales, suele estar o bien en el medio de ella o bien en el lado derecho. EL objetivo de dicha sección es controlar todas las salidas de la mesa.



Figura 41: Sección Master mesa SSL.

1.5.3.1.3.1 Fader principal

Una de las partes más importantes sino la más de toda la sección. Controla el nivel general de la mezcla que se envía a la grabación del estéreo final. Aunque sea un único fader normalmente controla un canal estéreo. Puede tener también un incremento de 10 dB como los faders de cada canal.

1.5.3.1.3.2 Canal de monitores de Control Room

Este canal tiene como objetivo escuchar lo que se está grabando en el multipistas en la fase de grabación o escuchar la mezcla en la fase de mezcla. Básicamente existe para escuchar

cualquier elemento que se quiera monitorizar. Suele tener un selector de que señal se quiere escuchar por él. Suele ser un potenciómetro que regula la cantidad de escucha.

1.5.3.1.3.3 Two Tracks

Este canal de entrada se creó para retornar desde el grabador two tracks el retorno del estéreo de la mezcla principal y así poder escucharlo. Por ello en el canal de control room se suele encontrar este canal para escucharlo. En la actualidad también se utiliza para insertar directamente un cd en la mesa y así poder escucharlo por ejemplo en directos o en estudio.

1.5.3.1.3.4 Studio/Foldback

Cuando tenemos que enviar una mezcla a la cabina de grabación para el músico se envía por esta salida. Dispone de un potenciómetro para el nivel de envío y de unos botones con las diferentes mezclas que podemos enviar: auxiliares, mix....

1.5.3.1.3.5 Masters de Auxiliares

Estos controlan mediante potenciómetros rotatorios las mezclas de los buses auxiliares. Suelen disponer de un Solo para poder escuchar la cantidad de envío que se está haciendo a través de ellos. Suelen ser de tipo AFL.

1.5.3.1.3.6 FX Returns

Son canales de retorno de efectos como hemos mencionado antes y nos permiten ahorrar canales principales de la mesa. Son menos completos que los principales (EQ, Aux....), son estéreos y con botoneras de buses de encaminamiento para enviarlos al mix.

1.5.3.1.3.7 Talkback

Para poder comunicarse con la cabina desde el Control Room normalmente las mesas disponen de un micrófono cuya salida se encamina hacia el Foldback para enviársela a los músicos. Disponen de un potenciómetro que controla la ganancia del micrófono.

Además de todo esto, muchas mesas disponen de compresores u otros procesadores en la sección master, que se pueden insertar en cada canal o en el canal master.

1.5.3.2 Procesadores de variación de timbre

Estos procesadores se encargan de variar el timbre de la señal de audio. Son las EQ y los filtros y todo lo explicado en la sección de mesa de mezcla de mezclas (*sección 1.4.3.1.2.3*) es aplicable a los procesadores externos de variación de timbre.

1.5.3.3 Procesadores de dinámica

Los procesadores de dinámica, son elementos del estudio pensados para modificar el margen dinámico de la señal de audio. El margen dinámico es la gama de niveles de señal comprendidos entre el límite inferior dado por el nivel de ruido, y el límite superior, el límite en el que la señal distorsiona. Cuanto mayor margen dinámico se tenga en nuestro sistema de grabación, mayor fidelidad tendrá nuestra señal. Se mide en dB.

Como ya sabemos, el rango dinámico de una persona se encuentra entre el umbral de audición ($0 \text{ dB}_{\text{spl}}$) y el umbral de dolor ($130 \text{ dB}_{\text{spl}}$). (*Véase apéndice de unidades*).

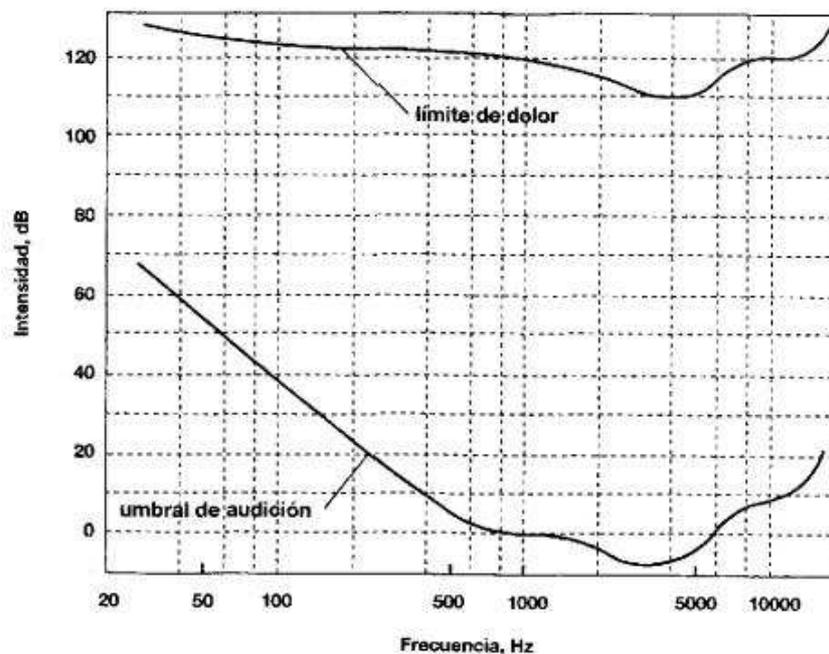


Figura 42: Rango dinámico de una persona [CM01].

Existen cuatro tipos de procesadores de dinámica los cuales se pueden encontrar en formato rack o en formato software:

- Compresor
- Limitador
- Puerta de ruido
- Expansor

1.5.3.3.1. El compresor

El compresor es un procesador de dinámica cuya función es reducir el margen dinámico de la señal de audio. Se consigue acercar los sonidos más débiles a los más fuertes reduciendo el nivel de estos últimos.

El compresor es muy utilizado para conseguir evitar enmascaramientos de la señal en sus puntos débiles consiguiendo un nivel de dinámica alto. A continuación se explicarán los controles más importantes de un compresor:



Figura 43: Compresor Hardware.

- **Threshold (umbral):** Permite controlar el nivel a partir del cual el compresor actuara sobre la señal. Por debajo de este las señales no se procesarán y por encima las señales que lo superen saldrán comprimidas. Tiene valores expresados en dB, normalmente con valores comprendidos entre 0 y -24dB.
- **Ratio:** Este parámetro nos da la relación de compresión determinando con el nivel de compresión de la señal de audio. Los valores que se trabajan con el ratio expresan la cantidad de dB que entran respecto a los que salen. Por ejemplo si se pone un ratio de 2:1, si entran 2dB en el compresor saldrá 1dB. Si aplicamos niveles de compresión mayores de 10 a 1 se considera que el compresor actúa como limitador, siendo 10:1 una limitación suave y por ejemplo 30:1 una limitación fuerte. En compresores tipo plugin podemos encontrar relaciones de infinito: 1 siendo esta una limitación total de la señal.

- **Attack:** El ataque del compresor indica el tiempo que tarda el compresor en actuar plenamente cuando la señal pasa el umbral. Un compresor aplica de una manera gradual la compresión hasta que pasa el tiempo de ataque indicado y a partir de dicho ataque aplica de una manera total el nivel de compresión impuesto por el Ratio. Sus valores suelen estar comprendidos entre los 5 μ s y hasta 5 segundos (en casos extremos).

Con este parámetro se puede conseguir que el compresor actúe tras dejar pasar el ataque natural de un sonido que no queramos comprimir.

- **Release (Desvanecimiento):** Es el tiempo que tarda el compresor en dejar de actuar y deja pasar la señal sin comprimir. Sus valores suelen estar comprendidos entre los 50 μ s y los 5 segundos.

El nivel de Release depende de lo que se quiera hacer con el compresor, para utilizar a modo de limitador aplicaremos un Release corto y un Ratio grande. Si se quiere aplicar una compresión constante de la señal también se aplicará un nivel de Release alto.

- **Gain (Ganancia):** Con él se controla el nivel de salida del compresor. Cuando la señal es comprimida, los niveles altos se aproximan a los bajos y la señal pierde nivel. Con este control se consigue subir la ganancia de la señal para que después de comprimida se obtenga el mismo nivel de señal que a la entrada pero con menos dinámica.
- **Gain Reduction (Atenuación):** Este es el medidor que nos indica cuantos dB se están comprimiendo. Normalmente es una barra de leds y conviene observar cuanto se comprime la señal en cada momento para que no se quede un sonido demasiado plano.
- **Side chain:** En todos los procesadores de dinámica se puede utilizar otra señal para marcar cuando actúa el procesador. Esto se controla con el parámetro Side chain que consiste en una entrada secundaria por la cual se enviaría una señal que se quiera y que cuando ella entre el procesador actuaría sobre la señal original. El Side chain es de gran utilidad ya que de esta manera se puede atenuar señales cuando se quiere que otras tengan más protagonismo en la mezcla.

Unos de los compresores más míticos y cotizados de la historia de la música es el Fairchild 670. Actualmente se utilizan en gran parte de los estudios de grabación y mezcla, compresores como los Avalon 737 y 747.

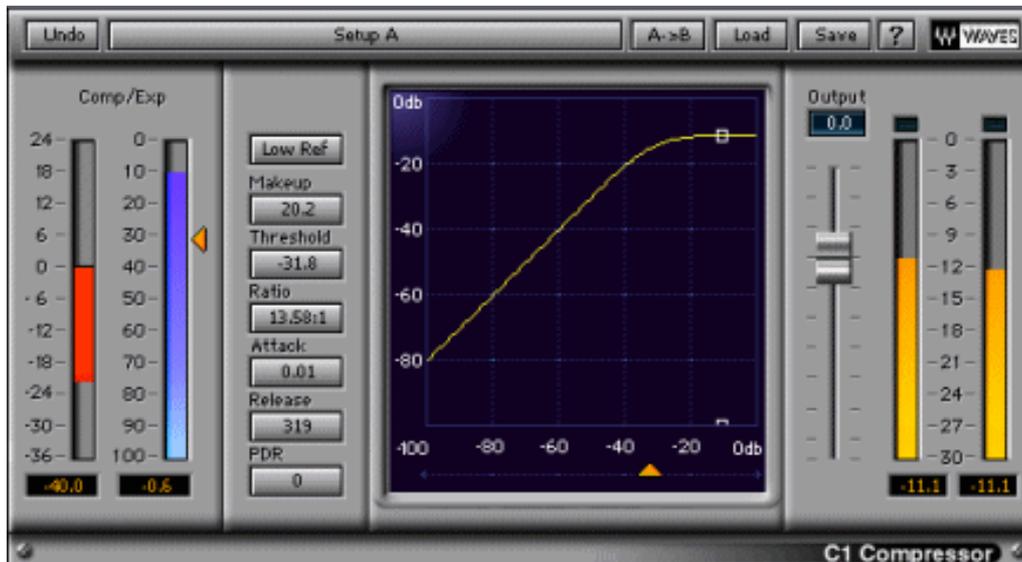


Figura 44: Compresor Plugin.

1.5.3.3.2. El limitador

Se entiende como limitador cualquier compresor con un Ratio de infinito a 1, aunque también se considera un limitador suave una compresión de 10 a 1.

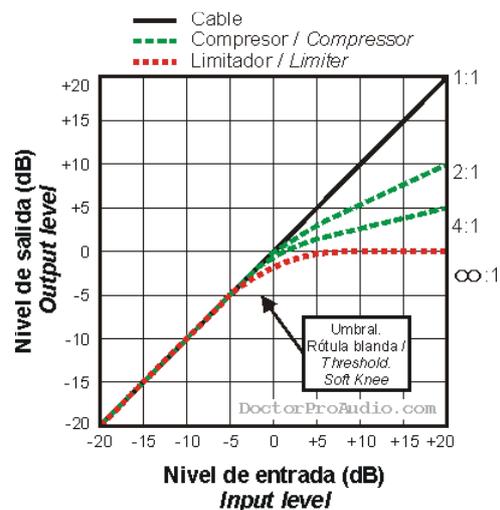


Figura 45: Grafica comparación Compresor/Limitador. [CN12]

Este procesador de dinámica se utiliza para evitar distorsiones cuando existen picos de alto nivel en la señal. Es un procesador muy utilizado en el mastering para poder evitar picos de distorsión y así aproximar la señal a niveles muy altos. Los parámetros del limitador son los mismos que los del compresor.

1.5.3.3.3. La puerta de ruido

Una puerta de ruido es un procesador de dinámica que actúa como un interruptor. Su funcionamiento es simple, marcando un nivel de umbral la señal pasa o no pasa y se deja de escuchar quedando cortada automáticamente. Si la puerta está cerrada la señal queda atenuada un nivel de dB. Los controles de la puerta de ruido son los siguientes:

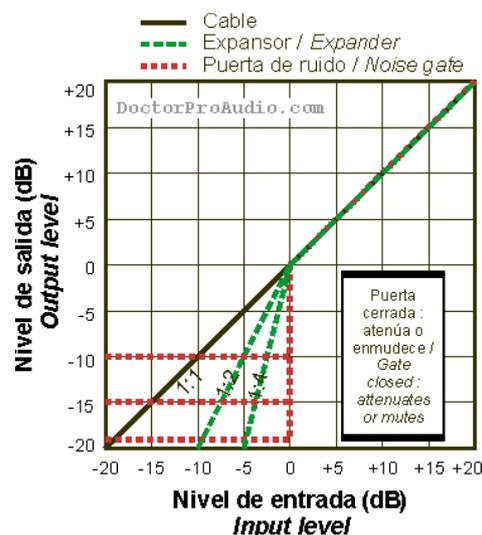


Figura 46: Gráfico comparación Expansor/Puerta de ruido [DPA09].

- **Threshold:** Indica el nivel con el que la puerta de ruido se abre o se cierra. Si el nivel de señal sobrepasa dicho umbral la puerta se abrirá y dejara pasar la señal de audio. Por el contrario si no sobrepasa dicho umbral la puerta de ruido quedara cerrada. Se mide en dB.
- **Attack:** Es el tiempo que tarda en abrirse la puerta cuando el umbral ha sido sobrepasado. Los tiempos más comunes de ataque se encuentran entes los 50 μ s y los 100ms. Con el ataque se consigue suavizar la apertura de la puerta para evitar ruidos tipo chasquido. Es como un Fade in.

- **Hold (mantenimiento):** Es el tiempo que mantiene la puerta abierta dejando pasar la señal de audio aunque el nivel de la señal posterior sea inferior al umbral. Los valores suelen estar comprendidos entre los 50 μ s y los 5 segundos.
- **Release:** Es el tiempo que tarda la puerta en cerrarse tras haber transcurrido el mantenimiento. Es como un Fade out y los tiempos habituales son de entre 1ms y 5 segundos.
- **Range (rango):** Este parámetro controla el nivel de atenuación de la señal cuando la puerta está cerrada. Sus valores suelen ser desde 0dB hasta 90dB. Con ello se puede controlar un nivel de atenuación bajo o uno total.
- **“El Ducking”:** Consiste en invertir el funcionamiento de la puerta de ruido haciendo que la señal que sobrepase el umbral quedara atenuada. Esto se consigue mediante un conmutador marcado como duck en la puerta de ruido.

1.5.3.3.4. El expansor

El expansor hace el trabajo contrario al compresor, reduce el nivel de señal por debajo del umbral y con ello se consigue una mayor dinámica. El expansor es una puerta de ruido pero con niveles de rango pequeños, es decir, atenuando por debajo del umbral la señal para conseguir ampliar la dinámica del sonido. Los parámetros son los mismos que en la puerta de ruido.

1.5.3.4 Procesadores de espacio

Este tipo de procesador se encarga de simular sonoridades de distintos espacios acústicos para aplicárselos a nuestras señales de audio. EL oído humano está acostumbrado a oír las señales con reverberaciones y esto ocurre igual en la música, nuestro oído está acostumbrado a escuchar la música con reverberación y esto se consigue con los procesadores de espacio, también llamados “reverbs”. A parte de esta utilidad, las reverbs se utilizan para poder separar señales en la mezcla situándolas más lejanas en el espacio.



Figura 47: Reverb externa.

Los dispositivos de reverb pueden ser analógicos, digitales o tipo Plugin, aunque en la actualidad los analógicos son difíciles de encontrar ya que son construidos mediante placas metálicas o muelles que se hacen vibrar y mediante un transductor captamos esa vibración. Estos dieron lugar a la implementación de este tipo de reverberaciones pero en formato digital, ya que sus sonoridades ya pertenecían a la base de datos de nuestro oído cuando oímos música. En el entorno digital estos presets se recrean mediante algoritmos calculados por el procesador, y en función de su complejidad y precisión recrean con una mayor o menor calidad el realismo del espacio acústico.

La aplicación de un tipo de reverberación u otra a nuestra señales de audio nos permitirán crear una cierta sensación de amplitud a un instrumento, voz... y la elección dependerá tanto del sonido en sí, como del estilo musical u otros factores.

Unos de los dispositivos de reverberación más utilizados a lo largo de la historia son: Lexicon 224 o AMS RMX 16.

1.5.3.4.1 Tipos de reverberación

- **Hall:** Simulan salas de conciertos con una sonoridad abierta como por ejemplo un pequeño club, una sala de audición, una sala de ópera, un estadio de fútbol...
- **Plate:** Simulan las mencionadas reverberaciones de placas. Estas consistían en una gran superficie metálica y un altavoz que al reproducir el sonido hacia vibra la placa. Un micrófono captaba las vibraciones y originaba el efecto de reverberación.
- **Room:** Simulan salas pequeñas como un estudio de grabación un dormitorio, una cocina, un baño...

- **Church:** Simulan el espacio acústico de una iglesia o catedral. Normalmente tienen tiempos de reverberación muy grandes y pre-delays altos, debido a la amplitud de estos recintos.
- **Reverse:** Es una reverberación muy artificial, la cual reproduce primero las últimas reflexiones y después las primeras.
- **Gated:** Es una reverberación con una puerta de ruido incluida en el preset. Su utilidad es la de tener grandes reverberaciones con grandes intensidades, pero con la puerta de ruido se corta su duración para evitar colas largas que influyan negativamente en la mezcla.

1.5.3.4.2 Parámetros

Aunque debido a que existen variedad de fabricantes con modelos muy distintos y parámetros diferentes existen algunos imprescindibles en los procesadores de espacio.

- **Pre-delay:** Es el tiempo que tarda en llegar la reverberación respecto al sonido original. El rango de valores para este parámetro va desde 0 milisegundos a unos 120 milisegundos.
- **Reverb Time o Decay:** Representa el RT_{60} . Puede variar desde 0.1 segundos hasta 10 segundos.
- **Density:** La densidad no dice lo próximas que esta entre si las primeras reflexiones. Una baja densidad es apropiada para sonidos como las cuerdas, órganos... mientras que una alta densidad es adecuada para la percusión.
- **Difusión:** Expresa el espacio que existe entre las reflexiones. Una difusión baja produce sensación de vacío, mientras que una alta difusión da la sensación de un sonido más complejo.

Finalmente se encuentran filtros y ecualizadores en la reverb para así poder simular diferentes sonoridades y materiales en la sala.



Figura 48: Reverb Plugin.

1.5.3.5 Procesadores de efectos especiales (FX)

A continuación se van a detallar los efectos más relevantes en el procesado de audio. Los procesadores de efectos, tienen un carácter más creativo en la música y su uso es importante en muchos estilos para dotar a la música de un carácter más dinámico.

1.5.3.5.1 Flanger

Es uno de los efectos más conocidos y que más se utiliza. Se descubrió cuando un ingeniero tuvo un problema de sincronización al reproducir dos grabadores multipistas de manera simultánea. Uno de los multipistas se aceleraba y retrasaba respecto al otro y se producía un desfase entre ellas, de tal manera que algunas frecuencias se suman y otras se cancelan. Esta modulación en frecuencia es el sonido característico del flanger.

Las unidades de flanger tienen una unidad de retardo y un LFO (Low frequency Oscillation) que permite modular el retardo de una manera cíclica. Las frecuencias del LFO están por debajo de los 20Hz y por tanto fuera del rango audible.

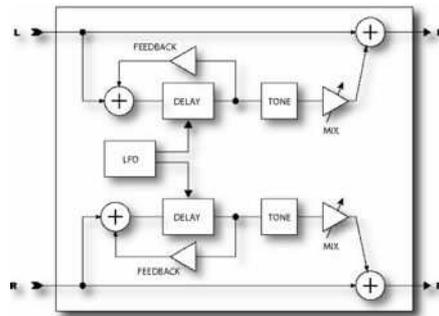


Figura 49: Funcionamiento Flanger. [RT09]

Los parámetros que tiene un flanger son:

- **Initial delay:** Determina el tiempo entre la señal original y la retardada. Debe ser menor de 10 ms para producir el efecto de flanger.
- **Frequency modulation:** Determina la frecuencia del LFO. Normalmente se sitúa entre los 0,05Hz y 1Hz.
- **Depth:** Indica la profundidad de los desplazamientos. Si aumentamos el depth el efecto se producirá para un rango mayor de frecuencias.
- **Feedback:** Consiste en una realimentación de la señal retardada.
- **Mix:** Determina que cantidad de señal con efecto y que cantidad de señal original escuchamos. Con un 0% escuchamos la señal original y con un 100% la señal con efecto.

1.5.3.5.2 Chorus

Es un efecto temporal que simula el efecto producido por un coro sobre un instrumento. Suma a la señal original una copia retardada y modulada. El efecto producido es similar al del flanger pero los retardos son mayores, entre 20 y 50 ms. Con algunos procesadores de flanger podemos conseguir el efecto de chorus modificando sus parámetros y viceversa.

1.5.3.5.3 Phaser

Consiste en pasar la señal a través de varios filtros que retardan la señal en función de la frecuencia. El sonido es similar al del flanger.

1.5.3.5.4 Pitch shifter

Permite modificar la tonalidad de un sonido. Normalmente modifican la señal original subiéndola o bajándola de semitono en semitono, consiguiendo normalmente un incremento o decremento de una octava.

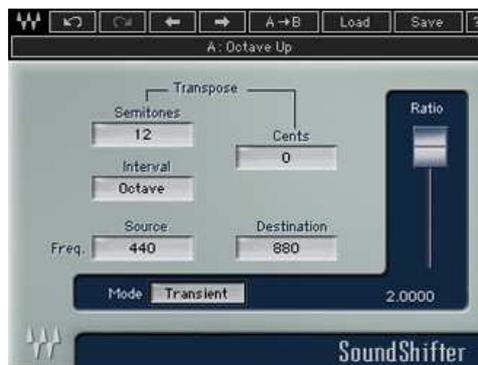


Figura 50: Pitch Shifter Plugin.

1.5.4 Interfaces de Audio

Son la puerta de entrada al entorno digital en la cadena de audio. Adaptan las señales de entrada analógicas a señales digitales para poder procesarlas por el ordenador. Las de alta gama suelen constar de picómetros que nos dan el nivel de entrada y de salida. También pueden contener entradas y salidas digitales si se trabaja con señales digitales en vez de analógicas. Existen diferentes tipos de tarjetas en función de su conectividad con el ordenador.

Tarjetas PCI (Peripheral Component Interconnect): Se conectan a través de las ranuras de expansión PCI de los ordenadores de sobremesa. Tienen una tasa de transmisión de 133MBytes/s en un bus de 32 bits y de 266 MB/s en el bus de 64 bits. Esto nos permitirá en teoría transmitir 1000 canales de audio a 44.1 kHz y 24 bits.

Tarjetas PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association): En su versión de 32 bits son las que permiten conectar periféricos al bus PCI en portátiles.

Tarjetas USB (Universal Serial Bus): Existen diferentes versiones con tasas de transmisión diferentes.

- USB 1.0/1.1: 192 KB/s y 1,5 MB/s respectivamente. Con la segunda se pueden soportar en el mejor de los casos 11 canales de audio. Se utilizan para interfaces de audio las cuales solo se necesitan cuatro canales (2 in y 2 out).
- USB 2.0: 60 MB/s: Tienen mayor tasa de transmisión, hasta 480MB/s y permite unos 450 canales de audio.
- USB 3.0: Puede llegar hasta los 600 MB/s superando a las tarjetas PCI.

Tarjetas FireWire(IEEE1394): Es un protocolo de transmisión creado por Apple que posteriormente se ha convertido en un estándar IEEE 1394.

- IEEE 1394 A O FireWire 400, tasa de 50 MB/s
- IEEE 1394 B O FireWire 800, tasa de 100 MB/s
- FireWire s3200, tasa de 400 MB/s

1.5.4.1 - Conversores A/D, D/A

Las interfaces de audio son las encargadas de realizar la conversión AD y DA en la cadena de audio y por tanto una parte muy importante en el estudio. Cada una de las entradas y salidas de la tarjeta dispone de un convertor y por tanto su calidad es directamente proporcional a la calidad de nuestra producción.

Es importante saber que cuando se graba, se debe hacer con un nivel de señal óptimo, y no por una cuestión solo auditiva o aleatoria, sino porque el convertor trabajara mejor cuanto mayor sea la señal de entrada, siempre dentro de unos márgenes. Cuanto mayor sea la señal de entrada, mayor número de escalones de cuantización utilizará el convertor y por tanto la señal será lo más fiel a la real.

1.5.4.2 – La señal de reloj

Dado que en la cadena de audio se puede disponer de varios equipos digitales y cada uno de ellos obedece a una frecuencia fija de muestreo, se necesita que uno de ellos se comporte

como maestro para establecer la frecuencia de trabajo. De éste modo todos trabajarán de manera sincronizada con la misma frecuencia de muestreo marcada con el maestro y el resto se comportará como esclavos del reloj digital. Para ello se indicará como maestro a uno de ellos y el resto se configurará para que su frecuencia de reloj se obtenga de manera externa (la interna es el modo maestro).



Figura 51: World Clock Apogee.

El **WordClock** es una señal de sincronía que regula la transmisión de datos en sistemas digitales. Las frecuencias de reloj más usuales son 44.1KHz, 48KHz, 88.2KHz y 96KHz. Esta señal se transmite por un cable coaxial y un conector BNC aunque también se puede transmitir por otros protocolos digitales.

El **Jitter** es un parámetro que nos dice las desviaciones en tiempo medias en el muestreo del reloj. Cuanto menor sea mayor nivel de fidelidad tendrá nuestra señal.

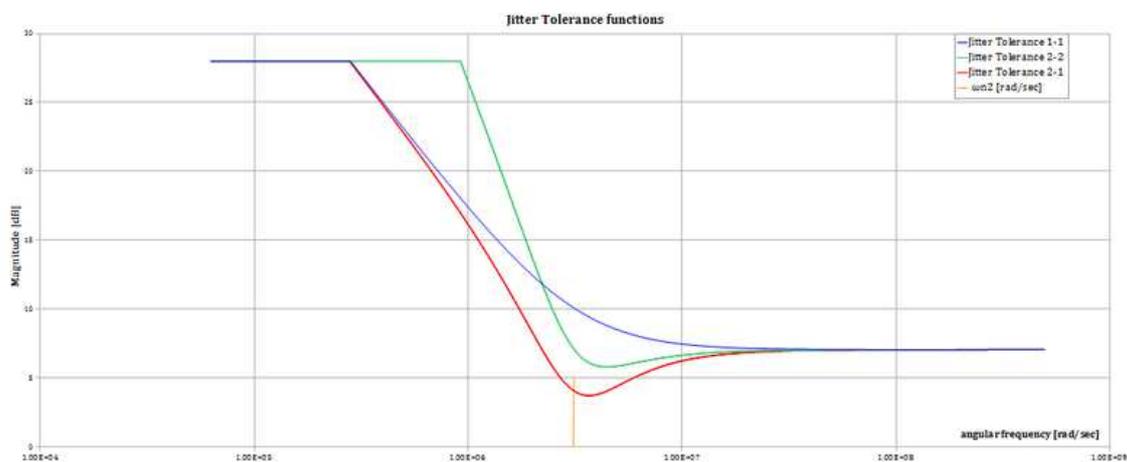


Figura 52: Jitter [BP11].

1.5.5 DAW

En la actualidad, los sistemas de grabación de cinta analógica están prácticamente obsoletos debido a su coste y mantenimiento. Gran culpa de ello tienen los sistemas de grabación digital en disco duro.

Habitualmente en un estudio de grabación el ordenador es una de las partes más importantes ya que gracias a los DAW (*Digital Audio Workstation*) se puede tener la mayor parte de un estudio en sistema software.

Un DAW es una plataforma de grabación, edición y mezcla multipista de audio y midi que integra hardware y software. Se puede decir que el DAW más utilizado mundialmente en los estudios, es Pro Tools.

Aparte del ordenador, a nivel de hardware se necesitará una interface de audio para poder cargar y trabajar con un sistema como Pro Tools.

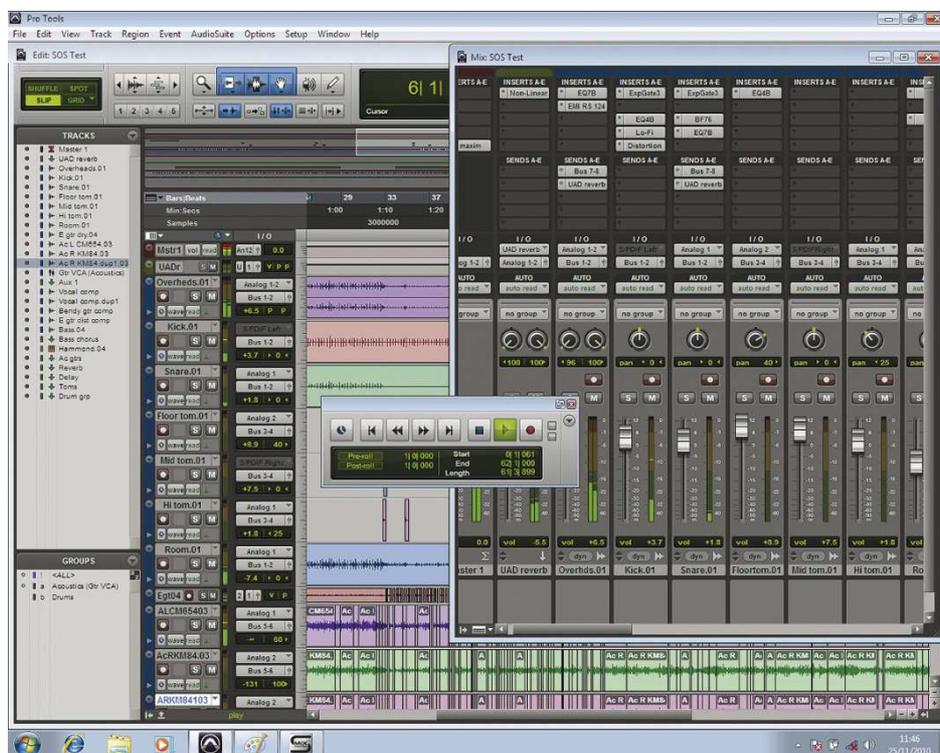


Figura 53: Interfaz de Pro tools.

El DAW se puede utilizar como grabador multipistas únicamente o utilizarlo como grabador editor y mezclador. Existen dos grandes partes diferenciadas en un DAW, la ventana de edición y la ventana de mezcla.

Como su nombre indica en la ventana de edición se indican las pistas con las regiones de audio grabadas, las cuales se podrán editar y manipular como se necesite. Por otro lado en la ventana de mezcla se encontrarán los diferentes canales como en una mesa de mezclas con

una sección de insertos, otra de envíos y la sección del fader, prácticamente igual que en una mesa de mezclas analógica.

En esta ventana se pueden insertar plug-ins con los diferentes procesadores que se requieran. Su funcionamiento es igual que en una versión hardware aunque lógicamente su calidad es inferior habitualmente. Por otra parte se pueden realizar envíos a canales con efectos insertados y manipular panoramas y volúmenes. Básicamente se puede hacer lo mismo que en un sistema analógico.

Existe la posibilidad de utilizar hardware analógico mezclado con software digital, es decir, hacer un envío mediante una salida de nuestra interface hacia un procesador externo y retornarlo a una pista del DAW.

En resumidas cuentas un DAW proporciona manejabilidad del sonido y se debe saber combinarlo con sistemas analógicos para conseguir un buen resultado.

1.5.6 Transductores de salida

1.5.6.1 Amplificación

1.5.6.1.1 Etapas de potencia

Una etapa de potencia se encarga de incrementar el nivel de la señal de línea hasta alcanzar el necesario para poder mover el diafragma de un altavoz. Este proceso lo debe hacer con la mayor fidelidad posible y sin añadir ninguna distorsión a la señal.

Una etapa de potencia consta de una fuente de alimentación encargada de suministrarle energía para poder amplificar la señal de entrada. Por otro lado tiene un circuito basado en transistores los cuales se encargarán de la amplificación de la señal. Es posible encontrar etapas con válvulas de vacío en vez de transistores.

El amplificador puede estar incorporado dentro de la caja del altavoz, en este caso diremos que los altavoces son activos. En el caso que el altavoz no incluya la etapa de potencia los altavoces serán pasivos.

Las características más importantes en una etapa de potencia son:

- **Potencia de salida continua (RMS):** Expresa la potencia máxima que desarrollara sobre una carga de valor dado (2, 4, 8, 16 ohmios) de manera continua. Debe ser acompañada de un valor de distorsión a potencia máxima.
- **Potencia musical:** es la potencia máxima que soporta el altavoz en momentos puntuales. Es mayor que la potencia RMS.
- **Respuesta en frecuencia:** Indica cómo se comporta el amplificador en función de la frecuencia de la señal de entrada. Debe indicar a la potencia de salida a la que se efectúa la medición ya que este no trabaja igual si trabaja a bajo régimen o a máxima potencia.
- **Curva de potencia:** Es una representación gráfica que muestra cómo se comporta el amplificador entregando el 50% de su potencia máxima en una banda de frecuencias.
- **Clipping:** El clipping es un drástico recorte de la señal de salida como consecuencia de haber sobrepasado la potencia máxima del amplificador. Las etapas disponen de un led que nos indica cuando ha “clipado”.
- **Damping factor:** Indica la capacidad del amplificador para vencer la inercia del altavoz en su desplazamiento.
- **Impedancia de salida:** Indica el valor de carga mínima que se debe conectar a la salida, es decir, la impedancia mínima de los altavoces que se conectan a la salida.
- **Distorsión armónica:** Los armónicos son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la señal. La distorsión armónica indica porcentualmente el número y amplitud de armónicos que se generan en la señal de salida respecto a la original al insertar un tono puro.

1.5.6.2 Monitores

Los altavoces son transductores de salida encargados de convertir la señal eléctrica en ondas de presión sonora. Es el último elemento de la cadena de audio y en un estudio son de vital importancia ya que deben reproducir con la mayor fidelidad posible lo que se ha grabado o lo que se está mezclando. Es muy importante conocer la respuesta en frecuencia de los altavoces, debido a que si sabemos, por ejemplo, que nuestros altavoces colorean la señal en graves, ecualizaremos en función a esa coloración. Los altavoces más utilizados en un estudio son los de **bobina móvil** porque son los que mejor respuesta en frecuencia tienen y con mayor fidelidad reproducen la señal.

1.5.6.2.1 Altavoces de bobina móvil

Funcionan igual que un micrófono dinámico pero de manera inversa, cuando una señal eléctrica pasa por una bobina en el seno de un campo magnético se produce una fuerza mecánica que mueve la membrana.

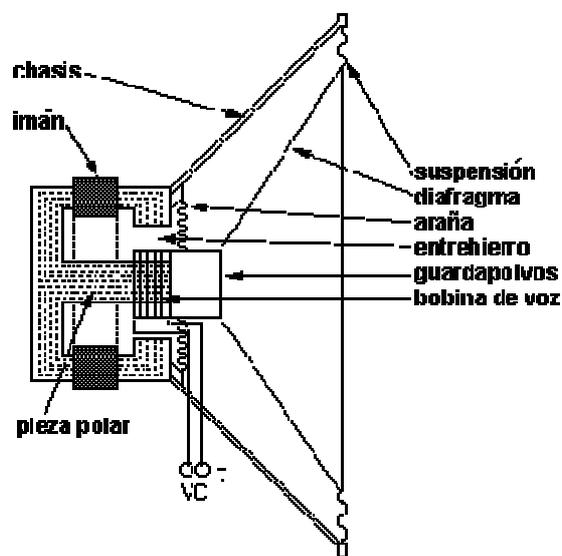


Figura 54: Altavoz de bobina móvil [OAR].

1.5.6.3 Monitorización (amplificador de cascos)

La monitorización de la señal de audio es muy importante en el proceso de grabación y se debe monitorizar la señal de grabación y retornársela al músico para que se escuche y pueda tocar su instrumento escuchándose y escuchando el arreglo musical del resto del grupo, si lo hubiese.

El problema que existe es que la señal que sale de nuestra mesa de mezclas es de una intensidad baja como para que la puedan reproducir unos auriculares. Por ello existe el amplificador de cascos, que no es más que un amplificador para adecuar el nivel de la señal para que puedan reproducirlo unos auriculares.

Normalmente constan de una entrada de línea con un control de ganancia, por la que se introduce nuestra señal de retorno, y varias salidas independientes. Estas salidas constan de un potenciómetro de ganancia independiente por el que se varía el volumen de cada músico, si fuera una grabación conjunta.

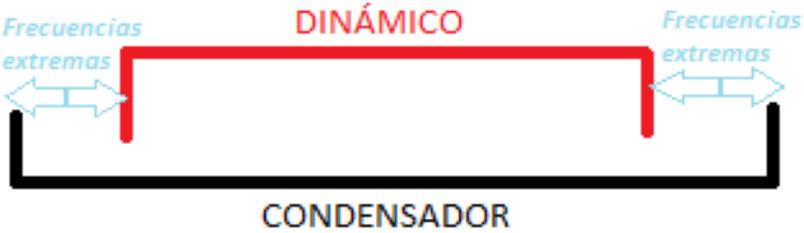
2. TÉCNICAS DE GRABACIÓN, MEZCLA Y MASTERING

2.1 GRABACIÓN

2.1.1 Rasgos generales Elección de Micrófono

En este apartado, se van a destacar las características más importantes que hacen especial a un micrófono respecto a otro, y que le hacen ganar la partida, a la hora de usarse en la grabación de un instrumento. Los micrófonos más usados son los dinámicos y los de condensador.

Se diferencian los micrófonos por 5 características determinantes: **FRECUENCIA, PRESIÓN SONORA, CAMPO DE CAPTACIÓN (Sensibilidad), RESPUESTA TRANSITORIA Y TAMAÑO DE LA CAPSULA.**

	DINÁMICO	CONDENSADOR
Frecuencia	 <p>Como se observa en la imagen, el micrófono de condensador tiene mayor rango de frecuencia, tiene mayor capacidad para grabar las frecuencias extremas.</p>	
Presión Sonora (dB spl)	La presión sonora (dB spl) depende de la intensidad y de la distancia .	
	El micrófono dinámico soporta mucho mejor la presión sonora.	
Campo de captación (Sensibilidad)		El micrófono de condensador es mucho más sensible (de ahí que sea peor en fuentes sonoras con mucha presión sonora).
Respuesta Transitoria	Se trata de la fidelidad del micrófono a la respuesta transitoria, los transitorios se encuentran en el ataque del sonido.	
	Lenta respuesta a transitorios, más para el DECAIMIENTO.	Rápida respuesta a transitorios. Por lo tanto buen respuesta transitoria.

Tamaño de la capsula	Cuanto más grande sea la capsula mayor será su captación, captando más frecuencias extremas graves.	Con la capsula más pequeña, soporta mejor la presión sonora, mejor subgraves, y el sonido tiene más brillo (mejora en frecuencias extremas agudas).
-----------------------------	---	---

Tabla 5: Características del micrófono de condensador y dinámico.

2.1.2 Colocación del Micrófono

No se debe pensar que tiene menos importancia, por la simplicidad del título de este apartado. La elección adecuada del micrófono como su colocación, son dos factores **muy relevantes** a la hora de grabar, se conseguirá una sonoridad “correcta” y eso facilitara las labores de mezcla. Cuando una señal de audio ha sido mal grabada, el ingeniero de grabación deberá procesarla en la mezcla para mejorar la calidad de la señal. La ecualización permite corregir errores de grabación, pero no permite obtener sonido que no se han grabado, debido a la mala colocación/selección del micrófono. *Conclusión, es mejor “perder tiempo” en encontrar una ubicación ideal, probar varios tipos de micrófonos para el mismo instrumento, o probar diferentes configuraciones de set, ahorra tiempo y muchos problemas en la mezcla.*

En este apartado, sería conveniente hablar del **efecto proximidad**. Tanto en micrófonos direccionales de directo como de estudio se da este efecto. Debido a la colocación muy cercana al micrófono, se produce una realimentación de las frecuencias graves. En principio, se presenta como un problema, pero existe la opción de usar el efecto como una ventaja, cuando se quiere una voz más grave, o un instrumento que tenga más presencia en frecuencias más bajas.

Como se ha anticipado, en la captación del micrófono, influye la señal directa más las reflexiones que se producen en la sala. Según la ubicación y el ángulo, un micrófono presentara sonoridades distintas.

A continuación se detalla la clasificación de las distancias entre el micrófono y la fuente:

- **Primerísimo plano:** Muy usada en directo y sobre todo en instrumentos con muy poca sonoridad. Se coloca justo encima o dentro de la fuente.
- **Primer plano:** Muy usada en estudios, 15 o 20 cm de la fuente, muy útil tanto en voces como en instrumentos de poca sonoridad (guitarras acústicas, flautas).

- **Plano medio:** Muy usada para instrumentos de gran tamaño (pianos, cellos, arpas...), o grupos instrumentales. Distancia, un metro de la fuente.
- **Plano ambiente:** Se usa para captar la sonoridad de la sala, a varios metros de las fuente sonoras.

2.1.3 Captación de instrumentos

En esta sección se hablara de las ubicaciones frecuentes de grabación, de los diferentes instrumentos, clasificados por su naturaleza. Voz, Cuerda, Viento, Percusión. También se desarrollarán los micrófonos más habituales, determinados por la ubicación. Se debe tener en cuenta, que son los micrófonos más usados, pero no siempre tiene que ser la mejor opción, como se ha hablado antes, se pueden usar combinaciones de micrófonos, u otras técnicas.

VOCES

En la voz no se diferencian distintas ubicaciones. Aun así es muy importante colocar el pie del micrófono a una altura adecuada para una captación correcta de la voz. También es importante tener en cuenta, en función de la proyección de la voz de nuestro artista, como se debe colocar el micrófono (con la capsula hacia arriba o hacia abajo). Si proyecta la voz hacia la nariz, se producirá una amplificación del sonido en la “cabeza” y si proyecta la voz hacia abajo, se producirá una amplificación en el pecho, como una caja de resonancia. Lógicamente si se proyecta la voz hacia arriba, el micro irá con la capsula hacia arriba y viceversa. Como se ha ido viendo durante el proyecto, el mundo del sonido es muy ambiguo, y en este caso no nos iba a dejar indiferentes. Con esto se quiere decir que si se tiene una voz que proyecta hacia la nariz, o es aguda, puede interesar colocar el micro hacia abajo para captar la amplificación del pecho y conseguir una voz más grave, o hacerlo al revés para una voz que se proyecta hacia abajo o es muy grave. Siempre dependerá de la intención a la hora de grabar. Es muy importante saber lo que se quiere obtener. A continuación se adjunta una tabla, diferenciada en captación, plano y tipos de micrófonos.

	Directo	Estudio
Captación	Dinámicos	Condensador de diafragma grande.
Plano	Primerísimo plano.	Primer plano.
Tipos de Micrófonos	Shure SM58, AKG D-3800, ElectroVoice N/D 857, Audio-Technica ATM 75.	Neumann U87, Rode Classic, Sennheiser D-441.

Tabla 6: Que micrófonos usar para grabar/sonorizar la voz en directo o estudio.

INSTRUMENTOS DE CUERDA

Dentro de esta rama, es importante destacar la importancia tanto del **mástil** como de la **caja de resonancia**. Estas ubicaciones van a determinar la posición del micrófono en función de lo que se quiera conseguir. Si se enfoca el micrófono hacia la caja de resonancia se obtendrá un sonido **más grave, grueso y cálido**, lógicamente con mayor resonancia. Sin embargo si se enfoca hacia el mástil, vamos a conseguir el **ataque del instrumento y sus armónicos**. Hoy en día estos instrumentos “*casi siempre*” se suelen grabar con combinación de micrófonos para obtener el sonido general del instrumento sin tener que separar mucho el micrófono y captar el sonido de la sala, por eso hay que **tener muy en cuenta la fase de los micrófonos**.

A continuación se muestra una tabla donde se resumirán los diferentes micrófonos tanto para estudio como para directo, que se usan en los instrumentos más relevantes dentro de las cuerdas.

	Directo	Estudio
Violines, Viola, Cello	AKG DB-1 (cello), AKG CK77, DPA 4022	Neumann U87 (violin y viola), AKG C-414, Crown CM 700
Guitarra acústica	AKG C747, Audiotechnica ATM33, AKG CK77	Neumann U67, Rode NTK, DPA 4004
Pianos	AKG C416, AKG C414	Neumann M147/U87, AKG C414, Sennheiser MKH40
Contrabajos	CEDUCER (pastillas), AKG DB1, Shure Beta 52	AKG C3000, Neumann KM100, DPA 4003

Tabla 7: Que micrófonos usar para grabar/sonorizar instrumentos de cuerda en directo o estudio.

INSTRUMENTOS DE VIENTO

Dentro de esta rama, es importante destacar 3 zonas, **boquilla, orificios de las llaves, boca del instrumento** (salida principal de la fuente sonora). Estas ubicaciones van a determinar la posición del micrófono en función de lo que queramos conseguir. En la mayoría de las ocasiones el micrófono se **enfoca hacia la boca del instrumento**, donde está la mayor información del sonido que queremos grabar. Un dato relevante es que los instrumentos metales como las trompetas, saxos, emiten mucha presión sonora en un ángulo muy estrecho y según qué tipo de micrófono podría saturar.

A continuación se detalla una tabla donde se muestran los diferentes micrófonos tanto para estudio como para directo, que se usan en los instrumentos más relevantes dentro de los vientos.

	Directo	Estudio
Flautas	Sennheiser 441, AKG 747	Neumann TLM170, AKG C414, Rode NTK
Trompetas, saxos...	AKG C419, Shure Beta 57A	AKG C4000, ElectroVoice RE1000
Viento/Madera (clarinete)	Shure SM81/SM98A, AKG D3500, AudioTechnica ATM33	Neumann KM140S/TLM103, Sennheiser MKH 20/40,
Acordeones/Armónicas	Shure SM58, Sennheiser MD421, AKG C416	Rode NTK, AKG C3000, Shure 520D (armónicas)

Tabla 8: Que micrófonos usar para grabar/sonorizar instrumentos de viento en directo o estudio

INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN

A primera vista, una batería puede parecer muy difícil de grabar, muchos elementos juntos, los sonidos se mezclan, un sonido enmascara a otro... Debido a esto en la percusión (batería generalmente), se usa mucho la toma multi microfónica. Con esto se conseguirá una mayor separación entre los elementos. Además se puede combinar con una toma de "ambiente", y luego se suman en la mezcla a gusto del ingeniero (cuidado con la fase, puede SUMAR o RESTAR frecuencias). También existen técnicas de grabación estereofónicas combinando diagramas polares de distintos micrófonos, las cuales se verán en el siguiente apartado (MS, PAR ESPACIADO...). Es de interés saber, que en muchos estilos, como el jazz, se graba todo con técnicas estereofónicas y con todos los músicos tocando a la vez, con el objetivo de

conseguir un sonido más natural, y menos “editado”. Debido a la gran presión sonora que emiten los instrumentos de percusión, la mayoría de los micrófonos que se usan son dinámicos, mientras que membranas metálicas, platos, se graban con micrófonos de condensador. Por último en la grabación de percusión se usan muchos micrófonos de contacto (interior bombo), o de pinza, para evitar los problemas e incomodidades que generan los pies de micrófonos.

A continuación se detalla una tabla donde se muestran los diferentes micrófonos tanto para estudio como para directo, que se usan en los instrumentos más relevantes dentro de la percusión.

	Directo	Estudio
Bombo (Batería)	AKG D112/D3500, Shure Beta 52, Sennheiser MD421	AKG D112, Shure SM 91A, Sennheiser MD421
Caja (Batería)	Shure SM57/BETA57, AKG C418	Shure Beta 57, AudioTechnica ATM4033
Charles (Batería)	AudioTechnica 4000, Shure SM81, AKG C1000	Neumann U87, Neumann KM100, Schoeps MK4g+CCM
Goliat (Batería)	Sennheiser MD441/MD421, AKG D3800	ElectroVoice ND-308, AudioTechnica ATM4033
Timbales	Sennheiser E-604, AKGC408/C418	Sennheiser MD441, MD409, ElectroVoice ND408
Platos	AKG C430, ShureSM 94	

Tabla 9: Que micrófonos usar para grabar/sonorizar instrumentos de percusión en directo o estudio.

2.1.4 Técnicas de grabación estereofónica

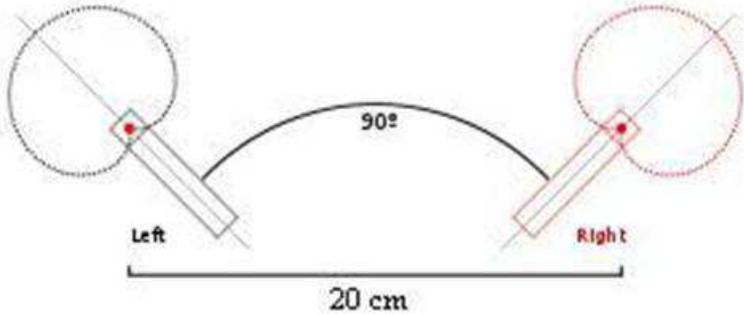
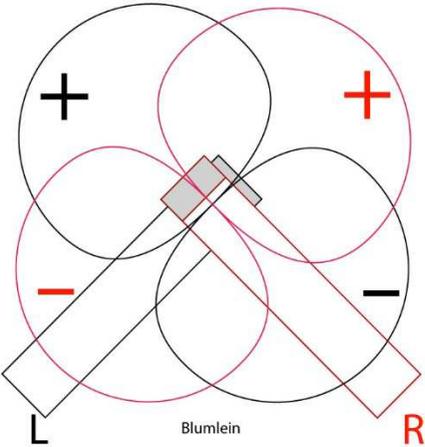
Como se ha anticipado muchas veces durante este proyecto, a la hora de grabar instrumentos o un conjunto de ellos, **existen técnicas estereofónicas más eficaces**, tanto en ahorro (tiempo, dinero), como en calidad, que grabar una toma monofónica individual de cada instrumento. Muchas veces el hecho de grabar al grupo en conjunto, **produce una sensación en los músicos de complicidad**, que hace que obtengamos un sonido real y natural. *Poéticamente hablando, podríamos decir que hemos grabado los sentimientos, emociones del artista.* Un buen ejemplo

de esto es el **Jazz**. En el apartado de mezcla se verá qué usando estas técnicas, es posible darle la importancia que requiere a cada instrumento en su momento, algo muy relevante en el Jazz.

Básicamente, estas técnicas se benefician de la combinación de diagramas polares entre micrófonos, amplificando el rango de captación o direccionándolo con alguna intención. Las técnicas estereofónicas que se van a describir son las siguientes:

- **X/Y**
- **O R T F**
- **N O S**
- **BLUMLEIN**
- **M/S**
- **PAR ESPACIADO**

	Diagrama Polar	Ángulo	Distancia (cápsulas)	Detalles	Imagen
X/Y	2 x Cardioide	Entre 90 y 135	0	Con lo anterior se consigue minimizar al máximo los desfases entre cápsulas. Se usa cuando se quiere una imagen estéreo sin desfases, baterías, guitarras acústicas. OBJETIVO: EFECTIVIDAD. USO: OVERHEAD.	
ORTF	2 x Cardioide	110	17cm	Técnica usada para el AMBIENTE.	

NOS	2 x Cardioide	90	20 cm	Variación de la técnica anterior	
BLUMLEIN	2 x Bidireccional / 2 x Figura de 8	45	0	Los micrófonos se dirigen a 45 del eje de la fuente sonora.	

<p>M/S</p>	<p>1 x Cardioide y 1 x Bidireccional</p>			<p>La señal del micrófono bidireccional se dirige a dos canales de la mesa de mezclas, y uno de ellos se desfasa. Técnica usada para el AMBIENTE.</p>	
<p>PAR ESPACIADO</p>	<p>2 x Cardioide (estéreo) / 2 x Omnidireccional (biaural)***</p>		<p>Ley 3-1</p>	<p>La distancia entre micrófonos debe ser 3 veces la distancia de los micrófonos a la fuente de sonido. OBJETIVO: NATURALIDAD. USO: OVERHEAD. *** Es una forma más dimensional, se usa para abrir la sensación estereofónica.</p>	

Tabla 10: Técnicas de grabación estereofónica, características.

2.1.5 TÉCNICAS DE GRABACIÓN DE GRUPO

La grabación de las fuentes sonoras, en la música instrumentos y voces normalmente, es una parte fundamental y crítica en el proceso de producción de una canción ya que de su eficacia y resultado dependerán los siguientes procesos a realizar.

Por ello existen diferentes técnicas en función del objetivo de nuestra producción, no es lo mismo grabar a un trío de jazz que grabar una canción de pop ya que el objetivo sonoro será diferente, buscando más naturalidad del sonido en uno y más eficacia en el otro.

Es muy importante saber que cuantos más errores y fallos se eviten en la fase de grabación, más fáciles serán las siguientes fases de la producción. Un error muy habitual es pensar que los posibles problemas o errores se pueden solucionar en las siguientes fases, e ir arrastrándolos durante la producción hará que el proceso sea más costoso y poco llevadero. Siempre se deben solucionar los problemas en el momento que se presentan y jamás pensar que se solucionarían en posteriores procesos.

Se puede decir que existen dos grandes técnicas de grabación, la grabación conjunta de un grupo de músicos y la grabación de manera individual de cada una de las fuentes.

2.1.5.1 GRABACIÓN CONJUNTA

La grabación conjunta consiste en grabar de manera simultánea todas las fuentes sonoras de una canción en una misma sala. El objetivo es dar al sonido una sensación de mayor naturalidad. Esto se consigue porque los músicos tocan al mismo tiempo como en una situación real y de esta manera su compenetración es mayor que grabándolos de manera independiente, dándole así al sonido mayores cambios de dinámica.

El gran inconveniente y problema que existe al grabar de esta manera las fuentes sonoras es que no se consigue aislar cada sonido por separado, y por tanto este objetivo debe ser casi el criterio a seguir a la hora de elegir la microfónica y la colocación de ésta.

Una solución necesaria a la hora de grabar con esta técnica es la utilización de paneles absorbentes para separar las diferentes fuentes, teniendo gran hincapié entre instrumentos que compartan sus frecuencias principales.



Figura 55: Panel absorbente separador.

Dentro de la grabación conjunta se pueden distinguir dos maneras de grabar cada fuente sonora: Grabación mono microfónica y grabación multi microfónica.

2.1.5.1.1 Grabación mono microfónica

Esta técnica consiste en grabar cada instrumento con un solo micrófono y por tanto se tendrá que captar con él el sonido que nos interese para su posterior mezcla.

Para realizar ésta técnica mono microfónica en una grabación conjunta de un grupo musical es muy importante saber elegir el micrófono y colocarlo de manera adecuada. Normalmente para evitar la captación del resto de instrumentos utilizaremos un micrófono dinámico cardioide ya que su campo de captación es mucho menor que uno de condensador y además se colocará en primerísimo plano o si no en primer plano.

Estas pautas no son matemáticas y siempre se debe comprobar in situ cual es la mejor elección, además y como se ha explicado anteriormente los micrófonos de condensador captan frecuencias más extremas y a la hora de grabar algún instrumento puede que

necesitemos estas prestaciones. En este caso, mediante la ecualización, se debe eliminar parte del espectro para evitar problemas de fase con las fuentes sonoras que no son la principal captada por el micrófono.



Figura 56: Grabación conjunta.

2.1.5.1.2 Grabación multi microfónica

La grabación multi microfónica consiste en captar una fuente sonora con diferentes micrófonos de manera simultánea. El objetivo de la misma es captar las diferentes sonoridades de un instrumento para posteriormente en la mezcla conseguir mediante la suma de estas señales el sonido que nos interesa.

Como en la grabación mono microfónica al estar grabando varias fuentes sonoras de manera simultánea la elección de los micrófonos debe estar condicionada por ello y por tanto de manera habitual utilizaremos micrófonos dinámicos cardioides y situados en primerísimo plano o primer plano.

Un ejemplo claro es la batería. Dado que la batería es un instrumento compuesto por varios, se captará de manera multi microfónica el sonido global de la batería. Existen diferentes técnicas para la captación del sonido de batería y todo depende del objetivo que tengamos.

Sonido natural: Si se quiere tener un sonido natural de batería lo normal es utilizar un micrófono de ambiente situado en un plano medio o plano de ambiente, o si no, realizar una de las técnicas estereofónicas explicadas anteriormente. La diferencia la dará la calidad de la sala en la que se grabe. Si se dispone de una sala con un reverberación natural adecuada para la grabación, se utilizará el plano ambiente ya que se captarán más los rebotes de la sala, mientras que si el caso que se dispone es el contrario, conviene grabar en plano medio para captar solo el sonido global de la batería y un poco del sonido de la sala.

Lo normal es utilizar un micrófono de condensador ya que al grabar a una distancia mayor se necesitará mayor sensibilidad. Aquí viene el problema, si se está grabando de manera conjunta, este micrófono también captará el sonido del resto de los instrumentos. Sin embargo se puede aplicar esto a nuestro favor y utilizar este micro como referencia en la mezcla y se apoyara en el para el resto de los instrumentos, aunque de esto se hablará más adelante en profundidad. Si se observa que es más un inconveniente que una ventaja podemos acercarlo a un plano medio y así evitaremos el problema en su mayoría.

Los siguientes micros a colocar serán los Overhead, mediante una técnica estereofónica, estos nos darán el brillo de la batería, es decir, las frecuencias agudas, y se situarán encima de la batería.



Figura 57: Micrófonos Overhead en una batería.

Finalmente se pondrán micrófonos dinámicos cardioides en primerísimo plano en los elementos que se quieran reforzar en la mezcla, por ejemplo el bombo y la caja.

Sonido eficaz: Si por el contrario interesa un sonido más eficaz de la batería el ingeniero se centrará en captar cada instrumento que la componen por separado con un micrófono dinámico cardioide en primerísimo plano.

Además se utilizarán también dos micrófonos con una técnica estereofónica para el Overhead para así captar el brillo de la batería al igual que para el sonido natural. En este caso, el micrófono de ambiente puede ser eliminado ya que no se busca un sonido tan ambientado y natural sino que el objetivo es que se entienda bien cada sonido que compone la batería. El Overhead en este caso es el que dará la sensación estereofónica de la batería.

Es muy importante cuando se utilizan técnicas estereofónicas para la captación de la batería saber en qué lugar de la mezcla están situados los diferentes elementos (hi-hat, toms...) respecto a la señal del OH para que después no se tengan errores de fase o similares a la hora de mezclar.

Por otra parte la grabación multi microfónica en este tipo de técnica grupal sirve para captar las diferentes sonoridades de un instrumento. Por ejemplo se puede grabar una guitarra acústica con dos micrófonos, uno para la digitación apuntando a la zona del mástil, y otro para el cuerpo de la guitarra apuntando más a la caja de resonancia. Es muy importante cuando se graba de esta manera comprobar la suma de fases entre micrófonos para corregirla antes de la grabación. Para ello, como se ha explicado anteriormente, tanto en las mesas de mezcla, como en procesadores de señal, como en plug-ins, existen botones que ponen en contrafase la señal. De esta manera se escuchara en qué posición interesa que esté para captar el sonido que se necesita para nuestra canción.



Figura 58: grabación multi microfónica guitarra.

2.1.5.2 GRABACIÓN INDIVIDUAL

La grabación individual de las fuentes sonoras consiste en grabar cada instrumento o fuente sonora de una producción de manera aislada, es decir, cada uno de los músicos será grabado individualmente en la cabina.

El objetivo de dicha técnica es captar cada instrumento con la sonoridad que nos interese para la producción, y para ello se elegirá el micrófono que más se adapte a las necesidades de la producción.

Una gran ventaja es que debido a que no se graba más que con una fuente sonora, la elección del micro solo depende del objetivo sonoro que se tenga y por ello la labor en mezcla será más fácil y ofrecerá más posibilidades y versatilidad. También al solo tener una fuente sonora que captar se centraran todos los esfuerzos y capacidades en un solo objetivo y por tanto la calidad de la grabación debería ser de mayor grado.

Para un ingeniero que no tenga experiencia en dichas labores es recomendable esta técnica ya que la posibilidad de fallos y errores se reduce notoriamente, y además se conseguirá un mayor aprendizaje e interiorización del trabajo realizado.

2.1.5.2.1 Grabación mono microfónica

La elección de la técnica microfónica en este caso depende única y exclusivamente de la sonoridad de la fuente y por tanto del objetivo que se haya propuesto el ingeniero.

Cuando se usa una técnica mono microfónica se debe saber qué sonoridad tiene la fuente sonora que se va a grabar, se debe saber la sonoridad de la acústica de la cabina en la que se graba, y en función de estas dos características y del objetivo de la producción elegir el micrófono adecuado.

Una vez elegido el micrófono se debe elegir el plano de grabación y si se dispone de diferentes preamplificadores de micrófono elegir el que más convenga para esta situación por su calidad y coloración del sonido.

Lo siguiente será escuchar en el control room a través de los monitores que sonoridad da toda la cadena de audio y si ésta es la adecuada para la producción. Si no es así se deberá solucionar cambiando cualquiera de los elementos (micrófono, colocación del micrófono, previo). Si es la adecuada el siguiente paso será grabar la interpretación del músico.



Figura 59: Grabación mono microfónica de la voz.

Como se observa en la figura 59, cuando se graban voces lo normal es utilizar un filtro anti pop. Su utilidad es la de evitar todos los golpes de aire que se producen cuando el cantante dice consonantes como la “P”.

2.1.5.2.2 Grabación multi microfónica

Como en la grabación conjunta, la grabación multi microfónica consiste en utilizar varios micrófonos para grabar una única fuente sonora. La combinación de varios micrófonos en diferentes planos sonoros, o en el mismo y direccionados a diferentes partes de la fuente hace que se obtengan diferentes sonoridades y podamos hacer una suma en mezcla para obtener un sonido determinado.



Figura 60: Grabación multi microfónica piano.

2.2 MEZCLA

2.2.1 Definición y Objetivo

La **mezcla de audio** es un proceso utilizado en la grabación y edición de sonido para balancear y equilibrar el volumen relativo y la ecualización de las fuentes de sonido que se encuentran presentes en un evento sonoro. Comúnmente estas fuentes de sonido son distintos instrumentos musicales en una banda o las secciones de una orquesta. De igual forma se manejan parámetros de volumen y ubicación para lograr darle una especialidad al evento sonoro, simulando así lugares y atmósferas mediante la manipulación de efectos y otros parámetros, para poner al público en contacto pleno con el intérprete de la obra musical. También se utiliza para remover frecuencias innecesarias así como ruidos indeseados para dar un espacio a cada elemento dentro de la mezcla [WIKI2013].

Se parte de la base de que el ingeniero está condicionado por la fase de “grabación”. Factores como la interpretación inadecuada, grabación pobre o arreglos mal hechos, dificultarán la mezcla, y en función de ello se trabajará de distintas maneras (Ej. Mezcla aditiva o sustractiva).

La intención “general” de una mezcla en cualquier tipo de producción, es conseguir un sonido claro y real de todos los instrumentos (voz incluida), que compongan la producción. Se situarán los instrumentos (voz incluida) en uno o varios planos sonoros, según la intención. Es útil imaginar la mezcla como 3 dimensiones del espacio; profundidad, panorama estéreo y espectro en frecuencia. Se determinará un rango frecuencial para cada uno de ellos, destacando las frecuencias más relevantes de cada uno, o restando en las frecuencias conflictivas, para conseguir un sonido limpio, donde se pueda distinguir todos los instrumentos que componen la producción, sin mucha dificultad.

Es un error de principiantes pensar que en la mezcla se pueden solucionar los errores acumulados de procesos anteriores (“*Va... Esto lo dejo así y ya lo ecualizare luego*”). Con una ecualización podrás separar los distintos instrumentos, pero no podrás solucionar algo como una elección incorrecta del micrófono.

2.2.2 Monitorización

La monitorización es uno de los factores que más condicionarán la mezcla. Un sonido adecuado depende de muchos factores, aquí los 3 más relevantes.

- Sala con buena acústica:
 - Buen balance de frecuencias.
 - Ausencia de resonancias.
 - Tiempo de reverberación relativamente bajo.
- Correcta colocación de los monitores (altavoces):
 - Orientados a los oídos.
 - Separados a la misma distancia de cada oído.
- Monitores adecuados:
 - Campo cercano.
 - Respuesta plana.

El objetivo es que la mezcla no se vea afectada ni por los altavoces ni por la sala.

Las curvas de Fletcher y Munson (1930), son un gran ejemplo de esto. (Figura 61).

Al monitorizar a intensidad baja, se escuchan mejor las frecuencias medias, pero por el contrario se escuchan peor las frecuencias graves.

Por tanto, mantener un correcto nivel de monitorización durante la mezcla, dará mezclas más equilibradas.

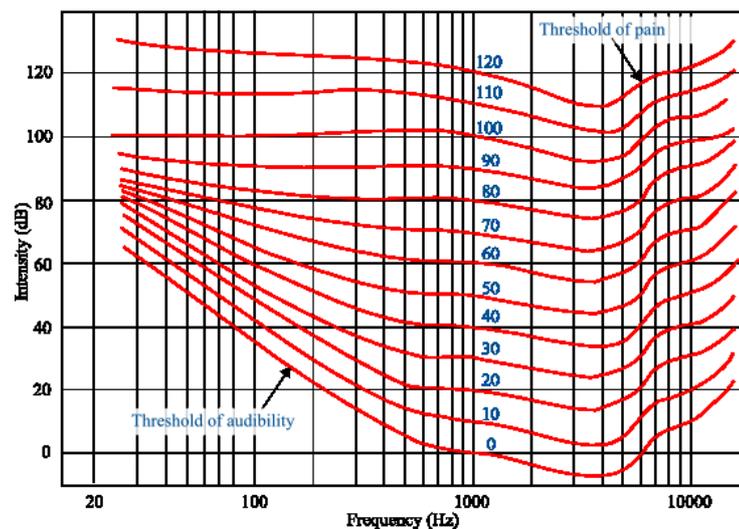


Figura 61: Curvas de Fletcher y Munson [WFM 13].

2.2.3 El Espacio (Dimensiones, Fx)

Como ya se ha anticipado antes, una buena manera de entender la mezcla es tener en cuenta 3 dimensiones (ejes), profundidad, panorama estéreo y por último, el espectro en frecuencia.

Profundidad

En la gran mayoría, el responsable de la profundidad va a ser **el volumen**. Los sonidos más alejados del ingeniero tienen menos intensidad (intensidad depende de la distancia), se bajará el volumen si se quieren sonidos más alejados. Lógicamente los sonidos con más importancia se quiere que estén más presentes, tendrán más intensidad, subiremos el volumen. Se ha conseguido que los sonidos más importantes estén delante, y los menos, detrás.

En la música, depende de la intención que se desea conseguir, o del estilo, se trabajará de manera diferente. En música para discoteca, predominan los bombos y los bajos delante, mientras que en el rock o en el pop, la percusión está detrás, y las voces y guitarras están más presentes.

Otros dos responsables de la profundidad en la mezcla, son la **ecualización y la compresión**. Se puede imitar el efecto del volumen, desde otra perspectiva. Se explicará su función con 2 ejemplos.

Se puede imitar el fenómeno de que los sonidos pierden agudos con la distancia (sonidos graves mayor longitud de onda), restando frecuencias medias y altas, situando la pista más alejada.

Con la compresión, podemos hacer algo parecido, comprimiendo rápido sobre el ataque.

Por último, otro factor muy importante que determina la profundidad es la **reverberación**.

Reverberación

El efecto de “reverb”, en la mezcla, sitúa los sonidos dentro de un mismo plano sonoro, dando la sensación de situar los sonidos en un mismo entorno. En la música de discoteca, por ejemplo, se aplican reverberaciones cortas (room), que no causen confusión en la percusión. En la práctica esta sensación también se puede conseguir con un delay o la combinación de ambos.

Por ejemplo, para una reverberación general a la que se envían varios instrumentos de percusión, se elegirá un pre-delay corto, de 0 a 20ms, y un tiempo de reverberación de máximo, 1 sg. Se suele acompañar la reverberación con una ecualización para que no se produzca un “bolo de graves”. Como se ha explicado antes, con los delays también se puede conseguir una sensación parecida, se calcula el feedback (número de repeticiones), para que caigan siempre dentro de determinadas partes del compás, y no acaben causando confusión.

A continuación una tabla orientativa indicando los tiempos de reverberación, y pre-delay necesarios, clasificados por su naturaleza.

	RÍTMICOS	MELODICOS	ARMÓNICOS	ACTITUD (TIMBRE)
Tr(ms)	300-1000	1000-3000	1000-3000	300-1000
Pre-delay(ms)	0	50-100	0	50-100

Tabla 11: Parámetros de reverberación en función de la naturaleza.

En los instrumentos acústicos siempre se usa reverberación, en los eléctricos depende, y en los electrónicos nunca, o casi nunca.

Panorama estéreo

Debido a la colocación de los oídos, y la diferencia de intensidad y fase que se produce al incidir un sonido en ellos, disponemos de una **sensación binaural**.

El ingeniero tiene un **“control panorámico”**, para poder identificar en profundidad y en el plano horizontal, la ubicación de un instrumento.

Blumlein, diseñó un objeto que era capaz de ubicar una fuente sonora en cualquier posición intermedia entre dos altavoces.

Se puede decir entonces, que la mezcla tiene 2 dimensiones. Primero se suman los elementos con el volumen asignando más intensidad aquellos más presentes. Después serán separados en el eje horizontal, mediante el panorama. Por eso es muy importante en la mezcla no usar sintetizadores estéreo, son complicados y confusos de trabajar, para poder panoramizar correctamente, mejor tener las fuentes en mono.

En una mezcla, panoramizar los instrumentos, es cuestión de gustos, pero en muchos estilos a través de los años y la experiencia, se dan parámetros predeterminados. Por ejemplo en el pop, el rock, o la música dance en general, ubicamos el bombo, el bajo y la voz en el centro del panorama. Sin embargo en la mayoría de las mezclas de jazz encontraremos la batería panoramizada hacia un lado, y los instrumentos melódicos hacia el otro.

Un sonido melódico, en vez de abrirlo en el panorama, se puede procesar con un chorus o un delay estéreo. Con eso se consigue abrir la imagen estéreo del instrumento, estando centrada en el panorama. Así se ganará espacio.

Quitando ciertas técnicas básicas, que se rigen por los estilos. El panorama puede ser interpretado como una función artística, no hay técnicas establecidas para la utilización de este parámetro.

Es muy habitual en el mundo del sonido, que un efecto estéreo, produzca desfases entre los canales L y R, y cuando su escuche se de en mono, desaparezca.

2.2.4 Espectro en frecuencia

En las primeras mezclas, se produce un problema típico. Cuando subes el volumen de una determinada pista, ocupa todo su rango frecuencial, y muchas frecuencias que comparte con otros instrumentos, se enmascaran. Pero si bajas el volumen, no se diferencia entre los demás sonidos. Se necesita ecualizarlo y/o comprimirlo.

Muchos presets, de plug-ins de hoy en día, están configurados para que el instrumento en particular suene espectacular solo, pero en conjunto ocupan mucho rango frecuencial, y como se ha dicho anteriormente se producen enmascaramientos.

Lo más importante, aparte de la experiencia, es conocer los rangos de frecuencias donde los instrumentos son más relevantes. Atenuando en las frecuencias que no interesen, y amplificando, en las frecuencias importantes (brillo, cuerpo, inteligibilidad...), se filtrarán para que los instrumentos ocupen su espacio natural (véase sección 7.3).

Un claro ejemplo sería un bajo. Donde predominan las frecuencias graves.

Bajo eléctrico	1 KHz: Delgado 125 Hz: Retumba	600 Hz: Gruñido 80↓ Hz: Fondo
Bajos: 60-80 Hz Ataque: 700-1200 Hz	El sonido varía enormemente según el tipo de cuerdas y bajo...	

Figura 62: Tabla rangos de frecuencias más relevantes del bajo.



Figura 63: Ejemplo ecualización bajo vía plug-in [HISPAEQBAJO2013].

Al ajustar el timbre de los sonidos, se puede pensar que suenan “raros” individualmente, pero que se complementaran al sonar cohesionados en el conjunto final.

Por último, se va a destacar la importancia de obtener una buena grabación para la mezcla. Al grabar los instrumentos correctamente, se obtiene un sonido limpio y con cuerpo. Así, a la hora de mezclar, se puede aplicar una mezcla substractiva, atenuando por ecualización o compresión, rangos de frecuencias, que harán que encaje con todos, y no afectará el sonido global de la producción.

2.2.5 Ecualización

Como se ha ido explicando anteriormente, la ecualización es la mezcla es una forma de hacer determinados ajustes en frecuencias para conseguir que los sonidos suenen correctamente en combinación.

Es cierto, que muchas veces se intenta ecualizar algo, porque se debe ecualizar, y el problema es otro, como por ejemplo el volumen.

Se debe ecualizar el sonido cuando:

- Mala elección del micrófono o mala colocación.
- Mala elección del instrumento (jazz bombo demasiado grande, reducir graves con ecualización).
- Se ha realizado un arreglo instrumental equivocado.
- Toma multi polifónica, varios micros, para tener margen de definir el sonido. El ingeniero se quedará con los rangos de frecuencias más interesantes para nuestro sonido.

Algo interesante de una producción, es que nada más grabar la voz principal y la parte instrumental, el proyecto ya debe sonar a una canción, si no, por mucho que se haga nunca sonara como tal.

A la hora de que el ingeniero se ponga delante de una mezcla, encontrará dos tipos de técnicas principales, aditiva o substractiva. En la **mezcla sustractiva**, eliminará rangos de frecuencias, para dejar sitio a otros instrumentos. En la **mezcla aditiva**, potenciará los rangos de frecuencias más relevantes, de ese instrumento, o añadirá otras características, como por ejemplo brillo. A la hora de una mezcla profesional, se mezclará los dos tipos.

Se va a explicar un ejemplo de integración de un instrumento (bajo), en la mezcla.



Figura 64: Ejemplo ecualización bajo, plug-in waves.

1. Se puede observar un Low Cut a 40hz, para quitar vibraciones, y sonidos subgraves que molesten en la mezcla. Mismo impacto, menos turbio.
2. Se ha subido la ganancia 3,5 dB con una Q ancha, para resaltar el cuerpo del bajo.
3. Se ha quitado 3,4 dB, entre 600 y 3000hz, con una Q ancha, para liberar frecuencias medias para otros instrumentos.
4. Con una Q estrecha, se ha subido 3,5 dB en 3830hz, para potenciar el ataque del bajo en la mezcla y hacerlo más audible en las frecuencias altas.
5. Se ha realizado un corte en 8Khz, para hacer hueco a instrumentos más agudos, y eliminar frecuencias que no interesan en el bajo.

Esto, es solo un ejemplo del tipo de ajustes que se pueden hacer con todos los instrumentos, hasta conseguir una buena separación entre ellos. Los cambios son sutiles, pero transforman el sonido, hasta que todos los timbres ocupan sus posiciones, y todo suena en conjunto.

Por último, recalcar la función "Bypass", con la que podremos mutear el efecto, para comparar si mejora o no el sonido, bien individual o global.

2.2.6 Compresión

Lo que se consigue con la compresión, es cambiar la dinámica de un sonido. También, gracias a la compresión, se puede fijar el plano sonoro en el que se encuentra el instrumento (más presente o más alejado). Hoy en día se comprime mucho en **música moderna**, debido a que al tener muchos elementos, queremos crear varias capas, y la música moderna requiere dinamismo.

Un buen ejemplo para entender la compresión, es el bombo. Este instrumento tiene 2 partes muy diferenciadas. El **ataque**, que está comprendido entre **1Khz y 4Khz**, y después **la cola**, que tiene graves entre **30 y 150hz**. Como se ha ido viendo, la parte artística juega un gran papel. La intención puede ser, que el ataque (agudos) se escuche bien y fuerte, por lo tanto bajaremos la cola (el compresor tardara más en actuar para no comprimir el ataque). Gracias a la compresión se consigue moldear el cambio de dinámica de un sonido.

Se va a explicar un ejemplo de compresión, y el objetivo:



Figura 65: Ejemplo compresión vía plug-in Protools.

- Como se observa en la imagen, el threshold está a **-27,8 dB**, lo que significa que el compresor no empezará actuar hasta que supere ese nivel. Cuando se sobrepase, se obtendrá un **control de dinámica**.
- La curva de ratio **4:1** baja desde ese punto.

- El compresor va a tardar, 99ms en actuar, puesto que el control de attack está situado en 99ms. **Con eso no se comprimirá el ataque de la señal, sino que lo hará en la cola.**
- Lo que ha conseguido es comprimir la cola del bombo, haciendo que suene bien en la mezcla, pero que no dominen las frecuencias que tiene en la cola.

A continuación una tabla general de parámetros de compresión en función del objetivo.

	FX	CONTROL DINÁMICO
THRESHOLD	>4dB	<4dB
RATIO	>4:1	<4:1
ATTACK	<22ms	>22ms
RELEASE	<80ms	>80ms
KNEE	Hardknee: Cambio directo, fomenta el efecto.	Softknee: Cambio suave, fomenta el control dinámico.
ELECTRO/OPTO	ELECTRO, detecta más lento las diferencias de señal.	OPTO, encuentra antes las diferencias de señal. Más suave.

Tabla 12: Parámetros básicos de compresión.

Por último, un poco de compresión en varios canales es mejor que una fuerte en dos canales. Hay que combinar, para controlar el rango dinámico, para que encaje en el plano sonoro que queramos, sin perder la dinámica musical.

2.2.7 Grupos

Los grupos en la mezcla tienen varios usos. Generalmente se reúnen en un mismo grupo, los instrumentos que se quieren comprimir, ecualizar, como un conjunto, para situarlos a todos en el mismo plano sonoro (como el caso del jazz). Igualmente los se agrupan para enviarlos a un procesador FX, en la misma proporción. Se puede hacer grupos que contengan, percusión, instrumentos melódicos, ambientes... Los grupos son otra forma de mezcla muy utilizada. Se puede realizar una mezcla independiente de cada grupo (volúmenes, panoramas, timbre, dinámica, Fx), y después enviarlos a un mismo procesamiento común. Muy útil para aligerar el flujo de trabajo. Generalmente lo que se obtiene al mezclar con grupos, es realizar de manera

más sencilla, el mismo trabajo, y además, se procesará menos la señal independiente, se trabajará más rápido al trabajar con grupos, y **se enfatizará la NATURALIDAD de la mezcla.**

Otra gran característica de los grupos, es que al mezclar de esta manera, se facilitará el envío de pistas para la masterización. Ya que como se verá en el apartado de masterización, es mucho más efectivo realizarla sobre 3 estéreos (grupo de percusiones, melódicos y voces), que sobre un único estéreo del máster.

2.2.8 Automatizaciones

Gracias a esta función, se pueden programar casi todos los valores de la mezcla, para poder actuar sobre todos los campos deseados, realizando funciones que no se pueden realizar si no estuvieran automatizadas. Recalcar que se realizan estas funciones a tiempo real.

Algunas funciones de automatización:

- Se puede automatizar que suba el volumen de un instrumento durante varios compases que toma protagonismo.
- Se puede cortar la señal de una pista que no se va a usar más.
- Se puede enviar mayor cantidad de reverberación a un grupo, por ejemplo, durante el estribillo.
- Se puede panoramizar en el instante que queramos cualquier instrumento.
- Se puede colocar delays en los coros, pero solo para los que queramos.

A la hora de realizar una mezcla virtual, se va a encontrar 3 tipos de automatizaciones:

- Sobre los canales de mezcla (volumen, panorama, mute...)
- Sobre los buses auxiliares (volumen, panorama, mute...)
- Sobre los procesadores (según el plug-in, automatizaremos los parámetros que queramos)

MODOS DE AUTOMATIZACIÓN

Tiene un sistema propio basado en 3 tipos:

- **Escritura inicial (Write en ProTools):** Al activar si inicia el evento de automatización, graba en la pista. Si se vuelve a activar, sobrescribe la automatización de esa pista.
- **Reescritura gruesa (Latch en Protools):** Al activar se sustituye la automatización por la que se introduzca desde el play hasta el stop. Se usa por ejemplo, para repetir un fundido que no ha quedado bien. Si no se para, seguirá reescribiendo manteniendo el ultimo valor.
- **Reescritura fina (Touch en Protools):** Cuando se activa, se sustituirá la automatización sólo mientras se pusa el parámetro, y luego volverá rápidamente al valor previo. Muy útil para solventar errores, por ejemplo, de un fundido, sin borrarla del todo.

2.3 MASTERING

2.3.1 Definición y objetivo

La masterización o mastering es el ajuste final que se realiza sobre una mezcla terminada, es decir, sobre una señal estéreo, con el objetivo de adecuar tanto a las especificaciones técnicas del soporte físico (disco de vinilo, CD, DVD) como a las tendencias del mercado musical actual.

Existen estudios especializados en el mastering y cuya sala es completamente diferente a una sala de control room convencional. Disponen tanto de una acústica específica como de monitores y procesadores específicos para dicha tarea.



Figura 66: Estudio de mastering "Mastering mansion".

En la figura 66 se observa uno de los estudios más potentes de mastering en España. Como se puede ver tiene los elementos justos y necesarios, en una sala amplia y en la que el ingeniero de mastering tiene la mejor escucha posible del sonido.

Los monitores deben tener una buena respuesta en transitorios y que no nos den coloraciones en frecuencias.

Para realizar un mastering se puede hacer sobre el estéreo de la mezcla o sobre steams, que son subgrupos de mezcla, es decir, podemos hacer el mastering sobre una steam de batería, otro del resto de los instrumentos y otro de las voces. De esta manera tendremos más posibilidades y podremos subsanar diferentes errores con mayor facilidad.

2.3.2 Niveles en el mastering

Hay que tener en cuenta que los niveles en el mastering son uno de los objetivos más importantes ya que el mercado así lo exige y por tanto se debe intentar tener en mayor nivel de RMS posible sin llegar a deformar o distorsionar la señal. El rango dinámico aceptado para una producción pop está en torno a las 9 dB mientras que en una producción electrónica suele ser bastante menor, unos 3 dB. Existen medidores tanto en plug-in como externos que dan el nivel de pico de la señal y el nivel de RMS y son muy útiles para esta labor ya que no se debe pasar el nivel de 0 dBFS o la señal distorsionará.



Figura 67: Analizador "PAZ Analyzer" de Waves.

En la figura 67 se observa un medidor plug-in en el que se observan tres medidores, las dos naranjas nos dan el nivel de pico de los canales L y R, mientras que el central nos da el RMS. Por otro lado observamos el espectro de la señal y un medidor del estéreo de la misma.

2.3.3 Procesos que componen el mastering

Existen cinco procesos que componen la masterización de una señal de audio. Edición, ecualización, compresión, maximización y dithering.

El orden a seguir a priori es cambiabile y depende de la experiencia en este proceso del ingeniero pero de manera habitual suele ser el enumerado con anterioridad.

2.3.3.1 Edición

Lo primero que se debe hacer al realizar el proceso de mastering es escuchar la señal de audio y observar si existe algún tipo de ruido. En caso de escuchar ruidos indeseados existen procesadores que los eliminan y si aun así no se consigue el resultado deseado se puede abrir el editor de forma de onda y de manera cuidadosa y sutil redibujar la parte de la forma de onda en la que existan posibles ruidos.

Si la mezcla ha sido realizada por la misma persona es mejor revisar cada sonido individualmente ya que de esta manera se observara de donde provienen los ruidos con mayor facilidad y se trata exclusivamente dicha parte del audio.

2.3.3.2 Ecuación

El proceso de ecualización es básicamente un proceso de corrección. Tiene dos objetivos claros que son la corrección de posibles distorsiones en frecuencia, y la compensación de posibles carencias en diferentes rangos de frecuencias. Hay que tener en cuenta que este proceso afectara a toda nuestra mezcla y por tanto la compensación debe ser un proceso sutil ya que no se trata de cambiar la mezcla hecha con anterioridad sino de equilibrarla en su espectro frecuencial.

Una manera de buscar posibles distorsiones es utilizar un filtro con un factor Q muy elevado y realizar barridos frecuenciales, de esta manera las distorsiones se harán mucho más evidentes.

Por otro lado la manera que existe para equilibrar el espectro es utilizar filtros shelving o de tipo bell pero con Q de gran anchura. De esta manera los cambios serán más sutiles y naturales. En el mastering profesional se usan ecualizadores de tipo pasivo.

El ecualizador pasivo es el de invención más antigua, se construye usando resistencias, condensadores y bobinas, y tiene la particularidad de no necesitar alimentación eléctrica ya que no consume energía. Su sonido es el más apreciado por los profesionales ya que permite utilizar unos trucos que producen unas ecualizaciones muy musicales, imposibles de emular con otros ecualizadores o plug-ins. Los problemas que tienen se centran también en su construcción y diseño: al usar bobinas hacen necesaria la construcción y reglaje manual, aparato por aparato, lo que encarece muchísimo el producto final.

También funcionan de una forma especial: el circuito atenúa la señal de entrada un número arbitrario de decibelios (por ejemplo -18 dB), de modo que si ecualizamos los graves con +10 dB de ganancia tendremos que a la salida los graves solo habrán bajado -8 dB (-18 + 10 = -8). Y si ecualizamos los agudos con -4 dB, tendremos que a la salida los agudos presentarán una atenuación de -22 dB. Suelen ser aparatos muy caros, por lo que se encuentran en los estudios más exclusivos, y también en los estudios de masterización, donde la calidad siempre es lo primero.

Con este tipo de EQ si usas dos bandas de ecualización en frecuencias muy próximas y das ganancia positiva en una banda y negativa en la otra produce una ecualización totalmente exclusiva de estos aparatos y produce una curva de ecualización muy especial y musical [VGA10].

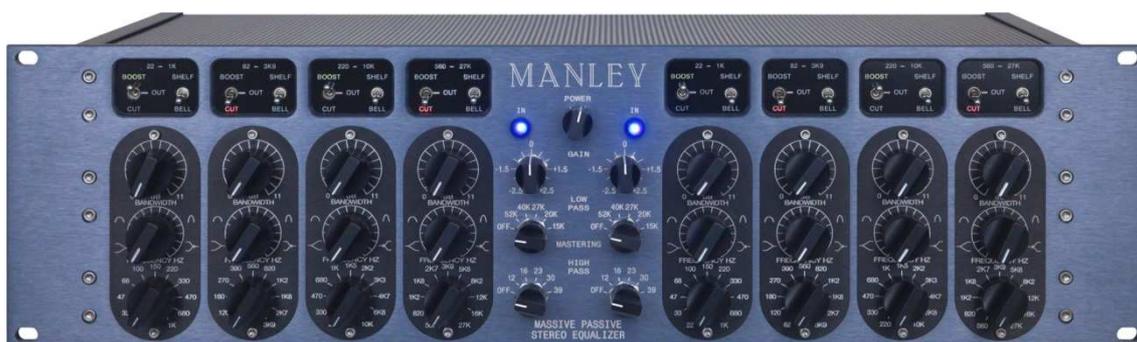


Figura 68: Ecualizador pasivo "Manley massive passive".

En la figura 68 se encuentra el ecualizador Manley massive passive que es uno de los estándares del mercado para mastering.

2.3.3.3 Compresión

En el mercado actual el margen del rango dinámico es bastante limitado y por tanto la utilización de procesadores de dinámica en el mastering es muy importante e indispensable.

De manera habitual la compresión en el mastering se utiliza exclusivamente para el control dinámico y por tanto los parámetros en el compresor suelen ser adecuados para ello. Normalmente se utilizan valores no muy cortos de ataque, en torno a los 30 ms y un tiempo de reléase relativamente largo. Un tiempo largo de reléase puede provocar un error habitual consistente en una sensación de bombeo de la mezcla, esto se debe a que al tener un tiempo de reléase corto el compresor deja de actuar rápido y se obtienen variaciones rápidas de dinámica.

Además es importante no perder pegada en la señal por lo que se pueden realizar técnicas de compresión multibanda para por ejemplo comprimir de manera diferente los graves de los agudos.



Figura 69: Compresor "Crane song STC-8".

En la figura 69 se encuentra un ejemplo de compresor muy utilizado en el mastering como es el CraneSong STC-8. Este compresor se caracteriza por tener una compresión limpia y cristalina, sin colorear la señal y realizando compresiones efectivas aun siendo agresivas.

2.3.3.4 Maximización

Uno de los últimos pasos a la hora de masterizar el audio es adecuarlo a los niveles de escucha del mercado, por ello la señal se envía a un maximizador. Partiendo de un valor de threshold eleva los valores de la señal inferiores a este. También suelen tener un limitador para evitar que pase de los 0dbFS. Un nivel adecuado de RMS para una producción comercial estándar es de unos -6 dbFS.

Actualmente en los estudios más potentes de mastering existen unos procesadores que al enviar una señal con un nivel mayor de 0 dBFS la limitan pero de una manera gradual, es decir, en vez de producir clips en la señal cuando supera el nivel, la redondean.



Figura 70: Procesador "Lavry".

Un procesador capaz de realizar este proceso es el mostrado en la figura 70.

2.3.3.5 Dithering

Normalmente la señal resultante de una mezcla tiene un formato de 44.100 Hz y 24 bits pero en el mercado el formato es de 44.100 Hz y 16 bits. Por ello en el mastering se realiza el proceso de conversión de 24 a 16 bits. Este proceso se llama truncado e introduce en la señal de audio un ruido de cuantificación.

Para reducir dicho ruido se aplica un proceso psicoacustico llamado dithering. Este proceso consiste en reducir el ruido de cuantificación cambiándolo con ruido blanco filtrado y llevando el dicho ruido a una zona del espectro no audible para el ser humano, es decir, por encima de los 20 KHz.



Figura 71: Apogee's UV22 High Resolution dithering plug-in.

3. PRODUCCIÓN DE UN CUARTETO DE JAZZ

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO Y LOS EMENTOS UTILIZADOS

En las dos secciones anteriores (1 y 2) se ha enfocado el trabajo hacia la parte teórica del tema que concierne. Se ha intentado crear una base teórica en el lector, que engloba los conocimientos necesarios de grabación, mezcla y masterización para entender el proceso de producción de una canción. En el siguiente apartado se hablará de como se ha grabado un proyecto de Jazz consistente en el proceso de producción de un cuarteto de jazz compuesto por un batería, un contrabajista, un saxofonista y un guitarrista; y se explicaran diferentes técnicas de trabajo en función de su naturaleza acústica. Se plantearan situaciones que se dan en el ámbito profesional y cómo afrontarlas. Además se apuntará la necesidad de contar con la parte artística para la obtención de un buen producto en conjunto. La producción ha sido realizada en un “estudio profesional”, con cabina y control room acondicionados acústicamente mediante materiales y técnicas estudiadas durante todo el proyecto. Se trata de un entorno profesional, con hardware muy avanzado, que se describirá en esta sección. Como ingenieros de sonido, una labor determinante es conocer el equipo del que dispones, para sacar el máximo partido al trabajo realizado.

3.1.1 Cabina

A diferencia de otros estudios, la cabina de grabación es una sala aislada y acondicionada acústicamente. El gran tamaño (25 m²) permite grabar a músicos a la vez, muy relevante para el jazz. Es importante destacar la diferencia entre aislar y acondicionar. Una sala se aisla cuando se quiere evitar que el sonido generado en su interior no salga fuera y que los ruidos del exterior no penetren dentro del recinto, y se acondiciona para controlar las reflexiones internas y el tiempo de reverberación.



Figura 72: Sala de grabación, banda de músicos.

Esta sala (cabina) está aislada mediante lana de roca y paredes exteriores de cemento armado. Los materiales utilizados para acondicionar la sala de grabación son los siguientes:

Paredes:

- Paneles acústicos perforados (Sistema PAP).
- 2 x Vicoustic Wave Wood Cherry

Suelo: Moqueta.

Techo: Doble techo escayola.

Muy importante recalcar, que las paredes de la sala no son paralelas, para evitar las ondas estacionarias. El objetivo de esta sala de grabación es que el sonido suene “seco”, con poco tiempo de reverberación.

Descripción del sistema PAP

Los paneles perforados son la forma más económica de conseguir un acondicionamiento acústico con un alto grado de absorción. Con las diferentes variantes de patrones y diámetros de taladro pueden conseguirse diferentes niveles de absorción y resultados estéticos.

Se utilizan para la corrección acústica. Aplicable a paredes y techos [DEC14].

Paneles Acústicos Vicoustic Wave Wood Cherry

Están fabricados de una combinación de espuma acústica y madera. Son efectivos en el tratamiento de frecuencias medias y altas, así como para resolver problemas tales como el eco flutter. El **eco flutter** es un efecto sonoro causado por los ecos que rebotan repetidamente entre dos superficies paralelas, duras y no porosas tras un sonido transitorio. Este efecto realza determinadas frecuencias, provocando un sonido más “metálico”. Para que este sonido ocurra la distancia entre las paredes deberá ser menor de 17 metros [WP13-2].

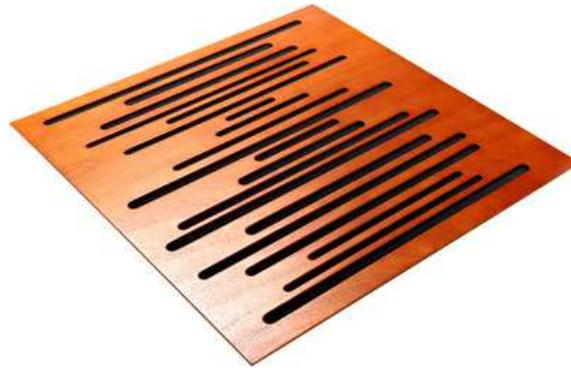


Figura 73: Paneles acústicos Vicoustic.

También pueden ser muy eficaces en el control de las bajas frecuencias cuando se instalan en las esquinas de una sala y se utilizan como trampas de graves

Pueden ser utilizados en salas de control, estudios de broadcast, salas de directo donde se graban una serie de instrumentos, salas de ensayo, otros espacios de actuación, etc [THO14].

Por último, dentro de la cabina se dispone de paneles acústicos móviles.

- 2 x Trampas de graves.
- 2 x Paredes acústicas separación de ambientes.

Trampa de graves

Absorbente de tubo de rango completo para amortiguar frecuencias graves, es eficaz contra el ruido de graves y las ondas estacionarias. Adecuado para condiciones de trabajo profesional y en salas de grabación y control. Placa de cubierta y base hecha de madera múltiplex [THO214].



Figura 74: Trampa de graves. [THO214]

Paredes acústicas separación de ambientes.

Los paneles absorbentes móviles se usan para separar acústicamente instrumentos (grabaciones conjuntas). También sirven como trampas de graves.



Figura 75: Panel separación ambientes.

3.1.2 Control Room



Figura 76: Control Room.

En este caso, el acondicionamiento acústico (en cuanto a materiales) en la sala de control room, es similar al de la sala de grabación. Las paredes son de cemento y paneles acústicos perforados, y el suelo es de moqueta.

Al igual que en la sala de grabación las paredes no son paralelas para evitar las ondas estacionarias.

En este caso, dos de las paredes son de cemento armado y las otras dos son de paneles acústicos perforados. No es casualidad que la pared situada detrás de los altavoces, sea de paneles acústicos perforados, puesto que intenta absorber las reflexiones tempranas al estar muy cerca de los altavoces. Esta sala esta acondicionada para que el ingeniero que este en la silla, oiga la forma de onda plana, sin alteraciones, y es ahí donde debe realizar la mezcla.



Figura 77: Storex doble.

Las ventanas están tapadas por storex dobles de lona de 5mm de grosor, para evitar las reflexiones en los cristales.



Figura 78: Paneles absorbentes graves.



Figura 79: Difusor.

En el techo se encuentran un difusor, y paneles absorbentes de graves, lo que indica, que donde está el difusor, se producía un exceso de reflexiones en bajas frecuencias. De ahí que el techo tenga colocados 6 paneles absorbentes de graves.

Después de analizar el control room acústicamente, se muestra la descripción del equipo:

- Mesa de Mezclas Analógica SSL AWS 900.
- Avid Protools HD.
- Compresor Avalon.
- Tl Audio.
- Tc Electronic.
- Procesadores LEXICON.
- Monitores GENELEC Y DYNAUDIO.

3.2 GRABACIÓN

3.2.1 Objetivo y elección de la técnica de grabación

El objetivo de la grabación es conseguir la “naturalidad del Jazz”, con una grabación conjunta. En el jazz cada interpretación es única, es de vital importancia captar su esencia. Cabe recalcar que en el jazz no se usa claqueta como en el pop u otros estilos, por los factores anteriormente descritos, como la improvisación o la naturalidad. Es fundamental que el sonido captado sea lo más fiel posible al sonido original. Hay que prestar mucha atención a la elección y posición de los micrófonos. Hay gente que graba con poca microfónica, dándole la importancia a la sala y hay otros ingenieros que dan importancia a cada elemento de la batería y demás instrumentos.

Aquí se va a intentar capturar la ejecución de los músicos, con sus cambios de dinámica, y el ambiente que se crea entre ellos al tocar. Por lo tanto la técnica de grabación es **conjunta**, y el objetivo es conseguir un **efecto “club jazz”, natural**.

El principal problema a la hora de la realización de una técnica de grabación conjunta, es conseguir que cada micrófono capte el sonido del instrumento que le corresponde, y que se filtre lo menos posible el sonido de otro instrumento. A esto se le llama en inglés, “leakage”.

Dicho problema se soluciona de las siguientes maneras:

- Separar fuentes de sonido entre sí, disminuye 6dB al doblar la distancia.
- Elección de micrófonos direccionales.
- Acercar los micrófonos para tener más sonido directo.
- **Colocación de barreras (paneles) acústicos absorbentes entre instrumentos.**

Por último, antes de hablar de los micrófonos utilizados y su posición, 2 consejos para la grabación de un grupo de Jazz.

- 1) El jazz es música con un rango dinámico muy amplio. Por lo tanto no es conveniente dar mucha ganancia al micrófono, para que no se produzcan “clicks” de saturación inesperados.
- 2) Para mantener las características tan relevantes del Jazz, siempre se graba cada canción en una toma entera, nunca se hacen pinchazos.
- 3) Al igual que en el punto 1), para evitar puntos de saturación en los cambios bruscos de dinámica colocamos paneles acústicos absorbentes entre los instrumentos.

3.2.2 Elección de micrófonos y colocación

Con la intención de evitar el “leakage” y que la sonoridad sea mejor, la disposición de los instrumentos en la sala será la siguiente.

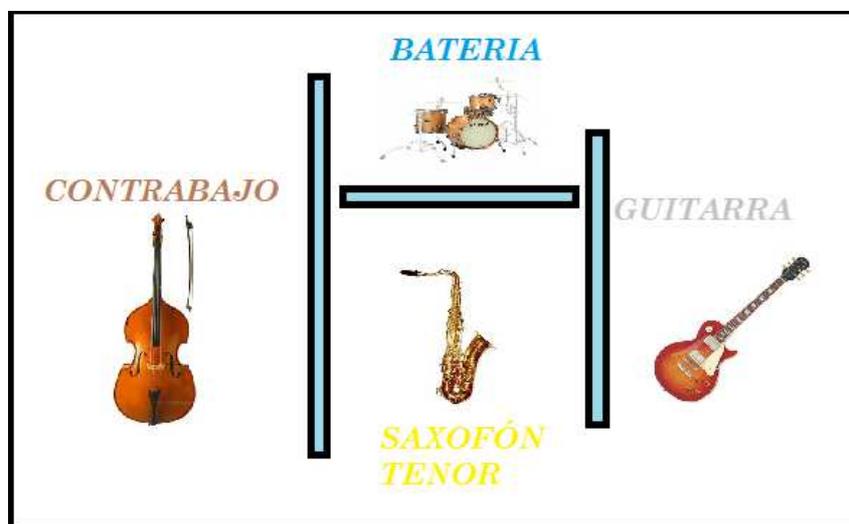


Figura 80: Gráfico disposición instrumentos en la sala.

Los instrumentos que pertenecen al cuarteto de jazz son, batería, saxofón tenor, contrabajo y guitarra eléctrica.

Entre los instrumentos se colocan paneles acústicos absorbentes, y se deja ganancia al micrófono para que no haya “clics” (saturación) en los bruscos cambios de dinámica.

En el caso de la **batería**, se coloca un micrófono D112, dinámico, para el bombo. A diferencia de otros estilos, se coloca separado del parche y en la parte de abajo, porque no se busca la pegada, sino algo más suave. Un Shure sm57, dinámico, para la parte de arriba de la caja (pegada) y un Sennheiser 421 para la parte de abajo (brillo, bordonera). Este último al colocarse al revés, requiere un cambio de fase.

Para los overheads, **técnica Par espaciado**, (véase sección 2.1.4 *Técnicas grabación estereofónica*), con dos micrófonos AKG C414 (diagrama polar cardioide), con el cual se captará el brillo de la batería.

Lógicamente con esta técnica, se consigue un sonido muy ambiental, en la que la reverberación de la sala está muy presente, algo muy típico en el Jazz, como se ha ido hablando durante todo el proyecto.

Para el **contrabajo** se va a usar un Sennheiser 421 y una caja de inyección. El contrabajo es un instrumento que produce frecuencias muy graves, hasta 41 Hz, además es muy omnidireccional, lo que provoca que estimule el “leakage”, y se expanda por toda la sala. De ahí que las grabaciones de contrabajo sean de las más complicadas. Se debe colocar el micrófono encima del agujero con forma de “f”, alejado de éste unos centímetros. Se puede colocar otro micrófono encima justo del agujero, para engordar el sonido. También se graba con una D.I. (caja de inyección) directamente a un canal de la mesa.

La **guitarra** conlleva un proceso similar al del contrabajo. Igualmente se podría grabar con una D.I directamente a un canal de la mesa. Pero esta vez se ha grabado el sonido del amplificador Fender, con un micrófono Sennheiser 441 y un Shure sm57. En este caso se han colocado ambos micrófonos en el centro del altavoz, un poco inclinados para evitar la presión sonora. También se podría haber colocado un micrófono en el centro de la caja, y así amplificar los graves, pero en este caso no era necesario.

Disponemos de un **saxofón tenor**, cuyo rango de frecuencias va desde los 177-715 Hz. Para evitar el problema de “leakage”, se graba cerca de la campana del saxofón, además así

obtendremos también el sonido de las teclas. Se graba con un micrófono de gran diafragma, un AKG 451 y además un AKG 414 para probar otro tipo de sonoridad.

No se ha usado un micrófono de ambiente, puesto que la sonoridad de la sala no es muy buena, y además al sonorizar cada instrumento por separado, se producirían muchos problemas de fase.

Por último, apuntar, que todos los músicos van con cascos, por donde oyen una mezcla especial realizada para cada uno, con más presencia de su instrumento, y un sonido ambiente de lo demás.

3.2.3 Niveles de Grabación

Una vez esta todo sonorizado, hay 3 factores para la grabación que son determinantes; el ruido, "leakage" y los escalones de cuantificación. Como se ha anticipado antes, hay que encontrar una ganancia de micrófono adecuada. Si se aumenta mucho la ganancia, se filtrará el sonido de los instrumentos cercanos (leakage). Si se disminuye mucho la ganancia, luego habrá que amplificar la señal, y al amplificar la señal, se amplifica el ruido de fondo.

Respecto a los escalones de cuantificación, teniendo en cuenta que se trata de un sistema analógico-digital, se va a producir una conversión, por lo tanto, cuanto mayor sea la resolución de bits utilizada (24, 32bits), menores serán las pérdidas en la conversión A/D D/A. Un estándar de grabación, es grabar entre -10 y -4 dB. De esta manera el conversor trabajará con mayor número de escalones de cuantización y la conversión de la señal será mejor que si se graba con menor nivel.

3.2.4 Conclusiones del resultado de este proceso

- Es bueno para el aislamiento trabajar con materiales de diferente densidad, superpuestos.
- En el amplificador debemos poner un micrófono dinámico por la presión sonora y el aislamiento.
- Debemos invertir la fase del micrófono de debajo de la caja, respecto al de la parte de arriba de la caja.
- Al alejar el micrófono, se graba menos señal directa y más ambiente de sala.
- Inclinarse el micrófono del amplificador, nos evitará saturaciones en golpes de mucha presión.

- Colocar paneles absorbentes entre instrumentos reduce el “leakage”.
- Muy importante grabar la bombonera en el Jazz y darle poca compresión.
- Aumento respuesta baja frecuencia: Efecto proximidad, el cantante/músico se acerca demasiado.
- Claqueta, en el jazz no hay que ponerla, los músicos tienen que improvisar y tocar como uno solo.
- Mucha importancia la colocación del micrófono, en función de que sonido queremos obtener.
- Realizar un barrido de frecuencias con un filtro notch después de la grabación, para comprobar las resonancias de la sala.
- Para eliminar posibles ruidos de fondo y vibraciones a bajas frecuencias, activamos el filtro paso alto que viene en el micrófono.
- Grabamos la voz en 24 bits intercalado y con una frecuencia de muestreo de 44100hz.
- No dar mucha ganancia a los micrófonos, puesto que el jazz se caracteriza por su amplio rango dinámico.
- La señal de salida del micrófono, la pasamos por un previo de micrófono donde ajustaremos la ganancia para grabar una señal de audio de 0 dB.
- Mucha dinámica en la señal de voz: colocación de micro a 20 cm. No moverse al cantar. Compresión. Angulo de incidencia de 0 a 45grados.
- Sensibilidad a transitorios: filtro anti-pop.
- Poca señal micrófono: Pasamos la señal por un previo de micrófono y/o usamos micrófono de condensador.
- Poca inteligibilidad de la voz: muchas resonancias, usamos cabina de grabación absorbente para no tener reverberación natural, y barrido de frecuencias.
- Cantante/Músico se escucha con retardo: Ajustamos la señal de reloj de sincronización de hardware. Para grabar necesitamos un buffer pequeño para eliminar latencias. Para editar y mezclar, lo contrario.

3.3 MEZCLA

3.3.1 Objetivo

Cuando un ingeniero de sonido se enfrenta a una mezcla de jazz el objetivo deseado debe ser la naturalidad. Este objetivo es el que desde un principio se debe buscar en la producción.

Para buscar esta sonoridad se debe tener presente siempre el sonido que se quiere para la producción y que cada uno de los pasos y procesos aplicados tienen que estar encaminándonos a ese punto al final de la mezcla.

Es importante saber que en jazz los procesados aplicados a la señal deben ser sutiles y en ningún caso se debe pensar en un sonido parecido al de una producción de pop, rock o cualquier otra música de carácter más modernista.

3.3.2 Edición

La fase preliminar a lo que podría ser la mezcla pura y dura, es la edición de todas las pistas que se tienen de la grabación.

El primer paso es elegir la mejor toma de grabación. Para ello se debe elegir de todas las tomas que se tienen grabadas la que mejor ejecución tenga por parte del músico.

Acto seguido se decidirá cuál de las pistas grabadas con diferentes micros nos da la mejor sonoridad para la mezcla deseada. Para la mezcla del cuarteto de jazz se tienen tres instrumentos grabados con dos micrófonos diferentes: la guitarra eléctrica grabada con un Sennheiser-441 y un Shure sm57, el contrabajo, grabado con un micrófono Sennheiser-421 y grabada por línea a través de una DI, y el saxofón grabado por un AKG 451 y un AKG 414. En el caso del contrabajo en vez de elegir una de las dos sonoridades, se tratará de empastar ambos sonidos en la mezcla para conseguir una sonoridad completa en frecuencia del instrumento. En cambio para la guitarra y el saxofón se ha decidido prescindir de la toma grabada con el micrófono Shure sm57 y el AKG 414 respectivamente y se realizará la mezcla con la toma del micrófono Sennheiser-441 y el AKG 451 debido a que su sonoridad es más conveniente para la mezcla final.

Finalmente se editará la señal de audio, se obtendrá solo las regiones en las que está sonando la fuente sonora que está captando ese micrófono y se realizará un fade o fundido de entrada y de salida de unos 4 ms para así evitar posibles clics. Este proceso se realiza para impedir que

el ordenador este leyendo continuamente una señal de audio que no nos interesa y además se evitarán problemas de fase y ruidos que harán más difusa la mezcla final.

3.3.3 Proceso de mezcla

Lo primero que se tiene que entender para poder llegar a hacer una mezcla correcta es que se debe tratar de llenar tanto el panorama estéreo como el espectro en frecuencia de la señal de audio final resultante de la mezcla. La señal resultante debe estar lo más equilibrada en todos los aspectos y de esta manera el mastering será mucho menos costoso.

Como la grabación ha sido realizada de manera conjunta, se sabe que en cada una de las señales grabadas no solo estará la fuente sonora deseada sino que también se escucharán fuentes sonoras más alejadas. Es por ello que es importante saber dónde estaban colocados los instrumentos en la grabación para intentar tener una mínima coherencia de fases a la hora de realizar la mezcla.

Una buena manera de empezar este tipo de mezcla es comenzar por la batería. Comenzará la mezcla con todos los faders a menos infinito. Escuchando el sonido de los OverHead se observa que se oyen parte del saxofón y de la guitarra, por ello se realizara una ecualización filtrando el grabe a partir de 156Hz y aplicándole una ecualización tipo bell en agudos dándole 8 dB en 20KHz. Esto sirve para darle brillo a la batería ya que en jazz las baterías son muy ambientales y los platos son muy importantes para una sonoridad correcta.



Figura 81: Ecuación OverHead.

A partir del sonido ambiental de la batería obtenida con los micrófonos de OverHead se refuerza el sonido del bombo y la caja con las pistas grabadas con D112 para el bombo, y una mezcla entre el shure 57 y el senheisser 421 para la caja. Estos dos sonidos no tienen que estar muy presentes ya que la batería, en el jazz, tiene que tener bastante poca pegada.

El siguiente paso será crear dos canales auxiliares mono para la batería, hacia ellos se encaminan tanto los canales del OverHead, como el bombo y la caja. Este proceso se realiza para poder comprimir de manera conjunta todos los elementos de la batería y se hace en dos pistas mono en vez de una estéreo porque de esta manera, aunque se pierda pegada en la batería, en jazz no es algo importante y se consigue un sonido estéreo más definido y más abierto.

En los canales auxiliares se inserta el compresor Fairchild 670, un compresor muy adecuado para la sonoridad que se busca para la batería ya que no es un compresor agresivo y dará un sonido natural a la compresión. Como el sistema de medición del compresor es un VUmeter y nos da el nivel de reducción en RMS y no en picómetro, se considera que con 1 dB de reducción será suficiente.



Figura 82: Compresor batería Fairchild 670.

Finalmente y para terminar con la sección de la batería se crea un canal auxiliar para insertar un procesador de reverberación tipo Room (alrededor de 1,2s de decay) para enviar tanto el bombo como la caja y así conseguir un sonido más profundo y ambientado.



Figura 83: Procesador de reverberación EMT 250.

El siguiente Fader que se levantará será el del bajo. De la fase de grabación se obtuvo dos pistas para el bajo. La primera está grabada con un sennheiser 421 y como se observa se escuchan parte de la batería, la guitarra y el saxo. La mejor opción es usar un filtro paso bajo que filtre a partir de 350Hz. De esta manera se obtiene el cuerpo y el subgrave del contrabajo y se eliminan las frecuencias que no nos aportan nada más que suciedad a la mezcla.



Figura 84: Ecuación contrabajo.

La segunda está grabada con una DI y la sonoridad que da es más la digitación de las notas, es decir, aporta definición al sonido. Por ello el procesado será parecido al de la batería. Se creará un canal auxiliar mono y se encaminarán ambas señales hacia él. Para empastar ambos sonidos se insertará el compresor Oxford con un ratio de 4:1 y un soft knee. El soft knee hace que el compresor no tenga un nivel de threshold a partir del cual comprime sino que a niveles inferiores de éste comprima de forma variable. Cuanto más se acerque al nivel más comprimirá.



Figura 85: Compresor Oxford para el bajo.

La pista de guitarra será la siguiente a analizar. En jazz las guitarras deben tener un sonido cálido y nada abrasivo, por ello la guitarra debe ser de unas características adecuadas a esta

sonoridad. Al escuchar la guitarra se observa que le falta calidez al sonido, se nota demasiada digitación y eso lo se puede evitar disminuyendo el nivel en frecuencias alrededor de 500 o 600Hz. Acto seguido se insertará un compresor en el canal para ubicarla en un plano sonoro y aun dejando un sonido natural, hay que intentar controlar la dinámica del sonido.



Figura 86: Ecuación y compresión de la guitarra.

El último sonido que se procesará será la pista del saxofón. Escuchando el sonido de grabación se observa que le falta cuerpo al sonido captado. Por ello utilizaremos un ecualizador para incrementar las frecuencias alrededor de 180Hz. Al igual que en la guitarra aplicaremos una compresión para ubicar el saxofón en un plano sonoro evitando matar el sonido.



Figura 87: Ecuación y compresión saxofón.

El último auxiliar que se creará será para insertar un procesador de reverberación tipo Spring Reverb (reverberación de muelles). Hacia él se enviará tanto la guitarra como el saxofón para ambientarlos con una misma sonoridad. Este tipo de reverberación es muy utilizada en este tipo de instrumentos para sonidos acústicos y ambientales.



Figura 88: Procesador de reverberación tipo "Spring Reverb".

Panoramas

Aparte de todo lo comentado anteriormente, para la mezcla existe un parámetro del que todavía no hemos hablado: el control de panorama. Este es uno de los parámetros más importantes en una mezcla ya que con él se situará cada instrumento en una posición diferente en el espacio de mezcla.

La batería, que ya fue encaminada hacia dos buses auxiliares para su compresión, se sitúa centrada y abierta en el panorama. Esto se conseguirá abriendo el panorama del primer canal auxiliar hacia la izquierda y abriendo el panorama del segundo canal auxiliar hacia la derecha. De esta manera todo lo que estaba en medio quedará en medio y se respetará la disposición estéreo creada con los micros de overhead.

El segundo elemento a colocar será el bajo. Este será colocado en el centro de la mezcla ya que estamos acostumbrados a que la mayoría de elementos con sonoridad grave esté centrado en el panorama. La guitarra estará en la parte izquierda de la mezcla para así tener un sonido más claro y el saxofón como sonido más solista en la parte derecha.

De esta manera se ocuparán la mayoría de espacios de la mezcla y con ello se generará una mayor sensación estereofónica para la mezcla y por otra parte la sensación de estar viendo a un grupo de músicos tocando será mayor.

Volúmenes

El último parámetro a comentar será el control de volumen de cada uno de los canales. Cuando una mezcla está bien hecha, todos los elementos están controlados de dinámica, no se solapan en frecuencias y están situados debidamente en el panorama estéreo, el control del volumen no es tan crítico como parece. Teniendo una mezcla equilibrada solo hay que decidir cuál será el elemento principal y cuales los que le acompañan.

Para esta mezcla el elemento solista debería ser el saxofón y por ello debe ser el más presente, la guitarra y el bajo deben acompañar, y la batería deben ambientar la mezcla.

Automatizaciones

Las automatizaciones para una mezcla de jazz son relativamente importantes. Cuando no existía la música estéreo, es decir, todas las grabaciones eran con un solo micrófono mientras tocaban todos los músicos, la manera de subir o bajar el volumen de un instrumento era que en la grabación los músicos se acercaban al micrófono en el momento que su sonido tenía mayor relevancia sobre el resto en la canción.

En la actualidad la manera que se tiene de resaltar un instrumento respecto al resto a lo largo de una canción es mediante las automatizaciones.

Para la mezcla de jazz existen momentos en los que la guitarra hace un solo o que incluso la batería hace un solo, es por ello que en esos momentos se subirán unos 2 o 3 dB el fader del instrumento solista en ese momento.

Análisis

En esta sección se analizarán todos los procesos realizados sobre las señales grabadas de los instrumentos tanto en el tiempo como en el espectro en frecuencia.

- Bajo grabado con senhesier 451/ Bajo grabado con senhesier 451 ecualizado.

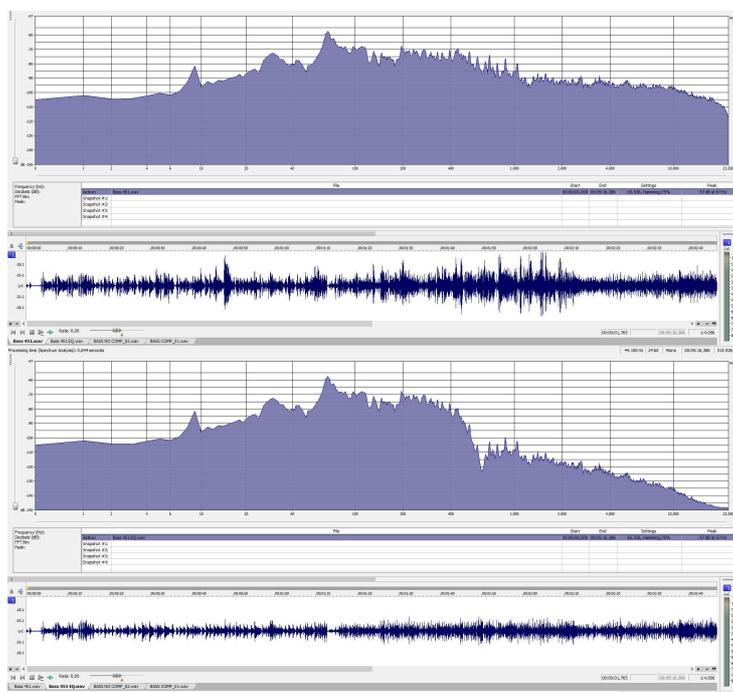


Figura 89: Análisis temporal y espectral del bajo.

Se puede observar en la figura 89 como en la parte superior se encuentra el sonido del bajo captado por el micrófono senhesier 451 y en la inferior el mismo sonido pero con la ecualización explicada en la sección “Proceso de mezcla”.

Se observa claramente como a partir de 500Hz existe una caída de nivel debido a la ecualización, haciendo que la mayor parte de la energía se concentre en la banda comprendida entre 70 Hz y 500 Hz. En ella se encuentra la información más relevante del instrumento, a grabarlo, ya que al ser un contrabajo la parte más grave del sonido es la que interesa para la mezcla.

Por otra parte se observa que debido a la ecualización, se tiene una caída de nivel en la forma de onda, ya que al realizar un filtrado desde 350Hz no se pierde del todo la información, pero si en gran medida y es por ello que se tiene menos intensidad en la señal.

- Bajo sin comprimir/ Bajo comprimido.

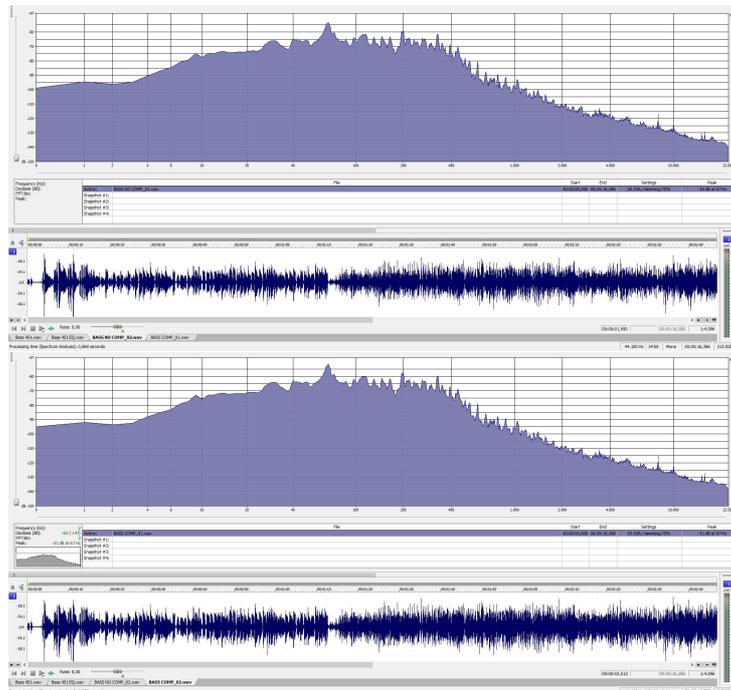


Figura 90: Análisis temporal y espectral del bajo.

En la figura 90, se puede ver en la parte superior la señal compuesta por la mezcla del sonido de contrabajo grabado con el micrófono sennheiser 451 y la grabada a través de la DI, y en la parte inferior la misma señal después de ser comprimida.

Se puede observar que el espectro de la señal comprimida y el de la señal sin comprimir es prácticamente idéntico. Esto se debe a que aunque la compresión puede variar componentes frecuenciales, debido a que al comprimir picos de la señal el nivel de algunas frecuencias que estaban más escondidas puede subir, en el caso del contrabajo y más debido a que en jazz la compresión es leve; no variamos las componentes frecuenciales de la señal.

Por otra parte, en cuanto a la señal en tiempo se puede ver que, aunque sutilmente, la señal tiene menor dinámica y los picos más altos ahora están a menor distancia de los bajos. También se ha ganado algo de nivel respecto a la original.

- Gitarra/Guitarra ecualizada/Guitarra comprimida/Guitarra ecualizada y comprimida.

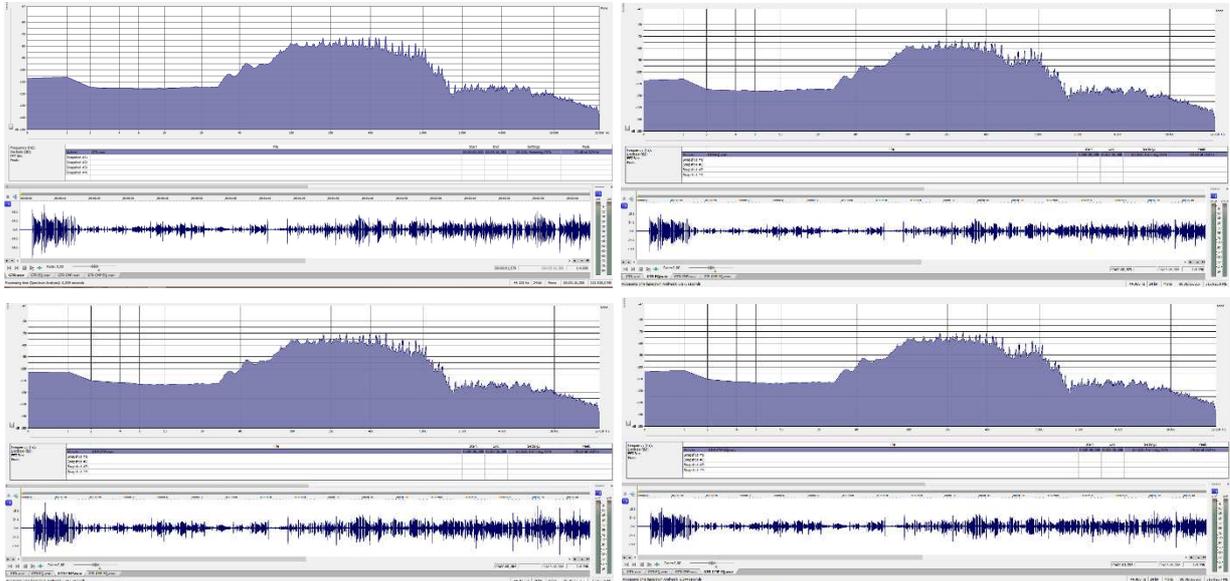


Figura 91: Análisis temporal y espectral de la guitarra.

En la figura 91, se encuentran situadas en la parte superior izquierda la señal de audio de la guitarra sin procesar, en la parte superior derecha la señal de audio de la guitarra ecualizada, en la parte inferior izquierda la señal de audio de la guitarra tras una compresión y finalmente en la parte inferior derecha tras procesarse con la ecualización y la compresión.

Analizando el espectro de la señal ecualizada se puede observar como en la banda comprendida entre 400 y 600 Hz se ha perdido intensidad tras la ecualización. Además también se ve como la mayor parte de la energía de esta señal se encuentra entre los 100Hz y los 2000Hz, aunque también es importante el resto de la información y por eso no es eliminada o atenuada con filtros. Es visible como en guitarras tipo jazz la información en agudos es débil ya que el sonido que se busca no es estridente sino cálido.

Viendo la compresión ejercida sobre la señal es visible que como en el resto de la producción este procesado es de carácter leve. Básicamente se intenta controlar la dinámica comprimiendo picos altos de la señal pero dejando “vivo” el sonido.

Finalmente, la señal resultante a ambos procesos es una señal que, comparada con la primera, está más controlada en dinámica y con esa ligera atenuación en la banda anteriormente comentada.

- Saxofón/Saxofón ecualizado/Saxofón comprimido/ Saxofón ecualizado y comprimido.

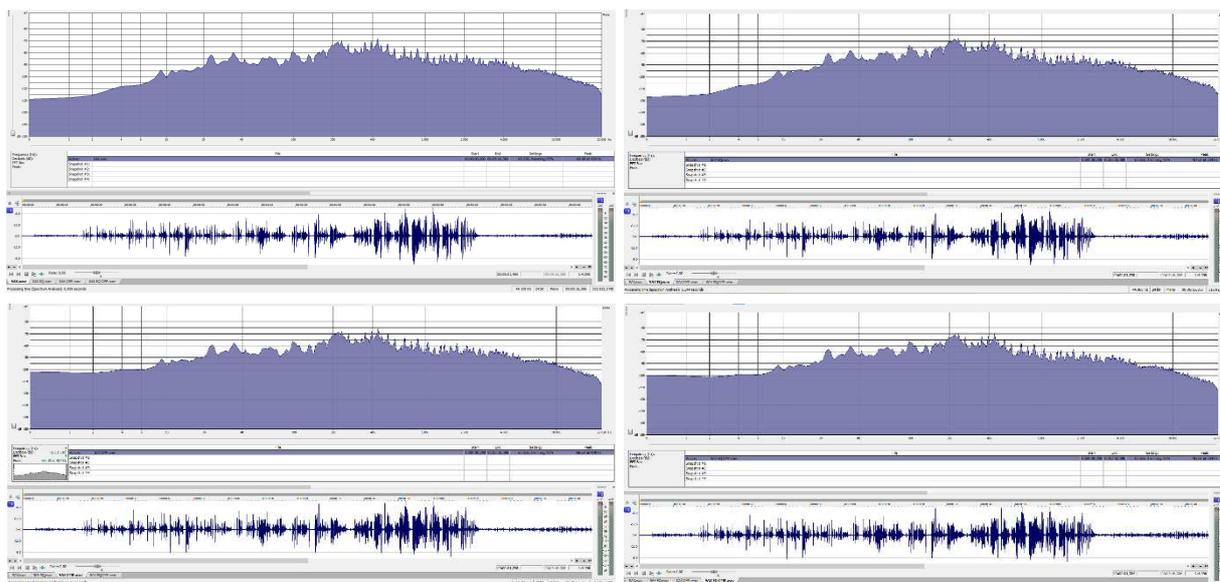


Figura 92: Análisis temporal y espectral del saxofón.

En la figura 92, se encuentran situadas en la parte superior izquierda la señal de audio del saxofón sin procesar, en la parte superior derecha la señal de audio del saxofón ecualizada, en la parte inferior izquierda la señal de audio del saxofón tras una compresión y finalmente en la parte inferior derecha tras procesarse con la ecualización y la compresión.

Observando el espectro de la señal ecualizada se ve que entre 100 y 250 Hz (zona en la que se encuentra el cuerpo del instrumento) se tiene, aunque de manera sutil, más energía que en la señal original.

La señal comprimida es prácticamente igual que la original ya que la compresión es muy leve y lo que se busca es que el sonido no pierda naturalidad. Solo son comprimidos picos altos de la señal.

Finalmente, en la última imagen se ve la señal tras los dos procesos y comparándola con la señal original se observa como ambos procesos hacen que tengamos más cuerpo y los picos molestos han sido suavizados.

- Batería/ Batería comprimida.

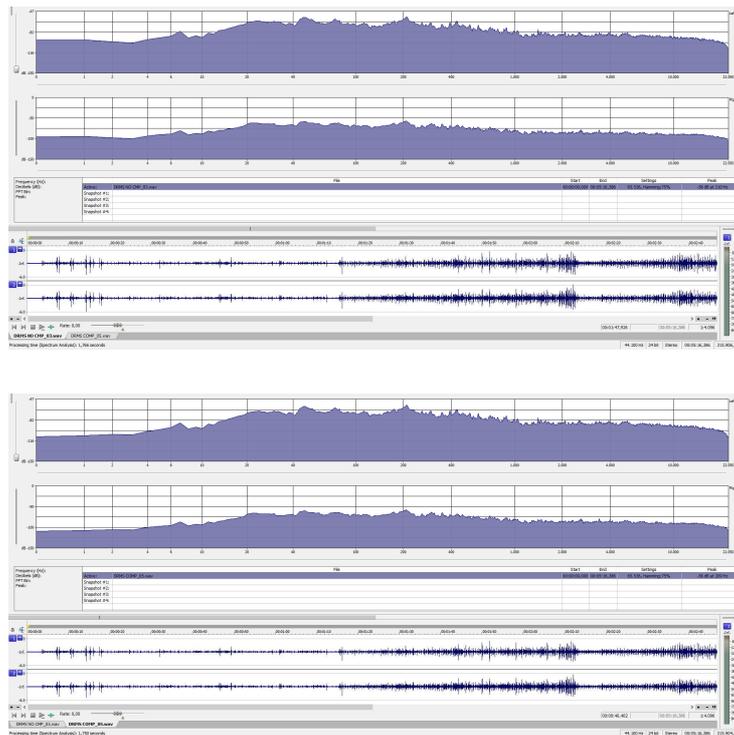


Figura 93: Análisis temporal y espectral de la batería.

En la figura 93, se puede ver la señal de la batería ya mezclada. En la parte superior vemos la señal sin comprimir y en la segunda comprimida. Es fácil de ver que se ha perdido algo de ganancia respecto a la original y los picos han sido parcialmente atenuados.

- Overhead/ Overhead ecualizado.

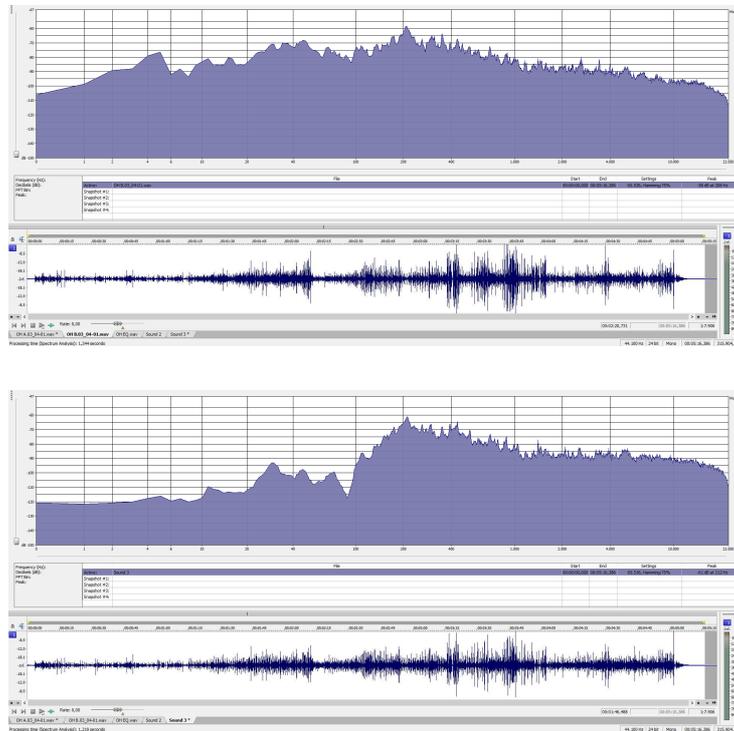


Figura 94: Análisis temporal y espectral de los micrófonos de OverHead.

En la figura 94, se puede ver en su parte superior la señal de los micrófonos de Over head original y en la parte inferior tras el filtro.

Se observa claramente cómo se tiene una caída de energía en la banda inferior a 150 Hz y además en la zona de frecuencias agudas, al haber aplicado una ecualización incrementando dichas frecuencias, se tiene una señal que tiene más brillo. Básicamente se ha buscado resaltar el brillo de la señal ya que es la que nos aporta el brillo en la batería y además eliminar frecuencias molestas e inferiores a 150 Hz, que solo ensuciarían la producción.

3.3.5 Conclusiones al resultado de este proceso

Después de realizar detalladamente todo el proceso de mezcla, y analizar los resultados obtenidos en las pruebas se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- En cualquier producción la mezcla no será buena si la fase de grabación no ha sido adecuada para el género musical.
- Una buena mezcla consiste en conseguir tener una dinámica controlada de todos los elementos y realizar ecualizaciones para conseguir una sonoridad adecuada para cada sonido.
- En mezcla hay efectos necesarios para un buen resultado. El efecto más necesario es el de reverberación ya que el consumidor está acostumbrado a oírlo en una gran parte de los elementos de la mezcla.
- Lo más importante para una buena mezcla es el criterio del ingeniero.
- Un buen ingeniero de mezcla debe tener los suficientes recursos para poder sacar con el mínimo material un buen resultado.
- Para una mezcla profesional es necesario tener procesadores de señal adecuados para el mercado de consumo. Cuanto mejores elementos utilicemos para mezclar el resultado será mejor.
- En una mezcla de una producción grabada con instrumentos acústicos o eléctricos es recomendable filtrar las señales con un filtro paso bajo para eliminar posibles ruidos de grabación.
- La mejor manera de realizar una mezcla es tener un criterio y un orden a seguir desde un principio y que el ingeniero tenga una imagen mental del resultado al que quiere llegar.
- Si la mezcla no se ha hecho con un criterio desde un principio el resultado final no será el adecuado.
- Es importante saber qué elementos son los que van a aportar las diferentes frecuencias y sonoridad a la mezcla y trabajar para conseguir incrementar las frecuencias importantes de cada sonido.
- Una buena mezcla debe tener suficiente nivel para que luego el ingeniero de mastering trabaje a niveles adecuado y a la vez tenga suficiente margen para poder realizar procesados sobre la señal sin que el nivel pase del cero digital.

- Un buen ingeniero de mezcla se caracteriza por haber desarrollado sus capacidades gracias a la experiencia.

- Para realizar una buena mezcla el primer objetivo es encontrar a cada uno de los instrumentos o voces un lugar tanto en el plano espacial como en el plano frecuencial. Esto en si ya lo podríamos considerar un problema ya que muchos sonidos comparten las mismas frecuencias. Para ello debemos realizar un esquema de cómo podemos situar los diferentes sonidos y eliminar de ellos las partes más conflictivas, mediante la ecualización y resaltar por el contrario las frecuencias más importantes, donde se encuentre el cuerpo, la inteligibilidad, el brillo...

3.4 MASTERING

3.4.1 Objetivo

El mastering, en cualquier estilo musical, debe servir para equilibrar una canción tanto en la parte de dinámica como en su espectro en frecuencia. En el caso del jazz se debe intentar conseguir este objetivo pero siempre buscando un sonido natural. Es por ello que habrá procesos que si se estuviera hablando de una producción más comercial serían menos sutiles que para el jazz, ya que los niveles que se exigen en el mercado actual así lo requieren.

3.4.2 Niveles en el mastering

Uno de los puntos importantes del mastering es el nivel al que se quiere llegar. En el mercado musical actual existe la tendencia de que “cuanto más alto mejor suena” y esto se debe a que el usuario medio tiende a escuchar canciones de diversos grupos y estilos una tras otra en medios de difusión digitales como “Youtube”, y por nuestra memoria auditiva el agravio comparativo es alto. Si la canción suena a un nivel inferior parece que suena peor.

Esto en los años que la música se escuchaba en medios físicos como el vinilo no era posible, ya que el solo hecho de tener que cambiar un vinilo por otro hacía que ya no te acordaras del volumen al que sonaba el anterior.

Para la música jazz no es necesario llegar a un nivel muy alto ya que perdería parte de la naturalidad necesaria para estas producciones.

3.4.3 Procesos que componen el mastering

Existe cuatro procesos que se deben realizar a la hora de masterizar una canción: Edición, ecualización, compresión, maximización.

3.4.3.1 Edición

El primer paso que se debe hacer es escuchar el archivo de audio proveniente de la mezcla e intentar escuchar si existe cualquier ruido molesto y en el caso de que exista editarlo de manera manual con las herramientas que dispone pro tools o si no con algún plugin que elimine ruidos de la señal de audio.

En el caso de la mezcla de jazz no existen ruidos ya que en la fase de mezcla se realizaron los procesos necesarios para evitar este tipo de problemas.

3.4.3.2 Ecualización

EL siguiente paso a realizar es una ecualización para hacer una compensación del espectro frecuencial de la señal.

Para ello se utilizara un ecualizador en el que se atenuarán las frecuencias medio graves (240hz y 400hz) ya que solo aportan suciedad a la mezcla. También se incrementaran el subgrave (50hz) para resaltar el contrabajo.

Pasando a la banda media se incrementaran las frecuencias de 1khz y 2.5khz. Esto sirve para tener un poco más de claridad en la mezcla ya que esta zona había quedado pobre respecto a otras.

Para terminar se incrementea con un shelving la banda de agudos en torno a los 20khz para aportar brillo a la mezcla y así resaltar tanto los platos de la batería como las frecuencias agudas de los instrumentos.



Figura 95: Ecuación Mastering.

3.4.3.3 Compresión

La compresión en jazz debe ser sutil ya que una señal de audio muy comprimida implica poca naturalidad en la sonoridad de la mezcla aunque ello no implica que no se tenga que cumplir este paso. La compresión del master es necesaria ya que hace que todos los sonidos tengan un mismo rango dinámico y así quedarán todos en un mismo plano, aunque sea amplio.

Para ello se utiliza un compresor con un ratio de 4:1, un ataque lento (30ms) y un reléase lento (600 ms). Todo esto unido a un gain reduction de no más de 2 dB hace que nuestra canción este comprimida pero de manera sutil y así los sonidos con ataque rápido no pierden ataque por la compresión y asienta todo en un mismo plano.



Figura 96: Compresión mastering.

3.4.3.4 Maximización

Finalmente, queda llevar la señal final a los niveles de consumo actual. Para ello se usa un maximizador en el que se pone el limitador en -0.1 y se incrementa el fader del threshold hasta que el nivel este en torno a los -8 dB de rms. Además finalmente se aplica un dithering a la señal convirtiéndola a 16 bits.



Figura 97: Maximizador.

3.4.4 Análisis

En esta sección se analizarán todos los procesos realizados sobre la señal estéreo de la mezcla tanto en el tiempo como en el espectro en frecuencia.

- Mezcla/ Mezcla Ecuilizada/ Mezcla Ecuilizada y comprimida/ Mezcla masterizada.

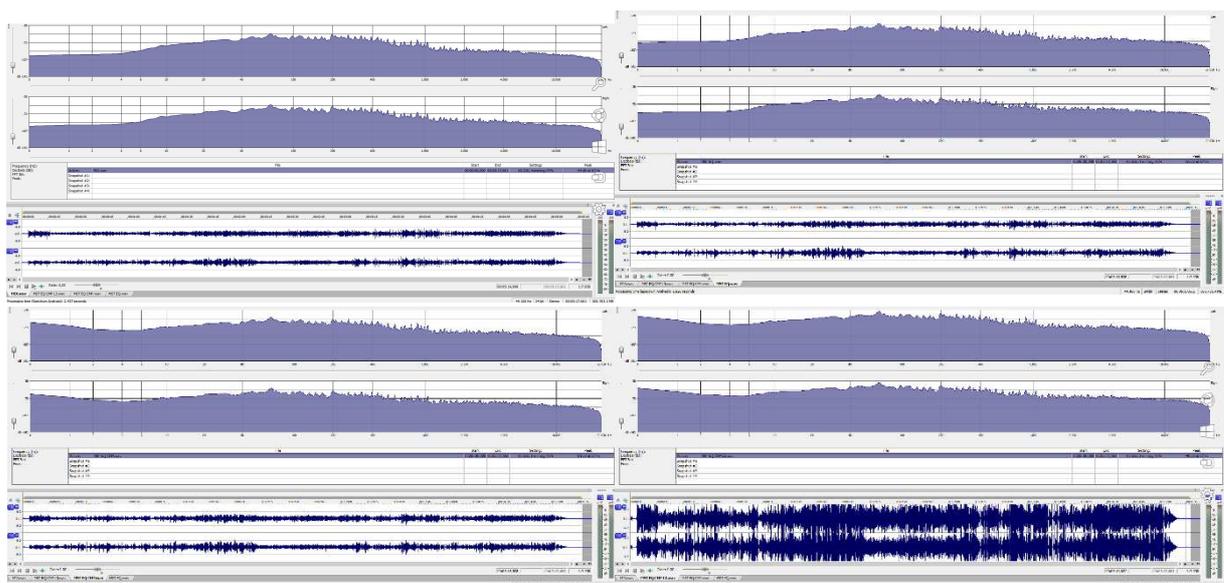


Figura 98: Análisis temporal y espectral de las señales en el mastering.

En la figura 98, se encuentran situadas en la parte superior izquierda la señal de audio de la mezcla, en la parte superior derecha la señal de audio de la mezcla ecualizada, en la parte inferior izquierda la señal de audio de la mezcla ecualizada y comprimida y finalmente en la parte inferior derecha la señal ecualizada, comprimida y maximizada, es decir, la señal masterizada.

Analizando la señal de la mezcla se puede ver que a la señal le faltan frecuencias agudas y sub graves, y por otra parte en la zona grave tiene un exceso de energía. Por ello se le ha aplicado una ecualización correctiva y tras este proceso la señal ya está más compensada. Se ha ganado subgrave y brillo en agudos, y a la vez se ha perdido un poco del grave que ensuciaba la mezcla.

Tras la compresión la señal no solo varía en el espacio temporal, se ha perdido un poco de dinámica para conseguir empastar todas las señales en un mismo plano, pero siempre dejando una señal “viva”. La compresión es de carácter leve y buscando un sonido natural.

Finalmente, con el último proceso de maximización conseguimos la señal final de la producción. Comparándola con la señal de la mezcla se observan grandes diferencias. Tras todos los procesos realizados, se tiene una señal muchísimo más compensada en el espectro frecuencial, y por otra parte una señal con una dinámica y un nivel adecuado para el consumo.

3.4.5 Conclusiones del resultado de este proceso

- El mastering es un proceso que requiere de años de conocimientos y experiencia para que el ingeniero pueda enfrentarse a cualquier proyecto con garantías en cuanto a valores de consumo profesional.
- Son falsos los tópicos que dicen que en la fase de mastering se puede arreglar cualquier error generado en fases anteriores.
- La ecualización en el mastering es un proceso de corrección basado en equilibrar el espectro de la señal de audio resultante de la mezcla.
- El proceso de ecualización podría ser eliminado o tener un carácter muy sutil si la mezcla ha sido realizada de manera adecuada y con el criterio adecuado.
- Las compresiones para el mastering son sutiles y su objetivo es introducir en un mismo plano toda la mezcla.
- Un mal ajuste del compresor puede provocar sensaciones de “bombeo” en el resultado final. Esto se debe a una mala elección de tiempo de ataque y de reléase. La sensación auditiva obtenida, consiste en que el compresor produce una alteración regular de la dinámica haciendo que la mezcla cambie de presencia durante el tiempo.
- El compresor debe tener un ataque largo y un reléase largo para que no elimine pegada de la mezcla.
- Para un mastering profesional es necesario la utilización de conversores/limitadores de alta gama para conseguir un nivel adecuado para el consumo. Esto se debe a que estos procesadores tienen un modo de soft limitación que redondea la señal al pasar el nivel de threshold en vez de generar cortes cuadrados en la forma de onda.
- Para conseguir un nivel adecuado es necesario hacer todos los procesos anteriores correctamente, es decir, tener la dinámica de todos los elementos de la mezcla controlados y también la compresión final de la señal resultante de la mezcla.

4. CONCLUSIONES

- Una vez terminada la redacción del proyecto lo más gratificante ha sido observar cómo hemos asimilado todos los conceptos obtenidos mediante el proceso de aprendizaje.
- Estamos orgullosos de haber terminado el proyecto porque se han conseguido cumplir los objetivos marcados al inicio del mismo.
- El hecho de tener que enfrentarnos a nuevos problemas ha desarrollado una capacidad de investigación, análisis y toma de decisiones a la hora de solucionarlos y permitiéndonos cumplir el objetivo.
- Nos hemos enfrentado a un proyecto basado en conceptos desconocidos para la mayoría de estudiantes de la carrera de ingeniero técnico de telecomunicaciones con especialidad en sonido e imagen y esto nos ha supuesto más problemas de los habituales.
- Gracias a este proyecto hemos aprendido cómo funciona un estudio de grabación profesional, hemos llevado nuestra investigación previa a una fase de aplicación avanzada y gracias a ello hemos entendido los procesos de una producción musical.
- Gracias al proyecto conocemos el material que se usa en estudios profesionales y su aplicación en el trabajo.
- Hemos aprendido la importancia de los roles en el trabajo de un estudio.
- El hecho de enfrentarnos a situaciones reales hace que comprendamos que la teoría dista de la práctica.
- Hemos aprendido la importancia de la organización del trabajo en un proyecto real.
- En el plano personal hemos aprendido la importancia de trabajar en equipo y mantener la calma en situaciones de estrés. Trabajar con artistas nos ha enseñado que tu estado de ánimo influye en su disposición para trabajar y en los resultados finales.
- Trabajar con artistas nos ha ayudado a ver el trabajo desde otro punto de vista.
- Para conseguir un producto óptimo y profesional, el proceso de producción de una canción debe ser un trabajo programado y con un objetivo común en todas sus fases.
- La coordinación y cooperación entre los diferentes ingenieros que trabajen en una misma producción es de alta importancia a la hora de conseguir un objetivo común.

- Los conocimientos son más importantes que las máquinas para conseguir objetivos, pero para obtener resultados de primer nivel profesional es necesario trabajar con máquinas de alta gama.
- En una producción musical el ingeniero tiene que estar preparado para subsanar errores en cualquier momento. Ésta capacidad es una de las más importantes en un ingeniero de sonido.
- Arrastrar errores en una producción hace que el resultado final no sea el esperado. Por ello es muy importante arreglar los fallos en el momento que ocurren.
- Un ingeniero de sonido debe saber qué respuesta frecuencial tienen los monitores que va a usar para la producción.
- En una producción un nivel óptimo de grabación es muy importante para conseguir una buena mezcla.
- No compensa trabajar con una mayor calidad que 44.100 Hz y 24 bits ya que para el oído del consumidor medio no existe diferencia auditiva e implica demasiado peso en los archivos de trabajo.
- El error más común en la producción musical es darle poca importancia a la grabación cuando es uno de los puntos más críticos.
- Cuando una grabación está mal hecha los siguientes procesos serán mucho más costosos y en ocasiones prácticamente imposibles.
- La calidad musical siempre es más importante que la calidad técnica de la producción.
- Para que un instrumento genere una sensación de mayor espacio en la mezcla se utilizarán dos pistas iguales, abriendo panoramas y desfasando una de la otra (ms) conseguimos que no se sumen en fase y parezca centrado sino mucho más espacioso.
- En el Jazz, el bajo debe ser más grave y sonar más que el bombo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [DPA13]-<http://www.doctorproaudio.com/>
- [SPR13]- <http://www.speakerrepair.com/>
- [JAM13]-<http://www.hispasonic.com/tutoriales/caracteristicas-uso-microfonos/37963>
- [WIKI05]-<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mic-dynamic.PNG>
- [JOSE12]-<http://jose2321991.blogspot.com.es/p/tarjeta-de-sonido.html>
- [JMR08]-<http://www.hispasonic.com/blogs/acustica-salas-control/35975>
- [WIKI13]-[http://es.wikipedia.org/wiki/Mezcla_\(audio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Mezcla_(audio))
- [WIKIALAN13]-http://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Blumlein
- [ANEXO1]-<http://sonido.uchile.cl/manuales/TablasEcuacion.pdf>
- [WIKIFLETCHER13]-http://es.wikipedia.org/wiki/Curva_isof%C3%B3nica
- [HISPAEQBAJO13]-<http://www.hispasonic.com/tutoriales/mezcla-ecualizando/2560>
- [VGA10]-<http://sonsonoros.wordpress.com/2010/03/07/definicion-ecualizador/>
- [OAR]-<http://www.info-ab.uclm.es/labeled/Solar/Otros/Audio/html/altavoces2.html>
- [RT09]-<http://wiki.fractalaudio.com/index.php?title=Flanger>
- [DPA09]-<http://www.doctorproaudio.com/content.php?140-puertas-ruido-noise-gates>
- [CN12]-<http://producciondeaudio.wordpress.com/compresores/>
- [CM01]-<http://biblioteca.unsl.edu.ar/website/baea/prof-cs/numero14/index.html>
- [OCTS13]-http://orionvirtual.com.ar/shelving.php#.UrLJM_TuJ8E
- [BP11]-http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jitter_tolerance_phase_aligners.png
- [WP14]- [http://es.wikipedia.org/wiki/Fase_\(onda\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Fase_(onda))
- [WP13]-http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_de_presi%C3%B3n_sonora
- [DEC14]-<http://www.decustik.com/es/paneles-acusticos/paneles-acusticos-perforados>
- [THO14]-http://www.thomann.de/es/vicoustic_wave_wood_cherry.htm
- [THO214]-http://www.thomann.de/es/hofa_basstrap_grey.htm
- [WP13-2]-http://es.wikipedia.org/wiki/Eco_flutter
- [KAUX12]<http://s258.photobucket.com/user/kaux/media/MisImagenesDidacticas/FiltroPasoAlto.jpg.html>
- [TRI13]- <http://gdj.ar.tripod.com/diccionario.htm>

[ADB08]- <http://rapreal.forosactivos.net/t115-tutorial-ecualizacion-teoria-y-explicacion>

[RMG08]- <http://www.romanmg.com/6-tutoriales/ecualizacion-de-nuestros-temas/>

6. GLOSARIO

Palabra -	- Descripción -
activo	Nombre dado a los circuitos de algunos instrumentos que trabajan con autonomía eléctrica e incremento de ganancia.
a/d	Sigla abreviada de Analógico/Digital, utilizada para definir el paso o conversión de una señal desde un sistema al otro.
aac	Siglas de codificación Avanzada de Audio. Algoritmo moderno también conocido erróneamente como MP4.
adat	Sistema de grabación multipista de 8 canales digital en cinta de video.
aftertouch	Capacidad de un teclado de generar sonidos secundarios al original, variando la presión ejercida sobre la tecla luego de haber sido inicialmente presionada.
algoritmo	Notación de un tipo de cálculo aritmético y algebraico, muy usado actualmente en computación para lograr distintos objetivos. Se destacan los del tipo LZW, Huffman, etc.
amplificador	También conocido como POTENCIA. En un estudio, sistema que permite incrementar el volumen de la música para reproducción y monitoreo.
analógico	Dícese del sistema de Grabación o transporte de audio a través de una señal no digital. Ej.: Casete.
anecoica	Nombre dado en física a las cámaras herméticamente selladas que no permiten el ingreso de ningún tipo de sonido.
auxiliar	En una consola de audio, nombre del canal que posee un ENVÍO y un RETORNO para procesamiento de señales.
bender	Información que en sistema MIDI representa el movimiento de la rueda de afinación, también llamado Bend, Pitch Bend o Wheel.
bitstream	Tecnología de transferencia de datos muy utilizada en gráfica y computación.
browser	Navegador web. Se destacan los del tipo Netscape o Internet Explorer.
canal	Vía de acceso de un sonido.
cancelación de	Nombre técnico del defecto de "aplastamiento auditivo" en una señal

fase	stereo, a causa de una ecualización simétrica en ambos canales.
cannon	Nombre standard de las fichas con conexión balanceada para audio.
cardioide	Nombre de las bobinas con forma de corazón de algunos micrófonos, usados para enfatizar los sonidos frontales y atenuar los laterales y traseros.
channel aftertouch	Canal sobre el que se recibe la información del aftertouch.
chorus	Efecto de multiplicidad coral, generado por la "desafinación" o variación de PITCH de una señal.
cinta abierta	Sistema analógico de grabación multipista, también conocido como REEL TO REEL.
coaxial	Cable maestro que permite transportar información (como varias señales de audio y/o electricidad) simultáneamente.
codificar	También conocido como ENCODER .En la jerga MP3, sistema que permite comprimir un archivo grabado inicialmente en formato WAV, a formato MP3.
compresor	En la jerga MP3, software que permite realizar extracción digital de un CD. Técnicamente, hardware que permite procesar una Señal de audio, fijando umbrales de volumen, ganancia, etc.
condensador	Nombre de los Micrófonos que permiten captar Señales en 360° a través de un condensador que opera como bobina.
consola	Sistema que permite enviar o recibir una o más señales de audio (tantas como canales posea la consola), manipulando su ecualización, paneo, etc.
control change	Mensaje que en una lista de eventos MIDI representa la ejecución de algún tipo de controlador de expresión, como el pedal de volumen o sustain.
controlador	Instrumento generador de eventos MIDI, indispensable para producir eventos en un secuenciador.
conversor	Software que permite, en los sistemas de grabación, convertir una señal analógica en digital, o viceversa.

cuantización	En Inglés, Quantize. Sistema que posibilita en una grabación MIDI, ajustar la ejecución para lograr su perfección rítmica.
cue	En Inglés, REFERENCIA. Término usado para recomenzar una grabación desde un punto determinado dentro de un mismo canal.
d/a	Sigla abreviada de Digital/analógico, utilizada para definir el paso o conversión de una señal desde un sistema a otro.
dae	Siglas de Digital Audio Extraction. Sistema que permite hacer extracción de audio digital desde un CD rom.
dam	Siglas de Digital Automatic Music. Los CD DAM comparten formato standard de CD con formato MP3.
dat	Sigla de Digital Audio Tape. Deck digital usada para masterización de una grabación multipista.
dbx	Filtro supresor de ruidos y soplidos muy usado en los sistemas multipista analógicos.
decoder	En Castellano, DECODIFICADOR. En la jerga MP3, fase de descompresión del audio previamente comprimido (ENCODER).
decodificar	En inglés, DECODER. En la jerga MP3 , fase de descompresión del audio previamente comprimido (DECODER)
delay	Efecto de repetición de un sonido, también conocido como eco.
digital	Dícese del sistema de grabación o transporte de audio a través de una señal no analógica. Ej: CD rom.
din	Nombre de la ficha terminal de 5 pines donde culmina un cable MIDI.
dinámico	Tipo de micrófono que permite fijar un umbral de volumen, activándose sólo con aquellas señales que lo excedan.
direccional	Tipo de micrófono que permite apuntarse y captar sonidos provenientes únicamente de una fuente frontal.
dolby	Filtro supresor de ruido y soplido, ideal para operar en sistemas de audio. El Dolby Surround es el sistema standard de sonorización de películas y consta de 5 canales que permiten separar los sonidos FX, diálogos, música, etc.

dual	Nombre dado a las interfases MIDI con 2 puertos de acceso para 16 canales cada uno.
emms	Siglas de Electronic Music Management System. Formato de audio digital con sistema de encriptación.
encoder	Software que convierte un archivo de audio en formato WAV, a formato MP3, comprimiéndolo.
envío	En Inglés, SEND. Salida que envía una señal de audio hacia un módulo de efectos para su posterior retorno.
expansor	Módulo procesador que permite expandir una señal de audio, realzando frecuencias predeterminadas en el umbral fijado.
extractor	En inglés, RIPPER. En la jerga MP3, software que nos permite extraer información de un CD para pasarla al disco duro.
fade in	Nombre en inglés dado a la acción de subir a una determinada velocidad el volumen de uno o varios canales, hasta alcanzar el punto deseado.
fade out	Nombre en inglés dado a la acción de bajar a una determinada velocidad el volumen de uno o varios canales, hasta alcanzar el punto deseado.
fader	Nombre en inglés del control maestro de volumen de una consola.
feedback	Realimentación de una señal de audio a través de un mismo sistema.
flanger	Efecto de modulación envolvente de una señal a través de un filtro de velocidad variable.
flash	Tarjeta de memoria, que actúa asociada a la tarjeta principal, o RAM, ampliándola. también conocida como SMART.
gain	En castellano, GANANCIA. Switch que permite ajustar el volumen de entrada de un micrófono o instrumento a una consola de grabación.
ganancia	En Inglés, GAIN, TRIM, o KNOB. Switch que permite ajustar el volumen de entrada de un micrófono o instrumento a una consola de grabación.
gate	Efecto de reverberancia que permite prolongar un sonido a través de la aceleración de una señal primaria, generando un efecto de arrastre. Nombre de las "puertas" que en un procesador sonoro (como un compresor o expansor), permiten evitar el paso de determinadas

	frecuencias.
general midi	Estandarización de una lista de sonidos inherentes a todos los instrumentos MIDI, que garantiza la reproducción exacta de una obra. El GM está considerado "práctica recomendada".
gm	Siglas de GENERAL MIDI.
gráfico	Nombre del tipo de ecualizador que permite "graficar" a través de bandas que operan en Hertz (ciclos por segundo), la ecualización de una señal.
gs	Conocido como GS Standard, es un sistema que facilita el agregado de efectos como reverberación y chorus a una pista MIDI, en forma de eventos.
home studio	Nombre en inglés dado a los estudios pequeños armados en el hogar.
imagen stereo	Frase utilizada para ejemplificar visualmente la ubicación espacial de derecha a izquierda, de los instrumentos en una mezcla.
in	En sistema MIDI, nombre de la conexión que permite la entrada de eventos a un instrumento MIDI.
interfase	También conocidas como "Tarjetas", las interfases se utilizan para interconexionar un sistema MIDI de varios instrumentos.
isopropílico	Alcohol sin azúcar, utilizado para la limpieza de equipos delicados, como cabezales de grabación ,capstans, etc.
jabalina	En electrónica, nombre de la vara de metal que se entierra a 2 metros de profundidad para evacuar descargas eléctricas a tierra.
jack	Ficha hembra de conexionado, común a muchos instrumentos. El macho se llama PLUG.
Kbps	Abreviación de KiloBits Por Segundo. Velocidad de transferencia de datos.
knob	También conocido como GAIN, TRIM, o GANANCIA. Switch que permite ajustar el volumen de entrada de un micrófono o instrumento a una consola de grabación.
layer	En inglés, CAPA. En la jerga MP3, una de las tres capas sucesivas de compresión.
lineal	En los grabadores multipista, nombre con el que se conoce al sistema que

	permite efectuar múltiples tomas de principio a fin.
locate point	Sistema de búsqueda de uno o varios puntos dentro de una grabación, definidos por el usuario.
loudness	Filtro sonoro que permite realzar las frecuencias medias graves y graves.
masa	Uno de los polos de la electricidad, que permite cerrar y completar un circuito, descargando lo ingresado a través del VIVO, o polo positivo.
masking	En inglés, ENMASCARADO. Efecto provocado por la superposición de dos sonidos de igual frecuencia y distinto volumen.
master	En una grabación, nombre de la primera copia a dos canales de una mezcla multipista, que será utilizada luego para multicopiado. Fam. Potenciómetros maestros de una consola, llamados También FADER.
Masterización	Proceso a Través del cual se crea un Master, o primera copia, producto de una sesión de grabación.
measure	Nombre Inglés que define un compás en un secuenciador.
mezcla	Fam. Nombre de la ecualización final de una grabación multipista.
midi	Sigla universal de Music Instruments Digital Interface (Interfase Digital para Instrumentos Musicales).
midi karaoke	Nombre popular con el que se reconoce el tipo de archivo MIDI que trae la parte cantada en una de sus pistas (.KAR).
midi receive	Llave que permite habilitar la recepción de información MIDI desde otro instrumento.
midi transmit	Llave que permite habilitar la transmisión de información MIDI hacia otro instrumento.
midifile	Nombre popular con el que se reconoce el archivo Informático-Musical MIDI que se comercializa a través de Internet.
minidisc	Sistema de grabación digital en un disco compacto extraíble que permite hasta 74 minutos de reproducción.
mmc	Sigla de MIDI Machine Control. Sistema que permite controlar varios periféricos MIDI a través de una salida.
módulo	Caja virtual donde se almacena una determinada cantidad de sonidos.

monitoreo	Nombre con el que se conoce al sistema de amplificación que permite escuchar en la cabina de grabación lo que fue o está siendo grabado, y también al sistema de auriculares que permite a los músicos escuchar lo que están ejecutando.
mp3	Formato de compresión de audio que permite reducciones de hasta 1:12 con respecto a otros formatos. Su nombre deriva de MPEG - layer - 3. Se identifican por la cola de comando .MP3
mp4	Su nombre correcto es AAC. Nuevo formato de audio con standard MPEG-2, cuyas siglas significan codificación avanzada de audio.
mpeg	Siglas de Moving Pictures Experts Group. Consorcio dedicado al manejo de sistemas de compresión de audio y video. Los creadores del MP3.
mtc	Sigla de MIDI Time Code. código de tiempo MIDI generado para encadenar, por ejemplo, un secuenciador a una máquina multipista.
multipista	Sistema de grabación que permite efectuar múltiples tomas en distintos canales.
multiport	Nombre dado a las interfases MIDI con 3 o más puertos de acceso para 16 canales cada uno.
multitímbrico	Capacidad de un instrumento de generar varios grupos de sonidos (PATCHS) simultáneamente
mute	Switch que en una consola permite "enmudecer" o "mutear" un determinado canal.
no lineal	En los grabadores multipista, nombre con el que se conoce al sistema que opera con la creación de PATCHS, conteniendo un fragmento de la canción (por ejemplo, un estribillo), que luego se encadenarán en el orden deseado, repitiéndolo tantas veces como se lo indique el usuario.
note on	Evento MIDI que representa una nota ejecutada desde el controlador.
ocr	Sigla de Reconocimiento óptico de caracteres, utilizado para definir el escaneado y posterior conversión en archivo MIDI, desde una partitura.
oscilador	Nombre dado en electrónica al circuito primario generador de un sonido sintetizado.
out	En sistema MIDI, nombre de la conexión que permite la salida de eventos

	hacia otro instrumento MIDI.
paneo	Switch que en una consola permite colocar los sonidos en una posición relativa derecha o izquierda, para crear una imagen stereo.
paragráfico	Nombre de un sofisticado ecualizador usado en algunos software de grabación, que permite "graficar" la ecualización a través de bandas que operan en Hertz (ciclos por segundo), en combinación con algunas de las virtudes de la ecualización paramétrica.
paramétrico	Nombre de la ecualización que trabaja sobre frecuencias específicas dentro de un sonido, permitiendo determinar el ancho de banda, el tipo de filtrado, etc.
pasivo	Nombre dado a los circuitos de algunos instrumentos que trabajan sin autonomía eléctrica e incremento de ganancia.
patch	En inglés, Parche. Set de sonido. Uno de los grupos de sonido de un Sampler o Sintetizador.
patchera	Circuito multiconector que permite el conexionado de todos los componentes de un estudio entre sí.
pattern	Palabra en inglés usada para definir múltiples aplicaciones, generalmente vinculadas con grupos de sonidos o elementos que representan o siguen un patrón determinado en un sistema.
pci	Nombre de la arquitectura de slots modernos de un motherboard (placa madre) en una PC, donde se insertan las placas de audio, video, etc.
peak	En inglés, PICO. Puntero que marca el límite máximo de ganancia permitida por la entrada en una consola.
pfl	Sigla en inglés de Pre Fader Listen. Sistema que poseen algunas consolas, que permite escuchar a través de auriculares, una señal antes de pasar por el circuito de mezcla y los Faders (volumen).
phantom	Sistema que utiliza cierto tipo de micrófono con circuito activo, que requiere de una alimentación externa de 48 V. (generalmente enviados desde la consola) para operar.
pinchar	Término familiar dado a la acción de recomenzar una grabación desde un punto determinado dentro de un mismo canal.

pista	También llamados TRACKS en inglés, vía de acceso de un sonido. Popularmente, secuencia MIDI.
pitch	Palabra Inglesa utilizada para definir la altura o velocidad de un sonido.
plano	Palabra que se utiliza para definir una ecualización libre de refuerzos sonoros (filtros, graves, agudos, etc.).
playlist	Lista de temas que la mayoría de los reproductores MP3 y otros nos permiten hacer a través de su software, para poder escuchar la música en el orden deseado.
plug	Ficha macho de conexionado, común a muchos instrumentos. La hembra se llama JACK.
plugin	Software asociado a un programa principal, que nos brinda alternativas de accionar y multiplica el poder de dicho programa.
polifonía	Capacidad de un instrumento de disparar un grupo determinado de osciladores simultáneamente para generar un sonido o una nota musical.
polyfonic aftertouch	En un secuenciador, estado que permite trabajar con el sistema de polifonía Aftertouch.
porta estudio	Sistema de grabación multipista de uso hogareño. Las hay analógicas y digitales.
potencia	Nombre común del AMPLIFICADOR. En un estudio, sistema que permite incrementar el volumen de la música para reproducción y monitoreo.
potenciómetro	También conocido como LLAVE, SWITCH, o PERILLA; su función consiste en variar de algún modo (volumen, graves, agudos, etc.) la señal procesada.
preamplificador	Sistema que permite pre-ajustar la ganancia, o pre-mezclar la señal antes de ingresar a la consola, generalmente de un micrófono.
premezcla	Manipulación previa de volumen, ganancia y ecualizado de un sonido antes de ser grabado.
program change	Mensaje que en una lista de eventos MIDI representa la llamada de un sonido determinado a través de un canal determinado.
psicoacústico	Imagen sonora de una señal de audio, generada por la sensibilidad de percepción de un oyente para realizar estudios posteriores.

puerto	Nombre de la vía de acceso de entrada y salida del puerto paralelo de una computadora.
punch	Palabra Inglesa utilizada para definir la acción de "pinchar" durante una grabación DESDE (punch IN) y HASTA (punch OUT) un punto determinado.
quantize	En castellano, Cuantización. Sistema que posibilita en una grabación MIDI, ajustar la ejecución para lograr su perfección rítmica.
rack	Estandarización del ancho de los equipos y procesadores, que permite colocarlos apilados en una RACKERA (mueble modular).
rango dinámico	En un sistema de amplificación, término que se emplea para analizar la respuesta de frecuencias transitorias. (Ej.: Operar con una potencia de 100 Wats, y utilizar sólo la mitad de dicha fuerza, de modo de tener un rango dinámico relajado.)
ratio	En la jerga MP3, rango que define la compresión de un MP3. Ej: 1:12 es el RATIO de compresión entre un archivo WAV, y su análogo en formato MP3.
rca	Nombre de la ficha de conexión no balanceada, común a los equipos de audio.
reducción	En un sistema de grabación multipista, término usado para ejemplificar la mezcla de 2 o más canales a uno solo, con el fin de liberarlos para su uso posterior.
reel	Nombre de los carretes que transportan cinta de grabación analógica. Estos grabadores se denominan de Cinta abierta, o REEL TO REEL.
reflector	Nombre de la abertura practicada en los bafles para liberar el aire generado por el movimiento de los parlantes como consecuencia de las bajas frecuencias (graves), favoreciendo también la audición.
reproductor	En inglés, PLAYER. Nombre dado a cualquier tipo de sistema que permita reproducir sonido. Existen dos tipos para MP3, los software para PC y los físicos, similares a los Walkman.
retorno	En Inglés, RETURN. Entrada que recibe una señal de audio desde un módulo de efectos.
reverberancia	Efecto. Producto de un algoritmo basado en la repetición rápida de una

	señal, utilizado para dar espacialidad a un sonido.
ripper	Software que permite la extracción de audio digital de un CD y lo convierte en archivo WAV.
rumble	En castellano, RETUMBAR. Sonido indeseado producido por la filtración y transmisión de bajas frecuencias a través de elementos mecánicos.
ruteo	Mapa de conexionado MIDI.
S/PDIF	Nombre de las salidas y entradas de los grabadores digitales que facilitan la transferencia directa de datos a través de fibra óptica.
sample	En inglés, MUESTRA. Sistema que permite digitalizar un sonido analógico, y convertirlo a sistema binario. La frecuencia de muestreo de 44.1 KHz, por ejemplo, es la utilizada para el traspaso de información digital (binaria) en formato CD.
sampleo	En un grabador digital, nombre de la velocidad de muestreo en la grabación. Las velocidades típicas pueden ser: 44.1KHz (velocidad standard requerida para la transferencia digital a CD), 48 y 32 khz.
sbcs	Sigla de decodificación perceptual por sub-bandas.
SCSI	Sistema de conexionado de equipos con sistema digital que permite el encadenado de varios periféricos, con una alta velocidad de transmisión de datos.
sdmi	Sistema antipiratería cuya siglas significan Secure Digital Music Initiative.
secuencia	Nombre dado al trabajo realizado por un secuenciador, donde se dispara rítmicamente una secuencia determinada de notas en forma de tema musical.
secuenciador	Grabador de eventos MIDI, corazón del sistema.
set	En inglés, grupo, conjunto. Palabra usada para definir un grupo de sonidos. Castellанизación por SETEO, lo que representa la puesta a punto de un sistema para su operabilidad.
shifting	En los sistemas musicales, palabra Inglesa utilizada para definir la alteración de velocidad o frecuencia de un sonido durante la reproducción.

shoutcast	Tecnología que permite conectarse y transmitir audio en formato MP3 a través de Internet con prestaciones de radio.
shuttle	Rueda utilizada por muchos sistemas de control, para agilizar la búsqueda de un punto o definir el movimiento de un cursor, operando como un mouse fijo.
sibilance	En castellano, SISEO. Particularidad de algunos cantantes de acentuar las ESES. Nombre del módulo procesador de sonido encargado de filtrar dichas frecuencias.
sincronismo	En inglés, SYNCHRO. Sistema que utilizan algunas máquinas multipista a través de códigos de tiempo MIDI (MTC) o SMPTE, para encadenarse a otras máquinas.
síntesis FM	Sistema utilizado por las interfaces compatibles SoundBlaster para generar sonidos sintetizados, habitualmente usado en juegos de video y aplicaciones multimedia.
síntesis wavetable	Sistema utilizado por algunas interfaces y módulos de sonido para generar sonidos Muestreados (Muestreados del instrumento original).
siseo	En inglés, SIBILANCE. Particularidad de algunos cantantes de acentuar las ESES.
skin	En inglés, PIEL. Software complementario que permite cambiar la apariencia de un reproductor MP3.
smart	Tarjeta de memoria, que actúa asociada a la tarjeta principal, o RAM, ampliándola. también conocida como FLASH.
SMPTE	Código de sincronismo que aceptan algunas máquinas grabadoras, que les permite encadenarse a editores de video o de otro tipo, siendo las velocidades típicas: 30, 29.97, 35, y 24 Frames (cuadros) por segundo.
solo	Switch que permite, en una consola de mezcla, escuchar SOLO el canal seleccionado, con el fin de analizarlo.
soundBlaster	Tarjeta de sonido con compatibilidad GM.
stave	En inglés, Pentagrama.
streaming	Nombre dado a los archivos MP3 que circulan a través del sistema Shoutcast de transmisión de datos comprimidos en la WEB, con

	prestaciones de radio.
sub - grupo	Uno de los canales de salida de la consola. Ej.: Una consola puede poseer 24 canales de entrada, y 8 de salida, donde se puede seleccionar el subgrupo de sonidos que deben pasar por él y enviarlos, por ejemplo, a un ADAT.
subbanda	(SBC). Banda de audio secundaria o satélite de la principal. Término utilizado en el sistema de compresión MP3 para explicar el proceso de capas en las que se va desarrollando el sistema.
surround	Filtro que realza frecuencias medias bajas, y bajas.
synchro	En castellano, SINCRONISMO. Sistema que utilizan algunas máquinas multipista a través de códigos de tiempo MIDI (MTC) o SMPTE, para encadenarse a otras máquinas.
system exclusive	Orden MIDI que posibilita la transmisión de datos de programación de un teclado o módulo sintetizador, para transferir datos, generalmente con el fin de hacer un Backup.
tarjeta	Las hay de varios tipos en el lenguaje musical. El más convencional es el del tipo Smart, que permite almacenar gran cantidad de información (sonidos, audio, datos, etc), e intercambiarla de un banco a otro.
tempo	Del Italiano, Tiempo. Palabra que define la velocidad de ejecución de una obra.
thru	En sistema MIDI, nombre de la conexión que permite la salida de eventos hacia otro instrumento MIDI con la finalidad de encadenarlo.
tierra	En inglés, GROUND. Conexión que permite la descarga a TIERRA de electricidad estática y corregir efectos de polarización inversa.
toslink	Nombre del sistema de transferencia de datos digitales a través de fibra Óptica.
track	También llamados Pistas o Canales en Castellano. vía de acceso de un sonido.
track tempo	Track específico en un secuenciador que nos permite regular el Tempo de una obra, sin alterar su afinación.
trim	También conocido como GAIN, KNOB, o GANANCIA. Switch que permite

	ajustar el volumen de entrada de un micrófono o instrumento a una consola de grabación.
tweeter	En un sistema de amplificación, reproductor de frecuencias altas (agudos).
upload	Término utilizado para ejemplificar la "subida" de un archivo propio a un servidor de Internet desde nuestra PC. El término opuesto es Download.
velocity	Palabra que define el volumen de ejecución de un evento MIDI (Nota).
vivo	Uno de los polos de la electricidad, que permite enviar y abrir un circuito, descargándolo luego a través de la MASA, o polo negativo.
vúmetro	En inglés, VU - METER. Medidor de aguja o leds, que permite verificar el volumen de una señal, analizada en decibeles.
wav	Abreviación de WAVE (en inglés, ONDA). Sigla con la que se representa el formato convencional de audio para PC en un archivo (Ej: Canción.WAV)
woofer	En un sistema de amplificación, parlante que reproduce las frecuencias medias bajas, y bajas.
XLR	Nombre de la ficha de conexionado balanceada de los equipos de audio profesional.
zero return	En inglés, Retorno a Cero. Nombre dado al switch que permite, en un grabador o reproductor, buscar un punto determinado en una canción
	[TRI13].

7. ANEXOS

7.1 Fases

La fase indica la situación instantánea en el ciclo, de una magnitud que varía cíclicamente, siendo la fracción del periodo transcurrido desde el instante correspondiente al estado tomado como referencia. Podemos representar un ciclo en un círculo de 360° , diciendo que "fase" es la diferencia en grados entre un punto dentro de este círculo y su comienzo, una rotación de 360° es equivalente a un ciclo completo [WP14].

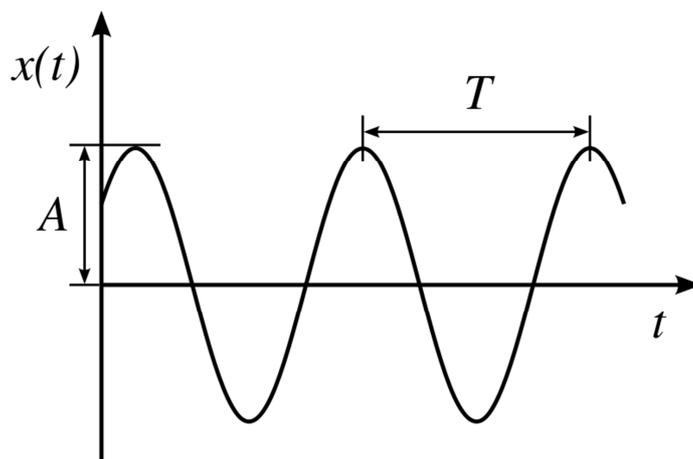


Figura 99: Fase señal [WP14].

En el proceso de grabación es muy importante observar como es la suma en fase de las señales. Al disponer de por lo menos dos micrófonos grabando la misma fuente simultáneamente, cada una de las señales de audio grabadas tendrá una fase diferente debido a la distancia del micrófono a la fuente.

Por ello al sumar las dos señales puede darse el caso que las señales estén en contra fase o parcialmente en contra y por tanto al sumar las señales en vez de obtener la suma de por ejemplo el grave de un micrófono y el agudo de otro, se anulen entre si dando una sonoridad completamente contraria a la demandada. Existen dos posibles soluciones al problema: La primera de ellas utilizar un plug-in que cambie la fase a una de las señales y así se sumen entre ellas, o la segunda, mover uno o los dos micrófonos para obtener una suma de fases adecuada. Lo más adecuado sería poner los micrófonos a la misma distancia de la fuente para así tener la misma fase en ambas señales [WP14].

7.2 Unidades

- dBSPL:

El nivel de presión sonora determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora), se mide en decibelios (dB) y varía entre 0 dB umbral de audición y 120 dB umbral de dolor.

Para medir el nivel de presión sonora no se suele utilizar el pascal, por el amplio margen que hay entre la sonoridad más intensa y la más débil (entre 200 Pa y 20 µPa).

Normalmente se adopta una escala logarítmica y se utiliza como unidad el decibelio. Como el decibelio es adimensional y relativo, para medir valores absolutos se necesita especificar a qué unidades está referida. En el caso del nivel de presión sonora en aire se toma como referencia 20 µPa mientras que en agua se utiliza 1 µPa. Las siglas SPL hacen referencia al nivel de presión sonora en inglés sound pressure level.

Para medir el nivel de presión sonora se utiliza la fórmula:

$$Lp = 20 \log \frac{P1}{P0}$$

En donde

- P1 es la media cuadrática de la presión sonora instantánea.
- P0 es la presión de referencia y se toma como referencia 20 µPa.
- log es un logaritmo decimal

Es decir, el nivel de presión acústica se expresa como 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica y una de presión de referencia determinada [WP13].

- dPFS:

dBFS significa decibelios a escala completa" ("decibels full scale"). Se trata de una abreviatura para los niveles de amplitud de decibelios en sistemas digitales que tienen un nivel máximo disponible.

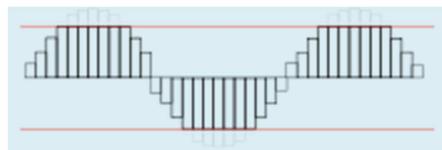


Figura 100: Recorte de una forma de onda digital.

0 dBFS se asigna al nivel máximo posible.

Puede haber ambigüedades cuando se asigna un nivel de la escala dBFS a una forma de onda, y no a una amplitud específica, ya que a veces se deriva el nivel característico de la forma de onda a partir de su valor de amplitud de pico, mientras que otras veces se usa el valor de amplitud de su valor eficaz.

- Para el caso en el que el valor RMS de una onda cuadrada de escala completa se designa como 0 dBFS, todos los valores posibles de dBFS son números negativos. Usando esta convención, una onda sinusoidal no podría existir con un valor RMS mayor que -3 dBFS sin recorte.
- Para el caso en el que el valor RMS de una onda sinusoidal fuera de 0 dBFS, una onda cuadrada a escala completa estaría a +3 dBFS.

La medida del rango dinámico de un sistema digital es la relación entre el nivel de señal a escala completa y el ruido mínimo RMS. El rango dinámico teórico de un sistema digital se estima a menudo mediante la siguiente ecuación

$$DR = SNR = 20 \log_{10} (2^n) \approx 6.02 \times n$$

Esto viene de un modelo de ruido de cuantificación equivalente a una fluctuación aleatoria uniforme entre dos niveles vecinos de cuantización. Las fluctuaciones aleatorias uniformes son producidas sólo por ciertas señales, de manera que este modelo no es siempre una buena aproximación.⁵

No obstante, una señal que fluctúe aleatoriamente entre dos niveles vecinos de cuantificación a 16 bits ofrecerá una medida de -96.33 dBFS cuando se use la convención de la onda cuadrada de escala completa.

Aunque se permite el uso del decibelio (dB) con unidades del SI, no está permitido el uso del dBFS.⁶

El término dBFS fue acuñado por primera vez a principios de los años 1970's

-dBu: El dBu expresa el nivel de señal en decibelios y referido a $0,7746 \text{ voltios} \left(\sqrt{\frac{3}{5}} \right)$. 0,7746 V es la tensión que aplicada a una impedancia de 600 Ω, desarrolla una potencia de 1 mW. Se emplea la referencia de una impedancia de 600 Ω por razones históricas [WP13].

7.3 Tablas de equalización

Instrumento	Atenuar	Amplificar	Rangos	Comentarios
Voz Humana	2 KHz: Raspa 1 KHz: Nasal 80↓ Hz: Turbia	8 KHz: Cálida 4-5 KHz: Presencia 200-400 Hz: Cuerpo	Plenitud: 140-440 Hz Inteligibilidad: 1-2.5 KHz Presencia: 4-5 KHz Sibilancia: 6-10 KHz	Perseguir un sonido lo más <i>delgado</i> posible al mezclar varias voces, especialmente si la base ya está muy cargada.
Piano	1-2 KHz: Metálico 300 Hz: Retumba	5 KHz: Presencia 100 Hz: Fondo	Bajos: 80-120 Hz Medios: 65-130 Presencia: 2-5 KHz	No dar mucho "fondo" si se está mezclando con una sección de ritmo.
Guitarra Eléctrica	80↓ Hz: Turbio	3-5 KHz: Claridad, Brillo 125 Hz: Retumba	Rng. Completo: 210-240 Hz Rangos de borde: 2.5 - 3.5 KHz Armónicos superiores: 6.5 KHz	
Guitarra Acústica	2-3 KHz: Metálico 200 Hz: Retumba	2-3 KHz: Claridad 5 ↑ KHz: Brillante 125 Hz: Cuerpo	Bajos: 80-140 Hz Completo: 220-260 Hz	Las cuerdas de acero son 5-10 dB más potentes que las de nylon.
Bajo eléctrico	1 KHz: Delgado 125 Hz: Retumba	600 Hz: Gruñido 80↓ Hz: Fondo	Bajos: 60-80 Hz Ataque: 700-1200 Hz	El sonido varía enormemente según el tipo de cuerdas y bajo...
Bajo Acústico	600 Hz: Hueco 200 Hz: Retumba	2-5 KHz: Pegada 125↓ Hz: Fondo		
Caja	1 KHz: Molesto	2↑ KHz: Crugiente 150-200 Hz: Cuerpo 80 Hz: Profundidad	Bajos: 120-160 Hz Grosor: 220-240 Hz Crispación: 4-5 KHz	Ajustar la tensión de la caja como convenga.
Bombo	300-600 Hz: Blando, acartonado 80↓ Hz: Retumba	2-5 KHz: Pegada, chasquido 60-125 Hz: Fondo	Bajos: 60-80 Hz	Rellenar el bombo con una manta o similar para obtener un sonido más definido en la grabación.
Toms	300 Hz: Retumba	2-5 KHz: Pegada, ataque 80-200 Hz: Fondo	Rng. Completo: 80-240 Hz	Reafinar y comprobar tensiones de los parches antes de grabar!
Platillos	240 Hz: tristeza, gong 1 KHz: Molesto	5↑ KHz: Brillantez, viveza		
Metales y cuerdas	3 KHz: Raspa 1 KHz: Blando 120↓ Hz: Turbio	8-12 KHz: Cálido 2↑ KHz: Claridad		
Madera		150-320 Hz: Cuerpo	Graves: 400-440 Hz Flauta: 250-2100 Hz Clarinete: 800-3000 Hz	

Copyright © 2001 Adobe Systems Incorporated. All rights reserved.



Tabla 13 - Equalización Instrumentos [ADB08]

Frecuencia	Usos
50Hz	1. Incrementar para saturar las bajas frecuencias de instrumentos como bombo, toms o el bajo. 2. Reducir esta frecuencia incrementa los armónicos y consigue unas líneas de bajo más reconocibles en la mezcla final.
100Hz	1. Incrementar para obtener unos graves más duros en los instrumentos de baja frecuencia. 2. Incrementar para dar relleno a guitarras y cajas. 3. Incrementar para dar calidez a piano y metales. 4. Reducir para dar mayor claridad a guitarras.
200Hz	1. Incrementar en voces para darles relleno 2. Incrementar en guitarras y cajas para darles relleno y obtener un sonido más duro. 3. Reducir para eliminar sonidos basura en voces e instrumentos de frecuencias medias. 4. Reducir para eliminar sonido de hojalata en platillos
400Hz	1. Incrementar para dar claridad a líneas de bajo, especialmente con altavoces a bajo volumen. 2. Reducir para evitar bombos y toms con sonido acartonados. 3. Reducir en platillos para eliminar ambiente.
800Hz	1. Incrementar en bajos para dar claridad y pegada. 2. Reducir para evitar sonido de hojalata en guitarras.
1.5KHz	1. Incrementar para dar más pegada y claridad a bajos 2. Reducir para eliminar un sonido turbio en guitarras

Frecuencia	Usos
3KHz	1. Incrementar para más pegada en bajos (p. ej. en solos). 2. Incrementar para dar más ataque a guitarras. 3. Incrementar para más ataque en graves de piano. 4. Incrementar para obtener voces más claras y crudas. 5. Reducir en coros de voces para un sonido más suave y mullido. 6. Reducir para disimular voces o guitarras desafinadas.
5KHz	1. Incrementar para dar presencia en voces. 2. Incrementar para dar ataque a bombos, toms, etc. 3. Incrementar en líneas de bajo <i>funky</i> con mucha pegada. 4. Incrementa el ataque de piano y guitarra acústica y da sonido brillante a la guitarra eléctrica (para rock) 5. Reducir para hacer los fondos más distantes. 6. Reducir para ablandar las guitarras.
7KHz	1. Incrementar para añadir ataque a bombo, toms, etc. (sonido metálico). 2. Incrementar para dar ataque a instrumentos de percusión. 3. Incrementar en cantantes "sosos". 5. Reducir para atenuar las sibilantes en voces. 6. Incrementar para conseguir sintes, guitarras y pianos más afilados.
10KHz	1. Incrementar para voces más brillantes 2. Incrementar para guitarras MUY brillantes 3. Incrementar para platillos más duros y contundentes. 4. Reducir para atenuar las sibilantes en voces.
15KHz	1. Incrementar para voces muy brillantes, sonido aéreo. 2. Incrementar para platillos, cuerdas y flautas brillantes. 3. Incrementar para conseguir un sonido más real en instrumentos basados en samples.

Tabla 14 – Frecuencias significativas [RMG08]

