

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

DIVISIÓN DE HUMANIDADES

PROGRAMA DE PERIODISMO Y COMUNICACIÓN COLECTIVA

**DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE AUDIO DIGITAL:  
MANUAL DE CONCEPTOS Y USO DE  
ADOBE AUDITION Y PROTOOLS**

Tesina para obtener el título de  
Lic. Periodismo y Comunicación Colectiva

Presenta

**Gerardo García y García Piña**

Asesor

Mtra. María Luisa Morales Martínez

Marzo, 2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## SÍNODO ASIGNADO

PRESIDENTE: MTRA. HERMELINDA OSORIO CARRANZA

VOCAL: MTRA. MARÍA LUISA MORALES MARTÍNEZ

SECRETARIO: LIC. IRMA VALDEZ GONZÁLEZ

SUPLENTE1: MTRA. RAQUÉL ÁBREGO SANTOS

SUPLENTE2: LIC. LAURO ALEJANDRO CUEVAS MONJARÁS

*Dedico este trabajo a mi madre  
Sra. Irma García Piña S.  
por todos los impulsos y ánimos  
de seguir adelante y levantarme  
para terminar este proyecto y los que faltan...*

*...con amor, respeto y enorme agradecimiento.*

*Agradecimientos:*

*A los miembros de mi familia que a lo largo de mis estudios me apoyaron.*

*A mis profesores que con su granito de arena sembraron semillas de conocimientos.*

*A mis amigos y amigas que rodearon cada momento con buenos recuerdos de alegría y diversión en este camino.*

*A los jefes laborales que han orientado la práctica, la profesión y la visión.*

*A mi asesora Ma. Luisa por confiar en mí y en este proyecto para compartir mis conocimientos.*

*A mis compañeros de trabajo por su experiencia compartida en el intercambio de ideas.*

*A mi Fabs por su apoyo y amor.*

*A ti lector por tu interés en aprender más.*

# ÍNDICE

INTRODUCCION	I
1. ANTECEDENTES EN LA EDICIÓN DE AUDIO DIGITAL EN MÉXICO	1
1.1 Grabación en medios analógicos	2
1.2 Necesidades y limitantes en la grabación analógica	3
1.2 Introducción de nuevos procesos de grabación	4
1.3 Avances y situación actual en la edición digital	8
2. CONCEPTOS BÁSICOS DE AUDIO DIGITAL	10
2.1 Aspectos elementales del sonido	11
Definición del sonido	
El sonido y el oído humano	
Umbrales de audibilidad	
Efecto de enmascaramiento	
Propagación del sonido	
Reflexión y difracción del sonido	
2.2 Características del sonido	17
Velocidad	
Ciclo	
Frecuencia	
Amplitud	
Tono	
Timbre	
Dinámica	
Ancho de banda	
Ruido	
2.3 Aspectos del audio digital	22
Descripción Audio Digital	
Comparativas entre audio digital y analógico	
2.4 Digitalización	27
Frecuencia de muestreo (Muestreo)	
Resolución (Cuantización)	
Dither	
2.5 Los Decibeles y el audio digital	35
Medición del volumen	
2.6 Tarjeta de audio	38
Características	
Convertidores ADC / DAC	
Canales, altavoces y sonido 3D	
2.7 Software de edición de audio digital	41
Editor de audio digital	
Multipistas de audio digital	

2.8	Secuenciador MIDI	45
	Monitoreo	
	Interacción entre monitores y estudios	
	Espacio de radiación de una sala	
	Cancelación de la pared trasera	
	Colocación de altavoces en el estudio	
	Configuración de altavoces para multicanal	
3.	MANUAL DE EDICIÓN DE AUDIO DIGITAL	52
3.1	Concepto y tipología de Manual	53
3.2	Conexión y configuración de la tarjeta de sonido	54
3.3	Exploración del software de edición	56
3.4	Creación de un nuevo proyecto	61
3.5	Grabación de voces	62
3.6	Importación de archivos	65
3.7	Utilización de las herramientas de edición	67
	Copiar / Cortar / Pegar	
	Duplicar y Loops	
	Recorte o Trimmer	
	Recorte de Selección o Trim	
	Separar Región o Split	
	Fade In y Fade Out	
	Creación y eliminación de silencios	
	Ubicaciones de Memoria (Cue o Markers)	
	Reverse	
	Buses	
	Ajuste de volumen y paneo	
3.8	Procesos de audio en la grabación	88
3.8.1	Ecualización	89
	Definición	
	Uso de Filtros en la ecualización	
	Tipos de Ecualizadores	
3.8.2	Procesadores de dinámica	97
	Compresor	
	Limitador	
	Puerta de ruido	
3.8.3	Efectos	105
	Reverb	
	Ecos	
	Delay	
	Flanger	
	Coros	
3.8.4	Otros procesos	114
	Distorsión	
	Pitch, Velocidad y Tempo	
	Excitador	

3.9	Aplicación de efectos en voces	117
3.10	Inserción de efectos en tracks	118
3.11	Creación de Mezcla y Archivo Final	119
3.12	Tipos de archivos	122
	WAV	
	MP3 y Bitate	
	AIFF	
	AU	
	CDA	
	MIDI	
	AAC	
	MOD	
	OGG	
	Real Audio	
	RIFF	
	SND	
	SDII	
	VOC	
	WMA	
3.13	Ejemplos de creatividad en el diseño de audio	137
	CONCLUSIONES	140
	GLOSARIO	144
	FUENTES CONSULTADAS	150



## INTRODUCCION

El audio ha sido una parte muy importante dentro de los medios electrónicos, sin audio no hay radio, en el caso de este gran medio el audio es lo que permite en toda su expresión manipular nuestro sentido de la imaginación creando emociones y logrando que viajemos en el tiempo y lugares remotos. El audio permite percibir las sensaciones y crear emociones a los espectadores de una producción televisiva o cinematográfica. Los géneros de tales producciones no podrían ser catalogados sin la banda sonora en ellas, imaginemos una película sin voces, sin risas, sin llantos y toda la cantidad de efectos sonoros que hacen que el espectador perciba la realidad o ficción que nos quieren vender dentro de los reportajes, noticiarios, películas, telenovelas, etc.

En este caso nos enfocaremos más a la producción y diseño de audio para radio. Como sabemos en las producciones que escuchamos en los programas de este medio existen las identificaciones, promocionales, rúbricas, jingles, comerciales y cortinillas básicamente. Y para cualquiera de ellas se necesita de una planeación de labor de post producción que conlleva un trabajo de edición digital, que requiere que se tengan conocimientos en los programas de edición de audio.

En la presente tesina se explicará el manejo de dos programas de edición de audio, así como algunos conceptos básicos que engloba este tema. Con este trabajo se pretende complementar y fortalecer los conocimientos para el desarrollo profesional en los medios de comunicación electrónica.

Los dos programas de edición tienen diferentes niveles de trabajo. Por una parte *Adobe Audition*, es un software catalogado de uso semiprofesional y el cual puede instalarse en cualquier computadora básica y funciona con tarjetas de audio simples. Y por otra parte, *ProTools* de *Digidesign*, que también es un programa de edición, pero con la característica de trabajar con una tarjeta de audio externa de calidad y uso profesional empleada por la mayoría de las casas productoras y salas de edición.

En este manual se encontrarán las herramientas necesarias para facilitar el entendimiento del lenguaje y las aplicaciones técnicas en el trabajo de un editor o productor de audio. Y tiene como finalidad aportar información suficiente, veraz y precisa para aplicar de forma sencilla elementos necesarios dentro de un trabajo de edición.

La estructura del presente trabajo está conformada por tres capítulos:

El primero titulado Antecedentes en la Edición de Audio Digital en México, dará una introducción contextual referente al campo de la edición digital en México, y abordará sus inicios desde el trabajo analógico, así como los equipos utilizados, además de las necesidades y limitantes en ese entonces. Seguirá como tema los inicios del audio digital así como los procesos de grabación y situación de las casas productoras en nuestro país. Y por último los avances que ha mostrado este sector, además de la situación laboral y de producción actual.

El segundo capítulo, llamado Conceptos Básicos de Audio Digital, proporciona elementos teóricos con conceptos elementales del sonido hasta tipos de software y hardware empleados en los trabajos de edición de audio. De manera breve y sencilla se definen términos que han sido catalogados y ordenados para tener un mejor entendimiento.

El manual es el tercer capítulo, será práctico y a la vez requerirá del uso de cualquiera de los dos programas de edición: *Adobe Audition* o *ProTools*, ello para un seguimiento de los procedimientos descritos. Será el Manual de Edición de Audio Digital y explicará paso a paso mediante gráficos cada uno de los pasos que deben seguirse para obtener una producción de audio, desde la conexión necesaria en la tarjeta de sonido de la computadora o del programa para una grabación, hasta la creación de una mezcla final para obtener un Disco Compacto o un archivo MP3 en el cual fueron aplicados paneos, alteraciones de volumen, *loops*, procesos de audio y efectos.

Además como parte final de este último capítulo fue necesario contribuir con algunos ejemplos creativos en la edición, y se muestran ilustraciones que pueden contribuir de alguna manera en las primeras producciones que un alumno realice para evitar caer en las comunes ediciones que sólo muestran altibajos en los fondos y efectos. Asimismo en cada desarrollo de tema dentro del manual añadido un apartado llamado “Consejos” para facilitar el uso y técnica de las herramientas mencionadas.

La creación y lectura de este manual es importante como parte complementaria de los cursos y materias relacionadas con la producción radiofónica para dar una amplia visión en el aspecto técnico y la mejora en el vestido de los contenidos. Para ello no sólo es necesario un conocimiento de dos programas de edición, sino un complemento teórico de conceptos y términos que deben estar presentes en la vida de cualquiera que se pretenda dedicar a la edición y producción digital de audio.

Este manual puede llegar a ser un apoyo didáctico a profesores y alumnos dentro de talleres de radio y que pretendan seguir contribuyendo con producciones radiofónicas mediante las capacidades creativas y de mensajes sonoros que actualmente permite la edición digital.

## **CAPÍTULO 1**

# **ANTECEDENTES DE LA EDICIÓN DE AUDIO DIGITAL EN MÉXICO**

El trabajo de audio digital implica conocer conceptos y prácticas en el uso de programas especializados, también es necesario saber de manera teórica algunos aspectos del contexto nacional en el uso de la edición y postproducción de audio en México.

Por ello en el primer capítulo se expone la situación inicial de la producción de audio, sus necesidades y limitantes; cómo ha progresado el trabajo hasta llegar a la era digital y lo que vislumbra futuro.

La información histórica se complementa con entrevistas a especialistas y profesionistas que se desempeñan en el mundo de la edición de audio; su opinión nutre de sobremanera el planteamiento y desarrollo de este capítulo.

## **1.1 Grabación en medios analógicos**

Las producciones que escuchamos en las últimas décadas han sido producto, primeramente de improvisaciones y musicalizaciones grabadas en una sola toma. En su inicio con el uso de la cinta magnética de carrete a carrete creada en 1935 y después el manejo de los discos de acetato de microsurco de larga duración (LP) de los años 50.

En esta década en las primeras casas productoras empiezan a usar estos medios de almacenamiento como una manera de grabar, reproducir y editar los sonidos que serían hechos públicos como comerciales de radio.

Se trabajaba con grabadoras estéreo o grabadoras multipistas de hasta 24 canales, en las cuales en unos canales se grababa la música y en otros la voz o voces. El proceso de grabación y edición era muy lento, pero a pesar de ello a nivel profesional casi todo se hacía en una sola toma o dos, esto para no opacar el sonido grabado en la cinta a través de sus múltiples reproducciones dentro de la edición.

En entrevista, Efraín García Mora Vázquez <sup>1</sup> productor y diseñador de audio con gran experiencia, afirma al respecto que antes "...había más frescura que provocaba que la improvisación fuera mejor vista, porque ahora todo es más dirigido", refiriéndose al guión y a las actuaciones dentro de los nuevos esquemas publicitarios.

---

<sup>1</sup> García Mora es productor y diseñador de audio desde 1998 (Amores Perros, Efectos Secundarios, Casi Divas), además es locutor profesional para grandes marcas (Papalote, *Energizer*, *McDonalds*, Club América, *Sprite*, Coca Cola, Espacio, Brandy Presidente, etc.) y en 2001 creó Limbo Arte Sonoro, un estudio de diseño de audio que además de producir para clientes en México exporta para Estados Unidos.

## 1.2 Necesidades y limitantes en la grabación analógica

Con la grabación analógica, las casas productoras tuvieron el inconveniente de que al momento de emplear un audio para su edición, la cinta se tenía que recorrer de un punto a otro provocando que las jornadas de edición fueran largas y cansadas; ello generaba un gran desgaste en las cintas y equipo además de pérdida de fidelidad.

La edición analógica implicaba trabajar con demasiado cuidado al momento de grabar, ya que en este formato se grababa tal cual se presentaban los sonidos con el riesgo de afectar a los demás audios paralelos de la producción. Por lo tanto el ajuste de planos sonoros y de paneos debía ser especificado y manejado con gran precisión.

Estas maneras de trabajar eran muy exigentes, y a la vez muy creativas porque existían pocas herramientas para obtener un producto de audio, había algunos efectos como reverberación o *Delay* (retardos) que se hacían por medio de otros equipos.

A la vez se debía estar al pendiente del trabajo, “porque si se tenía que sincronizar todo, si se tenían 2 grabadoras de carrete y 1 grabadora, además de un tornamesa, era necesario sincronizar los brazos y movimientos lo suficientemente rápidos para poner *REC*, *PLAY* y además la aguja (de la tornamesa en la pista deseada)” comenta García Mora.

Otro aspecto que involucra a la edición análoga es el tamaño de los estudios que eran sumamente grandes, debido a que en las producciones por ser grabaciones que se hacían “en caliente” o todo en una sola toma era necesario que todos los músicos, cantantes y locutores entraran a grabar conjuntamente al estudio.

Esto nos dice que con la grabación análoga, antes se necesitaba tener más atención sobre lo que se hacía, porque la coordinación era fundamental a diferencia del trabajo digital. “Por ejemplo se acostumbraba en los comerciales a tener música cantada, y en el estudio se tenían de frente a los cantantes, a los músicos y al locutor y se tenía que coordinar que en una sola toma que después del platillazo entrara la chava quien cantaría dos líneas y después seguiría el coro con las otras dos chavas, pero más la primera y hacer eso al mismo tiempo de coordinar la música y los aparatos y locutores era como un espectáculo al igual que una obra musical de teatro, donde uno se da cuenta que todo está perfectamente coordinado, entonces eso hay que traducirlo a un estudio y esa coordinación tenía que pasar” agrega Efraín García Mora.

Con respecto al perfil del personal que trabajaba en la edición de audio, casi todos aprendían en la práctica, debido a que la técnica estaba en desarrollo y por lo tanto no había necesidades técnicas; no se necesitaba tener un grado técnico en música o ingeniería.

### 1.3 Introducción de nuevos procesos de grabación

A medida que surgían más necesidades y las producciones de audio exigieron más especialización en el audio, como para cine o televisión se requerían trabajos desarrollados en el menor tiempo posible, y con características similares en cuanto a la fidelidad y calidad creativa.

La creación de nuevas formas de trabajo independientes a las grabaciones con cintas se dio poco a poco. No era posible desechar el trabajo analógico para dar paso a un trabajo cien por ciento digital. La incursión de los medios digitales fue acoplándose y se trabajó conjuntamente con lo analógico.

Ante ello, se hizo necesario conocer primeramente cómo se llevaba paso a paso un trabajo de edición, donde cada parte del proceso debía existir en la edición por computadora; es decir, la manera de capturar o grabar la voz en un medio electrónico así como el uso de canales para aplicar e incorporar más sonidos en el momento preciso y dar por resultado una mezcla final de audio.

Para ese entonces, en los inicios de las ediciones por computadora, “no existía carrera o especialidad de audio, sin embargo hasta la fecha muchos interesados en el tema tienden a viajar a otros países para desarrollar su afición y habilidades; y lo más cercano en cuanto a estudios se refiere, eran carreras técnicas en electrónica o acústica, principalmente egresados del Instituto Politécnico Nacional. Y como otra alternativa en ese entonces por la falta de preparación de los jóvenes, las personas encargadas de las grabaciones y ediciones eran músicos que ante su trabajo tenían desarrollado el sentido del oído, además de tener conocimientos básicos de los sistemas operativos para solucionar fallos técnicos (*bugs*) además de conocimientos de inglés en cuanto a términos técnicos se refiere”, opina en entrevista Emilio Ortega “el Chino”, productor y diseñador de audio.<sup>2</sup>

Sin embargo hoy en día hay una especialización mayor en el medio, y eso ha provocado que surjan escuelas y gente interesada en transmitir y enseñar conocimientos sobre esta área “...antes todo era de *feeling*, todos eran empíricos, no había el mercado suficiente como para hacer academias... ahora hay estudios de audio por todos lados y eso provoca que haya más gente con lo cual habrá

---

<sup>2</sup> Desde 1991 es productor y diseñador de audio y actualmente tiene su empresa de postproducción y diseño llamada LookAs Audio y ha trabajado en gran cantidad de proyectos para grandes marcas como Coca-Cola, Pepsi, Televisa, Herdez, y el audio para cortometrajes ganadores como “La Guerra” o “Zapatitos” por mencionar algunos.

más necesidad de conocer y eso termina como buen negocio, abrir una academia, por eso hay cursos de *ProTools*.” Y añade: “en México hay dos escuelas serias; en Estados Unidos no, como hay mercado hay más gente que se dedica a eso y aquí ya empieza a ser más académico el asunto” afirma García Mora y añade que éstas son las razones por las cuales hay que prepararse académicamente, ello para una mayor especialización en la edición y diseño de audio.

Entre los primeros equipos se manejaron los *sampler's* como el *Synclavier*® que era una máquina con funciones de *sampler* o muestreador de sonidos y sintetizador para producciones musicales y post producción de cine y video, donde la edición y sincronía se manejaba por milisegundos en lugar de cuadros como se maneja en la actualidad. Ello generaba muchas horas de trabajo en la edición al realizar sincronía entre varios instrumentos y grabaciones. Y es para el realizador un trabajo de grandes conversiones matemáticas para obtener un solo valor y ubicarlos en la edición.

“Se considera que lo que revolucionó los equipos y el trabajo de audio fue la sincronía entre los equipos y secuenciar MIDI con audio y por otra parte que una computadora pudiera tener incorporadas todas las herramientas necesarias para una edición, y con ello se eliminan sistemas periféricos como los DAT y ADAT por ejemplo a quienes se recurría en las ediciones” afirma Javier Lavallo productor y diseñador de audio.<sup>3</sup>

La calidad de hardware es lo que define la calidad del audio procesado, y además del *Synclavier* aparecieron otras estaciones de trabajo (*Workstations*) con Software o aplicación para la computadora y su interface o hardware de trabajo.

En los primeros años de la década de los 90 llegó a México la compañía *DigiDesign* con su estación de trabajo llamada *ProTools* y que además ha desarrollado distintos sistemas de trabajo como han sido:

- *Audiomedia* III a nivel Básico (casero)
- *ProTools Project* en un nivel Semiprofesional e interface 882 únicamente para Macintosh 8500 que utilizaba discos duros SCSI debido a la velocidad de transferencia necesaria.
- *ProTools* III con su interface Profesional 888 con la cual comenzaron a surgir los plug-ins
- *ProTools 24* Uso Profesional, que trabajaba con una tarjeta aceleradora de discos duros y con mayor capacidad de efectos de plug-ins
- *ProTools Mix* con mayor rapidez de procesamiento y mayor número de tracks o pistas.

---

<sup>3</sup> Desde 1993 ha trabajado en esta industria, en empresas como Televisa S.A de C.V., Prado Sur, Televisa Radio y Audio, LookAs Audio, y ha producido comerciales para grandes marcas transnacionales como Corona, Nissan, Volkswagen, Pepsi, entre otras.

- *ProTools* LE con interface 001, 002, 003 y de costos accesibles a manera semiprofesional
- *ProTools* HD Sistema de Alta Definición en audio con altas características de efectos y capacidades de procesamiento. (2004)
- *ProTools* M-Powered para dispositivos periféricos de hardware con calidad profesional
- *Mbox* Sistemas portátiles accesibles y características profesionales.

El Ingeniero Juan Cervantes, técnico en Software y Hardware, afirma en entrevista que “en México se ha trabajado casi de manera simultánea con Estados Unidos en cuanto a la aparición de las estaciones de trabajo de *ProTools*” y explicó que a *ProTools* se le ha llamado “sistema abierto porque se le pueden agregar aditamentos o módulos adicionales, por ejemplo conectar dispositivos de video por su opción *Universal Serial Driver* a través de código de tiempo, como por ejemplo *Betacam* en su momento”.

Otra de las estaciones de trabajo que tuvo gran aceptación en su momento fue el *Dyaxis* de *Studer*, que entró a México aproximadamente en 1994 en Televisa, y era una estación de trabajo de 8 canales que “amarraba” o sincronizaba máquinas de cinta con un código de tiempo o *TimeCode*.

Al principio este programa sólo se utilizaba como otro medio de reproducción, debido a la lentitud con la que trabajaban las máquinas, por ejemplo para realizar una mezcla de 30 segundos en 8 canales la computadora se podía tardar en hacer la mezcla (*renderear*), aproximadamente una hora y media, entonces no era productivo para nadie.

Otros de los programas que ha mostrado competencia con *ProTools* es *Logic*® que se ha mostrado mejor en cuanto a la calidad de los *plug-ins*, últimamente se ha expandido porque fue comprado por *Apple* quien ha liberado de candados de seguridad al programa y de esta manera lo hacen más accesible y común, tratan que quitarle mercado a *ProTools*, aunque esta plataforma es más especializada a la producción musical.

Javier Lavallo explicó en entrevista que entre las novedades del audio está el “...*Impulse Response* que imita de manera casi perfecta la acústica de un cuarto donde se graba mediante un micrófono la emisión de ruido rosa que captará el analizador y calculará las dimensiones del cuarto para obtener un tipo de *reverb*, el resultado se integra al *plug-in* y en el programa sonará idéntico al cuarto.”



Al principio los efectos no eran de buena calidad cuando se producían por *plug-ins* y los equipos periféricos como procesadores tuvieron que perfeccionarse y ahí fue la evolución del bulbo a los transistores, después a los chips, posteriormente a los bulbos nuevamente después de comprobar que su calidad era mejor y por último se ha hecho una mezcla de módulos con la combinación de chips y bulbos, que da resultados de muy buena calidad.

Cabe aclarar que ni los mejores chips de procesamiento de efectos o DSP logran sonidos tan buenos como los módulos externos dedicados a varios procesos de audio.

Otras plataformas de trabajo compiten en el mercado y lo hacen de manera profesional, entre ellas:

- *Logic*
- *Live*
- *Cubase*
- *Performer*

Durante los inicios de la edición de audio digital surgieron casas o empresas especializadas en la producción de material sonoro para comerciales de radio o audio para comerciales de televisión; entre las cuales se encontraban Pianica surgida en 1991, Suite Sync y Zeta Audio creadas alrededor de 1993, de ésta última surgieron cantidad de producciones de gran calidad técnica y creativa como por ejemplo la imagen sonora de estaciones de radio como WFM y Radioactivo que combinaron ideas frescas para el público juvenil con la magia de la radio envuelta en la creación de imágenes sonoras.

Hasta la fecha, (2009) estas casas productoras y otras tantas más han perfeccionado sus técnicas y han incursionado en terrenos más especializados como el diseño de audio cinematográfico.

“Entre las limitantes que se contemplan en el trabajo digital es la velocidad necesaria que deben tener las computadoras y las capacidades de almacenamiento, ya que implica altos costos para ello” comentó el Ing. Cervantes. Otros aspectos por cuidar son que al momento de realizar la mezcla final, por ejemplo, querer mezclar 40 canales convirtiéndolos en 2 únicamente, saturará y disminuirá la velocidad del procesador, además de omitir armónicos; por ello lo mejor es agrupar bloques de canales e ir mezclándolos entre sí para escuchar las sub mezclas y de estas mismas mezclar hasta obtener la mezcla final. Otro problema es creer que se puede hacer todo con *plug-ins* cuando en realidad se sabe que no desarrollan sonidos tan naturales como los módulos externos.

Por otro lado, como principal ventaja al trabajar digitalmente tenemos el no tener que recorrer el material entre un punto y otro, de ahí el término no lineal, tal como se hacía antes con las cintas, lo que causaba pérdida de calidad o pérdida de generaciones.

Cabe mencionar que el término de diseño de audio es muy distinto a la producción de audio. Esta última se refiere a tomar y seleccionar los clips y meterlos a la interface de audio para su edición; mientras que el diseño de audio se identifica en el medio como adquirir la información de audio en cualquier medio de almacenamiento, ya sea creándolo o capturándolo de manera directa para la creación de más sonidos.

El término de diseño de audio comenzó a utilizarse en Estados Unidos con la primera versión de la película *King Kong* (1933), cuando se mezcló y bajó el *pitch* a sonidos reales de gorilas para obtener los clásicos sonidos de Kong. Después siguieron películas con más desarrollo en el diseño de audio como *Star Wars*. Aquí en México se comenzó a realizar el diseño de audio en los estudios de Zeta Audio por las manos de Martín Hernández y Alejandro González Iñarrítú dentro de sus producciones de radio, televisión y cine.

#### **1.4 Avances y situación actual en la edición digital**

Así como se dio el cambio entre la era análoga y la digital y en donde se ha visto desarrollo en cuanto a los equipos, procesos de grabación y aplicaciones; actualmente se muestran avances donde se rescata como la parte más importante el contar con mayor capacidad de almacenamiento y mayor rapidez en el procesamiento de la información, “la era de la lucha entre lo digital y lo analógico ya pasó” afirma García Mora.

Los altos costos para adquirir un sistema completo para la edición de audio pueden ser significativos, recordemos que es conveniente contar con módulos externos o periféricos, además que en el caso de *ProTools* se requieren *plug-ins* para incluir más procesos en la producción.

Cada vez se buscan sistemas de compresión más eficientes, y surgirán nuevos formatos de audio que manejen más calidad y sean de menor tamaño, permitiendo almacenar más archivos en dispositivos más pequeños o incluso compartir sesiones de *ProTools* para que se puedan continuar posteriormente o supervisar con más editores, incluso a nivel mundial.

“Se puede considerar que actualmente se tiene en mira lograr más calidad con los sistemas HD (*High Definition*) que antes eran imposibles de imaginar debido a las grandes capacidades que se requerían” afirma Emilio Ortega, y tener estos equipos será mucho más accesible para todos ya que la tendencia es a bajar los precios.

Incluso entre las novedades que se trabajan para la producción de audio, se advierte la operación y manejo por voz de los comandos básicos, donde el operador o productor maneja el software por instrucciones de su voz en lugar de los clásicos métodos de teclado y *mouse*.

“En la actualidad casi ya no se utilizan efectos de sonido provenientes de librerías, es común usar *synth's* para ello, donde se crean y modifican sonidos mediante la onda senoidal que como tal se modifica y genera otro sonido”, también señaló Javier Lavalle.

Pero principalmente se contempla el trabajo del audio especializado a la realidad virtual, hoy comercialmente en México está en 6 canales de audio, mientras que en Estados Unidos en 8. Para los videojuegos se planean 256 canales que es otro rubro del mercado de gran importancia y crecimiento para la industria del audio, que sin duda marca una pauta de crecimiento para la tecnología. En el cine seguirá el crecimiento de canales de 10, 20, 30, 40 canales.

Por otra parte Lavalle añadió “...la revolución del medio está en los videojuegos y la realidad virtual o lo que se le llama audio tridimensional que es el manejo real del sonido en cuanto a sus propiedades, temperatura, espacio, materiales y ubicación” ello en cuanto al futuro de la producción de audio.

Mientras que Emilio Ortega opinó en cuanto al mismo tema que “...se considera un problema que el audio actual sea muy comercial, porque deprecia el trabajo de producción, además que es muy ecualizado, retocado, comprimido y procesado con algoritmos raros que son todos a nivel comercial”.

Esto lleva consigo que muy poca gente haya escuchado buen audio o sepa identificar un buen material sonoro, solamente los audiófilos son quienes llegan a valorar más ese trabajo e incluso llegan a tener mejor equipo que el de un muy buen estudio de grabación y edición.

Entre estas barreras a futuro se tiene que contemplar que el audio se escucha más alto cada vez, la gente escucha con más volumen su música y con ello se crea más distorsión y provoca que se escuche menos lo tenue o el detalle de los audios como antes, ahora es cuando un editor de audio debe tener cuidado y trabajar a fondo para que el sonido no se convierta en ruido.

Así, hemos visto el avance que ha tenido desde sus principios la edición de audio hasta nuestros días, además de los avances que ha tenido la tecnología en el uso de los equipos. Con estos antecedentes se puede decir que tiene mucha importancia mantenerse en constante actualización tecnológica y preparación profesional, que permita hacer crecer esta industria para valorar más el trabajo que hacen los editores.

## **CAPÍTULO 2**

# **CONCEPTOS BÁSICOS** **DE AUDIO DIGITAL**

Para conocer más de la edición digital, es necesario familiarizarse con los conceptos básicos de audio, esto nos ayudará a entender aspectos de trabajo de una mejor manera, y lograr así un conocimiento teórico de este tema, y no sólo conformarnos con la práctica, para que en cada producción se refuerce la calidad de edición.

Por lo que en este capítulo abordaremos algunos puntos elementales desde el sonido análogo y sus características hasta el audio digital, además de entender y conocer el software de edición digital.

Cabe mencionar que en el presente capítulo se abordan los conceptos básicos del audio; pero al referirnos a edición y diseño de audio digital, es necesario conocer otros aspectos y conceptos que serán trabajados en esta tesina.

A lo largo de este capítulo veremos los principios generales y básicos del sonido que nos permitirán, posteriormente, comprender los motivos y razones por las que deberemos realizar determinados cambios en la edición del sonido digital así como mejorar sustancialmente tanto las capturas como las producciones sonoras.

## **2.1 Aspectos elementales del sonido**

### **Definición del sonido**

Una onda es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio material o incluso en el vacío. A pesar de la naturaleza diversa de las perturbaciones que pueden originarlas, todas las ondas tienen un comportamiento semejante. El sonido es un tipo de onda que se propaga únicamente en presencia de un medio que haga de soporte de la perturbación. Los conceptos generales sobre ondas sirven para describir el sonido, pero, inversamente, los fenómenos sonoros permiten comprender mejor algunas de las características del comportamiento ondulatorio.

El sonido es una vibración que se propaga a través del aire, gracias a que las moléculas del aire transmiten la vibración hasta que llega a nuestros oídos. Se aplican los mismos principios que cuando se lanza una piedra a un estanque: la perturbación de la piedra provoca que el agua se agite en todas las direcciones hasta que la amplitud de las ondas es tan pequeña, que dejan de percibirse.

Una perturbación que viaja a través del aire se denomina *onda sonora* y la forma que adopta esta se conoce como *forma de onda*. Las ondas sonoras constituyen un tipo de ondas mecánicas que tienen la virtud de estimular el oído humano y generar la sensación sonora. En el estudio del sonido se deben distinguir los aspectos físicos de los aspectos fisiológicos relacionados con la

audición. Desde un punto de vista físico el sonido comparte todas las propiedades características del comportamiento ondulatorio, por lo que puede ser descrito utilizando los conceptos sobre ondas. A su vez el estudio del sonido sirve para mejorar la comprensión de algunos fenómenos típicos de las ondas. Desde un punto de vista fisiológico sólo existe sonido cuando un oído es capaz de percibirlo.

No todas las ondas sonoras pueden ser percibidas por el oído humano, el cual es sensible únicamente a aquellas cuya frecuencia está comprendida entre los 20 y los 20 000 Hz (hercios) aproximadamente. En el aire dichos valores extremos corresponden a longitudes de onda que van desde 16 metros hasta 1,6 centímetros respectivamente. En general se trata de ondas de pequeña amplitud.

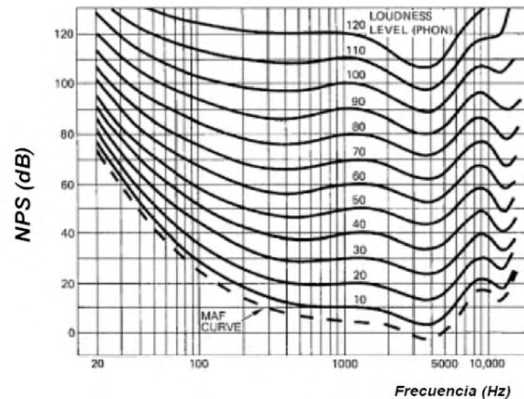
## **El Sonido y el oído humano**

El oído constituye el sistema mecánico más complejo y delicado del organismo humano. El oído es el receptor final de las ondas acústicas y determina las características que deben satisfacer los recintos, los sistemas de reproducción y aún los propios sonidos. En el diseño de los sistemas acústicos y electroacústicos y en la evaluación de las condiciones acústicas ambientales se requiere conocer la significación que puede tener a través del oído cualquier variación de los parámetros.

## **Umbrales de audibilidad**

Una de las mediciones más simples que puede hacerse desde el proceso auditivo es la del nivel de presión sonora de sonido que se requiere en función de la frecuencia para producir la mínima sensación de sonido. Se denomina umbral de audibilidad para una frecuencia especificada a la mínima presión acústica efectiva capaz de evocar una sensación auditiva y se expresa en Decibeles (dB). El umbral de audibilidad varía con muchos factores. Es diferente de persona a persona y aún para una misma persona varía día a día y de hora a hora. El límite superior de frecuencias audibles es muy variable, ello depende tanto del sexo como de la edad, pero básicamente podemos definir ese rango entre los 20 Hz a los 20KHz (Kilohertz).

En la figura siguiente vemos que la respuesta del oído humano no es la misma para todas las frecuencias (la curva indicada como MAF es la del mínimo audible), el oído es menos sensible a las bajas y altas frecuencias. Las frecuencias más audibles son las ubicadas en el medio del espectro 2000 a 3000 Hz.



**Respuesta del oído humano**

El área audible para una persona está limitada en cuanto a los niveles de presión sonora, en 0 dB, que es el umbral absoluto y los 120 a 140 dB por encima de los cuales no se percibe sensación auditiva sino dolor. Las curvas de umbral de percepción y umbral de dolor encierran el campo o área auditiva; dentro de él están comprendidos todos los valores de frecuencia e intensidad que el oído humano puede percibir. Lógicamente, si una vibración sonora, por sus características queda fuera de éste, no podrá ser oída por un ser humano.

La sonoridad es la sensación subjetiva de fuerza del sonido. La magnitud física equivalente es el nivel sonoro y se dice que un sonido tiene mayor sonoridad cuando se percibe como más fuerte. La relación entre la sonoridad y el nivel sonoro es compleja, ya que en su apariencia también interviene la frecuencia del sonido.

### **Efecto de enmascaramiento**

El umbral de audibilidad tendrá los valores de la figura anterior sólo si no existe ruido en el canal auditivo al hacer la medición. Hay ocasiones en la práctica en que resulta necesario reducir un sonido molesto específico hasta que se pierda su percepción en presencia de un ruido ambiente que puede ser tolerable. Por otra parte, hay también muchas ocasiones en que se pierde la inteligibilidad de la voz en momentos cruciales o la audibilidad de pasajes importantes de la música debido a la presencia de ruido de fondo. El ruido tiene el efecto de reducir la agudeza del oído, es decir, eleva el umbral de audibilidad. El desplazamiento del umbral de audibilidad se llama enmascaramiento o encubrimiento.

El encubrimiento es la cantidad de decibeles que se eleva en el umbral de audibilidad por la presencia de ruido.

El encubrimiento o enmascaramiento puede ser producido tanto por tonos puros como por ruido de espectro continuo. Los experimentos indican que los tonos de baja frecuencia, especialmente si son de considerable intensidad, producen un marcado efecto de encubrimiento en los tonos de alta frecuencia, mientras que los tonos de alta frecuencia producen poco encubrimiento de los tonos graves.

## **Propagación del sonido**

Como ya se mencionó, un cuerpo en oscilación pone en movimiento a las moléculas de aire (del ambiente) que lo rodean. Éstas, a su vez, transmiten ese movimiento a las moléculas vecinas y así sucesivamente. Y dependiendo de la relación que exista entre el sentido de la oscilación y el de la propagación, hablamos de ondas longitudinales, transversales, de torsión, etc. Cada molécula de aire entra en oscilación en torno a su punto de reposo. Es decir, el desplazamiento que sufre cada molécula es pequeño. Ese movimiento se propaga a través del medio. En el aire, el sonido se propaga en forma de ondas longitudinales, es decir, el sentido de la oscilación coincide con el de la propagación de la onda.

Podemos definir a un medio como un conjunto de osciladores capaces de entrar en vibración por la acción de una fuerza. Cuando hablemos de un medio, y a no ser que se indique específicamente otra cosa, nos estaremos refiriendo al aire. Esto se debe nuevamente a razones prácticas, en la medida en que el aire es el medio más usual en el que se realiza la propagación del sonido en los actos comunicativos por medio de sistemas acústicos entre seres humanos, ya sea mediante el habla o la música.

Para que una onda sonora se propague en un medio, éste debe cumplir como mínimo tres condiciones fundamentales: ser elástico, tener masa e inercia. Las ondas sonoras no se propagan en el vacío, pero hay otras ondas, como las electromagnéticas, que sí lo hacen.

El aire, posee además otras características relevantes para la propagación del sonido:

- La propagación es *lineal*, quiere decir que diferentes ondas sonoras (sonidos) pueden propagarse por el mismo espacio al mismo tiempo sin afectarse mutuamente.
- Es un medio *no dispersivo*, por lo que las ondas se propagan a la misma velocidad independientemente de su frecuencia o amplitud.
- Es también un medio *homogéneo*, de manera que el sonido se propaga esféricamente, es decir, en todas las direcciones, y se crea un campo sonoro.



Entre la fuente sonora (el cuerpo en oscilación) y el receptor (el ser humano) tenemos una transmisión de energía pero no un traslado de materia. No son las moléculas de aire que rodean al cuerpo en oscilación las que hacen entrar en movimiento al tímpano, sino las que están junto al mismo, que fueron puestas en vibración a medida que la onda se fue propagando en el medio.

El pequeño desplazamiento oscilatorio que sufren las distintas moléculas de aire genera zonas en las que hay una mayor concentración de moléculas (mayor densidad); zonas de condensación, en las que hay una menor concentración de moléculas (menor densidad), y zonas de rarefacción. Esas zonas de mayor o menor densidad generan una variación alterna en la presión estática del aire (la presión del aire en ausencia de sonido). Es lo que se conoce como presión sonora.

## **Reflexión, refracción y difracción del sonido**

### *Reflexión*

Cuando una onda alcanza la superficie de separación de dos medios de distinta naturaleza se producen, en general, dos nuevas ondas, una que retrocede hacia el medio de partida y otra que atraviesa la superficie límite y se propaga en el segundo medio. El primer fenómeno se denomina reflexión y el segundo recibe el nombre de refracción.

En las ondas mono dimensionales como las producidas por la compresión de un muelle, la reflexión lleva consigo una inversión del sentido del movimiento ondulatorio. En las ondas bi o tridimensionales la inversión total se produce únicamente cuando la incidencia es normal, es decir, cuando la dirección en la que avanza la perturbación es perpendicular a la superficie reflectante. Si la incidencia es oblicua se produce una especie de rebote, de modo que el movimiento ondulatorio reflejado cambia de dirección, pero se conserva el valor del ángulo que forma con la superficie límite.

En el caso de las ondas sonoras, la reflexión en una pared explica el fenómeno del eco. Si la distancia a la pared es suficiente, es posible oír la propia voz reflejada porque el tiempo que emplea el sonido en ir y volver permite separar la percepción de la onda incidente de la reflejada. El oído humano sólo es capaz de percibir dos sonidos como separados si distan uno respecto del otro más de 0,1 segundos, de ahí que para que pueda percibirse el eco, la superficie reflectiva debe estar separada del sujeto 17 metros por lo menos, cantidad que corresponde a la mitad de la distancia que recorre el sonido en el aire en ese intervalo de tiempo ( $17 \text{ m} = 340 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ s} / 2$ ).

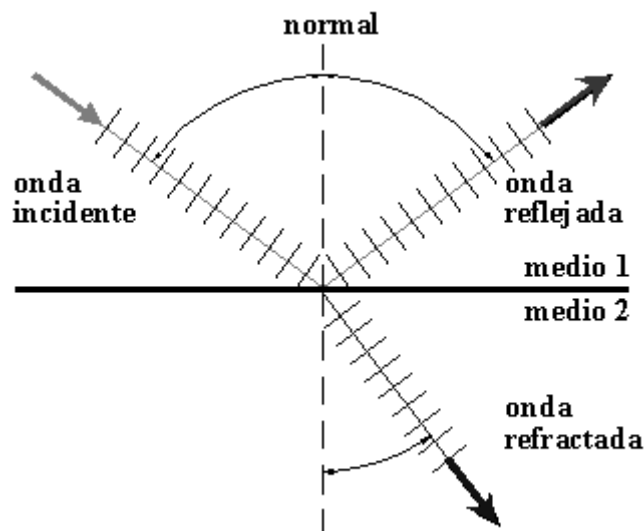
En los espacios cerrados, el sonido una vez generado se refleja sucesivas veces en las paredes, y da lugar a una prolongación por algunos instantes del sonido original. Este fenómeno se denomina reverberación y empeora las condiciones acústicas de una sala, puesto que hace que los sonidos anteriores se entremezclen con los posteriores. Su eliminación se logra recubriendo las paredes de materiales acústicos, (como *MACROPREM*®) que absorben las ondas sonoras e impiden la reflexión.

### *Refracción*

El fenómeno de la refracción supone un cambio en la velocidad de propagación de la onda, cambio asociado al paso de un medio a otro de diferente naturaleza o de diferentes propiedades. Este cambio de velocidad da lugar a un cambio en la dirección del movimiento ondulatorio. Como consecuencia, la onda refractada se desvía un cierto ángulo respecto de la incidente.

La refracción se presenta con cierta frecuencia debido a que los medios no son perfectamente homogéneos, sino que sus propiedades y, por lo tanto, la velocidad de propagación de las ondas en ellos, cambian de un punto a otro. La propagación del sonido en el aire sufre refracciones, dado que su temperatura no es uniforme. En un día soleado las capas de aire próximas a la superficie terrestre están más calientes que las altas y la velocidad del sonido, que aumenta con la temperatura, es mayor en las capas bajas que en las altas. Ello da lugar a que el sonido, como consecuencia de la refracción, se desvía hacia arriba. En esta situación la comunicación entre dos personas suficientemente separadas se vería dificultada. El fenómeno contrario ocurre durante las noches, ya que la tierra se enfría más rápidamente que el aire.

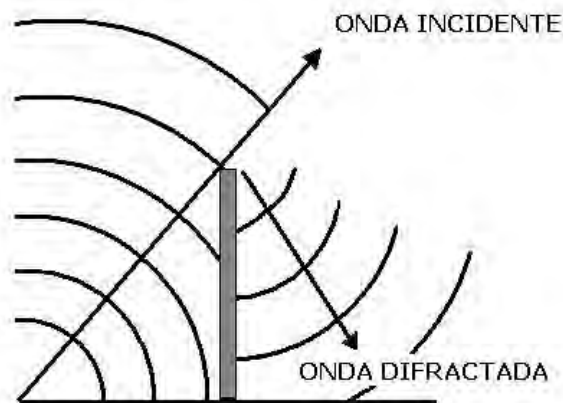
En la siguiente imagen comparamos gráficamente una onda reflejada y una onda refractada.



## Difracción

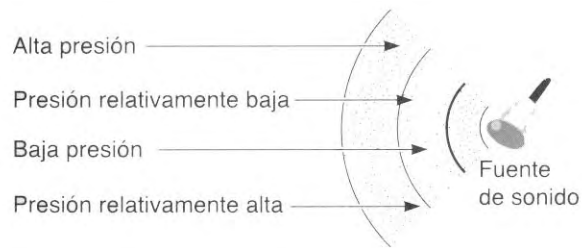
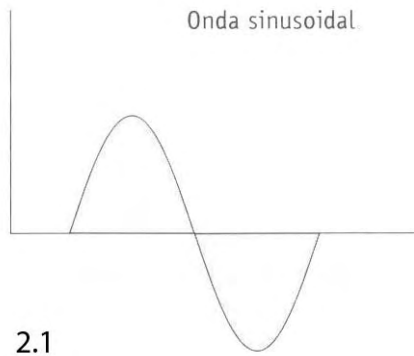
Las ondas son capaces de traspasar orificios y bordear obstáculos interpuestos en su camino. Así, cuando una fuente de ondas alcanza una placa con un orificio o rendija central, cada punto de la porción del frente de ondas limitado por la rendija se convierte en foco emisor de ondas secundarias todas de idéntica frecuencia. Los focos secundarios que corresponden a los extremos de la abertura generan ondas que son las responsables de que el haz se abra tras la rendija y bordeee sus esquinas. En los puntos intermedios se producen superposiciones de las ondas secundarias que dan lugar a zonas de intensidad máxima y de intensidad mínima típicas de los fenómenos de interferencias.

Ambos fenómenos que caracterizan la difracción de las ondas dependen de la relación existente entre el tamaño de la rendija o del obstáculo y la longitud de onda. Así, una rendija cuya anchura sea del orden de la longitud de la onda considerada, será completamente bordeada por la onda incidente y, además, el patrón de interferencias se reducirá a una zona de máxima amplitud idéntica a un foco. En seguida vemos la representación gráfica de una onda difractada.



## 2.2 Características del sonido

Un sonido de tono puro se representa como una onda sinusoidal (fig 2.1), tal figura es uno de los símbolos más reconocidos dentro del mundo del sonido, del audio y de la radio, y también uno de los menos comprendidos. Una onda sinusoidal es una representación gráfica de las refracciones y compresiones de las moléculas de aire. Si fuésemos a identificar la densidad de moléculas de una onda, encontraríamos un área amplia, luego un área un poco más delgada y luego un área amplia otra vez, y así sucesivamente. Tal patrón nos daría el aspecto de la figura 2.2, el cual sólo es una gráfica, no una imagen de él. De tal forma, la onda sinusoidal sólo representa sonido, no ondas sinusoidales emanadas de una fuente sonora y se utiliza para analizar varios elementos de él.



2.2 Medición de compresiones y rarefacciones.

Para introducirnos en las características del sonido tomaremos como modelo el menos complejo de ellos: el sonido de un diapasón. Este instrumento genera un sonido limpio (en el sentido de simple) a diferencia de los sonidos que están formados por vibraciones muy complejas (música o voz).

Entre las características del sonido se consideran:

- La Velocidad
- El Ciclo
- La Frecuencia.
- La Amplitud
- El Tono
- El Timbre
- La Dinámica
- El Ancho de banda
- El Ruido

Comencemos con la descripción y características de cada uno de ellos:

### La Velocidad

El sonido no se transmite sólo en el aire, sino en cualquier otro material, sea gas, líquido o sólido, pero no se puede propagar en el vacío.

La velocidad con que se propaga depende del material que sirve como medio de transporte. Cualquier alteración de las propiedades del material, como su temperatura, densidad, etc., hace variar la velocidad de propagación.

Así, la velocidad del sonido en el aire seco a 0°C es de 331 m/s (medición de la Academia de Ciencias de París en 1882); por cada elevación de un grado de temperatura, la velocidad del sonido en el aire aumenta en 0,62 m/s. En el agua de mar a 8°C la velocidad del sonido es de 1435 m/s. (Mediciones de Colladon y Sturm en 1827). Mientras que en los sólidos la velocidad es del orden de los Km./s. Por ejemplo la velocidad en el acero es de 5 Km/s. (kilómetros por segundo)

## El Ciclo

Cada vez que una onda recorre su patrón y regresa al punto de inicio, se dice que ha completado su ciclo, una rotación completa de 360 grados. Al tiempo que requiere una onda para realizar un ciclo completo se le llama intervalo.

Un ciclo se mide tomando como punto de partida cualquier lugar de él. Aunque una onda sinusoidal rota 360 grados, este ciclo se compone de dos partes llamados intervalo positivo y negativo, y cada uno tiene una longitud de 180 grados.

## La Frecuencia

Término empleado en física para indicar el número de veces que se repite en un segundo cualquier fenómeno periódico. La frecuencia es muy importante en muchas áreas de la física, como la mecánica o el estudio de las ondas de sonido.

La frecuencia se expresa en hercios (Hz); una frecuencia de 1 Hz significa que existe 1 ciclo u oscilación por segundo. La unidad se llama así en honor del físico alemán Heinrich Rudolf Hertz, el primero en demostrar la naturaleza de la propagación de las ondas electromagnéticas. Las unidades como kilohercios (Khz.) —miles de ciclos por segundo—, megahercios (MHz) —millones de ciclos por segundo— y giga hercios (GHz) —miles de millones de ciclos por segundo— se usan para describir fenómenos de alta frecuencia como las ondas de radio.

El oído humano puede escuchar frecuencias entre los 20 y 20,000 Hz aproximadamente, esto depende de la edad y la salud de cada individuo. Por lo general, las personas de mayor edad no escuchan con tanta claridad las frecuencias altas como los jóvenes. El extremo inferior de la escala es un sonido bajo muy profundo; el extremo superior es un gemido tenue apenas audible para el oído humano. Por debajo de 16 Hz se llaman infrasonidos y por encima, ultrasonidos. Los animales tienen un margen auditivo diferente, así, es muy conocido el hecho que los perros pueden sentir frecuencias mucho más altas, dentro del margen de los ultrasonidos.

Un sonido es una combinación de varias ondas (algunas más altas que otras) La frecuencia fundamental, es decir la más importante, de una voz masculina promedio, suele ser de alrededor de 300 Hz. Pero los sonidos consonantes como *t* y *d* son mucho más altos, quizá su rango sea de 1000 Hz. Las consonantes muy altas, con seseo (o sibilantes), como la *s*, pueden estar en el rango de los 4000 Hz. Otros sonidos del lenguaje humano alcanzan los 9000 Hz.

Los de más alta frecuencia son las consonantes, permiten que el habla resulte inteligible. Si cualquiera de los emisores de la cadena de producción de la radio no produce los sonidos altos de las consonantes, el lenguaje humano pierde inteligibilidad. La música que carece de frecuencias altas suena opaca y sucia; las altas frecuencias le dan nitidez y sonoridad. Con la frecuencia se mide el número de vibraciones.

## **La Amplitud**

En términos técnicos, la amplitud es la altura de la onda sinusoidal e indica el volumen del sonido. La amplitud es el grado de movimiento de las moléculas de aire en una onda. Ésta corresponde, en términos musicales, a aquello que llamamos intensidad. Cuanto más grande es la amplitud de la onda, más intensamente golpean las moléculas en el tímpano y más fuerte es el sonido percibido.

La amplitud mínima para que un sonido sea percibido por una persona se llama límite de audición. Cuando la amplitud aumenta, llega un momento en que produce molestias en el tímpano, a eso se le llama límite del dolor.

Para tener una idea de cómo funciona es necesario comprender que por cada 3 dB que se aumenten a un sonido duplicaremos con ello su intensidad. Así, por ejemplo, si un programa de edición muestra un sonido con 70 dB y se le aumenta a 73 dB se habrá duplicado su intensidad; si se aumenta a 76 la intensidad será 4 veces mayor.

La amplitud es lo que podemos regular con los mandos de volumen de los aparatos en la reproducción. Si el volumen (amplitud) es demasiado alto la grabación saldrá deformada. Si, por el contrario, es demasiado baja sólo se grabará ruido.

## **El Tono**

El tono es la cualidad del sonido mediante el cual el oído le asigna un lugar en la escala musical, y permite, por tanto, distinguir entre los graves y los agudos. La magnitud física que está asociada al tono es la frecuencia. Los sonidos percibidos como graves corresponden a frecuencias bajas, mientras que los agudos son debidos a frecuencias altas. Así el sonido más grave de una guitarra corresponde a una frecuencia de 82,4 Hz y el más agudo a 698,5 Hz. Junto con la frecuencia, en la percepción sonora del tono intervienen otros factores de carácter psicológico. Así sucede por lo general que al elevar la intensidad se eleva el tono percibido para frecuencias altas y se baja para las frecuencias bajas. Entre frecuencias comprendidas entre 1000 y 3000 Hz el tono es relativamente independiente de la intensidad. El tono de un sonido aumenta con la frecuencia, pero no en la misma medida.

## **Timbre**

El timbre es la cualidad del sonido que permite distinguir sonidos procedentes de diferentes instrumentos, aun cuando posean igual tono e intensidad. Debido a esta misma cualidad es posible reconocer a una persona por su voz, que resulta característica de cada individuo. El timbre está relacionado con la complejidad de las ondas sonoras que llegan al oído. Pocas veces las ondas sonoras corresponden a sonidos puros, sólo los diapasones generan este tipo de sonidos, que son debidos a una sola frecuencia y representados por una onda armónica.

Los instrumentos musicales, por el contrario, dan lugar a un sonido más rico que resulta de vibraciones complejas. Cada vibración compleja puede considerarse compuesta por una serie de vibraciones armónico simples de una frecuencia y de una amplitud determinadas, cada una de las cuales, si se considerara separadamente, daría lugar a un sonido puro. Esta mezcla de tonos parciales es característica de cada instrumento y define su timbre. Debido a la analogía existente entre el mundo de la luz y el del sonido, al timbre se le denomina también color del tono.

Este fenómeno es debido a que un sonido no está formado sólo de una frecuencia, sino por la suma de otras que son múltiplos de la fundamental. Estas otras frecuencias varían en intensidad y son llamadas armónicos. La proporción e intensidad de estos armónicos son diferentes en cada instrumento y es por ello que podemos diferenciar sus sonidos.

Si a una señal se le añaden armónicos, la forma de onda cambiará pero su frecuencia fundamental permanecerá inalterada. Por lo tanto vemos que el timbre varía en razón de los armónicos mientras que la frecuencia se mantiene. Las amplitudes relativas de cada armónico varían en función de la forma de onda, y es el de mayor amplitud el que se considera fundamental.

## **La Dinámica**

Es la diferencia entre el valor mínimo y máximo que puede tener un sonido. Tiene mucha importancia a la hora de seleccionar un dispositivo de grabación o reproducción. Por ejemplo, cuando se grita muy enfadado esa voz puede alcanzar 40 dB, mientras que cuando se susurra algo al oído se alcanzan aproximadamente 10 dB. Podemos decir con este ejemplo que la dinámica de esa voz es de 30 dB.

Es de gran importancia, y se puede comprobar grabando en un cassette, con el mismo volumen, esas dos situaciones. En el grito se notarán algunas partes del sonido distorsionadas mientras que en voz baja todo, o parte, el sonido es inaudible. Ello se debe a que los dispositivos de grabación no son capaces de seguir correctamente la dinámica de la voz.

## **El Ancho de banda**

El ancho de banda está directamente relacionado con la calidad de los componentes que se utilicen en las grabaciones y ediciones del sonido. Si consideramos que en el proceso de edición se realizan muchos cambios (reproducción, grabación, almacenamiento, más modificaciones y más reproducciones), la calidad final dependerá de la calidad del más malo de los componentes del equipo, y éste suele ser siempre el micrófono puesto que su ancho de banda es el más reducido.

## **El Ruido**

Son sonidos aleatorios que proceden de diversas fuentes y distorsionan o enmascaran el sonido fundamental. Hay que considerar que no sólo es ruido todo aquello que procede del ambiente, también los elementos utilizados en el equipo producen ruido, aunque no se escuchen, (la propia tarjeta de sonido, el micrófono, los altavoces, la misma computadora, etc). Todo este ruido interno se suma al del ambiente y, de no tomar las debidas precauciones, puede provocar un audio indeseable.

El ruido al igual que el sonido se mide también en decibelios (dB) y se hace en comparación con la intensidad del sonido principal. Para que un ruido no sea perceptible sobre el sonido principal debe de haber, entre ambos, una diferencia mínima de 65 dB.

## **2.3 Aspectos del audio digital**

En los ambientes profesionales, el audio digital se ha usado desde hace más de dos décadas. Con el advenimiento del disco compacto en 1983, el audio digital ha pasado a ser común entre los consumidores, y es un hecho que ha significado una mejora de gran magnitud en todos los aspectos referentes a la calidad del sonido y a la señal sin ruidos, sobre los mejores sistemas analógicos que lo precedieron.

El audio digital es un proceso tecnológico donde una señal analógica es convertida en una secuencia continua de números o dígitos (o lo que es igual: a barras o ceros como cualquier computador) conocido como "Código Binario".

Una vez en formato digital, la señal es menos inmune a la degradación causada por ruidos del sistema o defectos en el medio, de almacenamiento o de transmisión, a diferencia de los sistemas analógicos precedentes. La señal de audio digitalizada es fácilmente grabada en una variedad de medios ópticos o magnéticos, en los cuales puede ser almacenada indefinidamente con la calidad original sin pérdidas.



Después la señal digitalizada es reconvertida a una señal analógica mediante la reversión del proceso de digitalización para poder ser escuchada por el oído humano, que es análogo.

En los sistemas de grabación y reproducción digital, cada una de estas funciones es ejecutada por separado. En sistemas de procesamiento de señales de audio digital (donde no se ejecutan funciones de grabación – reproducción), ambos procesos de conversión: analógico a digital y digital a analógico son hechos simultáneamente.

La técnica del audio digital que al principio estaba confinada a la grabación y reproducción de música y de otras señales de audio, no ha hecho más que reemplazar la tecnología analógica precedente, hasta tal punto que los discos de vinil prácticamente dejaron de fabricarse desde principios de los años 90 en los Estados Unidos y en algunos países Europeos. Es posible ya usar técnicas de transmisión digital en ondas de radio.

En la última década del siglo hemos visto a la tecnología del audio digital reemplazar a la analógica en la mayoría de las funciones, tanto del campo profesional como del consumidor común.

El concepto fundamental de los sistemas basados en la codificación de las señales analógicas reside en el tratamiento que se le aplica a la señal procesada. La principal ventaja es que se puede congelar la señal con la ayuda de memorias y someterla cuantas veces queramos a un mismo proceso sin más que reciclarla en la memoria, algo que es muy difícil o casi imposible de implementar en los clásicos sistemas analógicos.

El procesado matemático se basa en los mismos principios de teoría de la señal que los sistemas tradicionales puesto que el objetivo es extraer la esencia de un circuito analógico, hallar las expresiones matemáticas que los representan e implementarlas empleando las técnicas digitales y que, dicho sea de paso, se basan en sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.

### **Descripción del audio digital**

Por audio digital entendemos la grabación (digitalización) de sonido real, ya sea procedente de voces, instrumentos musicales acústicos o electrónicos, grabaciones, etc, en ordenador, en forma de ficheros informáticos.

Esta digitalización, también denominada muestreo (*sampling*), se realiza mediante los denominados “ADC”, o Conversores de Analógico a Digital (*Analog Digital Converter*) circuitos que, a una determinada frecuencia toman “fotografías o muestras” del sonido y convierten una señal analógica al dominio de la matemática binaria (0 y 1).

En este estado las señales serán una sucesión de números que tienen algún sentido, que después son almacenadas en la memoria del ordenador para poder ser manejada con mayor facilidad. Además de poder ser almacenada, es manejada y maniobrada por cuentas matemáticas.

La velocidad con que el ADC tome las muestras se llamará Sample Rate o Frecuencia de Muestreo, y estará expresada en Hertz o Kilohertz (Hz, Khz). 1 Hz será 1 muestra por segundo; 10Khz, 10000 muestras por segundo.

A cada una de esas muestras le asignará un valor correspondiente a la amplitud de ese instante en la señal original (Cuantización).

Nunca hay que olvidar que la señal digitalizada debe ser convertida indudablemente en una señal analógica para poder ser escuchada por nuestros oídos, para esto, necesitamos hacer el proceso inverso al del muestreo: la conversión de digital a analógica, encargada a los circuitos DAC (*Digital Analog Conversor*) que intentan imitar a la señal analógica.

Además de convertir los números almacenados en el ordenador a una señal eléctrica, se debe filtrar ésta para obtener una señal válida. En la calidad de dichos filtros reside la calidad de sonido de una tarjeta de audio, y se obtiene en algunas un nivel de ruido de fondo que las hace inútiles para usuarios exigentes.

Este procedimiento de conversión digital analógico no puede saltarse nunca ya que no tendría ningún sentido para nosotros escuchar una sucesión de números así 010001000111100100101000111001111000.

Cada valor de esos pulsos estará representado en *sistema binario*, esto es, estará conformado por “palabras” (*bytes*) compuestas de ceros y unos (0 y 1, bits).

El sistema binario se basa en que cualquier valor puede ser representable sólo con combinaciones de 0 y 1. Sin entrar en detalles, diremos que este sistema es muy práctico ya que sólo necesitamos dos “estados” para manejar esta información: 0/1; no luz/luz; no voltaje/voltaje; campo magnético/no campo magnético.

Es interesante destacar que las formas digitales del manejo de la información (grabación, procesamiento, etc.) estarán siempre en el medio de la cadena electroacústica, ya que los sonidos naturales, los micrófonos, los parlantes y *nuestro oído* son analógicos.

Al conjunto de procedimientos para el procesamiento de la señal digital se lo suele denominar DSP (*Digital Signal Processing*).

Las Señales Digitales pueden obtenerse mediante:

1. Procedimientos Específicos (Síntesis Digital)
2. Transformando una señal acústica o analógica en una señal digital (*Sampling*, Muestreo).

Como es de suponer, entre los procesos de digitalización y escucha, tenemos acceso a una variada gama de manipulaciones del sonido, que nos permiten obtener resultados imposibles, o, al menos, muy difíciles de realizar por otros métodos, sin necesidad de usar un caro equipo especializado.

### **Comparativa entre audio digital y analógico**

Mucha gente suele pensar que el audio digital es mejor al analógico sin saber siquiera que es cada uno, otras personas un poco más involucradas en el tema opinan todo lo contrario cuando la verdad es que cada uno tiene sus ventajas y desventajas.

En principio el audio como lo conocemos siempre es analógico porque vivimos en un medio que interpretamos analógicamente, hablamos analógicamente y percibimos el habla analógicamente, o sea nada puede ser mejor que la señal original.

El funcionamiento básico de un equipo de audio es convertir una señal acústica que en una señal eléctrica que puede ser transportada y manejada y almacenada, para luego transformarse otra vez en una señal acústica. El audio analógico es difícil de almacenar, en sistemas magnéticos como las cintas del cassette, en cintas abiertas y sistemas mecánicos como los discos de vinil, estos sistemas se degradan con el uso, suelen ser costosos de mantener y difíciles de usar correctamente.

En 1982 *Philips* impuso como alternativa al *Compact Disc* y en pocos años desplazó al disco de vinilo, no por su sonido sino por sus prestaciones (menor tamaño, menos cuidado, más durabilidad, sin soplos ni gorgoteo). Por muchos años el *Compact Disc* estuvo a la vanguardia en el audio digital y se lo tomaba como referencia de la máxima calidad, pero en la actualidad se le ve como un obstáculo. Nuevos sistemas entran en el mercado del audio, sistemas como el SUPER CD desarrollado por *Philips* y *Sony* es el otro soporte prometedor, este sistema posee el cuádruplo de capacidad que un CD normal y por lo tanto, mucha más información, mucho más detallada que la de un CD, además de eliminar problemas de lectura que acarrearaba el antiguo *Compact Disc*, que en su momento no habían sido previstos, como la pérdida de datos, el *JITTER*, etc. Este sistema posee una doble capa una grabada para los reproductores normales de CD y la segunda para ser leída por los reproductores de SUPER CD.

Una de las preguntas más formuladas por los interesados en el audio digital, así como por su producción y afición, hace referencia directa al porqué del audio digital, considerando que comienza por el medio, pasa por los altavoces y termina en el aparato auditivo humano, todo se comporta de una manera analógica.

La respuesta habría que buscarla dentro del concepto de la durabilidad, el tiempo y la precisión. Bajo estas tres características podríamos defender el concepto fundamental y razón de ser de un sistema de audio digital, en seguida la explicación de cada uno de estos tres términos:

*a) La durabilidad*

En primer lugar, la durabilidad de los datos obtenidos de un sistema digital es eterna (son simplemente números), pueden ser almacenados en cualquier dispositivo de almacenamiento, como puede ser un disco duro, una memoria, etc., y pueden ser recuperados a la voluntad del usuario en cualquier momento y cuantas veces quiera.

En cambio, en un sistema analógico los datos se almacenan físicamente sobre un sustrato que es alterable con el paso del tiempo, y también no se puede demorar la reproducción cuando se realiza una difusión en tiempo real.

*b) El tiempo*

En la reproducción de un contenido sonoro hay que prestar un especial interés a los desfases, oscilaciones, etc., que pueden aparecer. El clásico concepto del *wow*, el *flutter*, son imperfecciones de la mecánica empleada para la reproducción sonora, algo que desaparece con la llegada del audio digital. No obstante, esto no es del todo correcto puesto que en su lugar aparecen otra serie de efectos que limitan la calidad de sistema, tales como son el *Jitter*, el efecto del aliasing, etc.

*c) La precisión*

La precisión de un sistema basado en el audio digital es, según los sistemas de medida tradicionales, mucho mayor a la experimentada por los clásicos sistemas de reproducción analógica.

Parámetros como la separación entre los canales izquierdo y derecho, la relación entre la señal y el ruido de fondo, la linealidad de la respuesta en frecuencias y de fase, la relación entre el nivel más bajo y el más alto, son características que pueden trabajarse a detalle en lo digital.

Mírese por donde se mire, y si se emplean las especificaciones de medición tradicionales, el sistema digital es superior al entorno analógico clásico.

A continuación se enlistan una serie de ventajas del audio digital.

- a) Aumento de la Dinámica a 96 dB (en 16 bits) o más. Al aumentar la relación señal-ruido, permite escuchar toda la gama dinámica de una obra musical. En el audiovisual, permite registrar los ruidos y atmósferas sonoras más sutiles de la naturaleza, por ejemplo a la hora de grabar “silencio”.
- b) Reducción de la distorsión armónica (THD - *Total Harmonic Distortion*)
- c) No tiene fluctuaciones de velocidad.
- d) Gran capacidad de almacenaje de información; comparando precios, tamaño y capacidad, con el audio analógico.
- e) La posibilidad de hacer copia de copia sin perder calidad.
- f) La perdurabilidad del original, en el caso de los CDs y otros discos ópticos, ya que no hay contacto físico con el sistema lector; y los materiales son más resistentes al tiempo, la humedad, el calor, etc.
- g) La posibilidad de localización rápida y precisa de un fragmento.
- h) El tamaño cada vez más reducido de los equipos.
- i) Las infinitas ventajas de la Edición No-Lineal, el “deshacer-rehacer”, el “*Copy-Paste*”, etc.

## 2.4 Digitalización

En el proceso de conversión de la forma análoga a la forma digital y viceversa aparecen tres términos matemáticos o lógicos básicos: el muestreo y la resolución o cuantización, a continuación se detallan:

### Frecuencia de muestreo (Muestreo)

La Frecuencia de muestreo se refiere al número de mediciones del sonido digitalizado que se realizan por segundo. Cuanto mayor sea esta frecuencia, más parecido será el resultado obtenido al sonido original.

Sin embargo, si las muestras son relativamente escasas (o infrecuentes) la información entre las muestras se perderá. El teorema de Muestreo o Teorema de *Nyquist* establece que la frecuencia mínima de muestreo debe ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal original, para poder reconstruir la señal original a partir de las muestras. Si  $B$  es el ancho de banda de la señal y  $F_m$  es la frecuencia de muestreo, el teorema puede expresarse del siguiente modo:

$$F_m > 2B$$

Hay que notar que el concepto de ancho de banda no necesariamente es sinónimo del valor de la frecuencia más alta en la señal de interés. Las señales para las cuales esto sí es cierto se les llama señales de banda base, y no todas las señales comparten tal característica (por ejemplo, las ondas de radio en frecuencia modulada).

En términos más sencillos: si el sonido original llega en la zona de los agudos, supongamos 10.000 hertz, debemos muestrear a 20.000 hertz. Dado que el oído humano es capaz de escuchar sonidos en el rango de 20 a 20.000 Hertz, aproximadamente, se ha elegido como frecuencia de muestreo más adecuada, la de 44,1 KHz, es decir, aproximadamente el doble de la frecuencia más aguda que podemos escuchar, que es la tasa de muestreo empleada en los Discos Compactos.

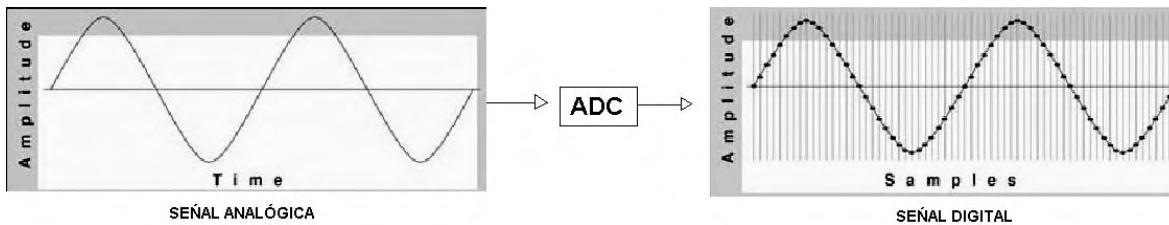
Si deseamos digitalizar sonidos acústicos, no es necesario alcanzar esas frecuencias de muestreo, ya que ni las voces ni los instrumentos acústicos producen frecuencias relevantes por encima de los 10 KHz. Así pues, en estos casos se puede utilizar una frecuencia de 32 KHz, o incluso de 22 KHz. Pero si reducimos la frecuencia de muestreo, podemos apreciar que el sonido es menos nítido, más apagado, porque perdemos frecuencias agudas.

Sin embargo, se observa que no es suficiente que sea mayor que el doble de la máxima frecuencia útil, ya que si hay ruido por encima de ésta podría producirse un tipo de distorsión con frecuencias cuyo muestreo coincide con otras, a esto se le denomina aliasing.

Es decir, según el Teorema de muestreo, si se muestrea con una frecuencia que no cumple la condición de Nyquist, al intentar reconstruir la señal se generan frecuencias que no se estaban presentes originalmente. Supongamos, por ejemplo, que queremos muestrear una señal audible que contenga además un ruido de 35 kHz, si utilizamos la frecuencia normalizada de 44.1 kHz, a pesar de que ese ruido es originalmente inaudible (por ser mayor que el límite superior de 20 kHz del oído humano), al intentar recuperar la señal aparecerá un ruido de 9.1 kHz que es perfectamente audible.

$$\begin{array}{r} 44.1 \text{ kHz} \\ - 35 \text{ kHz} \\ \hline 9.1 \text{ kHz} \end{array}$$

Este tipo de frecuencias que aparecen dentro del espectro útil se denominan frecuencias "alias", y en este caso hay que actuar sobre la señal. Se utiliza un filtro antialias, que suprime todas las frecuencias por encima de la frecuencia de Nyquist; es decir, la mitad de la frecuencia de muestreo  $F_m$ . En el caso del CD, que utiliza una frecuencia de muestreo de 44.1kHz, el filtro antialias debe conservar todas las frecuencias por debajo de 20 kHz y eliminar todas las que están por encima de 22.05 kHz, que es igual a la mitad de 44.1 kHz.



Las frecuencias de muestreo estándares a nivel global son: 11025 Hz, 22050 Hz, 44100 Hz. Con esta última resolución (44.1 kHz) ya se alcanza a muestrear todo el espectro audible humano (de 20 Hz a 20 kHz) y se adoptó como estándar. También se utilizan: 48 kHz, 96 kHz.

Dentro de las distintas técnicas de conversión de señales, el sobremuestreo (*oversampling*) aparece y se ha hecho popular en los últimos años debido a que evita muchos de los inconvenientes encontrados en los métodos convencionales de conversión digital – analógica (en adelante DAC) y analógica – digital (en adelante ADC), especialmente en aquellas aplicaciones que requieren alta resolución de representación a baja frecuencia de las señales.

Los convertidores convencionales tienen dificultades a la hora de ser implementados en tecnología VLSI (*Very Large Scale Integration*). Estas dificultades son a causa de que los métodos convencionales precisan componentes analógicos en sus filtros y circuitos de conversión, que pueden ser muy vulnerables al ruido y a las interferencias; sin embargo estos métodos precisan una velocidad de muestreo mucho menor, la frecuencia de Nyquist de la señal.

## Resolución y cuantización

La resolución hace referencia a la exactitud de las medidas efectuadas en el muestreo. A cada muestra que se toma se le asigna un valor que representará la amplitud de esa muestra, esa asignación es la cuantización. La amplitud total (del máximo positivo al máximo negativo) estará dividida en tantos intervalos o valores, como la resolución en bits lo permita, de acuerdo a la fórmula:  $2^n$ , en donde  $n$  es la cantidad de bits. Si la resolución es de 8 bits tenemos 256 niveles posibles. Si ampliamos a 16 bit, cada medida puede estar en un rango de 0 a 65,535. Como se ve, la precisión en este último caso es mucho mayor.

Como vemos en el siguiente cuadro, cuanto más cantidad de bits (resolución en bits) tengamos, más valores intermedios tendremos.

Cantidad Bits	Valores Posibles
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
16	65,536
24	16,777,216
32	4,294,967,296

Si detallamos y analizamos la digitalización donde se incluya el muestreo y la resolución, comprobamos que todo ello consiste en subdividir el rango útil total de la señal en cierta cantidad de subintervalos numerados y así, asignarle a cada muestra el número de subintervalo en el que se encuentra. Por ejemplo, si el rango de una señal que varía entre 0 y 10 V (Volts) se subdividen en 16 subintervalos, a una muestra de 7.3 V se le asignará un número igual en la parte entera de  $7.3 * 16/10=11.68$ , es decir 11; este proceso es llevado a cabo por un conversor analógico-digital.

Para transformar nuevamente la señal digital en audible se utiliza un conversor digital-analógico, este dispositivo recibe las sucesivas muestras digitalizadas y las transforma en valores de tensión eléctrica mediante un factor de escala. Por ejemplo, si el factor de escala es de 10/16 V, una muestra igual a 11 se transformará en un valor de tensión de  $11*10/16 = 6,875V$ . El valor de tensión que corresponde a cada muestra se mantiene constante hasta que llega la próxima muestra. Resulta así una onda escalonada formada por tramos constantes.

Después de analizar esto ahora se observa que la señal original no coincide con la señal reconstruida, vemos que un valor de señal de 7,3 V se reconstruyó como 6,875V, introduciéndose un error de -0,425V. El error será tanto menor cuanto más pequeños sean los sub-intervalos en que se divide el rango útil de la señal, es decir, cuanto mayor sea la resolución en bits.

La evolución en el tiempo de este error se denomina ruido de digitalización. A este ruido lo percibimos como un hiss parecido al ruido de cinta analógico. Cuanta más resolución en bits tengamos, menor será la amplitud de ese ruido.

La mejor manera de evaluar el ruido de cualquier sistema (incluidos los de audio digital) es a través de la relación señal/ruido (S/R o SNR, *signal to noise ratio*) en decibeles. Para el audio digital, la máxima S/R que puede obtenerse es, aproximadamente, igual a  $6(n)$ , donde n es la resolución en bits. Por ejemplo, un sistema de 16 bits, como disco compacto, admite una S/R de  $6(16) = 96$  dB.



Aunque debido a limitaciones en la parte analógica, la S/R suele ser menor que ese valor, por ejemplo 90 dB.

Su efecto no debería ser importante ya que genera frecuencias por encima del espectro audible. Sin embargo, es conveniente agregar un filtro de suavizado que limite el contenido de frecuencias a lo estrictamente necesario, para evitar la presencia de frecuencias que podrían interferir con otros procesos, y se producirán ruidos audibles.

Al comprobar que la señal/ruido aumenta con el número de bits podría surgir la pregunta ¿por qué no aumentar indefinidamente la cantidad de bits para solucionar el problema? Primero, porque sería impráctico, ya que obligaría a manejar una gran cantidad de información simultáneamente, lo cual implica un elevado costo. De todas maneras, el costo por bit es cada vez menor. Al principio se usaban 8 bits, luego se estableció el estándar de 16 bits para el audio digital comercial. Hoy en día los profesionales trabajan con conversores de hasta 24 bits.

Pero hay otro argumento más. Una resolución de 24 bits implica una relación señal/ruido de 144 dB. Ello significa que si la señal es de 4V (un valor considerado muy alto para una señal de nivel de línea), entonces el ruido de digitalización estará 144 dB por debajo, que son 0,25 microvolts (esto significa que el salto que se produce entre el escalón correspondiente a un valor digital y el escalón que le sigue es de 0,25 microvolts).

Ahora bien, casi todas las salidas de línea tienen una resistencia (impedancia) de salida del orden de 100 ohms. Toda resistencia tiene un ruido eléctrico (de origen térmico) que, calculado para este valor de resistencia, da 0,18 microvolt. Esto significa que con 24 bits estamos prácticamente al límite de lo que puede lograrse con la electrónica analógica. La mayor relación S/R que idealmente podría lograrse con una resolución mayor sería inaprovechable a causa del ruido térmico. Por otra parte, el ruido circuital no es sólo térmico. Los semiconductores en general producen bastante ruido, que son muy raros y costosos los circuitos con relaciones señal/ruido mayores de 120 dB.

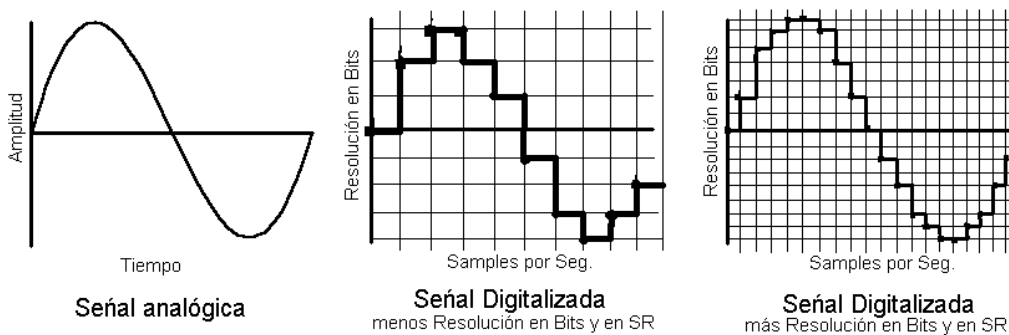
Algunas resoluciones usadas: 8 bit, 16 bit, 24 bit, 32 bit. Se considera que por cada bit de resolución se añaden unos 6 dB a un mínimo de 6, es decir, que 8 bits equivalen a 54 dB, y 16 bit, a unos 96 dB.

Para que tener un punto de referencia, podemos decir que una pletina de cassette alcanza unos 50-60 dB, un reproductor de discos compactos llega a los 90 db, el DVD-A y el SACD su máximo son 120 dB (donde se sitúa el umbral de dolor). Los discos compactos graban la música con una frecuencia de muestreo de 44,1 Khz, y una resolución de 16 bits. Como se puede comprobar, esos parámetros ofrecen una calidad de sonido realmente buena.

Es curioso comprobar como el ojo es más fácil de engañar que el oído: para dar sensación de movimiento, el cine y la televisión usan una frecuencia de entre 24 y 30 fotogramas por segundo, mientras que la música necesita 44.100 muestras por segundo.

La relación señal/ruido necesaria para una buena calidad de reproducción debería ser comparable con el rango dinámico del oído, que como ya vimos en el apartado 2.1, es la diferencia entre el umbral de dolor y el umbral de audición. En el de personas jóvenes con excelente audición, estos umbrales están cerca de 120 dB y 0 dB respectivamente, por lo cual una relación señal/ruido de 120 dB debería ser suficiente para las mayores exigencias. Sin embargo, en general las condiciones de escucha normales no permiten llevar a la práctica esta relación señal/ruido, ya que es muy difícil lograr ambientes con ruido de fondo inferior a 20 dB. Por lo tanto, una relación señal/ruido de 100 dB debería resultar suficiente en la mayor parte de los casos

En la siguiente imagen se muestra la comparativa entre una señal de sonido analógica y dos digitalizadas de distinta resolución.



Como es lógico, depende de la calidad de la grabación. Si se requiere calidad CD, son 5 Mb (Megabytes) por pista y por minuto ( $44.100 \text{ muestras/seg} \times 2 \text{ bytes} \times 60 \text{ seg} = 5.292.000 \text{ bytes}$ , es decir, 5,04 Mb), lo que suma unos 40 Mb para una canción de 4 minutos. Tal cantidad de espacio recomienda usar frecuencias de muestreo más bajas y resolución de 8 bits para aquellos trabajos que no requieran tanta calidad (juegos, enciclopedias, etc.)

Existen sistemas de compresión que almacenan y leen en tiempo real los ficheros de audio, con la ayuda de chips DSP (procesadores de señal), y se consiguen ratios de 1:4 o superiores.

Si deseamos utilizar un sistema de grabación multipista, debemos multiplicar esos 5 Mb por los minutos y por las pistas que vayamos a usar.

TIPOS DE DIGITALIZACIÓN					
Calidad	Muestreo	Bits/muestra	Modo	Tasa de bits	Frecuencia
Teléfono	8 kHz	8	Mono	64 kbps	300-3.400 Hz
Radio AM	11,025 kHz	8	Mono	88 kbps	50-5.000 Hz
Radio FM	22,050 kHz	16	Estéreo	705,6 kbps	50-15.000 Hz
CD	44,1 kHz	16	Estéreo	1411,2 kbps	20-20.000 Hz
DAT	48 kHz	16	Estéreo	1536 kbps	20-20.000 Hz
DVD	96 kHz	24	6 canales	9,6 Mb/s	20Hz a 80 <u>kHz</u>

## Dither

Cuando se digitaliza una señal de muy poca amplitud, los saltos discretos entre escalones sucesivos adquieren una dimensión comparable con la amplitud de la propia señal. Esto implica que la forma de onda sufre una distorsión que resulta ser perfectamente audible y molesta. Es porque además del espectro del sonido propiamente dicho se agregan sus armónicos, que contienen energía concentrada en el espectro en frecuencias discretas. En otras palabras, la energía del ruido de digitalización está concentrada.

Se ha encontrado que si antes del muestreo se agrega una pequeña cantidad de ruido aleatorio, al cabo del proceso de digitalización la señal resultante también tiene la energía correspondiente al ruido de digitalización distribuida, en lugar de concentrada. Desde el punto de vista de la relación señal/ruido, hubo un ligero empeoramiento, pero desde el punto de vista perceptivo, el ruido se ha vuelto mucho más tolerable e imperceptible. Hasta se puede trabajar con la forma de su espectro para hacerlo menos notorio. El ruido agregado se denomina *dither* (en inglés significa una especie de temblor, como al tiritar).

Existen casos donde al realizar un gran trabajo de producción pueden invertirse grandes horas trabajando con valores de 32 bits (por ejemplo), se ha conseguido la mayor calidad de sonido posible, pero por último será quemado en CD. Al aplicar este proceso, se reducirá la resolución y con esto, una reducción de la calidad. El *dithering* va a impedir que esa reducción de calidad sea tan drástica.

Con el *dithering* se añade un ruido blanco a la grabación digital a un volumen imperceptible que se introduce en la grabación y da una mayor sensación de continuidad y cohesión al sonido.

El ruido que agrega el *dithering* apunta a disimular psicoacústicamente los errores que se producen al bajar la resolución. Cuando agregamos ruido cercano al suelo del ruido, al oído le cuesta un poco más darse cuenta de las variaciones de nivel causado por la reducción de información para representar la realidad.

Todo esto actúa y se nota en sonidos sutiles. Se puede usar por ejemplo, para trabajar los *fades* o pasajes demasiado suaves de audio, por ejemplo, en la música clásica.

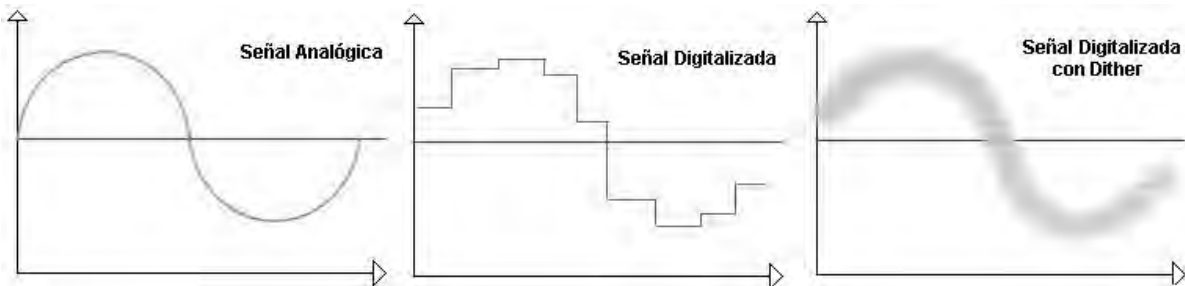
En otras palabras, el proceso de reducir la resolución inevitablemente agrega una señal de error al flujo de bits al eliminar o redondear los bits menos significativos. Esto produce dos tipos de problemas audibles:

1) Cuando la señal de error pierde correlación con el audio original aparece un ruido de fondo que es directamente audible.

2) Cuando el error está correlacionado con la señal, el audio se percibe con distorsiones lineales o no lineales. A niveles bajos de la señal, esto sería un verdadero problema.

Entonces se agrega una señal de ruido apropiada (*dither*) y la señal de error se asimila dentro del espectro de ruido y desaparece la distorsión audible. Una forma simple de *dither* es una señal de ruido blanco con un espectro con valor de pico de 2 LSB ( $\pm 1$  LSB) relativo a los LSB de la resolución menor. (LSB=Less Significant Bit, es el bit que tiene menor valor en comparativa con el resto).

A continuación una comparativa entre señales con y sin *dither*.



En ocasiones se habla de *dither* digital y esto sucede en los procesos de recuantización, por ejemplo, para pasar de 24 bits a 16 bits. Si simplemente se truncaran los 8 bits menos significativos, estaríamos en presencia de algo equivalente a un muestreo y digitalización sin *dither*. En este caso, podría agregarse un *dither* generado analógicamente, pero también es posible agregar uno producido digitalmente en la forma de una sucesión de números pseudoaleatorios (es decir, obtenidos por un algoritmo de cómputo que si bien es determinante aparenta ser aleatorio). Este *dither* se genera con la resolución original (más alta), y luego simplemente se redondea.

## 2.5 Los Decibeles y el audio digital

Otra manera de medir el volumen es hablar de decibeles. Un decibel (dB) es una medida muy compleja. Hay dos cuestiones esenciales sobre decibeles que se deben conocer:

1. Cuanto más alto es el nivel de decibeles, más fuerte será el sonido. De este modo, 20 dB es el volumen de un susurro; 55 dB, el de una conversación en voz alta; 75 dB el del tráfico de la ciudad; 110 dB el de una banda de rock amplificada, y 140 dB el del motor de un jet que despega. Estas medidas se expresan de una manera particular, y se usan las siglas dB SPL (*decibel sound pressure level*: nivel de presión de sonido de decibel).
2. Se considera que un aumento o disminución de 1 a 2 dB es el menor cambio en el nivel de sonido que un oído humano puede percibir. Un aumento de 6 dB es lo que el oído humano percibe como duplicar el volumen de sonido.

La explicación es la siguiente: el oído humano no escucha de forma lineal. Es decir, si un radio suena a un nivel igual a 10 watts de potencia y aumenta la salida a 15 watts (añade 5 watts), no percibirá el aumento como 1.5 veces del volumen original. Como resulta difícil medir el volumen aparente hablando de watts, utilizamos un sistema que mide el sonido en forma geométrica, similar a la manera en que según parece el oído escuchar el sonido. Por tanto, el decibel es una herramienta muy útil para medir aumentos o descensos importantes en el volumen aparente.

En términos de medición de volumen lo que se le llama nivel estándar se basa en una definición científica desarrollada por un grupo de ingenieros. En los primeros días de las radiocomunicaciones, una compañía de telecomunicaciones decidió que la potencia nominal enviada a una línea, debería de ser exactamente de 1 milliwatt. Si un ingeniero ponía un voltímetro en la consola y enviaba una señal de 0.775 volts (la tensión que genera un milliwatt sobre la línea telefónica) llegaría a su destino adecuadamente. Es así como el audio se expresa en decibelios, así que ese nivel fue llamado 0dBm.

Existían dos problemas con este nivel. Primero, el voltímetro distorsionaba la señal y, al añadirse un circuito de aislamiento, se atenuaba la señal en 4dB. Se rediseñaron los vúmetros para ajustar esa señal a +4dBm, quedándose como el estándar para equipamiento profesional.

El segundo problema no fue fácil de resolver. Las señales de prueba son fijas, pero la música y la voz cambian constantemente y hacen que el vúmetro se mueva y no se pueda leer. El medidor tenía que ser ralentizado con un circuito amortiguador. En Estados Unidos, los ingenieros decidieron que la señal de +4dBm se retuviera 300ms antes de que registrara 0 en el medidor. Esto clasificó la forma en que las personas vieran la señal del sonido, y surgió así el estándar de medición VU-METER (medidor de unidades de volumen).

Ahora que existía un estándar, los fabricantes diseñaban sus equipos a 0 VU, con un mínimo de ruido y un nivel de distorsión muy justo (un 3% en una cinta grabada). El nivel por encima de 0 VU fue considerado como distorsión. Es complicado mantener un estándar sobre una grabación en cinta magnética –los niveles magnéticos se alteran con el tiempo junto con las condiciones del grabador- así se normalizó la práctica de grabar un tono de 1KHz a 0 VU (0 dBm) al principio de la cinta. Al reproducir esa cabecera, se ajusta el nivel exacto para que el volumen se reproduzca perfectamente programa a programa.

Las empresas de publicidad ajustan este tono un poco más bajo de 0dBm, así en los intermedios de las programaciones de televisión, al entrar la publicidad, el nivel de sonido será más elevado, y llamará la atención de los espectadores.

La situación se complica cuando el sonido se convierte en unos y ceros. No hay distorsión significativa en un circuito digital bien diseñado, hasta que se llega al número digital más alto posible (determinado por el número de *bits*) Entonces el problema es mayor a causa de que no hay más *bits* para describir la forma de onda. El nivel de señal más alto posible se llama “fondo de escala” y 0dBfs es el nivel más alto que se puede grabar. No existe la distorsión por encima de ese nivel, sencillamente porque no hay nada.

En el mundo digital, todo lo que hay que hacer es grabar o mezclar al nivel máximo de pico de 0dBfs (o aplicar la normalización, la cual mantiene la media numérica) considerando que otro equipo digital manejará esa señal correctamente. La música y la voz estarán significativamente por debajo del nivel de pico, y es un nivel de ruido insignificante en los equipos digitales.

Muchas producciones se realizan en analógico y necesitan una señal de calibración que las traslade al mundo digital. Hay que recordar que en analógico existe una cabecera a 0 VU, pero en digital no; y en analógico el ruido está por los 40dB o 50dB por debajo de 0 VU, mientras que en digital el ruido ronda los -96dBfs, en un sistema de 16-bit.

La situación se dificulta porque los vúmetros calibrados son demasiado caros para ponerlos en las grabadoras. Es por ello que los fabricantes usan voltímetros baratos sin constantes de calibración o amortiguación. O usan medidores de LED sin relación alguna con el cero nominal.

## **Medición del volumen**

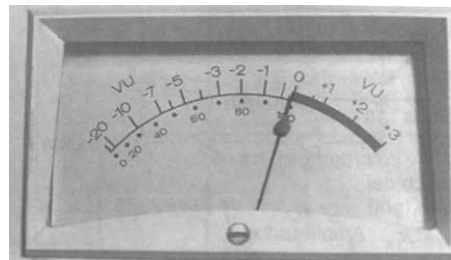
Debido a que el volumen “correcto” es un concepto muy subjetivo, ¿cómo saber cuál es el nivel correcto? El indicador de volumen, conocido como vúmetro, o medidor de unidades de volumen, proporciona una representación visual objetiva de la sonoridad. Es una pieza muy importante en las consolas y

dispositivos de entrada, y poder leerlo de una manera apropiada es fundamental en cada fase de la producción y edición de audio.



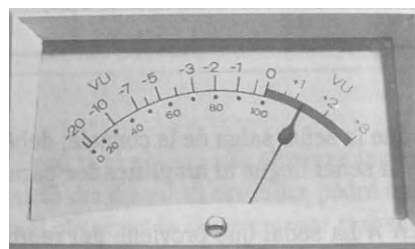
**Vúmetro o medidor de volumen**

En esencia, el aspecto más importante de la lectura de un vúmetro es saber que cero en la escala superior es la referencia para volumen apropiado.



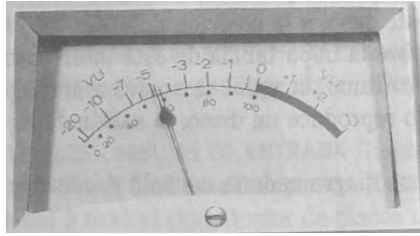
**Volumen apropiado**

Una lectura de volumen de +1 significa que la señal se está reproduciendo a un volumen muy alto; si se eleva demasiado, la señal se distorsionará. A una lectura superior a cero se le denomina “en rojo” porque la parte de la escala superior a 0 está coloreada de rojo. Una lectura de +2 indica que las cosas empeoran y +3 colocará la aguja en el extremo derecho, lo que se conoce como “desbordar el indicador”, y esto puede provocar una distorsión grave.



**Volumen saturado**

Por otra parte, una lectura demasiado baja producirá un nivel muy bajo y demasiado ruido. El ruido siempre se encuentra presente en estos componentes eléctricos y es mucho más notorio cuando no hay suficiente volumen de señal; a esto se le conoce como una relación señal-ruido inaceptable, cuanto mayor sea la relación señal-ruido, mejor. Si hay una lectura constante inferior a  $-3$  o aproximada se dice que se está reproduciendo “con hiss”



**Volumen bajo**

También se puede leer el vúmetro atendiendo la escala inferior; que indica el porcentaje de modulación. La modulación es la marca de sonido en una señal radial, y lo ideal es 10 por ciento. La modulación es una medida porcentual del voltaje que pasa por la consola hacia un transmisor o un dispositivo de grabación. Si 100 por ciento representa el voltaje máximo permitido, la fluctuación del vúmetro puede comparar la marca de sonido de nuestra fuente con la del nivel máximo deseado.

Hay que considerar que 100 por ciento corresponde a 0 unidades de volumen, que también es lectura ideal. Demasiada modulación da como resultado una señal sobre-modulada y distorsionada; muy poca modulación causa problemas con la relación señal-ruido y hace que la señal suene turbia. En cualquier escala utilizada, la principal tarea es mantener la aguja del vúmetro indicando entre los puntos marcados como 0 o 100. Los picos ocasionales en la zona roja son aceptables, siempre y cuando no afecten la nitidez del sonido.

Cabe mencionar que las unidades de volumen en la escala de 0 con valores positivos y negativos corresponden a decibeles. La gente suele preguntarse por qué el vúmetro utiliza 0 dB para representar la más fuerte modulación de sonido que podríamos transmitir cuando el sentido común sugiere que cuanto más fuerte sea un sonido, mayor será la lectura de dB. En realidad, resultaría muy confuso tener una escala de vúmetro señalizada, por decir, de 60 a 120 dB. Por tanto, se ha fijado a 0 UV como el estándar para igualar un nivel de sonido relativo que impulsará nuestro trasmisor de dispositivos de grabación a sus salidas máximas permisibles. De esta manera, no tenemos que trabajar con grandes números de dB. Cabe recordar que la lectura 0 dB es relativa. Una lectura de -1 significa que su entrada es 1 dB menor que el nivel óptimo.

## **2.6 Tarjetas de audio**

Estos dispositivos son tarjetas de expansión que permite a las computadoras manejar sonido, también se les conoce como tarjeta de audio o sonido. Esta tarjeta hace posible reproducir sonido por medio de las bocinas conectadas o grabar sonidos provenientes del exterior mediante un software de edición.

Existen tarjetas internas y externas que tienen puertos en los que se conectan altavoces, micrófonos u otros dispositivos externos como casseteras,



mezcladoras, tornamesas, etc. En los PC de bajo costo, a veces la tarjeta de sonido es reemplazada por un chip de sonido integrado en la tarjeta madre; eso reduce el precio del computador, pero la calidad es aceptable.

Hasta hace poco, la mayoría de las tarjetas de sonido se conectaban en la ranura *ISA* (ranura que permiten conectar tarjetas de expansión que dotan al PC de ciertas capacidades), ya que no necesitaban una gran capacidad de transmisión de datos. Pero a medida que a esas tarjetas se le incluyeron más funciones, se hizo necesaria mayor capacidad, por ello, las tarjetas actuales son para ranura *PCI*, *USB* o *Firewire*.

Las tarjetas de audio profesional implementan entradas / salidas de audio con una calidad profesional (más de 90dB) e incorporan uno o varios chips DSP (*Digital Signal Processor*). Una de las ventajas de estas tarjetas es su potencia para el procesamiento de audio. Esta característica es aprovechada en mayor o menor medida por el *driver* o controlador. No debemos olvidar que las tarjetas de audio profesional son realmente una combinación de hardware y software, y es el *driver* una pieza fundamental. De la calidad de dicho *driver* dependerán aspectos tan importantes como la fiabilidad, estabilidad y aprovechamiento del chip DSP.

Decidir qué tarjeta de audio es la más adecuada no es fácil, puesto que el término "adecuada" depende de las necesidades de cada uno. No suele ser la solución adquirir la más sofisticada o la que ofrece el listado de prestaciones más extenso. Existen tarjetas básicas y sencillas incluidas en las computadoras y que sirven para utilidades primordiales; por otra parte las tarjetas profesionales son todas aquellas que sirven sólo para uso profesional, en otras palabras, han sido diseñadas para la grabación, edición y mezcla de audio digital (esto último es fundamental).

### **Características**

Existen tarjetas que tienen un chip DSP que libera al ordenador de la transferencia de datos entre el disco duro, nuestro oído y viceversa. Algunas ofrecen efectos a tiempo real (reverberaciones, retardos, dinámicas, etc.) que ellas mismas calculan sin que el ordenador intervenga en el proceso. La calidad de todas ellas es muy similar. Si nos guiamos sólo por las mediciones de sus características, las diferencias son realmente ínfimas.

Podemos afirmar, en consecuencia, que todas ellas sirven perfectamente para lo que han sido diseñadas. Y esto es muy importante. No es la primera vez que alguien desarrolla una tarjeta para escuchar la música de los juegos y ésta se convierte como una solución de audio profesional, y se dice que es a 16 o 24 bits.

## Convertidores ADC/DAC

Como ya se revisó en el punto 2.2, las computadoras sólo trabajan con datos digitales (concretamente binarios, 0's y 1's), por lo que cuando se conectan altavoces a la tarjeta de sonido, existe un convertidor que transforma esos datos digitales en analógicos para que el altavoz los entienda. De eso se encarga el DAC (Convertidor Digital-Analógico).

Y en sentido contrario se utilizan los convertidores DAC, para obtener los sonidos grabados y poderlos codificar nosotros mismos como ondas sonoras a través de los altavoces, ello después de haber sido almacenados en unidades de almacenamiento y procesados dentro de la computadora.

Cuando se necesite reproducir un sonido y tratarlo al mismo tiempo con una fuente externa y volver a grabarlo, o simplemente reproducir y grabar al mismo tiempo existe una característica que se conoce como *fullduplex* y debe estar presente en cualquier tarjeta de sonido. Para ello, los dos conversores ADC-DAC deben trabajar de forma separada.

## Canales, altavoces y sonido 3D

Se puede explicar el concepto de canal o pista de forma sencilla como una pista de sonido diferente para cada altavoz en la que estarán grabados los datos que debe reproducir, para que no le lleguen datos de otros altavoces. Así cada altavoz reproducirá el sonido que le corresponde, y se logra el tan deseado realismo.

Cuando apareció la entonces revolucionaria ADLIB en 1987 (el primer estándar para tarjetas de sonido agregables en PC's), era capaz de reproducir el sonido por 1 canal, o sea, hablamos de sonido monoaural en su sentido más estricto. Cuando escuchamos el sonido estéreo, nos llega mediante 2 canales, el izquierdo y el derecho, y mejora mucho el realismo del sonido.

Pero llegó un momento en que esto pareció ser poco, y surgió el sonido 3D; que intenta resaltar el sonido no solo en dos posiciones, sino rodearnos de él. Y compañías como *Dolby Surround*, AC-3, A3D, THX, *DirectSound3D* se encuentran entre las involucradas de ello.

En algunas tarjetas de sonido se advierte que son capaces de producir sonido 3D con tan sólo 2 altavoces. Estos sistemas, más bien generan un "sonido extraño", debido a que combinan los 2 canales del estéreo para provocar sensación de profundidad en sonido, pero nunca será sonido "envolvente".

Últimamente, además de los 2 altavoces tradicionales, los vendedores ofrecen un *Subwoofer*. Este altavoz se utiliza principalmente para la reproducción de los sonidos más graves, pero se trabajará solamente con 2 canales.

Otros utilizan 4 altavoces, en tarjetas de sonido cuadrofónicas. Éstas tienen 2 salidas estéreo, para 2 pares de altavoces (un total de 4). La calidad obtenida es bastante buena, ya que, además de los 4 altavoces que hacen que se perciba el sonido desde cualquier dirección, las tarjetas más modernas incorporan software que permite la calibración de la posición del escucha con respecto a los altavoces, ajustando automáticamente el volumen para que el sonido se "centre" en nuestra cabeza (aunque suene muy complicado, ello es sencillo: si un altavoz está más lejos del escucha que el otro y por los 2 se emite el mismo volumen, el sonido se percibirá desplazado, el reto será ajustar el volumen de cada altavoz para escuchar el sonido lo más centrado posible).

Sistemas más avanzados, aportan al igual que ocurría con los sistemas de 2 altavoces, un *subwoofer* junto con los 4 altavoces, obteniendo un mayor realismo en el sonido envolvente. Ya existen diversas soluciones que por un precio económico proporcionan sonido cuadrafónico con cuatro altavoces y un *subwoofer*.

Para soportar el sonido ambiental existen, entre los más conocidos, formatos como *Direct Sound*, *Direct Sound 3D* (a partir de *DirectX 6*), *Aureal A3D 1.0* o *2.0*, *Dolby Surround Prologic* o *Dolby Digital*.

Cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. *Direct Sound 3D* es muy utilizado en juegos en entornos Windows, por lo que su soporte es casi imprescindible para poder disfrutar de los mejores títulos de última generación en todo su esplendor. *Aureal A3D* ha sido una API propietaria que en un principio se utilizaba porque *Direct Sound* no soportaba sonido ambiental todo lo bien que debería, sin embargo, con el nuevos *Direct Sound 3D*, no debería ser necesario.

Al hablar de tarjetas de sonido, el término "latencia" se refiere al tiempo de retardo transcurrido entre algo que es iniciado y el momento en que es aplicado un efecto. Esta palabra proviene del hecho que durante el periodo de latencia, el efecto o efectos están latentes o presentes, significativamente potenciales para ser aplicados.

## **2.7 Software de edición de audio digital**

Escoger cuál software es el mejor para cada necesidad es primordial. Hay que considerar que el software que se escoja será el "compañero" o "socio" en el trabajo de la producción. Se utilizará para crear, editar, componer y si el usuario no se llega a adaptar posiblemente la elección haya sido un fracaso. Básicamente se usan seis mejores editores de audio digital y secuenciadores MIDI: *ProTools*, *Digital Performance*, *Soundtrack*, *Logic*, *Reason* y *Cubase SX* y representan la cumbre, lo mejor de seis estilos distintos en cuanto a concepción de audio digital y secuenciador MIDI; son los programas más conocidos y sobre todo los que más se usan actualmente. Estos programas ofrecen versiones reducidas y es posible ampliar el programa hasta llegar a la versión más potente.

Para escoger el mejor editor de audio digital y secuenciador MIDI es necesario comprender lo siguiente:

a) No siempre el más completo es el mejor. Hay veces que se pueden necesitar una serie de utilidades y el programa es posible que ofrezca tantas que uno se confunda y se sienta perdido.

b) Que funcione bien. Si sólo se necesitan unas características muy concretas, lo recomendable es buscar un programa que permita usar fácil y con mejores resultados estas utilidades. Es absurdo pensar en efectos digitales a 32 *bits* si sólo se requiere componer utilizando MIDI o una salida en CD.

c) Es recomendable asistir a exposiciones y demostraciones de nuevos productos. Es necesario disponer de una mínima base de conocimientos ya que puede ocurrir que por mucho que se vea, no se comprenda lo que se expone. Otra posibilidad es usar un estudio virtual integrado, que es un secuenciador que incluye todo lo necesario de forma virtual, por ejemplo sintetizadores y *samplers* además de efectos. Como el *Reason* o *Project 5*. En este caso, se aplican los mismos principios que con los secuenciadores, aunque no se necesitará usar sintetizadores y *samplers* por hardware externos vía MIDI ya que éstos ya se incluyen en el programa.

### **Editor de audio digital**

Esta categoría incluye todas las aplicaciones que permiten grabar, importar, exportar y manipular el audio digital de forma extensa sin incluir funciones de mezcla y producción musical. Es decir, estos programas no admiten la capacidad de reproducir múltiples pistas o archivos de forma simultánea.

Estos programas permiten abrir la mayoría de los formatos de audio, aunque cada plataforma de computadoras tiene sus formatos estándares, en el caso de la PC utilizan comúnmente "wav", "aiff" o "mp3"; mientras que las MAC son comunes el "aiff" o "sndII", además de poder importar archivos de CD.

Ambos sistemas ofrecen funciones básicas como "copiar", "pegar", "cortar" y debido a que sus funciones son destructivas; es decir, alteran los datos originalmente grabados, ofrecen historial de procesos "*Undo*" (Deshacer) con lo que se puede recuperar las distintas versiones del audio. Gran parte de la edición de los editores de audio se basa en procesos utilizados en el proceso de masterización; es decir, la creación del archivo master final.

Entre los programas más comunes están:

- 
- *Sound Forge* (PC)
- *Wavelab* (PC)
- *Peak* (Mac)

- *Spark* (Mac)

## Multipistas de audio digital

Los *multitracks* o multipistas de audio son aquellas aplicaciones que permiten grabar, manipular y sobretodo mezclar audio digital entre más de dos archivos utilizando más de dos canales. Estos programas pueden reproducir varios archivos de audio de forma simultánea; es decir, al mismo tiempo en forma de pistas. Por esta razón, los archivos de audio deben poseer el mismo formato (mismos kHz y bits) aunque existe un grupo de programas muy selecto que realiza una conversión de archivo a tiempo real en el caso de que los archivos posean un formato distinto.

En las pistas el audio se dispone en forma de regiones, elementos o clips de audio, que son una representación virtual de un fragmento del audio del disco duro. En comparativa con el audio analógico es posible repetir de forma muy sencilla y rápida estos fragmentos, aplicarles curvas de volumen y reordenar el acomodo de los elementos mediante la reestructuración de los mismos. Las pistas están asociadas a un mezclador que permite la producción de audio y mezclas. Cada pista posee un canal en dicho mezclador en el que se puede ajustar el volumen, paneo, ecualización, insertar efectos (*plug-ins* en distintos formatos) etc.

Para un mejor trabajo estos multipistas de audio requieren una tarjeta de audio profesional que aparte de dar buena calidad de audio posea un chip DSP que acelere la gestión y transmisión del audio y libere al ordenador de esta tarea. Estas tarjetas suelen incluir un tipo de *drivers* (controladores por software del hardware) muy especial con tiempos de latencia (tiempo de respuesta de las órdenes de audio) muy bajos. Existen *drivers* tipo ASIO (de Steinberg, código abierto), EASI (de *Emagic*, muy similar a ASIO), DAE (de *Digidesign*, un "*super-driver*" que incluye todo el manejo del motor DSP de *ProTools*) y E-WDM (de *Ego-Sys*, un formato que mejora el nuevo WDM o *Windows Model Driver* de *Microsoft*).

Estos *drivers* deben ser proporcionados por los fabricantes de las tarjetas de audio profesionales, y el más común es el formato ASIO (ASIO 2.0 en la actualidad). Los *drivers* multimedia normales (insuficientes en el mundo de los multipistas y secuenciadores MIDI) son los llamados MME o *Microsoft Multimedia Extensions* y *Direct X*.

Los multipistas de audio incluyen una breve edición de audio, es decir, algunas funciones propias de un editor de audio que suelen ser destructivas. No poseen, sin embargo, funciones de importación / exportación de muestras vía MIDI o SCSI, herramientas de análisis o listas de reproducción (para eso ya tiene las propias pistas de audio, cada pista es en realidad una lista de reproducción). Las funciones de procesado de volumen, dinámica y efectos se calculan de forma independiente por cada pista aunque la mesa virtual suele incluir sub-buses, envíos y retornos de efectos tanto internos (por software) como externos

(utilizando las entradas y salidas de la tarjeta, para lo cual ésta debe poseer múltiples entradas y salidas de audio).

Los multipistas más comunes en el mercado profesional son:

- 
- *Nuendo*
- *ProTools*
- *SoundScape*
- *Adobe Audition*
- *Soundtrack*
- 

### **Secuenciador MIDI**

Si un software multipistas de audio es una aplicación exigente con la potencia del ordenador, el secuenciador requiere más recursos. Esto es en parte porque un secuenciador MIDI / audio debe poseer la funcionalidad de un multipistas de audio además de la funcionalidad de todo un secuenciador MIDI.

Los datos MIDI son mucho más pequeños que los datos de audio, es decir, es mucho más exigente el cálculo de una reverberación a tiempo real que no una cuantización o transposición MIDI a tiempo real por ejemplo. El problema real es la estabilidad de la sincronización entre el audio digital y el MIDI, dos mundos muy distintos. Basta recordar que un segundo de audio se divide en 44100 muestras mientras que la resolución de un secuenciador es mucho menor. Un secuenciador requiere una buena tarjeta de audio, al igual que el multipista de audio digital, pero además requiere un buen interface MIDI que ayude al ordenador en la gestión y transmisión de datos MIDI. Se utilizan los mismos tipos de *drivers* que en los multipistas de audio, ya que la exigencia de rendimiento es la misma o superior.

Entre estos programas están:

- *Cubase VST*
- *Logic Audio*
- *Sonar*
- *ProTools*

## 2.8 Monitoreo

Una instalación de equipo para la producción audio moderna ha de ser capaz de reproducir sesiones en una gran cantidad de formatos distintos. El cambio de sonido mono y estéreo a multicanal ha dado lugar a muchos problemas, tanto en la conversión de las instalaciones de producción existentes al formato multicanal como en las nuevas instalaciones.

Los formatos de audio que una instalación de producción moderna ha de manejar incluyen hoy en día

- Mono, estéreo
- Formato de matriz de cuatro canales
- Cinco canales (sistemas 5.0)
- Cinco canales con un canal de realce de bajas frecuencias aparte (sistemas 5.1)
- Formatos multicanal avanzados como 6.1, 7.1 y más

### Interacción entre monitores y estudios

La colocación de bocinas en una habitación cuando ésta no está diseñada específicamente para ser una cabina de grabación o sencillamente como un cuarto para escuchar música, puede ser una labor profunda y que puede tomarnos semanas enteras en encontrar la posición correcta de las bocinas.

Como primera recomendación es evaluar el sistema de bocinas. Hoy en día resulta subjetiva la idea de que existe una bocina perfecta. Cada fabricante de todas las partes del mundo, tratan de vender sus bocinas como un objeto de alto desempeño y características únicas dentro del mercado. Los elementos de una bocina pueden ser perecederos debido a factores como humedad, maltrato infringido por excesos de energía (volumen) o simplemente un mal cableado. Las bocinas para el ingeniero de grabación o para el productor pueden ser el eslabón más delicado en la cadena de todo el equipo con el que se trabaja.

Sencillamente, la mejor bocina dentro del estudio de grabación, mezcla o masterización será la que pruebe claramente su desempeño y brinde al escucha un buen balance tonal y de espacio o dimensión. No importa la marca, el modelo o el precio. Los monitores de audio cuando son nuevos necesitan de un proceso conocido como quemado y que durante un período entre cien y doscientas horas permitirá que sus elementos como cableado interno (moléculas) y la misma bocina se vayan ligeramente suavizando. Esto sucede prácticamente con todas las bocinas, amplificadores de audio o bien micrófonos.

Una vez que se cuente con estas bocinas, sean pasivas o activas, se determinará en qué lugar del estudio o la habitación se colocarán. Es común encontrar en los estudios de grabación que las bocinas se ubiquen sobre el *meter bridge* o base superior de la consola. Esta técnica puede tener ventajas y

desventajas. Al estar situada dentro de este campo cercano, creará un efecto de filtro de peine (*comb filter*) entre la consola y el escucha debido a las reflexiones tempranas que se crearán sobre la consola.

Cabe señalar que cuando estas bocinas se diseñaron y probaron, la intención fue de postrarlas sobre bases lo suficientemente robustas para que la energía física que producen, se queden en la bocina y no se transmita físicamente al piso o al mencionado *meter bridge*. Otro punto importante será que el destinatario de la música que estemos produciendo difícilmente la reproducirá sobre otra consola.

Es importante que las bocinas se coloquen sobre bases (*stand free*). La masa es elemental en estas bases construidas en metal. La base superior en donde descansarán las bocinas deberá ser plana y su superficie debe ser lo más cercana a la base inferior de la bocina para repartir uniformemente el peso de la misma. La altura dependerá de la orientación de la bocina, ya sea vertical u horizontal, y quedará el *tweeter* a la altura de nuestros oídos.

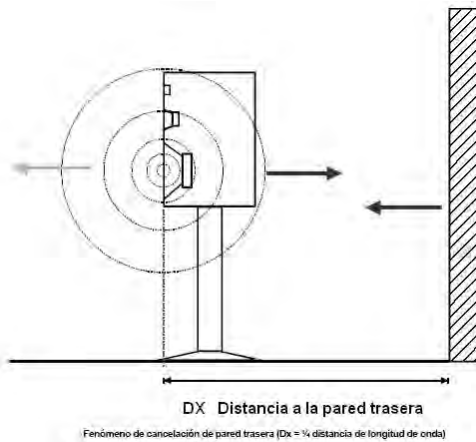
Entre este elemento y nuestra posición no debe de existir obstáculo alguno a fin de evitar las reflexiones. El poste puede ser hueco y rellenarse para darle mayor peso. La base inferior puede ser una superficie rectangular y es donde descansará el poste. El contacto de la parte inferior de nuestra base con el piso utilizando *spikes* con rosca de tornillo, esto permitirá balancear toda la base en cada punto.

## **Espacio de radiación en una sala**

Probablemente la mayoría de los problemas audibles en la monitorización se deben a los efectos de la sala sobre el sonido radiado por el monitor. Por tanto, la ubicación del monitor en una sala es fundamental. Dado que un monitor y su *subwoofer* irradian longitudes de onda muy largas a bajas frecuencias, los distintos efectos de cancelación y ondas estacionarias en la sala afectarán al rendimiento del monitor/*subwoofer*.

Ya que el espacio tiene un efecto fuerte sobre la radiación, es importante entender las condiciones. El espacio de radiación está normalmente caracterizado por una estimación aproximada del ángulo sólido (parte de una esfera) al que irradia el altavoz (Figura siguiente). Conforme se da señal al monitor/*subwoofer*, este crea un cierto flujo de volumen, que se difunde de forma natural en todas las direcciones. Conforme limitamos el espacio visto por el altavoz manteniendo a la vez igual la potencia total, la densidad de energía (intensidad) en el espacio de radiación limitado aumenta. Por tanto, *el reducir el espacio de radiación hace que aumente el Nivel de Presión del Sonido (SPL)*. Cada vez que se divide por dos el espacio de radiación se duplica el SPL.





Respecto a la colocación habitual de un monitor/*subwoofer*, debemos resaltar que:

- Contra un límite sólido, que es grande en comparación con la longitud de onda, el espacio de radiación es  $2\pi$ , y la ganancia de amplitud teórica es +6dB a bajas frecuencias. Esto normalmente se aplica a montajes enrasados.
- Un *subwoofer* se coloca normalmente en el suelo y contra una pared, por tanto hay dos límites y la radiación es ahora en un ángulo sólido de  $\pi$ , y la ganancia de amplitud +12dB.
- Si un monitor o un *subwoofer* se colocan en un rincón, en el suelo, el espacio de radiación se vuelve a dividir de nuevo por dos y la amplitud es entonces +18dB.

Es esencial recalcar que en este contexto, las palabras como “grande”, “cerca”, etc. siempre se refieren a la longitud de onda. “Grande” por ejemplo en comparación con 10m (34Hz) no es lo mismo que “grande” comparado con 3.4 m (100Hz) o 3.4 cm (10KHz). Esto quiere decir que cuando un altavoz está colocado “lejos” de los límites a, digamos, 150Hz, probablemente esté muy “cerca” a 30Hz.

El espacio de radiación depende de la frecuencia y por tanto es importante poder corregir la respuesta del monitor/*subwoofer* para que el rendimiento acústico final permanezca lo más plano posible.

### Cancelación de la pared trasera

El mecanismo de cancelación es muy simple. Cuando dos señales idénticas están en antifase (180 grados fuera de fase), se cancelan entre sí. Si el altavoz está a un cuarto de longitud de onda de una pared reflexiva, la onda reflejada llega de nuevo al altavoz en antifase (diferencia de fase de un semiciclo) con lo que cancela la señal original a esa frecuencia. Lo completa que sea esa cancelación depende de la distancia y del coeficiente de reflexión de la pared (mayor distancia significa que la amplitud de la señal reflejada es menor y por tanto la cancelación no es completa).

En la vida real la profundidad y anchura del *huevo de cancelación* varía según el nivel de reflexión, pero en la mayoría de casos es audible. Ninguna ecualización arregla la situación ya que se origina por interferencias, por lo que si añade amplitud a la frecuencia anulada también aumentará la reflexión, con lo que su suma permanecerá igual. Este sencillo caso sólo se ocupa de un modo: la reflexión desde una pared detrás del altavoz.

La primera y mejor solución para los huecos de cancelación de pared trasera es el montaje de los altavoces en una pared dura – también llamado ‘baffle infinito’ (que elimina totalmente la reflexión de pared trasera).

La segunda solución es colocar el altavoz muy cerca de la pared, lo que aumenta mucho la frecuencia de cancelación. Esto funciona bien cuando el altavoz no es muy pequeño. El riesgo es que con altavoces pequeños, que inherentemente son menos direccionales en frecuencias medias, el hueco se desplaza a la banda de medios y produce incluso peor coloración.

En las distancias entre 0 y 20 cm de la pared, el altavoz se puede considerar en la mayoría de los casos seguro, es decir, la directividad del altavoz es lo bastante alta para que la radiación trasera no pueda producir una cancelación fuerte. Debería compensar el realce de graves cuando coloque el monitor cerca de la pared.

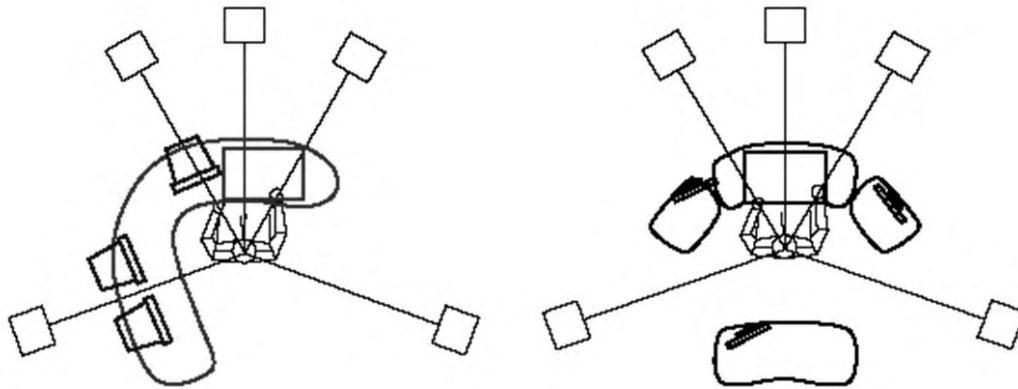
Lógicamente, la tercera solución es alejar mucho de la pared el altavoz: la frecuencia de cancelación disminuye tanto que queda por debajo de la frecuencia de corte del altavoz. De esta forma, la distancia mínima monitor/pared depende de los parámetros del altavoz. No obstante, a bajas frecuencias, la distancia mínima aumenta demasiado y no es útil ni practicable. A la vez, las distancias al resto de límites de la sala son similares a la distancia aconsejable a la pared trasera del altavoz y las reflexiones desde estas superficies empiezan a dominar entonces la respuesta.

La cuarta solución es hacer la pared tan absorbente que la amplitud reflejada sea tan pequeña que no cancele el sonido directo. El espesor de un absorbente poroso ha de ser de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia a absorber para que sea efectivo. Este grosor es la misma distancia que determina el hueco de cancelación, lo que implica que el absorbente ha de ser muy grueso, lo que hace que en la mayoría de casos no sea práctico ni útil.

### **Colocación de altavoces en el estudio**

Dado que la posición de mesas, pantallas, *racks*, etc. resulta crítica para una instalación estéreo, debe tener claro que este problema ha de ser tratado con más cuidado aun al instalar una sala de audio multicanal.

Las primeras reflexiones, con alta amplitud en relación al sonido directo, pueden manchar la coherencia de la imagen sonora y comprometer la ubicación de las fuentes en el espacio. Para evitarlo, se debería reducir al mínimo todas las superficies reflectantes entre los monitores y la posición de escucha. Por supuesto, es inevitable que estén algunos aparatos, pero la colocación simétrica de dichas unidades resulta esencial. Incluso con simetría, las reflexiones continuarán y habrá que hacer todo lo posible para eliminar las superficies reflectantes de las cercanías de la ruta acústica.



**Simetría de las superficies y altavoces**

Izquierda: Ejemplo de disposición no simétrica, las reflexiones de las pantallas de ordenador y la superficie de la mesa son totalmente distintas. Esto creará una mancha de localización de atrás a delante y de izquierda a derecha.

Derecha: Ejemplo de una disposición simétrica, las superficies de reflexión están minimizadas y están lejos de la posición de escucha.

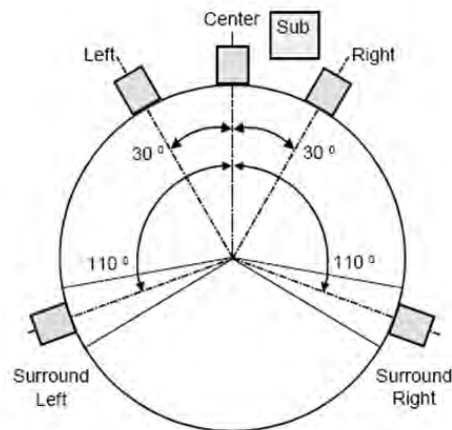
También hay que recordar que cuanto más pequeño es el monitor, menos direccional es, y más influido está por lo que le rodea.

### **Configuración de altavoces para multicanal**

Distintos comités técnicos han publicado artículos que intentan unificar las especificaciones para la reproducción del sonido *surround*. El comité técnico AES trabaja en colaboración con el EBU y la organización SMPTE para consensuar unas recomendaciones y estándares únicos. El grupo de trabajo del Foro de Sonido *Surround* Alemán está trabajando en ese mismo sentido. Otra organización importante es la ITU que publica muchas recomendaciones para distintas áreas de aplicación.

En los últimos 50 años se han hecho muchos trabajos de investigación para determinar el mejor ángulo para dos altavoces que reproduzcan material estéreo. Como sabemos, durante mucho tiempo se ha considerado que 60 grados daban la separación estéreo óptima frente a la imagen mono fantasma. Con el audio

multicanal, tenemos una recomendación estándar (ITU-R BS 775-1) para la ubicación de los cinco monitores en el espacio (vea la figura a continuación).



**Recomendación al colocar altavoces**

Tenemos que resaltar que esta recomendación no es aceptada por algunos productores, ingenieros, etc. que utilizan ángulos alternativos para la colocación de los canales *surround*.

La recomendación ITU especifica con bastante claridad una serie de puntos. En la parte frontal, los monitores Izquierdo y Derecho están separados entre 60 y 70 grados, con el canal Central en medio.

Idealmente, todos los monitores deberían ser del mismo tipo para conseguir coherencia en el campo de sonido. En cualquier caso, los tres altavoces frontales I-C-D realmente han de ser del mismo tipo para que no haya cambio de coloración cuando haga modificaciones del panorama del sonido frontal.

Esta parte de la teoría parece estar clara y la mayoría de los profesionales están de acuerdo con ella. Respecto a los canales *surround*, la ITU recomienda una ventana de posición entre  $\pm 100$  grados y  $\pm 120$  grados a partir de la línea central. Esto es para el caso de que haya dos altavoces para reproducir los dos canales *surround*. Si se usan más de dos altavoces (cuatro por ejemplo), hay que colocar un número igual de altavoces simétricamente a cada lado de la línea central en un círculo entre  $\pm 60$  grados y  $\pm 150$  grados. A pesar del hecho de que la mayoría de ingenieros de grabación eligen la posición de  $\pm 110$  grados, hay distintas vistas y opiniones acerca de estos ángulos.

Dependiendo del material fuente y del tipo de efectos *surround* deseados, la elección de la ubicación de los canales *surround* puede variar.

Así pues este capítulo pretende dejar en claro los aspectos teóricos indispensables para aquellas personas que les interesa la producción de audio, ya que plantea conceptos necesarios para el entendimiento del audio digital y tiene

como principio nociones básicas como las características del sonido, así como una comparativa entre audio digital y analógico, además de las herramientas que serán necesarias en toda producción digital, como lo son los software y hardware para edición, y una breve explicación de una tarea muy importante como lo es la colocación de las bocinas o monitores.

De este modo se concluye el capítulo teórico y a continuación daremos seguimiento a la parte práctica aplicando conocimientos vistos en el presente **Conceptos Básicos del Audio Digital**.

Si bien todo lo referido en este capítulo pareciera vislumbrar un carácter teórico y técnico dentro de la producción digital, éste resulta indispensable tanto para profesores y alumnos quienes están inmersos en el mundo de la comunicación y necesitan conocer este cúmulo de conceptos ya que éstos definirán el trabajo práctico y les permitirá una mejor comprensión de la edición digital a través de Adobe Audition o ProTools, como se podrá corroborar en el siguiente capítulo donde se desarrolla el manual de edición de audio digital, objetivo de esta tesina.

## **CAPÍTULO 3**

# **MANUAL DE EDICIÓN** **DE AUDIO DIGITAL**

En el capítulo anterior se abordaron como antecedentes los conceptos básicos de la edición digital de audio y sus temas contextuales, en este capítulo se abordará de manera fácil la exploración de software de audio a través de sencillos pasos que ayudarán a entender, conocer y aplicarlos para obtener producciones de audio con el uso de la computadora con mejor calidad de producción.

Se empezará con la correcta conexión y configuración de una tarjeta de audio, para después comenzar con un nuevo proyecto de trabajo que incluya la grabación de voces, mezcla de fondos musicales y efectos de sonido, así como el empleo de procesos de audio como ecualización, compresión, *reverb* o variaciones de *pitch*, sirviéndonos de las herramientas de edición como copiado, pegado, recortes, silencios, etc.

Por último, mediante la utilización de todos estos elementos se creará y obtendrá un archivo final de mezcla que podrá ser guardado en los distintos formatos de audio digital.

Como apartado extra al final del capítulo se ejemplificarán algunos tips y consejos en el diseño de audio digital para tener una mejor idea de las posibilidades en la creatividad de la edición digital de audio.

### **3.1 Concepto y tipología de Manual**

Debido a que un manual es un libro y material de ayuda que reúne los elementos teóricos y prácticos, y contiene los aspectos más importantes de un tema, sin profundizar del todo en ellos, sirve para facilitar la enseñanza o capacitación a quien desconoce el tema en general, y por ello se requiere que un manual esté muy delimitado y dividido en los puntos de interés central.

Existen muchas acepciones de un manual; por ejemplo Giuseppe Continolo en su libro Dirección y organización del trabajo administrativo lo define como “una expresión formal de todas las informaciones e instrucciones necesarias para operar en un determinado sector; es una guía que permite encaminar en la dirección adecuada los esfuerzos del personal operativo”. En este caso es una definición administrativa pero por contenidos podríamos decir que un manual técnico trata acerca de los principios y técnicas de una función operacional determinada.

Como ventajas de la utilización de un manual podemos mencionar:

- Un manual es una fuente permanente de información sobre las prácticas generales
- Es una herramienta de apoyo e instrumento útil en el entrenamiento y capacitación de gente nueva para el conocimiento de un tema
- Asegura que todos los interesados tengan una adecuada comprensión del plan general

Como algunas desventajas en el empleo de un manual mencionamos:

- Constituye una herramienta, pero no la solución para todos los problemas administrativos que se puede presentar
- Si no se actualiza permanentemente, pierden vigencia con rapidez.
- Si se desarrolla muy detallado su manejo puede ser complicado
- Existe el riesgo de que pueda conducir a una estricta reglamentación y rigidez.

En este caso, el manual tiene tres líneas a seguir, por una parte está el capítulo teórico que aborda conceptos básicos dentro de la materia de audio digital, esto para tener un antecedente técnico durante el desarrollo del manual práctico; que consiste, mediante ilustraciones, en conocer básicamente los pasos para una producción de audio.

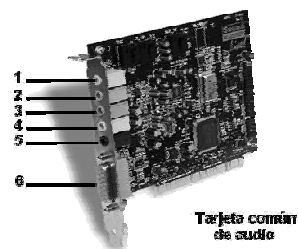
### 3.2 Conexión y configuración de la tarjeta de audio

Para iniciar cualquier producción digital es necesario conocer y configurar nuestro hardware o tarjeta de audio, teniendo en consideración que existen distintos tipos, de los cuales básicamente conoceremos y ejemplificaremos a dos de ellos, debido a que conociéndolos entenderemos en general su funcionamiento y conectividad.

Las tarjetas más comunes son las instaladas en todas las computadoras y sus parámetros son programados en cuanto a volumen por la misma configuración de *Windows*. Se les conectan dispositivos de entrada y salida, así como se debe realizar la selección del dispositivo a grabar o escuchar, esto mediante el control de volumen y control de grabación de *Windows*. Este panel se muestra mediante doble clic en el icono de volumen o dispositivos de audio en la barra de tareas.

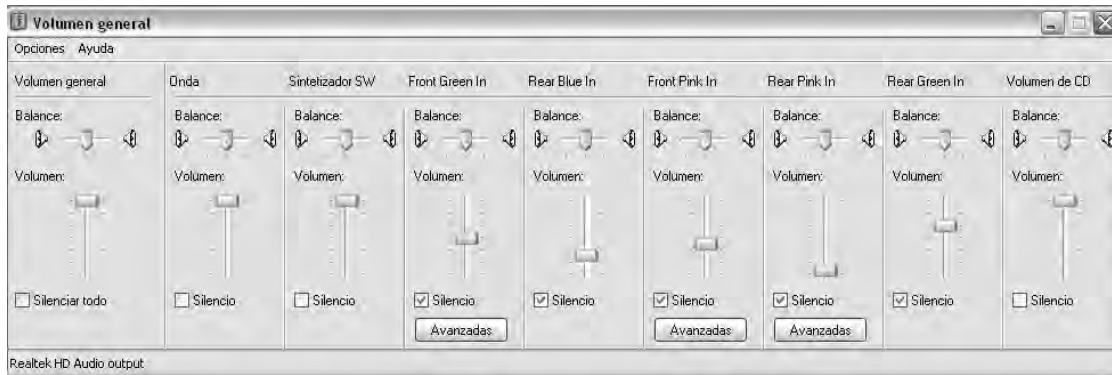
A continuación se muestra el ejemplo:

1. Salida análoga/digital
2. Entrada de línea
3. Entrada de micrófono
4. Salida de audio
5. Salida altavoces traseros
6. MIDI



Barra de tareas de Windows

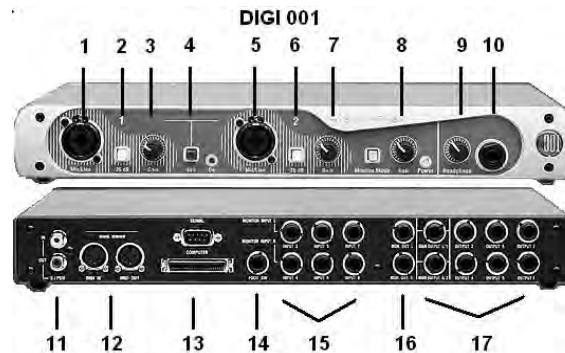




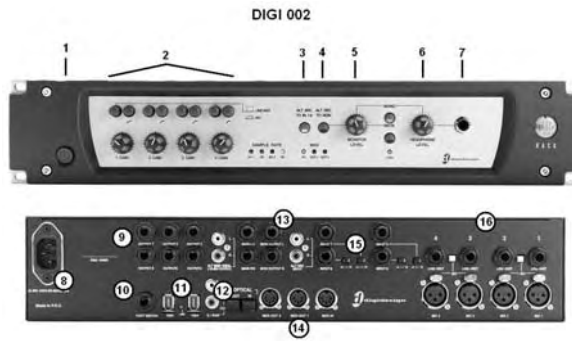
**Control de volumen en Windows**

Al abrir esta ventana sólo se habilita y modifica el volumen de reproducción de los dispositivos seleccionados o sin silencio, es decir los dispositivos que escuchamos por las bocinas, esto no aplica para los dispositivos que queremos grabar; para ello es necesario dirigirse a Opciones y Propiedades, donde se habilitará la opción de Grabación y clic en Aceptar, aparecerá un panel de control de los dispositivos que queremos grabar; por ejemplo micrófono, y se ajustará el volumen de acuerdo a lo que veremos más adelante al momento de la grabación.

Por otra parte, en los programas de edición profesionales que requieren tarjetas externas de audio como ASIO, por ejemplo, o DSP, la configuración depende de su propia interfase. A continuación el ejemplo de la conexión de las tarjetas DIGI 001 y DIGI 002 para el uso de *ProTools*.



- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Entrada 1 Mic/Línea                                       | 11. Entrada/Salida digital    |
| 2. Atenuador 1(debe estar deshabilitado al usar micrófono)   | 12. Entrada y salida MIDI     |
| 3. Control de ganancia de entrada 1                          | 13. Conector a la computadora |
| 4. <i>Phantom</i> (requerido para micrófonos de condensador) | 14. Pedal <i>Footswitch</i>   |
| 5. Entrada 2 Mic/Line  | 15. Entradas Analógicas 3-8   |
| 6. Atenuador 2(debe estar deshabilitado al usar micrófono)   | 16. Salidas Monitor           |
| 7. Control de ganancia de entrada 2                          | 17. Salidas Analógicas 1-8    |
| 8. Ganancia de la salida de monitor                          |                               |
| 9. Volumen de audífonos                                      |                               |
| 10. Salida de audífonos                                      |                               |



- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Encendido                | 9. Salidas                 |
| 2. Entradas 1-4 Mic/Línea   | 10. Pedal Footswitch       |
| 3. Fuente Alt a canales 7-8 | 11. Puerto 1394 Firewire   |
| 4. Fuente Alt a Monitor     | 12. Entrada/Salida Digital |
| 5. Volumen de Monitor       | 13. Salida Monitor         |
| 6. Volumen audífonos        | 14. Entrada/Salida MIDI    |
| 7. Salida de audífonos      | 15. Entrada Línea 5-8      |
| 8. Conector AC              | 16. Entrada Micrófonos 1-4 |

### 3.3 Exploración del software de edición

Es pertinente manejar aspectos generales de trabajo y tomar como ejemplo un software de edición comúnmente conocido y accesible como lo es *Adobe Audition 1.5* exclusivo para PC; sin embargo, además trabajaremos con el software profesional *ProTools 6.2*, compatible con PC y Mac

Para ello haremos la comparación y explicativa de las interfaces gráficas de ambos.



**Vista de Edición de Adobe Audition**

En Adobe Audition existen dos vistas o interfaces de trabajo, una, la de edición, y la otra, el *multitrack*. La primera vista nos permitirá crear una nueva hoja de trabajo para grabar y editar de manera individual archivos de audio, es decir, subir o bajar volumen, ecualizar, aplicar procesos de audio, alterar velocidad, etc. Y la ventana *multitrack* dará acceso a la manera de trabajo de la mayoría de los editores de audio, que consiste en hacer la mezcla y edición entre distintos archivos de audio a través de varias pistas para su combinación y creación de un archivo único con todos los elementos como voces, efectos de sonido y música.

Esta es la vista de edición de *Adobe Audition 1.5* donde se ve el dibujo de onda que representa al audio con sus amplitudes y frecuencias (1) así como la diferencia entre los canales izquierdo y derecho (en este caso), todos los audios importados serán vistos en el *Playlist* (2). Este programa cuenta con una gran cantidad de botones que si no sabemos su función crearán gran confusión, por ello están agrupados en categorías. Para hacer cambio entre las vistas de edición y edición de mezcla (3), los botones de nuevo abrir y guardar archivo (4), como en la mayoría de los software existen también las herramientas de edición tales son: deshacer, rehacer, copiar, pegar, cortar, insertar (5). Estos botones habilitan el cambio entre canal izquierdo y derecho (6). Estos botones (7) solo permiten la aparición de las ventanas de herramientas, como *playlist*, de *cue*, *transport*, *zoom*, tiempos, etc. (8) Vista de frecuencias o medidor previo de volumen. También cuenta con generador de silencio, DTMF, tonos, ruido rosa, blanco y café (9). Esta serie de botones (10) son herramientas de fase, reverse, amplitud, inversión de canales, compresión, limitador, etc. Esta barra de opciones (11) es muy usada debido a que contiene procesos de voz aplicados en el audio, como ecos, coros, *flanger*, *reverbs*, *delay*, etc. La identificación, alteración y modificación de frecuencias, así como las ecualizaciones en sus distintas formas, y la aplicación de filtros de frecuencia se encuentran aquí (12). En el caso de audios que requieren un proceso de limpieza debido a ruidos de grabación como hiss, pop's o reducción de ruido es necesario aplicar estos procesos (13). Efectos de distorsión y armónicos están aquí (14). El efecto *Doppler*, corrección de *pitch*, velocidad y *tempo* son otra de las opciones en los procesos de *Adobe Audition* (15).

Por otra parte, están las herramientas de edición que sirven para tener un mejor manejo del programa, entre ellas están: los controles "*Transport*" que es para dar *Play*, *Stop*, *Pausa*, *Rebobinar*, *Adelantar*, *Grabar* (16); la vista de la forma de onda es controlada mediante el zoom vertical y horizontal (17). Este es el indicador de valores de tiempo (18) el cual hace referencia al *timeline* que es la regla de tiempo (20), este tiempo puede ser en valores decimal (mm:ss:ddd), SMPTE de 30, 29.97, 24 fps Los controles de tiempo de selección y de vista (19) nos permiten ver de manera exacta el rango que tengamos seleccionado tanto en inicio y fin del mismo, así como su duración. El vómetro o indicador de los valores de volumen (21) está en la parte baja del programa y sus rangos de medición pueden ser modificados con el botón secundario del mouse.

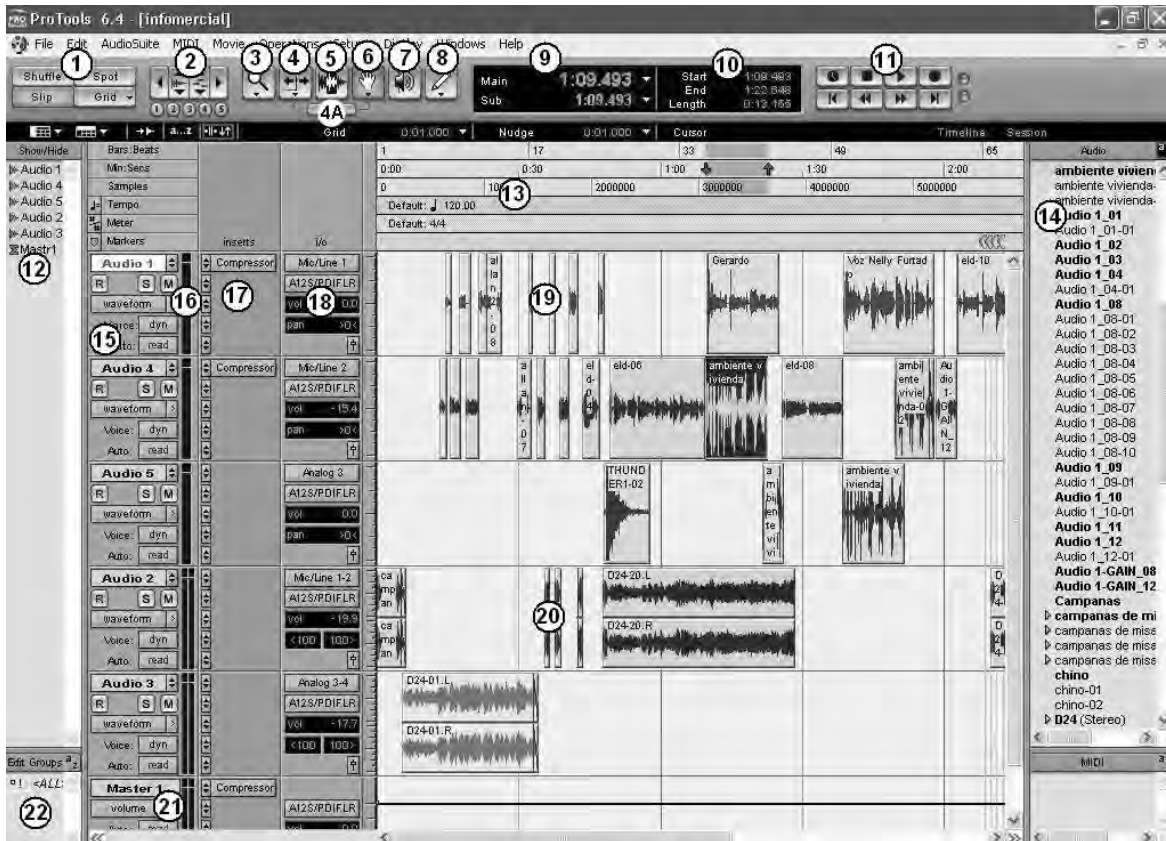
La edición *multitrack* o multipista no es posible en la ventana de edición, para lo cual al querer mezclar archivos de audio entre sí y obtener un archivo final se requiere trabajar en la ventana *multitrack*, la cual tiene algunas funciones diferentes. A continuación las funciones de esta vista.



**Vista Multitrack de Adobe Audition**

Algunos botones cumplen la misma función que en la ventana de edición, por lo tanto solo mencionaremos los diferentes como la serie de botones (1) que incluyen funciones como deshacer, *slice* o separar, *trim*, borrar, mezclar, *crossfade*, *mute*, *lock*, agrupar, crear *cue's*; todas estas opciones disponibles para cada elemento con el que estemos trabajando en las pistas. Los botones número (2) sirven para ver el control de volumen, paneo, y control en la aplicación de efectos como *wet* y *dry*, así como lo botones especiales de recorte arrastrado y ajuste de tiempo. Estos tres botones (3) son las herramientas Híbrida, de Selección y Movimiento de elementos. Esta barra de botones (4) nos permite visualizar dentro de nuestra ventana de edición las vistas de playlist, ecualizador de track, efectos de track, transport, tiempo, *zoom*, controles de tiempo de selección y vista, vúmetro y ventana de video. Los últimos tres botones son para configuraciones avanzadas del programa (5). En cada track aparecen el mismo grupo de botones (6) que permitirán habilitar la grabación en cada canal, dar *solo* al canal, silenciar, modificar volumen o paneo, especificar su entrada o salida y aplicar efectos en cada track; le llamaremos Menú de Track.

Por otra parte, en *ProTools* algunas herramientas cambian de ubicación, botón, manera de acceder a ellas, o simplemente en vista estética. A continuación veremos una imagen de una sesión abierta de *ProTools* donde ubicaremos cada opción del programa.



ProTools

Como vemos *ProTools* trabaja solamente con una ventana general llamada Ventana de Edición, que a modo más sencillo permite realizar los mismos trabajos que *Audition*. Los primeros botones nos permiten seleccionar entre distintos Modos de Edición (1) que afectan el tipo de movimiento y lugar de las regiones de audio, y la función de comandos como Copiar, Pegar y las Herramientas de Edición. Los Botones de Zoom y Zoom Predeterminados (2) permiten ajustar la vista de los tracks de manera horizontal o vertical. Los botones 3 al 8 son llamados Herramientas de Edición. La herramienta de Zoom (3) trabajándola mediante una selección con el mouse. La herramienta de Recorte o *Trimmer* (4) que permite excluir extremos laterales de regiones de audio que no nos sean útiles. La herramienta de selección (5) nos permitirá ubicar la posición del cursor para indicar alguna acción, por ejemplo reproducir o grabar, y también permite hacer una selección específica dentro de una región. El siguiente botón con imagen de una mano, comúnmente llamado así "herramienta de mano" o *Grabber* (6) será para mover regiones de audio entre el mismo track u otros, y en otras opciones la creación de nodos para modificar volumen o paneo principalmente.

Existe la combinación de estas tres últimas herramientas aplicadas en una sola llamada “herramienta inteligente”, y ella se aplica según la posición del cursor (4A). La herramienta de búsqueda de audio o *Scrubber* (7) permite utilizando el mouse escuchar el audio de una región a distintas velocidades. Y finalmente la herramienta de lápiz o trazado (8) que creará líneas con formas mediante nodos o puntos críticos en el manejo de volumen o paneo.

En esta opción (9) llamada indicadores de ubicación se muestran la posición del puntero en la línea de tiempo, y puede ser mostrada con distintos valores como decimales, *beats* o *frames*. Junto está el área de edición de eventos (10) que es donde se muestran los tiempos de una selección.

Los botones *Transport* (11) al igual que en *Audition*, también aparecen aquí y son para grabar, reproducir, parar, avanzar, retroceder. En el lado izquierdo de la ventana está la lista de tracks (12) que muestra los habilitados o no. Arriba de los tracks se encuentra la regla de base de tiempo (13) en sus distintas escalas de tiempo. Del lado derecho se ve la Lista de Regiones Audio y MIDI (14) donde todas las regiones que son grabadas, importadas o creadas mediante edición aparecerán aquí. Tales regiones podrán ser arrastradas a las pistas y organizarlas como se quiera. Al lado de cada pista están los controles de pista (15) que incluyen el nombre de pista que puede ser cambiado con doble clic; el botón de activación *Record* (R); el botón Solo (S) que silencia otra pista para que se oiga solamente la pista seleccionada; el botón *Mute* (M) que silencia la pista seleccionada y pueden ser silenciadas varias. Junto a estos controles vemos un medidor de nivel (16) que muestran los niveles de entrada actuales de una pista, y el indicador de cresta que funciona como un indicador de margen superior o exceso, indicándonos *clipping* o saturación de la reproducción o grabación mediante el diodo rojo de la parte superior.

Las ventanas de inserciones o módulos adicionales *Inserts* (17) permiten incluir en cada pista efectos de hardware sin alterar los archivos originales de las pistas procesando el audio en tiempo real durante la reproducción. Junto a esta opción está la vista de entrada y salida de cada canal (18) que muestra los selectores de entrada y salida de las pistas de audio y MIDI. En esta vista los dos tipos de pistas muestran los valores de volumen y paneo.

En una sesión de *ProTools* se puede trabajar con distintos tipos y formatos de pista en este caso se muestra un canal con formato Mono (19) donde se controla el volumen de un sólo canal de audio, una pista mono utiliza una sola voz, también vemos varios elementos que son los audios mono incluidos, y que son llamados Regiones. En este caso (20) se trata de una pista Stereo que es una sola tira de canal que reproduce dos canales de audio como un par estéreo. Las pistas estéreo utilizan dos voces y pueden identificarse por tener una línea horizontal de color gris claro a la mitad de ella. En cada tipo de pista sólo entrarán regiones de igual formato.

Esta es la pista Master o atenuador principal, (21) que controla el nivel global de las pistas de audio, en ésta no pueden incluirse regiones de audio, pero sí pueden agregarse inserciones de efectos y modificación de volumen, afectando a todo el trabajo de audio.

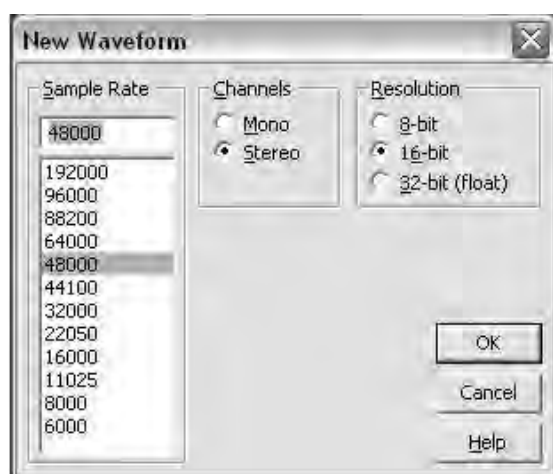
*ProTools* permite agrupar ciertas pistas según a las necesidades de trabajo; por ejemplo, voces, instrumentos, efectos de sonido, etc., esta ventana (22) contiene los nombres de todos los grupos de la sesión abierta. Cuenta con un menú emergente para seleccionar y activar grupos.

De este modo, conociendo los elementos en las ventanas de edición de *Adobe Audition* y *ProTools*, se podrá comenzar a entender el trabajo en la edición de audio.

### 3.4 Creación de un nuevo proyecto

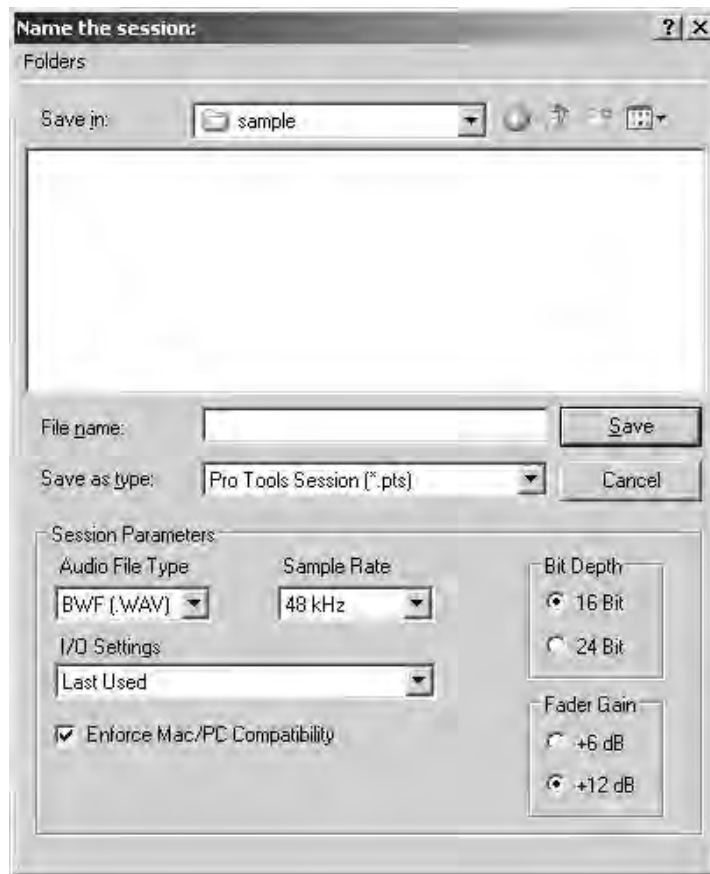
Como ya se explicó en el apartado 2.3, al momento de la creación de todo proyecto de trabajo de audio será necesario especificar los valores de digitalización.

En la vista de edición de *Adobe Audition* al crear una hoja nueva de trabajo se abrirá una ventana que nos solicita ciertos datos donde especificaremos: 44100 Mhz en sampleo, esto en el caso de exportar nuestro trabajo solamente en CD; si será en otros formatos digitales como DAT, MiniDV o DVD trabajaremos a 48000; o para DVD 96000. Trabajar con una resolución de 16 bits es adecuado para CD. Y en la opción Canales daremos clic según sea el caso: para grabación de voz, la opción Mono; y para la grabación de cualquier otra fuente, la opción Stereo.



Propiedades de nuevo archivo Adobe Audition

En el caso de *ProTools*, la ventana del programa quedará completamente vacía, para lo cual debemos ir a *File > New Session*, donde aparecerá una ventana para guardar nuestra sesión, le daremos nombre y especificaremos la carpeta en cual estará (Dentro de la carpeta que seleccionamos se creará una carpeta con el nombre que hayamos elegido para nuestra sesión y dentro de dicha nueva carpeta se crearán las carpetas *Audio Files* -que contendrá todos nuestros archivos de audio grabados o importados-; *Fade Files* -con archivos de audio que el programa relacionará como *fades*- y *Plug-In Settings* -archivos del programa para la identificación de efectos aplicados en nuestra producción-); además de un archivo con extensión “.pts” que tendrá el mismo nombre que hayamos dado a nuestra sesión.



**Propiedades de nueva sesión en ProTools**

En *ProTools* también es necesario especificar qué tipo de archivo interno se usará, puede ser *wav* (de mayor compatibilidad con *Windows*) o *aiff* (de mayor compatibilidad con *Mac*). En el campo *Fader Gain* es aconsejable manejar el valor de +12dB, ya que provee más flexibilidad de mezcla, particularmente en grabaciones hechas a bajos niveles.

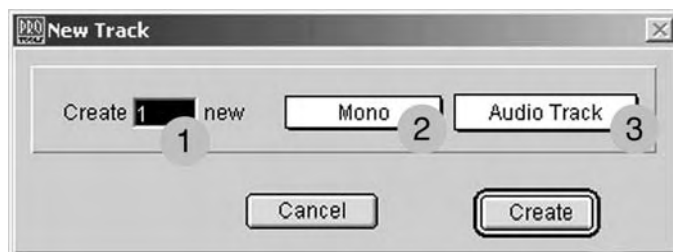


### 3.5 Grabación de voces

Para la grabación en *Adobe Audition* después de haber especificado en el panel de grabación qué dispositivo grabará, y después de abrir una nueva hoja podremos comenzar a grabar. En la ventana de edición bastará con presionar el botón de REC de los controles de Transport, o en el teclado CTRL+Espacio. Para grabar en el *multitrack*, dentro del Menú de track en el cual vayamos a grabar habilitaremos el botón R dentro de los controles de pista y para comenzar la grabación el botón REC en la ventana *Transport*.

Es muy importante mirar constantemente el vúmetro para cerciorarnos que nuestra grabación esté dentro de los límites sin que excedan a marcas rojas para evitar saturar nuestra grabación. Niveles que estén dentro del rango de -6 y Picos (rojos) serán los recomendados.

En el uso de *ProTools* la situación es distinta, debido a que será necesaria la creación de tracks que vayamos a utilizar. Y ello se realiza de la siguiente manera. *File > New Track*, donde aparecerá la siguiente ventana en la cual seleccionaremos:



Opciones de un nuevo track en ProTools

#### 1. Número de tracks

Especifica la cantidad de tracks que crearemos con esas características

#### 2. Mono o Stereo

Según la aplicación y grabación, Mono un solo canal izquierdo o central, y Stereo ambos canales, izquierdo y derecho

#### 3. Tipo de track

- Audio Track.- El más común para la mayoría de las necesidades en cuanto a grabación e importación de audios.
- Auxiliary Input.- Utilizado en la mezcla de canales, entradas, ruteo y mezcla. (uso avanzado)
- Master Fader.- Provee el control del canal Master; es decir, los niveles de salida general de la sesión.
- MIDI Track.- Graba, reproduce y edita datos MIDI.

Toda grabación será detenida con el botón STOP de *Transport* o la barra espaciadora, para ambos programas. Cuando la grabación se haya realizado correctamente, en el *track* veremos una imagen similar a la siguiente, en este caso

es un audio estéreo de *Audition* y un audio Mono de *ProTools*. Es la representación gráfica del sonido y se le llama forma de onda o *waveform*, en un *multitrack* les llamaremos elementos o regiones, los cuales serán editables posteriormente.



Forma de Onda en Adobe Audition



Forma de Onda en ProTools

### **Consejos:**

- ✓ ***Podremos grabar tantas tomas consideremos pertinentes, ya sea de manera continua o borrando la anterior.***
- ✓ ***Al grabar debemos preparar y ensayar con antelación la locución, con el fin de evitar mayor uso de tiempo en el estudio y más horas de trabajo.***
- ✓ ***También debemos cuidar el nivel de la señal grabada, ya que aunque es posible darle ganancia en la edición, también implica que ruidos extraños y hiss que pudieran existir aumenten en lo grabado.***
- ✓ ***La intención o actuación de las voces llega a ser descuidada por parte de los locutores, y ello da por resultado que los promocionales, las identificaciones, cortinillas, cápsulas y demás producciones muestren un trabajo de mala calidad de contenido, aunque la idea llegue a ser muy buena, por ello, la actuación en las voces deberá ser atendida.***

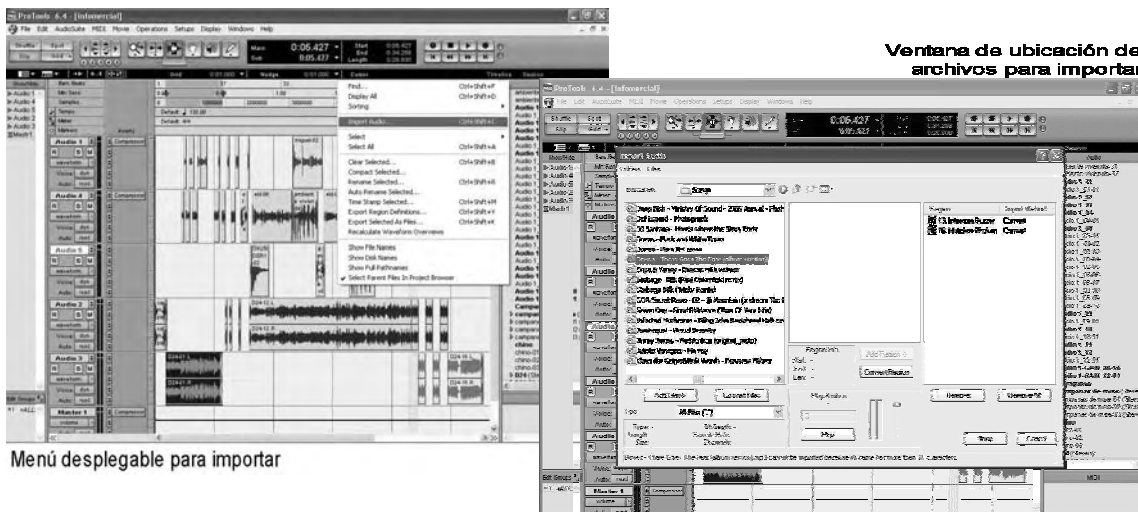
### 3.6 Importación de archivos

Después que hemos grabado todas las voces necesarias para nuestra producción será necesario trabajar con archivos de audio que ya tengamos en la computadora, para ello debemos importarlos al programa con el que estemos trabajando y será de la siguiente manera.



Usando *Adobe Audition*, en la vista de edición sólo bastará con referirse a *File>Open*, y en el caso de estar trabajando en el *multitrack* dentro de la ventana de *Playlist* daremos clic para agregar un nuevo archivo a la lista. Abrirá una ventana donde seleccionaremos él o los archivos deseados según los formatos soportados.

Para importar archivos de audio en *ProTools* existen dos maneras, la primera importará el archivo y lo agregará automáticamente a un nuevo track, usando *File>Import Audio to Track*. La segunda incluirá el audio únicamente en la Lista de Regiones de Audio o *playlist*, para nosotros incrustarlo después en cualquier track, para ello se dará clic en el título de esta ventana y después en *Import Audio*. Se abrirá la siguiente ventana en la que del lado izquierdo seleccionaremos los archivos que deseamos importar apretando el botón *Add*, los cuales se irán agregando a la lista del lado derecho. Al terminar seleccionaremos el botón *Done*, y en la ventana que surja apretaremos el botón *Use current folder*, para que se agreguen los archivos a la carpeta *Audio Files* de nuestra sesión.



Los archivos agregados a la sesión aparecerán en la ventana derecha de playlist, y de ahí los podremos arrastrar con el mouse hacia cualquier track, dependiendo de qué tipo de track y archivo sea, ya sea Mono o Stereo; junto al nombre del archivo lo indicará.

### **Consejos:**

- ✓ **Debido a que Audition utiliza el archivo original que importemos es necesario trabajar con copias de los archivos, cuando se trabaja con archivos de otras unidades como memorias y además para evitar que dañemos los archivos originales con cambios no deseados.**
- ✓ **Si la parte que necesitamos de un archivo es la del inicio podemos cancelar importación del mismo según consideremos su porcentaje. (usado en archivos muy grandes)**
- ✓ **ProTools para PC no importa archivos CDA, por esto será necesario el ripeo o conversión a MP3 de los tracks deseados, y podemos recurrir al mismo Adobe Audition o cualquier otro programa de ripeo.**
- ✓ **Nombres de archivo con más de 32 caracteres no podrán ser importados en ProTools 6.4, será necesario cambiarlos por nombres cortos.**

## **3.7 Utilización de las herramientas de edición**

Las herramientas de edición son las mismas en ambos programas e incluso en la vista de edición de *Adobe Audition*, pero en algunas ocasiones los nombres o la aplicación de los comandos de acceso rápido varían, pero entendiendo su función básica se tendrá un mejor y mayor uso de ambos e incluso el resto de los programas de edición de audio en el mercado.

Tales herramientas de edición sirven para organizar y editar el material de las pistas, crear combinaciones entre todos y cada uno de los elementos, el ajuste de niveles, la aplicación de efectos, entre otras más para dar como resultado un trabajo de audio final.

En cada una de las herramientas veremos la manera de aplicarlas en la vista de edición y *multitrack* de *Adobe Audition*, y en sesiones de *ProTools*.

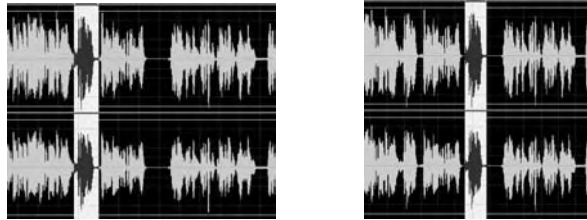
### **Copiar, Cortar y Pegar**

Los comandos Copiar, Cortar y Pegar sirven para reorganizar y editar el material de los archivos y pistas. El comando copiar en la ventana de edición de *Audition* funciona de tres maneras:

1. Para copiar todo un archivo de audio y pegarlo en cualquier punto de otro, se dirige uno a Edit>Copy o CTRL+C y automáticamente se selecciona todo el archivo y se copia o coloca en el portapapeles.

2. Para copiar y pegar una parte específica de un audio se hace una selección con el mouse de la parte deseada y después *Edit>Copy* o CTRL+C.

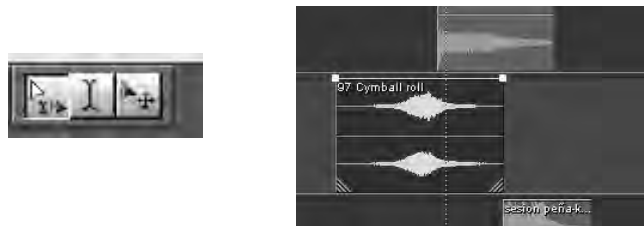
En ambos casos para después pegarlo a manera de inserción (CTRL+V) donde hagamos clic en la misma ventana de edición o en otro archivo.



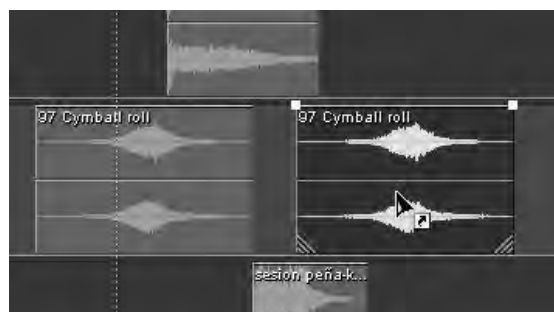
3. Para copiar y pegar automáticamente en un archivo nuevo *Edit>Copy to New*

Trabajando en el *Multitrack* de *Audition* podemos copiar un elemento de un canal a otro o al mismo track. Y dependen dos circunstancias si deseamos copiar un archivo de referencia; es decir, crear un elemento en el cual se reflejen los cambios que hagamos en el primero, debemos:

1. Con la Herramienta Híbrida de Selección damos clic al elemento a copiar.



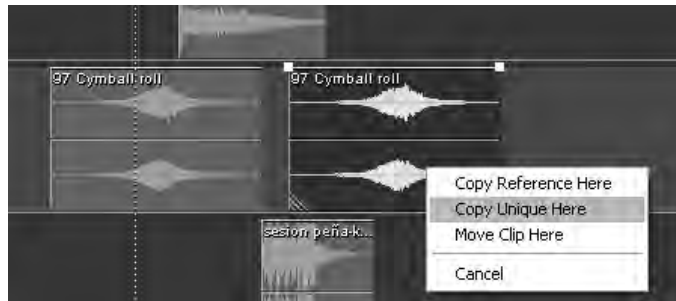
2. Sosteniendo SHIFT y con el botón secundario del mouse arrastrar el elemento a la posición deseada.



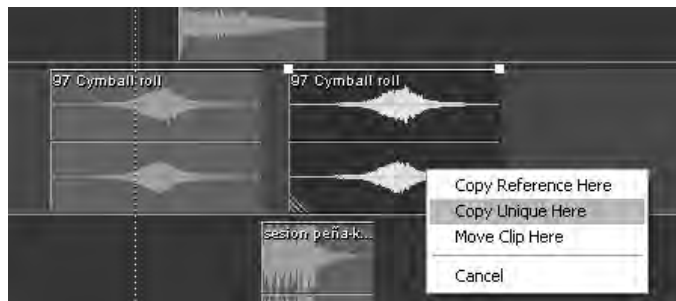
También mediante la Herramienta de Mover y Copiar se puede trabajar de igual forma con el botón derecho y seleccionando *Copy Referente Here*.



Cuando queremos trabajar sin que nuestro archivo original sea modificado, es decir trabajar con una Copia Única o independiente, de igual manera, con la misma herramienta arrastramos el elemento y daremos clic en *Copy Unique Here*.

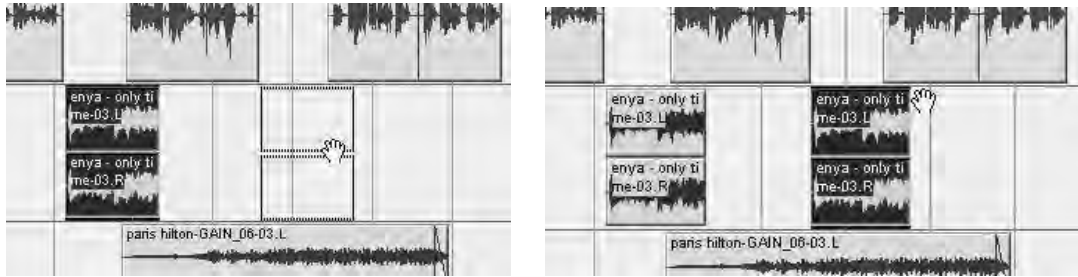


Pero si un elemento determinado lo queremos trabajar como Copia Única, sin tener que copiarlo de tal forma, le daremos clic secundario y en el menú contextual *Convert to Unique Copy*, de este modo el elemento y sus cambios se trabajarán como archivo independiente al original.

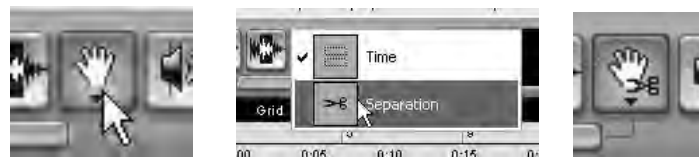


La herramienta Copiar en *ProTools* funciona dependiendo lo que se desea copiar, si se pretende copiar todo un elemento o región la seleccionaremos con la herramienta de la Mano, después *Edit>Copy* y después con la herramienta de selección indicaremos dónde la pegaremos *Edit>Paste*, en este caso el comando Pegar sobrescribe el material existente en la ubicación del punto de inserción.

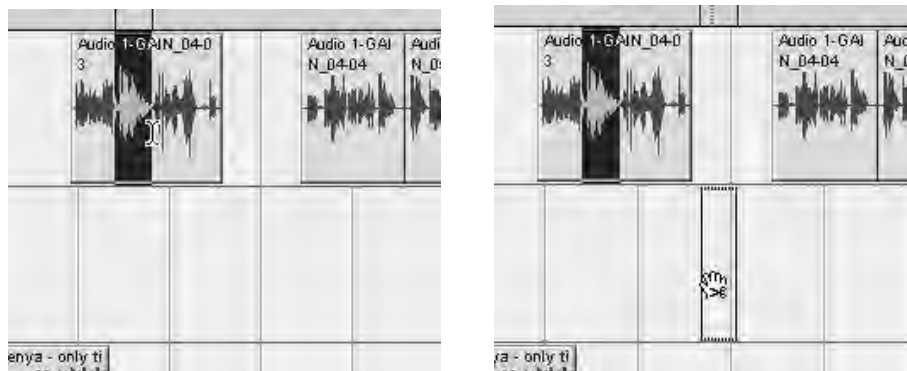
Otra manera de hacer un copiado y pegado en *ProTools* es mediante la misma herramienta de la Mano, dando clic al elemento y con la tecla ALT arrastrar la sombra de ese material.



Otra utilidad alterna para copiar o separar una selección es la herramienta de separación, que se obtiene del menú contextual de la herramienta de mano y permite separar automáticamente una selección de edición y moverla a otra ubicación u otra pista.



Para copiar únicamente una parte de una región, primero debemos seleccionar ese fragmento con la herramienta de Selección, y después con la herramienta de Separación y CTRL arrastrar a la posición deseada.

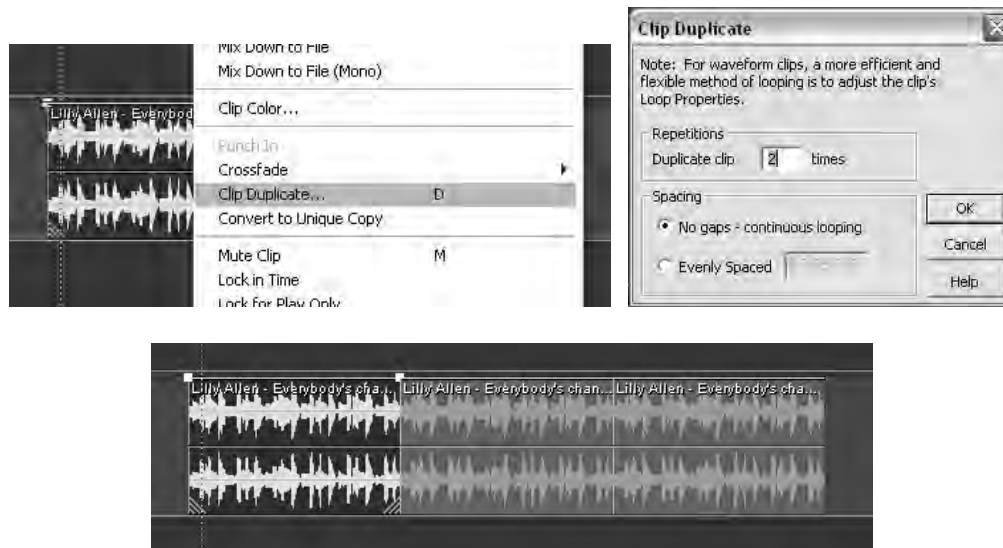


Recordemos que el copiado de regiones en distintos tracks deberá coincidir con el formato Mono o Stereo.

### Duplicar

La herramienta Duplicar o Repetir copia una selección y la coloca justo después de esa misma región o selección. Aunque es similar a Copiar y Pegar, el comando Duplicar resulta más rápido especialmente cuando se pretenden tener varias veces un elemento, para la creación de *loops* o repeticiones constantes.

Para ello en *Audition* se selecciona un elemento y después botón derecho para obtener el menú contextual y ahí *Clip Duplicate*, en la siguiente ventana se escribirá el valor de las veces que se necesita tal elemento.



Para crear regiones duplicadas en *ProTools* se hará una selección de una región y elegir *Edit>Duplicate*, (CTRL+D) con ello el material se colocará justo después del punto de fin de la selección.

#### **Consejos:**

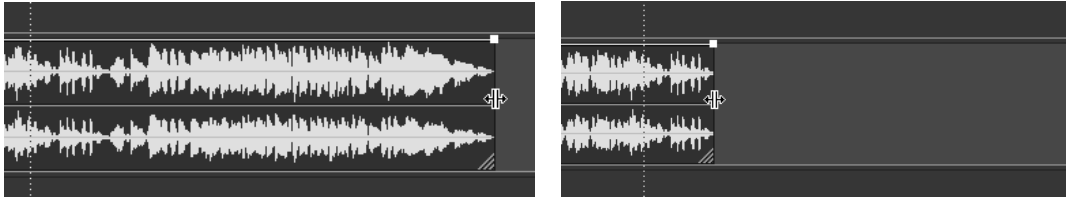
- ✓ ***Adobe Audition no duplica selecciones en un elemento, sólo elementos completos.***
- ✓ ***ProTools si puede duplicar selecciones dentro de una región y regiones completas.***
- ✓ ***Para la creación de loops basados en compás y tiempo, en el caso de loops musicales, se debe configurar la escala de tiempo en Bars:Beats, y cerciorarnos que la selección o región coincida realmente en los compases deseados.***

#### **Recorte o Trimmer**

El comando de Recorte o Trimmer permite acortar o alargar regiones o elementos, es posible expandir una región recortada, o acortar una región eliminando fragmentos de audio que no interesan.

En *Adobe Audition* empleando la herramienta Híbrida seleccionamos el bloque que deseamos modificar y apuntamos el cursor en un extremo del mismo hasta que aparezca otro cursor como muestra la imagen y dando clic arrastramos hasta la posición donde será el corte.

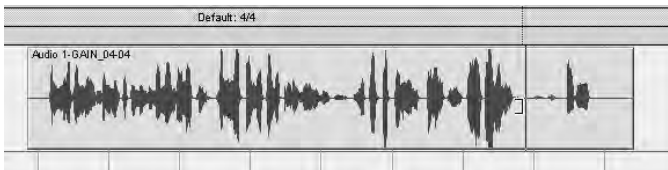




Después de hacer un recorte a un elemento, podremos retomar o arrastrar en posición contraria para recuperar el audio recortado.

Cuando se trabaja en *ProTools*, al cortar una región el programa la añade automáticamente a la lista de regiones como una región nueva (con un nombre derivado del original) para diferenciarla de la región original.

Con la herramienta de recorte o *Trimmer* se colocará el cursor cerca del inicio o fin de una región, y si se quiere recortar el final se arrastrará hacia la izquierda para acortar la región o hacia a la derecha para alargarla o retomar lo recortado; o si se quiere recortar el inicio se arrastrará hacia la derecha para acortar o a la izquierda para alargar.



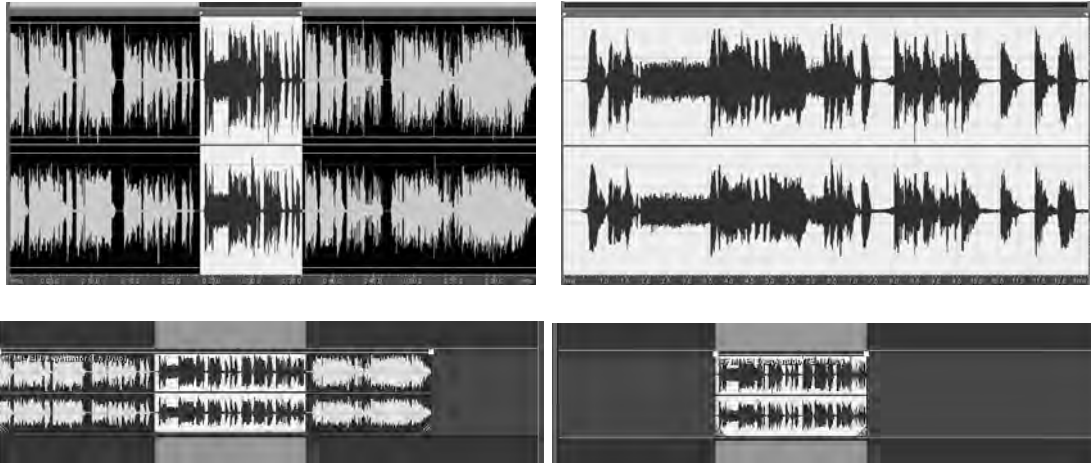
### **Consejo:**

- ✓ **Para invertir la selección del puntero de recorte, pulsar la tecla *Alt* mientras se da clic.**

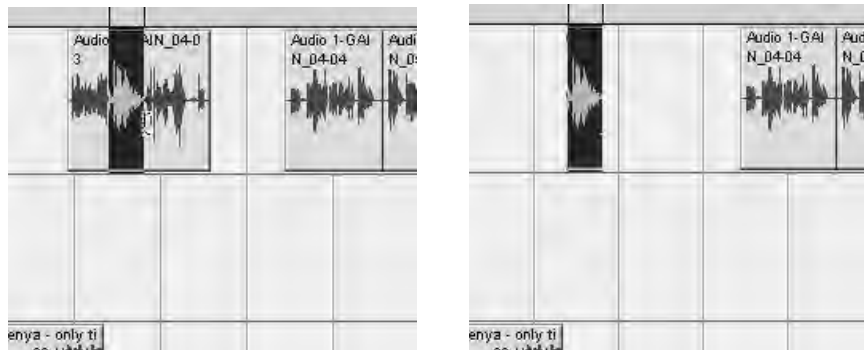
### *Recorte de selección o Trim*

El comando Trim elimina datos situados antes y después de una selección de una región, dejando únicamente la selección. Este comando facilita la eliminación de datos de un elemento o región excepto la selección previa.

En ambas vistas de *Adobe Audition* se selecciona una parte del audio y después *Edit>Trim*.



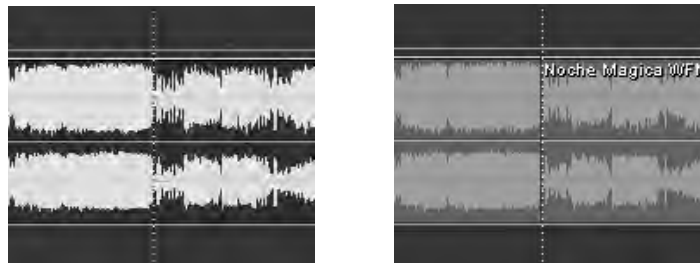
Para el uso de *ProTools* con la herramienta de selección marcaremos una porción de una región y después CTRL+T o *Edit>Trim>To Selection* (CTRL+T)



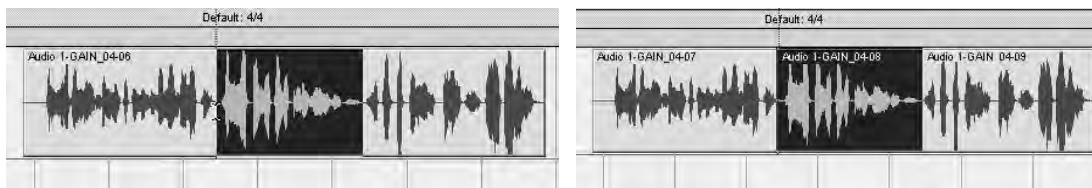
### Separar región o *Split*

El comando *Split* o *Separate Region* divide o separa regiones en el punto en que hagamos selección. Y puede definir nuevas regiones una selección dentro de una región parcialmente seleccionada, y la separa del material contiguo. Y si no hay ninguna selección y el puntero está dentro de una región, ésta se divide en tal punto.

Esta herramienta sólo aplica dentro de *multitracks*, y en *Audition* funciona colocando el cursor en un punto o haciendo una selección y después en *Edit>Split*.



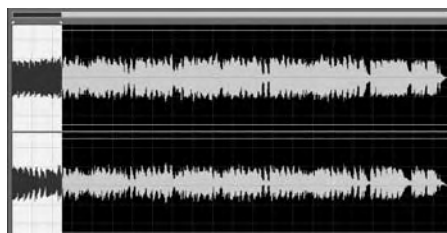
En *ProTools* con la herramienta de selección se hará una marca o se seleccionará el material necesario para las nuevas regiones y después *Edit>Separate Region* (CTRL+E). Cada nueva región aparecerá en la pista y además en la lista de regiones.



### *Fade In y Fade Out*

La creación de *Fades* o desvanecimientos es una de las tareas más utilizadas en la edición de audio y dentro de ambos programas llega a haber ciertas diferencias para crearlos. Recordemos que los *Fades* son desvanecimientos de entrada o salida de un audio, también se les llega a nombrar fundidos.

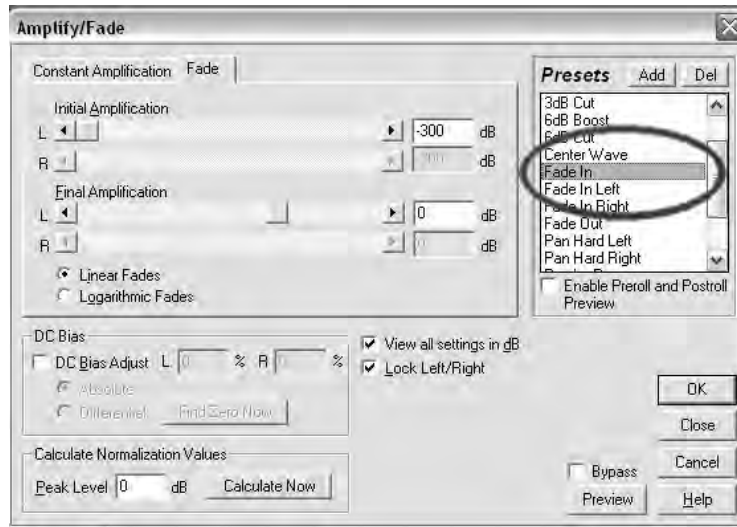
En la caso de *Audition* dentro de la vista de edición debemos seleccionar la parte donde será aplicado ese *Fade*, es decir, desde donde inicia hasta donde termina, sea en entrada o salida.



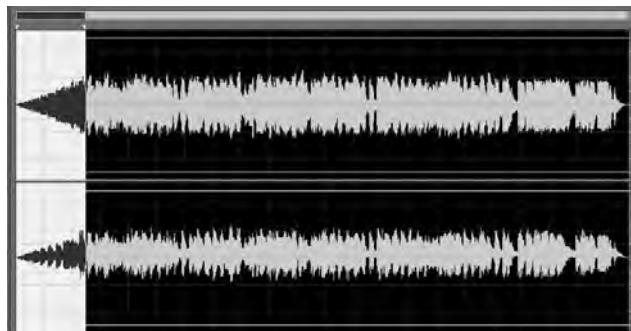
Después debemos darle clic al botón de *Modify Amplitude* (modificar amplitud) para obtener la ventana de *Amplify / Fade* que mostrará una lista de parámetros predeterminados llamados *Presets* donde se incluirán *Fade In* y *Fade Out*.



**Botón Amplitud en Adobe Audition**

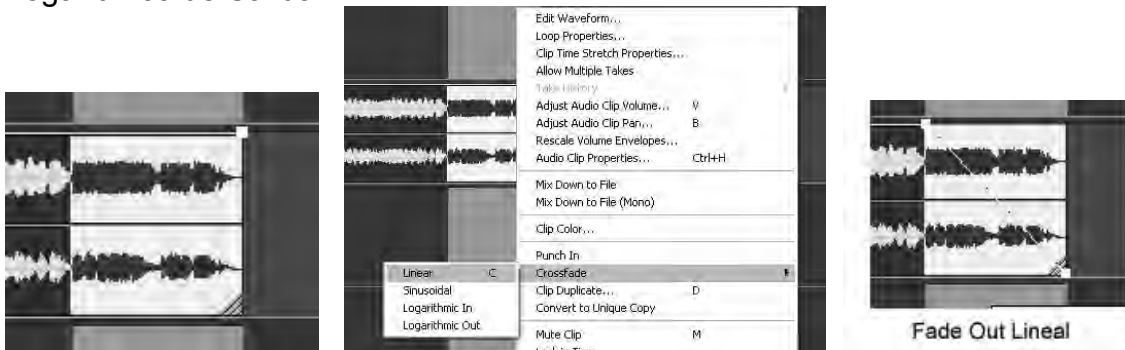


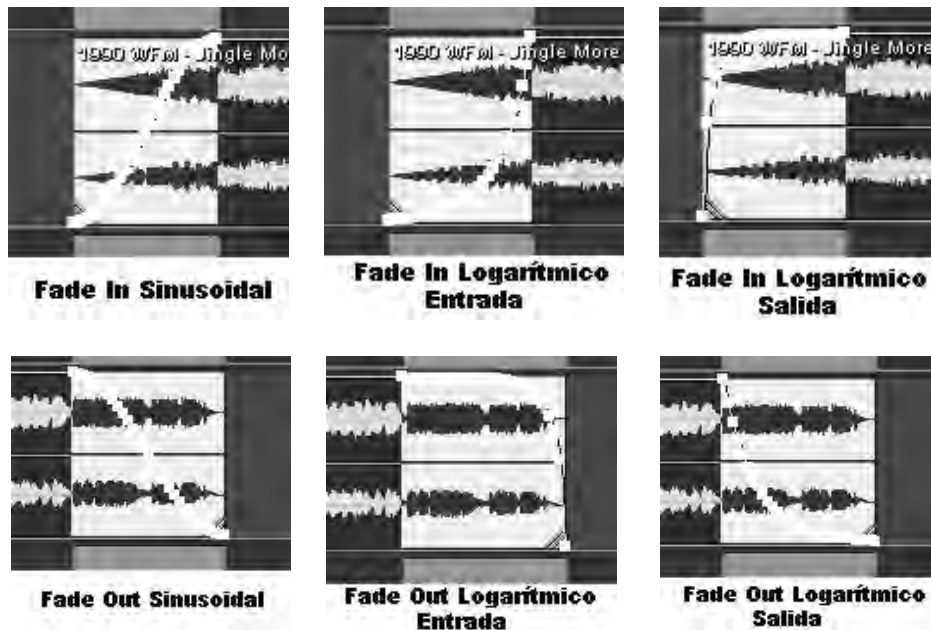
**Configuración de Fade In en Adobe Audition**



Como vemos, al aplicar el *Fade* (en este caso *Fade In*) la forma de onda se modifica, caso contrario al *multitrack*, donde sólo se incluirá una línea o sucesión de puntos o nodos marcando el *Fade*.

Para trabajarlos se debe hacer la selección de igual manera, y con el botón secundario del mouse elegir *Crossfade*, aparecerá otro menú contextual para elegir entre distintos tipos de *Fade*: Lineal, Sinusoidal, Logarítmico de entrada y Logarítmico de Salida.



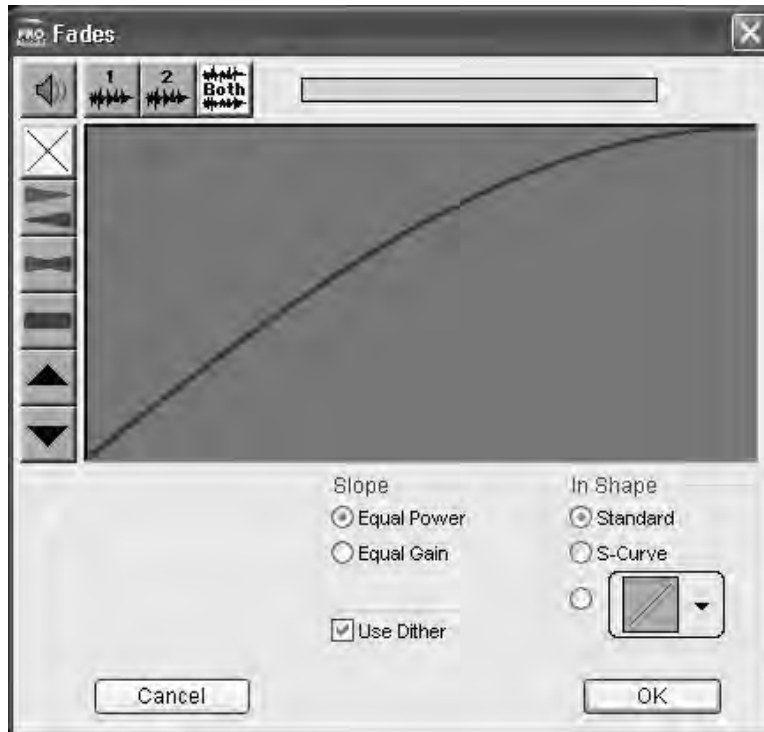


En la creación de *Fade* con *ProTools* también la duración de la selección en la región determina la duración del *fade* de entrada o salida. Debemos seleccionar el principio o fin de la región a la que se va a aplicar el *fade* de entrada o salida, pero teniendo en cuenta que tal selección debe extenderse hasta un área vacía delante o atrás de la región de la pista.



Selección para la creación de *Fade* en *ProTools*

Después *Edit>Fades>Create Fade* (CTRL+F). Donde aparecerá una ventana de configuración del *Fade*, la curva que se muestra ahí indica el tipo de *fade*, así como en *Audition* y tal curva puede ser modificada arrastrándola o eligiendo alguna otra en el menú *In Shape*.



**Configuración de Fade en ProTools**

Después de dar OK, *ProTools* lo procesa y la curva deseada aparece en la región.



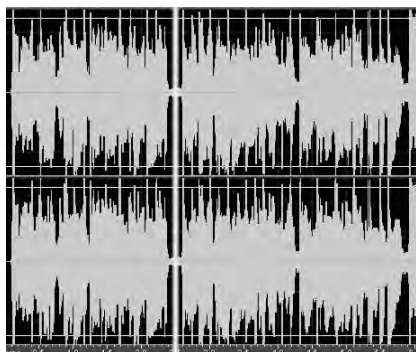
### **Consejos:**

- ✓ **Posteriormente la duración de un Fade puede modificarse con la herramienta de Recorte o Trimmer.**
- ✓ **Dando doble clic con la herramienta de Mano a un Fade aparece la ventana de configuración de Fade, donde podremos elegir otro tipo de fade modificando el primero.**
- ✓ **Un fade puede ser eliminado con la herramienta de Mano y la tecla Suprime del teclado.**

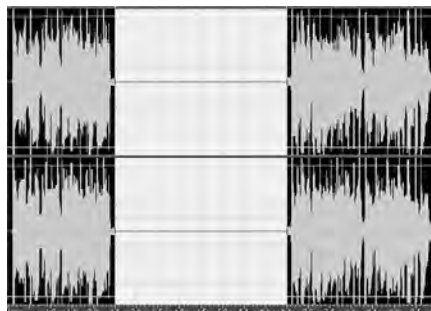
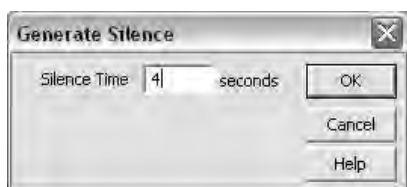
### **Creación y eliminación de Silencios**

En algunos casos se requieren silencios dentro de un archivo de audio para darle más separación entre cierta información, para la creación de los mismos dentro de la ventana de Edición de *Adobe Audition* ubicaremos la posición donde será insertado un silencio y después con el botón para Generar Silencios

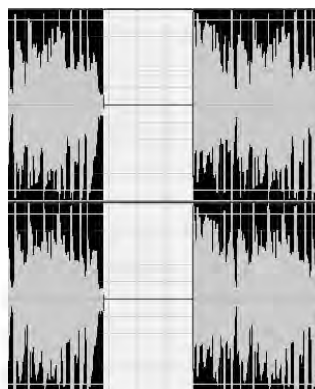
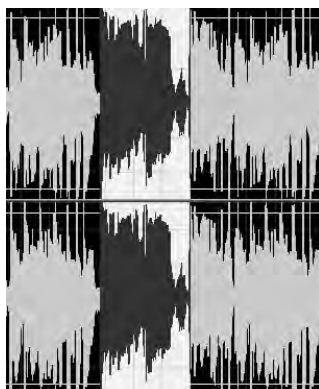
especificaremos el tiempo necesitado en segundos. El silencio será incluido como inserto, de tal manera que se incluirá entre el audio sin afectar lo inmediato.



**Botón Insertar Silencio Adobe Audition**



Otra opción en la creación de silencios es la sustitución de una selección por silencio, dentro de la vista de edición de *Audition* se obtiene marcando o seleccionando la parte que se convertirá en silencio y después el botón para el reemplazo por silencio.



**Reemplazo o conversión a silencios A Audition**

En el caso de los *multitracks* de *Audition* y *Protools* los silencios son los espacios existentes entre los elementos o regiones, es por ello que para su creación bastará con separar regiones y dejar el espacio de tiempo necesario dentro de la producción.

Otro recurso muy empleado en la edición es la eliminación de silencios, y es usado en la edición de voces, donde será necesario eliminar mucho material grabado, y funciona de igual manera que la eliminación de cualquier selección, acortando en tiempo nuestro audio original. En los *multitrack* bastará con mover las regiones hacia la derecha o izquierda, según sea necesario.

*Ubicaciones de Memoria (Cue o Markers)*

Ambos programas cuentan con una función de ubicaciones de memoria o marcas que nosotros podemos crear para referenciar ciertos puntos de un archivo.

*Adobe Audition* les llama *Cue* y pueden ser creadas con el botón para crear *Cue's* o con la tecla F8 del teclado, pueden ser creados durante una reproducción, grabación o detenido.



**Botón de creación de Cue's**



Se harán unas líneas punteadas color amarillo indicándonos la posición de la marca creada, cada una de ellas tendrá un nombre preestablecido: *Cue1*, *Cue2*, *Cue3*... el cual podrá ser cambiado y editado en la ventana de Cue que aparece con el botón:



**Botón de lista de Cue's Adobe Audition**



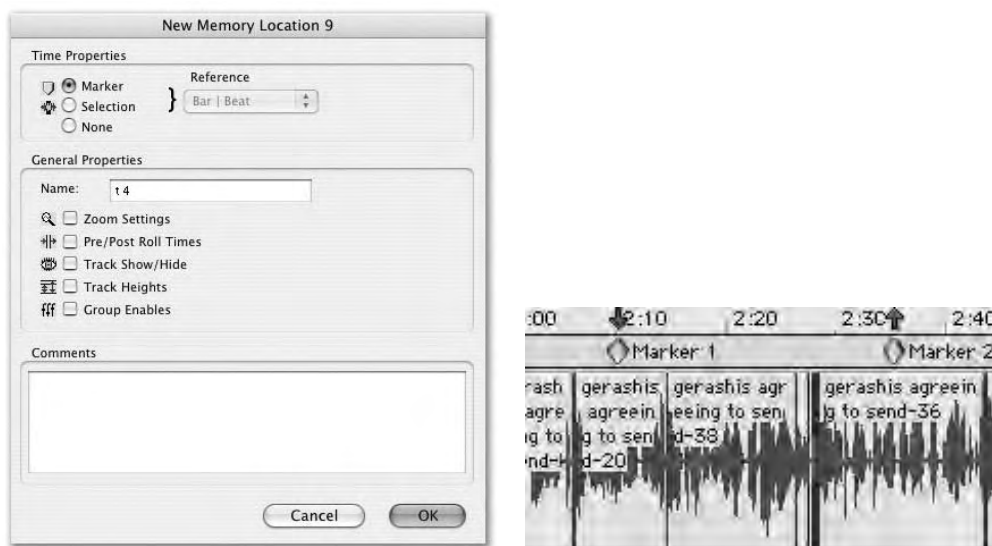


**Lista de Cue's en Adobe Audition**

Los *Cue* al igual que su ventana de propiedades trabajan por igual en la ventana de edición que en el *multitrack*.

Dentro de *ProTools* se les llama Ubicaciones de Memoria o *Markers* y se obtienen mediante la tecla *Intro* del teclado numérico. Ya sea detenida la reproducción o en avance o grabando. Aparecerá una nueva ventana donde indicaremos si es una marca individual en el tiempo o es una selección, además de seleccionar un nombre para la Memoria.

Si está activada la preferencia de edición "*Auto-Name Memory Locations When Playing*" pueden crearse ubicaciones de memoria durante la reproducción o grabación, sin abrir el cuadro de diálogo *New Memory Location*.



**Memorias de ubicación en ProTools**

## Consejos:

- ✓ **Los Cue o Markers pueden moverse manualmente con la herramienta híbrida o la de Mano.**
- ✓ **Para borrar un Cue en Audition debemos darle botón secundario sobre la marca roja y después delete.**
- ✓ **Para borrar un Marker en ProTools bastará con arrastrar hacia arriba la marca amarilla mediante la herramienta de Mano.**

## Reverse

Es muy común confundir *Reverse* y *Reverb*, todo por una mal pronunciación. El primero se refiere al efecto de cambiar el sentido de la reproducción de un archivo; es decir, hacerlo sonar en reversa; mientras el segundo es un efecto o proceso de audio también llamado reverberación.

El *reverse* también es un proceso muy usado en las producciones de audio, y en *Audition* lo obtenemos en la ventana de edición seleccionando la parte del audio que nos interesa y después el botón correspondiente de *Reverse*.

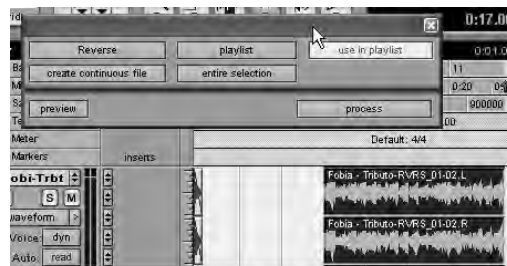


Botón de Reverse en Adobe Audition

Mientras que en *ProTools* también debemos seleccionar la parte de audio o región a trabajar y después en la ventana de *AudioSuite*>*Other*>*Reverse*, clic en *Process*.



Menú desplegable AudioSuite en ProTools



Reverse en ProTools

## Buses o Rutas de salida

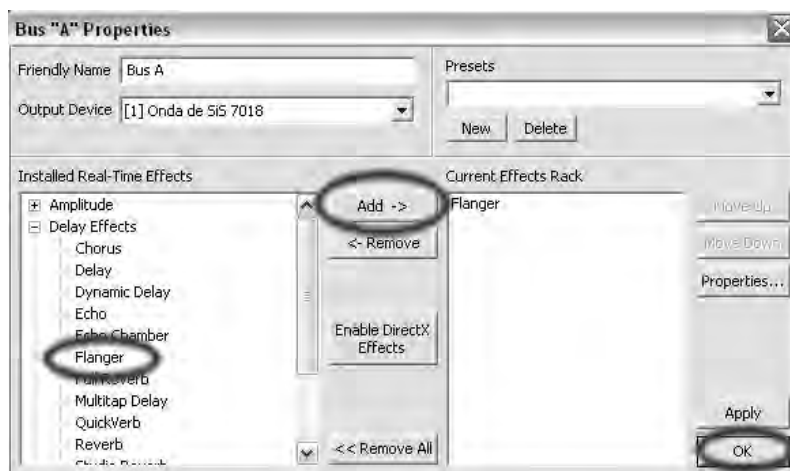
En algunas ocasiones se requiere combinar ciertos efectos que deben ser aplicados a dos o más canales para que su señal se comparta de manera simultánea sobre tal efecto. Para esto existen los *Buses* o Rutas de Salida, por ejemplo, en cualquier pista de audio estereo, entrada auxiliar o atenuador principal, la salida de pista principal se puede asignar a cualquier ruta multicanal de tres canales o más (en sistemas que lo admitan).

De tal manera se puede compartir un efecto de *Reverb*; por ejemplo, en dos canales que lo necesiten se hace mediante la asignación de un efecto a un *Bus* y la salida de los canales que requieran dicho efecto se enviarán al Bus indicado.

En la vista del *Multitrack* de *Audition* dentro del Menú de *Track* seleccionaremos *Out*, para especificar otra salida al track. Después en la nueva ventana seleccionaremos la opción *New Bus* donde se abrirá la nueva ventana para seleccionar el efecto que deseamos compartir con el nombre del *Bus*, que por defecto serán nombrados con letras subsecuentes y se incluirán en la lista de *Busses*.



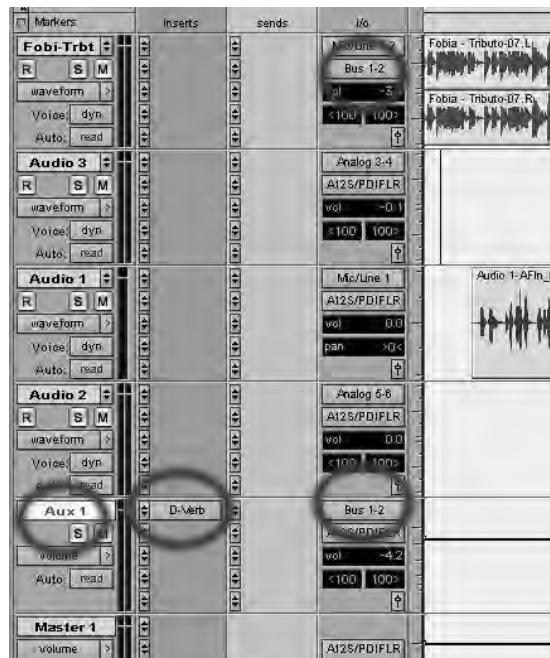
Dispositivos o Ruta de salida de un track



Configuración de Bus en un canal Adobe Audition

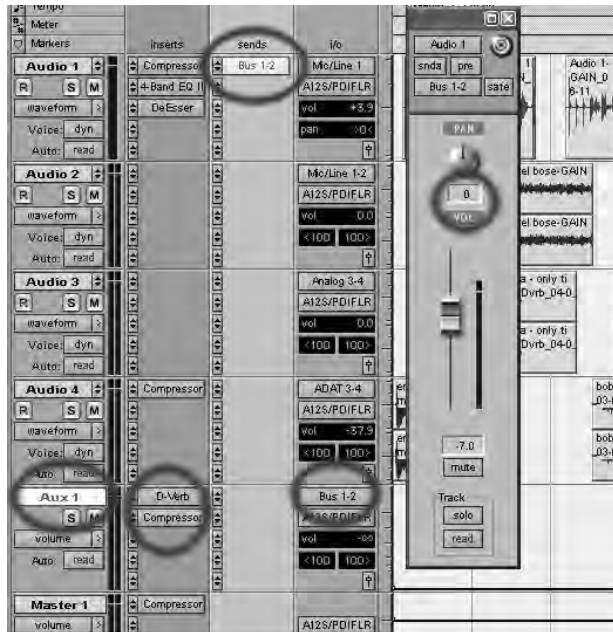
En esta ventana podremos escoger el efecto y modificarlo en la opción de Propiedades cada que así lo deseemos. Este efecto podrá ser utilizado en cada *track* según lo especifiquemos en el Menú de *track*.

En *ProTools* para compartir un efecto o inserto se puede hacer de dos maneras; una, dentro de la vista de entrada y salida de cada pista se hará algo similar a *Audition*, seleccionando la salida hacia donde se irá la señal de cada *track*, y se creará un *track* auxiliar independiente especificando la entrada con el bus seleccionado.



**Buses en la opción Entrada y Salida en ProTools**

La otra opción es mediante la vista de envíos, esta vez sin alterar la salida de los *tracks*, sino asignando a los *tracks* que compartirán insertos un *Bus* dentro de la vista *Sends* o Envíos, después se creará un *track* auxiliar donde se especificará de entrada el bus correspondiente, y dentro de la vista *Inserts* se irán incluyendo los efectos. El volumen del envío será regulado por el atenuador de la ventana *Send*.



**Buses en la opción Envíos en ProTools**

### *Ajuste de Volumen y Paneo*

En todo trabajo de audio es necesario realizar los ajustes de volumen necesarios a cada elemento o región, debido a que cada uno deber tener su propio volumen que es independiente de los demás, logrando con ello una verdadera mezcla de audio y resaltando cada audio dentro de la producción.

En *Adobe Audition* debemos notar la diferencia entre ajustar el volumen o modificar la amplitud dentro de la vista de edición y dentro del *multitrack*, ya que son dos distintos procesos y afectación a los audios.

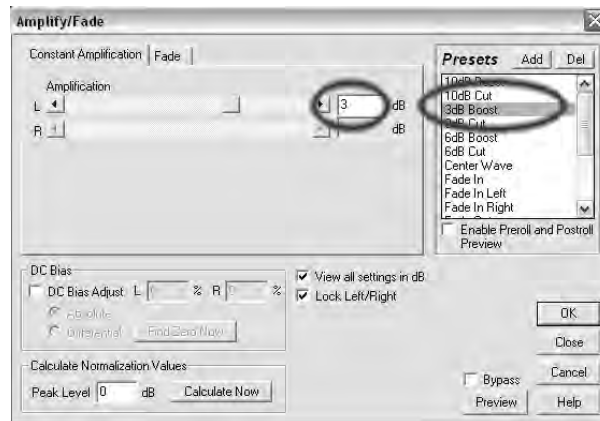
Cuando es un trabajo *multitrack* es importante reconocer si el volumen debe ser alterado en el archivo original debido a que sea demasiado bajo o si simplemente debe ser modificado unos cuantos decibeles sólo para realizar una mejor mezcla con los demás elementos.

De esta manera, si se requiere rectificar el volumen original debemos trabajarlo en la vista de edición. Donde se debe seleccionar la parte que nos interesa alterar y con ello el botón de *Modify Amplitude*.



**Botón Amplitud en Adobe Audition**

En los parámetros predeterminados estarán los valores de *Boost*, que servirán para aumentar volumen según tantos decibeles indiquemos, mientras que la opción *Cut* por el contrario, es para disminuir decibeles. Teniendo en cuenta que el valor de cada predeterminado puede ser alterado según nuestra necesidad, se escribirá en el campo de la derecha otro número positivo para aumentarlo y negativo para disminuirlo.



Cabe recordar que dentro de la vista de edición el archivo original será modificado y serán guardados los cambios siempre y cuando nosotros le demos la opción guardar.

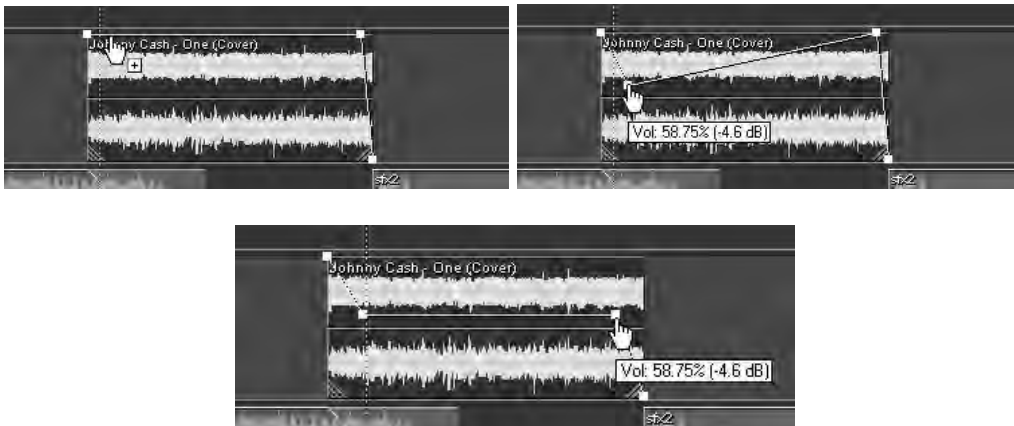
En el trabajo de edición *multitrack* debemos cerciorarnos que los botones *Show Volume Envelopes* y *Edit Envelopes* estén activados.



En la parte superior de cada elemento se verá una línea verde la cual será modificable para cambiar el volumen del mismo. Y la modificación de volumen será a través de puntos críticos comúnmente llamados nodos, que son creados con cualquiera de las 3 herramientas de trabajo, ubicando el cursor que cambiará a una mano en la posición donde deseamos marcar un cambio de volumen.



Arrastrando un nodo hacia arriba o abajo se cambiará el volumen, mientras que arrastrándolo hacia la derecha o la izquierda se ajustará la posición en tiempo en el elemento.



El volumen de los nodos se indicará al lado de cada uno en dos valores: porcentaje y en decibeles.

### **Consejos:**

- ✓ ***Cada nodo puede ser eliminado arrastrándolo con el mouse hacia arriba o hacia abajo del elemento.***
- ✓ ***Para evitar alterar por accidente el volumen de los elementos podemos desactivar la opción *Edit Envelopes*.***

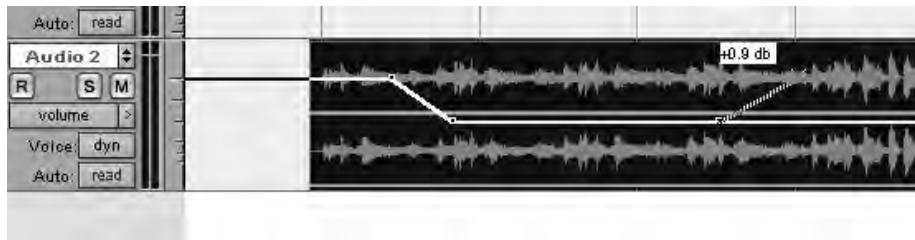
Otra opción de modificar el volumen de cada elemento es dando clic secundario sobre él y en el menú alterno la opción *Adjust Audio Clip Volume*, y en el atenuador que aparezca escribir el valor deseado.

El uso *ProTools* para modificar el volumen será similar al *multitrack* de *Adobe Audition*. Primero se deberá habilitar la opción *Volume* dentro de los controles de pista.



**Menú de tracks desplegable en ProTools**

Después mediante la herramienta de Mano se crearán nodos o puntos críticos sobre la línea horizontal y de igual manera que en *Audition* arrastrando un nodo hacia arriba o abajo se cambiará el volumen, mientras que arrastrándolo hacia la derecha o la izquierda se ajustará la posición en tiempo en el elemento. El volumen de los nodos se indicará al lado de cada uno en decibeles.



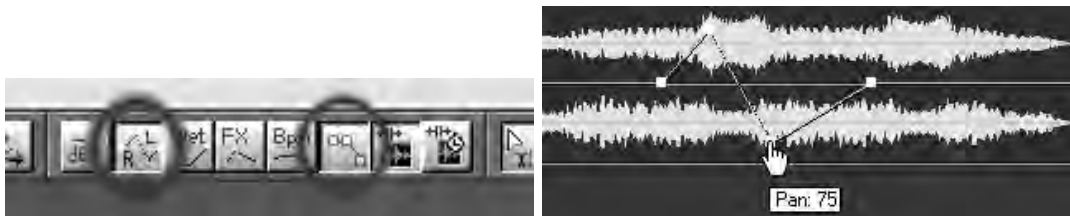
Manejo de líneas de Volumen en ProTools

### Consejos:

- ✓ **Los nodos de ProTools son borrados haciendo una selección sobre los que interesa borrar y con la tecla Suppress o Delete.**
- ✓ **Las regiones no pueden ser arrastradas en los tracks dentro de la vista Volume, es necesario regresar a la vista Waveform dentro del Selector de Vista de Pista del Control de Pista.**
- ✓ **Siempre es necesario mirar constantemente los indicadores de volumen o vúmetros para evitar saturaciones en la producción.**
- ✓ **Es necesario valorar los elementos que requieren subir o bajar volumen; ya que es común que si la voz está baja y el audio alto, se llegue a aumentar el volumen de la voz, provocando únicamente que saturemos nuestro volumen final, en vez de graduar ambos sin que se llegue a los excesos y saturaciones.**

Para modificar el paneo, es decir, la dirección entre los canales izquierdo y derecho de un audio, el trabajo es muy similar al de volumen en ambos casos de los programas.

En *Audition* debemos habilitar *Show Pan Envelopes* y *Edit Envelopes* y el trabajo será también mediante la creación de nodos, moviéndolos hacia arriba tantos puntos queramos panean hacia la izquierda, y hacia abajo para panean a la derecha.





En *ProTools* se debe seleccionar en el control de pista el paneo que queremos modificar, izquierdo o derecho y también mediante los puntos críticos creados con la herramienta de mano ir ajustándolos.



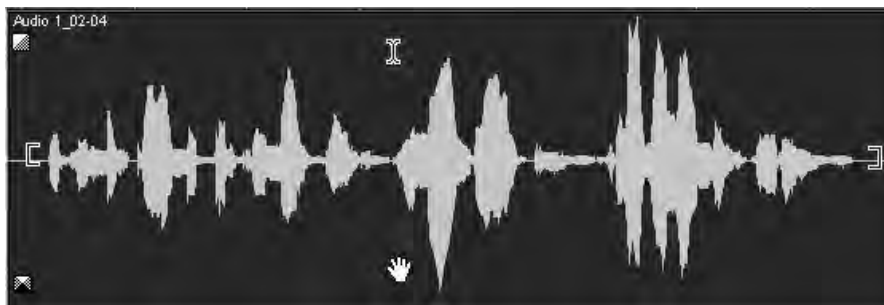
En *ProTools* existe una herramienta llamada Herramienta Inteligente que es la combinación de las herramientas de selección, en forma de mano y recorte, así como la creación de *fades*. La utilidad a usar depende de la ubicación del puntero en relación con una región y la herramienta o función cambia automáticamente.

Para seleccionar la herramienta inteligente se debe hacer clic en su icono situado en la parte inferior de las demás herramientas, o F6+F7, o F7+F8.



**Herramienta Inteligente en ProTools**

En la imagen siguiente se muestra la posición que debe tener el cursor para utilizar las herramientas mencionadas.



### **3.8 Procesos de audio en la grabación**

Llamamos proceso de audio a todo efecto o transformación aplicados a una señal de audio, que alteran el sonido original y pueden ser trabajados directamente sobre la aplicación del software o mediante el uso interno del mismo hardware. Es de esta manera donde las tarjetas de audio profesional también tienen otra función, la de proveer mezcla de efectos en tiempo real.

En el caso de *Adobe Audition* sus efectos y procesos están incluidos dentro de sus características que trae consigo el programa, e incluye gran cantidad de efectos. Mientras que en el caso de *ProTools* sus efectos o módulos son trabajados dentro de su mismo hardware y según el trabajo que se realice en las operaciones internas de la tarjeta existen diferentes tipos de *plug-ins* (TDM, RTAS, VST, MAS y AS) que son utilidades complementarias de un programa para obtener más funciones y se venden por separado bajo otras firmas. Esto da por resultado que *ProTools* llegue a ser un paquete de edición costoso, aunque por fábrica *Digidesign*, (la compañía que produce *ProTools*), incluye efectos básicos como: ecualizador, compresor, *pitch*, *reverb*, *delay*, coros.

En el caso de *Audition* cada proceso o efecto tiene su propio botón con el cual se obtiene una nueva ventana para la configuración o modificación del efecto. En cada ventana encontraremos una lista de efectos predeterminados llamados *Presets*, los cuales podremos ocupar de manera inmediata. A diferencia de *ProTools* que no cuenta con *Presets* en la mayoría de sus efectos y se obtienen no de botones sino del menú *Audiosuite*.

Además en cada ventana de ambos programas existe un botón llamado *Previo* o *Preview*, que nos permite escuchar el efecto aplicado al audio antes de procesarlo, y de esta manera será más fácil realizar ajustes al mismo.

A continuación se nombran y describen los procesos y efectos más comunes en ambos programas, así como la vista gráfica de sus ventanas de configuración.

### **3.8.1 Ecualización**

La ecualización es el proceso de atenuar o incrementar bandas de frecuencia para mejorar el rendimiento de un sistema de refuerzo sonoro en un lugar con acústica definida.

La ecualización, también llamada EQ, nos puede ayudar a definir detalles de una señal cuando ésta no presenta las características esenciales, como por ejemplo un micrófono que no nos proporciona la característica tímbrica de la fuente, esto puede ser corregido con ecualización, pero se debe de tomar en cuenta que una exageración en la ecualización puede generar que la señal final suene menos natural y más "electrónica". La ecualización también nos sirve para eliminar frecuencias de acoplamiento entre micrófonos y monitores de piso que se traducen como retroalimentación (*feedback*). Determinando qué frecuencia o frecuencias se están retroalimentando se puede generar una ecualización para controlar dichas frecuencias.

La ecualización puede ayudar a muchas aplicaciones pero puede destrozarse otras.

*Lo que la ecualización puede hacer aplicándola apropiadamente:*

- Mejora perceptiblemente la naturalidad e inteligibilidad en un sistema de refuerzo sonoro enfatizando los rangos de frecuencia más críticos para la voz.
- Incrementa perceptiblemente el nivel de salida total de un sistema de refuerzo sonoro reduciendo la salida del sistema en las bandas de frecuencia en donde ocurren retroalimentaciones. Estas bandas de frecuencia a reducir pueden variar por muchas variables tales como la acústica del lugar, la colocación y tipo de micrófono, la ubicación y diseño del sistema de altavoces, entre otras.
- Mejorar perceptiblemente la naturalidad tonal y tímbrica de una fuente captada por un micrófono cuando éste no proporciona la señal acústicamente correcta. En este punto más que usar mucha ecualización es mejor resolverlo con técnicas de microfoneo, pero es una buena opción en ciertos casos.

*Lo que la ecualización no puede hacer*

- Hacer que un sistema de refuerzo sonoro pobre trabaje satisfactoriamente.
- Mejorar los problemas de inteligibilidad del sistema causados por reverberación, reflexiones, vibraciones mecánicas, niveles de ruido de fondo altos, o cualquier otro problema causado por la física del lugar. Estos problemas NO se pueden resolver con ecualización ya que el origen del es acústico y desde ese aspecto se debe atacar. Los Paneles absorbentes pueden ayudar a solucionar este tipo de problemas.
- Resolver problemas de inteligibilidad por una distancia alejada entre el micrófono y el orador.
- Mejorar el rendimiento de componentes de audio de mala calidad que se encuentren en la cadena de audio.
- Eliminar distorsiones y problemas de ruido causados por malos acoplamientos eléctricos entre los componentes de la cadena de audio.
- Corregir problemas de eco en sistemas de tele conferencia.
- Mejorar las características tonales y tímbricas de una fuente desafinada o mala de origen.
- Afinar la voz de un cantante.

Básicamente, cuando se ecualiza, se hacen 2 operaciones:

- Realzar (amplificar, aumentar, *boost*) una Banda de Frecuencias que se desean resaltar.
- Atenuar (cortar, reducir, *cut*) una Banda de Frecuencias que exceden límites.

En general, la EQ se realizará en 3 momentos de la producción sonora:

- Durante la Grabación: No muy recomendado, ya que conviene tomar las fuentes de manera plana; pero se puede utilizar por ejemplo para corregir deficiencias del micrófono o filtrar el ruido del tráfico cortando las frecuencias graves, etc.
- Durante la Mezcla: Es un momento clave. Cada pista debe ser ecualizada para sacar el mejor provecho de esa fuente, pero además debe conseguirse un equilibrio en el espectro resultante de la mezcla (suma de todas las pistas), ya que por efecto de enmascaramiento, las pistas pueden entorpecerse unas a otras.  
Aquí se puede utilizar la técnica de complemento, esto es, cuando se tienen dos fuentes que comparten parte del espectro (bombo-bajo; voz-guitarras; voz-voz; etc.) en la primera pista realzar levemente una banda de frecuencias; y en la segunda, atenuar la misma banda. Así, “encajar” los sonidos como piezas de rompecabezas (con cuidado, sin exagerar).  
También se pueden lograr efectos tipo: *voz por teléfono*, filtrando frecuencias graves y agudas, dejando pasar sólo una estrecha banda de medios.
- Durante la Masterización: En este último paso de la producción sonora, se ecualiza para dar un retoque final al color del master. Definiendo brillo general en los agudos, profundidad en los graves, presencia en medios altos, etc.

### **Consejos:**

- ✓ **Ecualizar poco. La EQ debe ser un retoque, no una deformación.**
- ✓ **Es preferible atenuar que enfatizar.**
- ✓ **No utilizar la misma EQ (cortar o enfatizar las mismas frecuencias) en distintas pistas**
- ✓ **No ecualizar los canales “por separado”, sino ir alternando entre el canal en Solo y la mezcla general para ver cómo incide esa EQ en el producto final.**
- ✓ **Comparar nuestro material con grabaciones comerciales del mismo “estilo” que suenen bien.**
- ✓ **Utilizar la función BYPASS (la señal atraviesa el procesador sin ser modificada) para comparar: señal ecualizada vs. señal plana.**
- ✓ **Escuchar la EQ y Mezcla a distintos volúmenes.**
- ✓ **Escuchar la EQ y Mezcla en todos los equipos y sistemas de que dispongamos, en el coche, en el *iPod*, en un radio sencillo y un equipo de lujo.**
- ✓ **Tomarse tiempos de descanso al trabajar, evitar la fatiga auditiva (provocada muchas veces por volúmenes altos y/o uso de auriculares)**

Los parámetros básicos de un ecualizador son:

- Frecuencia central: como su nombre indica, frecuencia en torno a la cual se aplica la ganancia.
- Ganancia: incremento (ganancia positiva) o decremento (ganancia negativa) en el nivel de la señal.
- Factor de calidad (Q): relación entre la frecuencia central y el ancho del filtro. Valores bajos de Q indican filtros anchos y valores altos representan filtros estrechos.

### Uso de filtros en la ecualización

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

Los filtros no son precisos. No se puede seleccionar una frecuencia de corte y esperar que el filtro actúe de la misma forma y con igual precisión a lo largo de todo el espectro.

*LPF (Low Pass Filter, Filtro pasa Bajos)*: Recorta los agudos desde una frecuencia dada, dejando pasar los graves.

*HPF (High Pass Filter, Filtro pasa Altos)*: Recorta los graves desde una frecuencia dada, dejando pasar los agudos.

*BPF (Band Pass Filter, Filtro paso de Banda)*: Recorta graves y agudos a partir de una frecuencia dada, dejando pasar sólo una banda estrecha de frecuencias.

*Notch Filter (Filtro Rechaza Banda)*: Recorta la banda adyacente a una frecuencia dada, dejando pasar los graves y agudos a partir de ella.

*High Shelf (Pizarra Agudo)*: Realza o atenúa todas las frecuencias superiores a partir de la frecuencia dada.

*Low Shelf (Pizarra Grave)*: Realza o atenúa todas las frecuencias inferiores a partir de la frecuencia dada.

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

## Tipos de Ecualesadores

Cualquier ecualizador es realmente una colección de filtros que son usados para subir o cortar un rango específico de frecuencias de audio. Básicamente la ecualización es usada para moldear el tono general (carácter) del sonido y para corregir problemas relacionados específicamente con algunas frecuencias. Existen varios tipos de ecualizadores, pero los más usados son los Gráficos y los Paramétricos.

### *Ecualizadores Gráficos*

En un ecualizador gráfico cada filtro está conectado directamente para controlar una frecuencia específica central. Varios filtros están dispuestos a través del rango de la frecuencia de audio a intervalos regulares (1/3 de octava, 2/3 de octava y 1 Octava entre los más comunes) y nos permiten ajustar el tono del espectro entero escogiendo el filtro apropiado en la frecuencia deseada.

Un EQ gráfico puede tener 10, 20, 30 o 31 bandas disponibles. A más bandas, más control es el que se tiene; sin embargo, no hay control sobre el ancho de la banda a modificar.

El término *Gráfico* viene por la manera en que las bandas están puestas horizontalmente sobre la carátula del instrumento; tal y como vamos modificando las frecuencias aumentando/reduciendo, tenemos una idea "visual" de lo que le estamos haciendo al espectro general del audio y entonces vemos la curva de ecualización que estamos aplicando al modificar los controles.

Esto no se debe tomar precisamente como la explicación porque puede no estar tan relacionado. Los controles no reflejan la frecuencia de respuesta de la señal entrante. Son solo una señal "casual" que da una idea de la curva de ecualización de salida.



**Rack Ecualizador Gráfico Marca Alesis Modelo DEQ230**

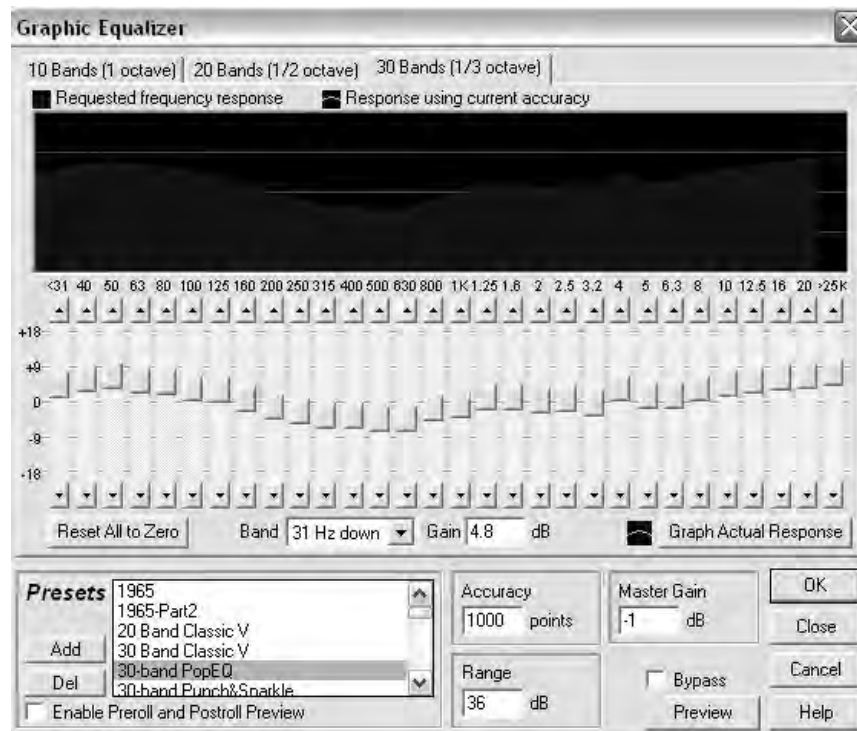
Estos ecualizadores son más fáciles e intuitivos de operar porque realmente sólo tienes un parámetro por banda para modificar y éste es precisamente la cantidad de "*boost*" (aumento) o "*cut*" (corte) a aplicar por banda.

Los EQ gráficos son muy útiles para el moldeo general de sonidos, para corregir problemas muy específicos de las frecuencias como hiss o feedback de los micrófonos o compensar las condiciones acústicas de una sala / auditorio; obviamente mientras más bandas tengamos (por ejemplo un EQ de 1/3 de octava a 30 bandas) podemos hacer cosas con más detalle.

Son los más utilizados en situaciones de sonido en vivo y en equipos hogareños o también en el estudio para ecualizaciones rápidas.



**Botón de Ecuador Gráfico en Adobe Audition**



**Ecuador Gráfico en Adobe Audition**

### *Ecualizadores Paramétricos*

A diferencia de los EQ gráficos, estos ecualizadores tienen menos bandas de control. Raramente habrá uno con más de 5 bandas; sin embargo se tiene mucho más control por banda que con un EQ gráfico.

En un EQ paramétrico se controlan 3 parámetros por banda:

1. Frecuencia: con la cual se puede elegir la frecuencia específica a modificar.

2. Ganancia con la que se ajusta la cantidad de *boost/cut* de la frecuencia elegida. Medida en dB.
3. Acho de la banda (Q): ajusta qué tan ancho o angosto es el rango de frecuencias que se desean afectar. Se puede medir en octavas o con factor Q. El valor Q, surge de dividir la frecuencia central por el ancho de banda: por ej. si nuestra frecuencia central es 1000 hz y el ancho de banda es de 2 octavas (de 500 hz a 2000 hz)



Por lo tanto, el valor de Q será inversamente proporcional al ancho de la banda:

Mayor valor Q ----- Menor ancho de Banda  
 Menor valor Q ----- Mayor ancho de Banda



**Rack Ecualizador Paramétrico Marca Focusrite Modelo Red2**

Estos ecualizadores requieren un poco más de conocimiento y experiencia que un intuitivo gráfico; porque si por ejemplo, al usar dos bandas que estén muy próximas, ambas muy anchas que lleguen a cruzarse, pueden interactuar causando efectos secundarios no deseados.

Una manera de utilizar un Ecualizador Paramétrico es la siguiente:

1. Subir ganancia de una banda cercana a donde se cree que está la banda que se desea modificar en 6 o 9 db (cuidando los volúmenes).
2. Ajustar el ancho de banda lo más angosto posible.
3. Hacer un barrido de frecuencias hacia los lados hasta que encontramos la frecuencia que deseamos afectar.



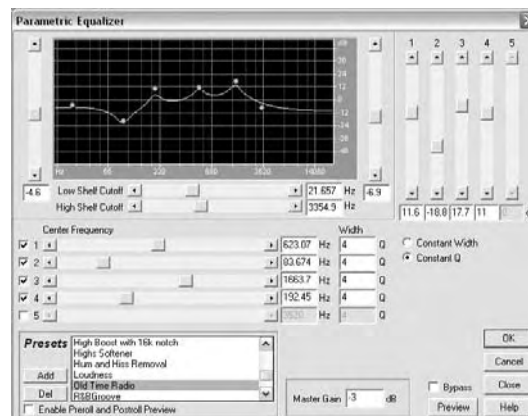
4. Para trabajar la frecuencia, ajusta el filtro hasta que cubra todo el rango de frecuencias que se quieren modificar. Por último, ajustar la ganancia de la banda (realzando o atenuando).

Si se graban todos los canales por separado, lo que normalmente se hace es grabar con todos los EQ planos y ecualizar durante la mezcla. Ésta es la mejor solución, porque las cosas cambian cuando se escuchan todos los instrumentos al mismo tiempo. Si en cambio, se tienen que hacer premezclas antes de grabar, se debe ecualizar antes de premezclar. También en tomas de micrófono, antes de usar un EQ se debe intentar lograr ese cambio de tono cambiando de lugar los micrófonos. Esto le da un efecto más natural que utilizando el EQ. Para acabar, hay que recordar que los EQ suelen trabajar mejor cuando se utilizan sutilmente (variaciones de 2 o 3 db pueden ser suficientes).

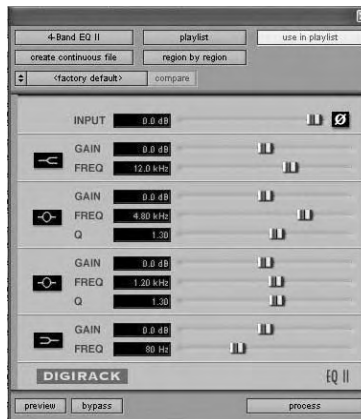
El error más común es agregarle graves a todo; así la mezcla sonará grave y turbia. Si se hace eso se podría pensar que subiendo los agudos se arreglará el fiasco, pero se notará como los medios suenan débiles y se descontrolará todo. Un buen consejo es utilizar la EQ con *bypass* para ir escuchando y controlando la ecualización en todo momento.



**Botón de Ecualizador Paramétrico en Adobe Audition**



**Ecualizador Paramétrico en Adobe Audition**



Ecuador de 4 bandas en ProTools

### 3.8.2 Procesadores de dinámica

En la mayoría de las veces en una edición se hace necesario controlar el volumen de las señales de una forma automática. Se trata de evitar que el volumen sea excesivo para que no se sature el amplificador de potencia o un pre-amplificador de micrófono. Quizá sólo se debe tener bajo control la voz de un cantante que puede gritar o susurrar. Otras veces tratamos de evitar el ruido que se cuela cuando no hay señal presente.

Para llevar a cabo este tipo de acciones, existen los llamados procesadores de dinámica. Éstos se usan habitualmente en el refuerzo de música en directo y aplicaciones de grabación multipista, mientras que son menos comunes para la reproducción de sonido pregrabado, al que se asume tiene ya la dinámica enlatada con control. No son tampoco habituales en las instalaciones fijas de refuerzo de sonido (a menos que sean locales con sonido en directo).

Los tipos de procesadores de dinámica más habituales son:

- Compresor / limitador, que atenúa o limita las señales que excedan un nivel de señal prefijado. Existe también una versión del compresor/limitador llamado *de-esser*, que regula el nivel excesivo de siseo en una voz. Un limitador es sólo una forma de compresor.
- Puerta de ruido, que enmudece o atenúa las señales que bajen de un nivel de señal prefijado. Si permite regular la cantidad de atenuación, entonces se habla de "expansor hacia abajo" o *downward expander*.

#### Compresor

La finalidad del compresor es reducir el nivel de las señales con demasiado volumen. Normalmente se puede hablar de varias razones principales para comprimir.

- Controlar la energía de una señal. El oído humano detecta los cambios de energía de las señales. Se expresa la energía de una señal de forma matemática como su valor RMS (es decir, el valor medio excluyendo el signo). El oído humano es muy sensible a las variaciones de energía, así que esta compresión deberá siempre ser suave y sutil para que no resulte evidente al oído. Por el contrario, una compresión abrupta y excesiva puede usarse para lograr efectos especiales, aunque esto es más propio de aplicaciones de grabación que de sonido en directo. Este tipo de compresión es utilizada, por ejemplo, para mantener la señal de un cantante en unos niveles relativamente constantes en todo momento, ya grite o susurre, se acerque o aleje del micrófono.
- Controlar el nivel de pico de una señal. A menudo el equipo está limitado por su capacidad de soportar picos de señal. Los amplificadores en diferentes puntos del mezclador pueden saturar. El amplificador de potencia puede saturar. Los altavoces pueden correr el riesgo de dañarse por excesiva excursión. En estos casos realmente lo que importa es controlar el nivel de pico de las señales, de forma que el procesado necesario tiende más hacia la limitación.
- Reducir el margen dinámico de una señal. Si se atenúan los picos de señal, se está reduciendo su margen dinámico. Puesto que muchos equipos están limitados por los picos (amplificadores de potencia, grabadores), ello permite subir el nivel RMS de la señal.

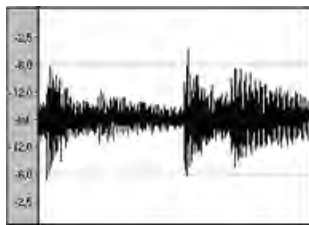
Aunque la configuración de los compresores varía bastante entre distintos fabricantes, todos ellos funcionan de una forma parecida. Para empezar, todos los compresores utilizan un umbral de uno u otro tipo. Casi siempre está calibrado en dB y lleva asociado un indicador de reducción de ganancia para saber en cuánto está modificando el compresor la señal de entrada. Si una señal no llega al nivel del umbral no se procesa, pero si supera este umbral, se aplicará una reducción de ganancia en una cantidad determinada por el control de ratio, o proporción. Este control es el más importante de un compresor, porque determina en qué medida afectará el compresor a la señal de entrada. Cuanto mayor sea el ratio, más reducción se aplicará.

Los controles habituales de los compresores se detallan a continuación. No siempre se encontrarán todos, y de igual manera, pueden añadirse otros.

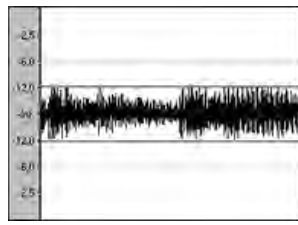
- **Threshold** (umbral): es el nivel asignado donde las señales comenzarán a ser comprimidas. A menor umbral, más tiempo de compresión. Las señales que lo superan serán comprimidas en la proporción que dicte el ratio que se haya ajustado.  
Si el operador piensa que una pista suena muy alta, reducirá este nivel. Naturalmente, un *threshold* puesto al máximo no hará nada, porque el nivel

de la música siempre se mantendrá por debajo de este nivel y no habrá restricción alguna. Normalmente se mide en decibeles (dB).

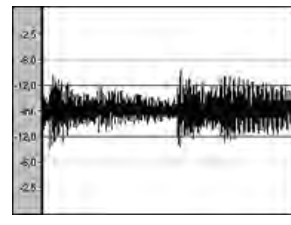
- **Ratio** (relación, radio, proporción): es la relación entre el nivel de entrada y el de salida. Cuánto se comprime una señal. Un *ratio* de 2:1 una señal de salida con la mitad de volumen que la señal de entrada. Cuando la señal de entrada supera el nivel de *threshold* ajustado por el usuario, se aplica una reducción de ganancia que depende del *ratio*. Un rango típico de este parámetro va desde 1:1 (no se aplica reducción alguna) a infinito:1, lo que significa que la señal no puede en ningún caso sobrepasar el nivel de *threshold*. Este último comportamiento es conocido como limitador, ya que la señal está totalmente limitada por el nivel de *threshold*. El *ratio* también se basa en dB de tal forma que, en una compresión 3:1, por cada 3 dB de señal que sobrepasan el *threshold*, sólo se amplifica en 1 dB. Por tanto, cuanto mayor es el *ratio*, más se limita la señal que sobrepasa el *threshold*.



La señal original tiene demasiada diferencia de volumen, lo que hace difícil mezclarla en la mezcla final.

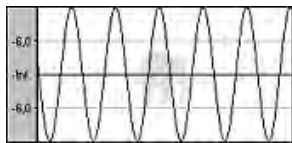


Threshold: -12 dB  
Ratio: infinit:1  
Limitamos la señal por completo.



Threshold: -12dB Ratio: 2:1  
Hay limitación, pero los picos más altos aún pasan los 12 dB.

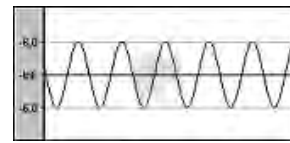
- **Attack** (ataque): es el tiempo de reacción del compresor, o sea cuánto tarda el compresor en empezar a atenuar la señal que ha sobrepasado el nivel de *threshold*. Con un ataque rápido (o tiempo de ataque corto) la señal es limitada inmediatamente, mientras que un ataque lento permite una transición entre la señal original y su atenuación. Por ejemplo, es muy común utilizar un ataque rápido de unos pocos milisegundos (ms) para obtener sonidos más percusivos, especialmente en guitarras e instrumentos de percusión y hace las voces más claras y comprensibles.



Señal original de 40 Hz.  
Se pretende limitar la señal a -6 dB (líneas grises horizontales)



Threshold = -6 dB Ratio = infinit:1  
Ataque = 30 ms  
La compresión se realiza gradualmente, durante el tiempo de ataque.

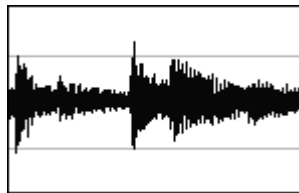


Threshold = -6 dB Ratio = infinit:1  
Ataque = 0 ms  
Tiempo de ataque muy rápido: la compresión se realiza inmediatamente.

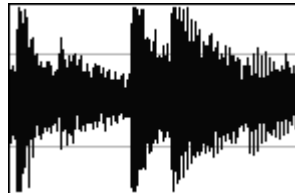
- **Release** (relajamiento, desvanecimiento): al contrario que el ataque, el *release* es lo que tarda el compresor en dejar de aplicar la limitación de ganancia y recupera el nivel original de la señal, una vez estamos por debajo del nivel de *threshold*. Un tiempo de *release* largo podría hacer que la señal no hubiera terminado de recuperar su volumen original cuando ocurriese el siguiente salto por encima de *threshold*, muy indicado en señales con muchos altibajos de volumen, para hacer una señal más constante. Normalmente un tiempo de *release* corto es poco recomendable ya que no se evitan estos altibajos.
- **Gain** (ganancia de salida, Compensación, 'Make-up'): este parámetro agrega ganancia a la señal, para compensar la pérdida producida por la compresión.

Por ejemplo, es muy normal que cuando la composición está totalmente terminada suene baja en comparación con otras grabaciones comerciales. Una vez pasada del fichero final por un compresor, permitirá maximizar su volumen sin que distorsione (aprovechando las propiedades limitadoras del compresor).

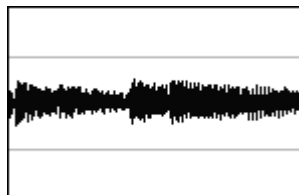
Algunos compresores disponen de la opción "Auto-Gain compensation", o compensación de ganancia, que permite aumentar al máximo la ganancia de la señal sin que llegue a distorsionar automáticamente.



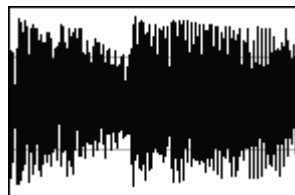
1. Señal original. Se pretende aumentar su volumen.



2. Al aumentar el volumen sin compresión, los picos más altos llegan a distorsionar, mientras que las zonas más bajas apenas han aumentado.

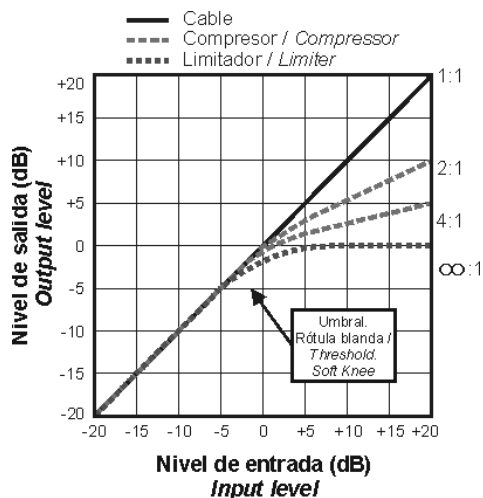


3. Señal original comprimida. Se ha igualado la envolvente de la señal, pero apenas tiene amplitud.



4. La misma señal comprimida con un ratio 8:1 y threshold a -15 dB y Auto-Gain compensate activado.

- **Knee:** Regula la transición entre el estado procesado y sin procesar. En un compresor, puede existir la opción entre una transición "blanda" (*soft knee*) y una más brusca (*hard knee*). En ocasiones existe un control que nos permite ajustar cualquier posición entre ambas. A veces se habla de la compresión con rótula blanda como *OverEasy*, con relación a una denominación registrada por la marca *DBX*. La rótula blanda permite una compresión más suave y gradual.



- **Sidechain** (*sidechain, key*): Es la señal que se conecta a un compresor para controlar el nivel de salida. Cuando esta señal supera el umbral, se aplica la compresión sobre la señal principal que está atravesando la unidad. Muchos compresores hardware -y algunos de los mejores *plug-ins*- poseen entradas externas de *sidechain* -o *key*- para poder aprovechar las características de una fuente sonora para comprimir otra distinta. En las pistas musicales, la señal de *sidechain* suele ser la voz, mientras que la señal principal son los instrumentos solistas. Conectados de esta forma cada vez que aparece la voz se atenúa la pista de fondo en una cantidad determinada por el control de *ratio*. Esto ayuda a evitar confrontaciones entre el instrumento solista y las voces, permitiendo que éstas se escuchen con más claridad.
- **De-esser:** es una técnica que suele aplicarse a las voces para reducir el nivel de los sonidos sibilantes ('s', 'sh', 'ch', etc.), que son significativamente más intensos que los otros sonidos asociados al habla humano. Este tipo de sonidos empieza a generar problemas a partir de los 7-8kHz, así que lo más habitual es bajar el volumen del micro a estas frecuencias. Se conecta un envío auxiliar del canal de voz a un ecualizador y desde ahí se pasa a través del compresor de nuevo hacia el canal de voz. Luego se conecta el ecualizador a la entrada *sidechain* para realzar las frecuencias sibilantes.

Hay que ser capaz de monitorizar la *sidechain* de alguna forma y, como en otras ocasiones, la única forma de hacerlo es a través de bandas. Además escuchar al canal de voz principal para ajustar el umbral y el ratio, pero emplea un ataque y un desvanecimiento rápidos para que la compresión se note lo menos posible.

A continuación una tabla donde se muestran algunos valores ejemplo en la compresión.

Valores comunes de compresión					
Fuente	Attack	Release	Ratio	Hard/Soft	Gain
Vocal	Rápido	0.5 s / Auto	2:1 - 8:1	Soft	3 - 8 dB
Bombo y Redoblante	1 - 5 ms	0.2s / Auto	5:1 - 10:1	Hard	5 - 15 dB
Bajo	2 - 10 ms	0.5 s / Auto	4:1 - 12:1	Hard	5 - 15 dB
Mezclas	Muy rápido	0.4 s / Auto	2:1 - 6:1	Soft	2 - 10 dB con Stereo Link
General	Rápido	0.5 s / Auto	5:1	Soft	10 dB

Los valores de *ratio* y umbral recomendados dependen del estilo y la naturaleza de la mezcla que se vaya a comprimir. En general, la música popular se comprime con un *ratio* cercano a 1'5:1 o 2:1, combinado con un umbral bajo para que la compresión funcione casi todo el tiempo sobre todo el margen dinámico de la pista.

Es importante recordar que siempre se debe combinar un ratio con un umbral más alto para evitar efectos adversos en la música que a comprimir, pero estos valores tienen sus límites. En circunstancias extremas en las que la naturaleza de una pista requiere un sonido muy comprimido -como el *hip hop*-, no es nada raro ver *ratios* tan altos como 5:1, aunque resulta muy poco habitual emplear valores más altos.

Para comprimir una mezcla completa conviene elegir un soft knee. De esta forma, el *ratio* aumentará gradualmente conforme la señal se acerca al umbral, proporcionando una imagen comprimida más suave y más sutil, que suele ser más adecuada para una mezcla completa.

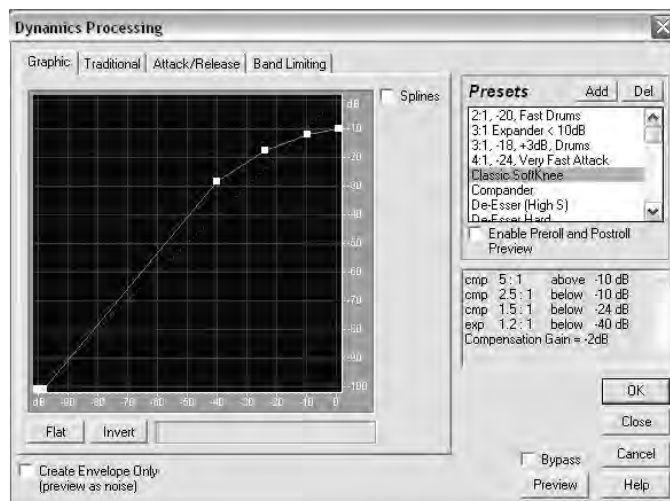
Aunque el *ratio*, el umbral y la configuración del *knee* son muy importantes en la compresión de una mezcla; el único control que marca claramente diferencias en la intensidad percibida de una pista es el desvanecimiento.

Evidentemente, siempre conviene evitar cualquier salto de volumen utilizando un desvanecimiento largo, pero los valores más cortos pueden ser buenos para conseguir una mezcla con un sonido más dinámico. Algunos compresores ofrecen un modo de desvanecimiento automático que suele funcionar bastante bien con cualquier pista, aplicando un desvanecimiento rápido en los golpes transitorios y un valor más lento para los picos menos intensos.

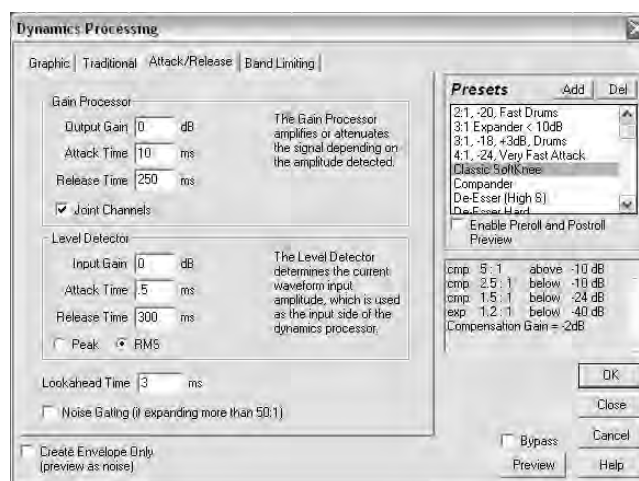


**Rack Procesador de Dinámicos Marca Focusrite Modelo Platinum Penta**

A continuación las vistas del compresor de *Adobe Audition* y *ProTools* respectivamente, las cuales recordemos que pueden ser modificables según los valores vistos, o empleando los valores predeterminados.

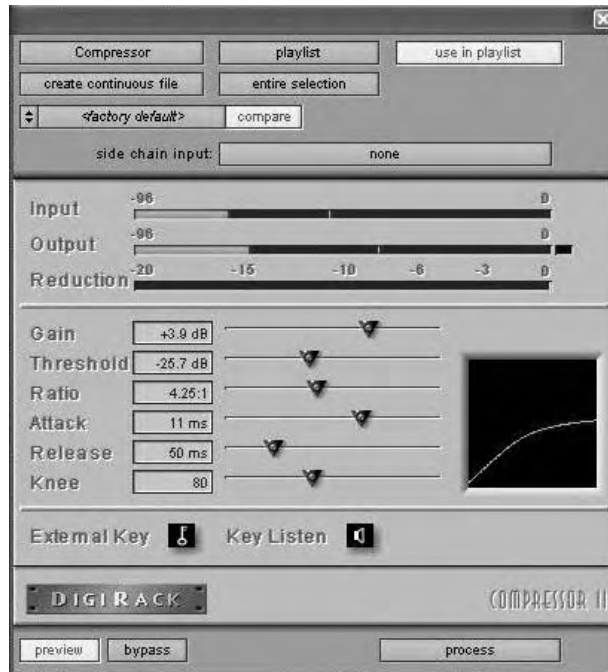


**Compresor / Limitador en Adobe Audition**



**Configuración de Compresor en Adobe Audition**





Ventana del Compresor en ProTools

## Limitador

Para que el compresor funcione como limitador, ajustaremos la relación de compresión por encima de 20:1. A diferencia de la compresión, la limitación se utiliza como muralla para impedir que los picos que señal dañen los altavoces o saturen amplificadores (o dispositivos de grabación), así que los limitadores deberán activarse sólo de forma ocasional. De lo contrario será muy evidente y afectará la calidad sonora. Los tiempos, en particular el de ataque, deberán ser rápidos, para impedir la saturación o la sobre-excursión. El umbral se ajustará de 2 o 3 dB por debajo del nivel máximo que no se quiere rebasar, puesto que hay que tener en cuenta que el limitador tarda un cierto tiempo en llegar a su máxima atenuación. Se asume también que el limitador sólo se activará ocasionalmente en los picos más altos.

Dependiendo de lo rápidos que sean los limitadores, pueden llegar a distorsionar las señales, funcionando realmente como "recortadores" más o menos abruptos de las formas de onda. Como se ha comentado anteriormente, algunos compresores vienen equipados con limitadores específicos de picos.

Un caso particular son los limitadores que se integran a menudo en los amplificadores de potencia, y que tienen como misión evitar el recorte (*clip*) continuado de la señales. Si están correctamente diseñados, el umbral de compresión no es fijo, sino que la compresión se activa sólo cuando el amplificador está saturando (recortando).

El nivel en que el amplificador satura puede variar en función de la señal y de la corriente de alimentación, de forma que se usa este umbral "flotante" para ajustar la limitación a la saturación del amplificador, impidiendo así que se produzca compresión innecesaria que reste nivel al equipo, o bien que el amplificador recorte si hay una baja en el voltaje de la red eléctrica.

En el caso de los limitadores de un divisor de frecuencia o un controlador, idealmente éstos reciben señal de los amplificadores para determinar si éstos están saturando, aunque en la práctica el cableado adicional lo hace un poco engorroso para aplicaciones de sonido en directo. Cuando es el divisor de frecuencia el que se encarga de limitar, en la práctica se tiene un compresor multibanda de tantas bandas como vías activas del sistema, de forma que, si los tiempos son seleccionables por el usuario, deberemos elegir tiempos más rápidos para las vías de agudos y más lentos para las de bajos.

#### *Compresión de sibilancia (seseo)*

Ciertos cantantes o voces tienen a acentuar en exceso las eses, provocando el efecto que se conoce como sibilancia (seseo). Se puede utilizar la cadena lateral para introducir en el circuito de detección una señal cuyas frecuencias de sibilancia están exageradas, de forma que sea más sensible a éstas. Para ello hay que aplicar una ganancia a la región de 3.5-8 kHz y aplicar 10 dB de ganancia. De esta manera la compresión se producirá 10 dB antes en los sonidos de eses. Las eses deberán producir unos 5 dB de compresión, que usará tiempos más bien rápidos.

#### *Compresión de popeo*

Es básicamente lo mismo que la compresión de sibilancia, sólo que referido a los "pops" de manejo del micrófono. Para conseguirlo, acentuaremos las frecuencias alrededor de 50 Hz.

### **Puerta de ruido**

La finalidad de una puerta de ruido es la de enmudecer las señales con poco volumen. La mayoría de las puertas permiten también la posibilidad de cerrarse parcialmente, introduciendo cierta atenuación en vez de cerrarse del todo.

Existen diversas razones por las que puede hacerse necesario el uso de una puerta de ruido. En aplicaciones de grabación, se usan para eliminar el ruido de fondo en los momentos en que el instrumento o voz no produce señal (en los silencios, o bien antes de comenzar el tema y después de terminar éste). En aplicaciones de sonido en directo son menos necesarias desde el punto de vista del ruido de fondo, puesto que el siseo del sistema no es un problema cuando el sistema está funcionando.

También se ha de tener en cuenta que las puertas de ruido no eliminan el ruido, sino que solamente lo "esconden", puesto que lo atenúan cuando es más evidente (en los silencios), para dejarlo pasar cuando está enmascarado por la señal (ya que es casi imposible separar un ruido - aleatorio - que está mezclado con la señal).

Los parámetros de limitador y puerta de ruido los encontramos también en las ventanas antes vistas.

### 3.8.3 Efectos

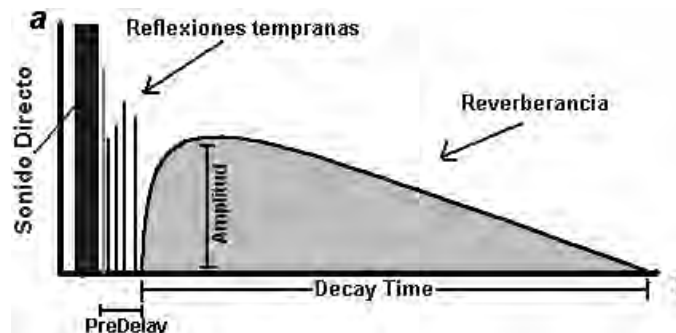
#### Reverb o Reverberancia

La reverberancia o *reverb* es un efecto que está presente continuamente en la naturaleza, al chocar los sonidos directos contra límites (paredes, techos, etc). Lo que se percibe finalmente es la suma de ese sonido directo, las reflexiones tempranas y la reverberancia densa (ecos de ecos sumados y muy juntos).

La *reverb* como efecto pretende simular ese efecto natural, para darle un "ambiente" a sonidos que de otra manera sonarían fríos o artificiales. También se utiliza para dar el mismo "ambiente" a sonidos de distintas fuentes tomados en distintos lugares, si todos tienen la misma reverberancia, parecen estar sonando en el mismo lugar.

Los parámetros más importantes de *Reverb* son:

- **Decay Time** (Feedback): Es el tiempo que dura la reverberancia. Típicamente en recintos más amplios la *reverb* es más extensa.
- **Pre-Delay** (Retraso): Es el momento en que suena el efecto luego de escucharse el sonido directo. Y regula el tiempo de ataque de la *Reverb*.
- **Amplitud** (Nivel, *Level*, *Out*, *Wet Out*): Volumen máximo de efecto, cantidad de efecto.



- **Early Out** (*Early Echos*, *Echos Level*): Volumen de las reflexiones tempranas.

De acuerdo a sus características habrá varios “tipos” de *Reverbs* standar:

**Plate:** *Reverb* densa, suave y brillante. Se utiliza en voces, percusión, etc.

**Room:** Imita una habitación. No es muy duradera, se puede aplicar un poco a todas las pistas para que parezca que todo suena en el mismo lugar.

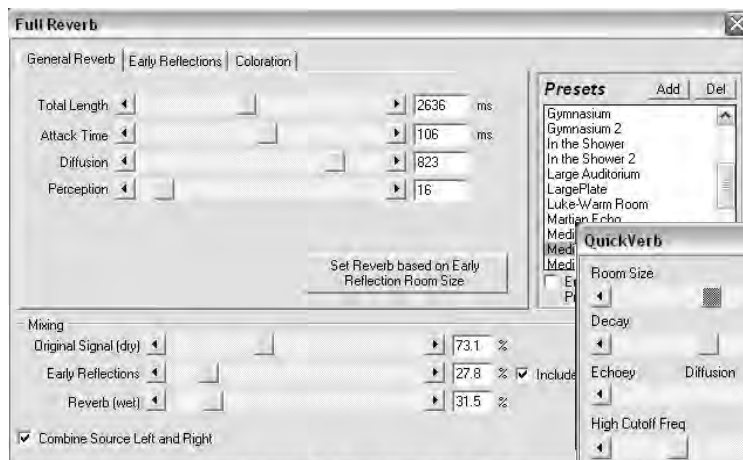
**Hall:** Muy duraderas. Para situaciones “lentas”. Si se aplica a sonidos muy seguidos y rápidos, genera confusión.

**Gate:** Son densas y tienen un corte abrupto.

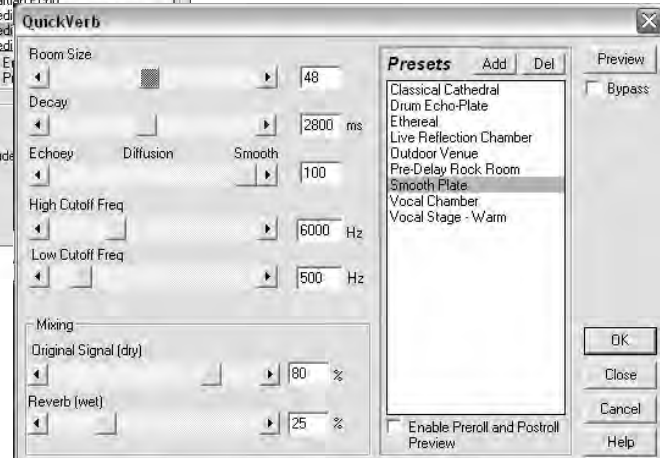
Y dentro de los programas de edición existen distintas maneras de aplicar y modificar un *Reverb*. En el caso de *Adobe Audition* existen 4 botones que nos permiten la creación de ellos, o mediante *Effects>Delay Effects* y a continuación sus vistas, así como el caso del *Reverb* de *ProTools* llamado DVerb.



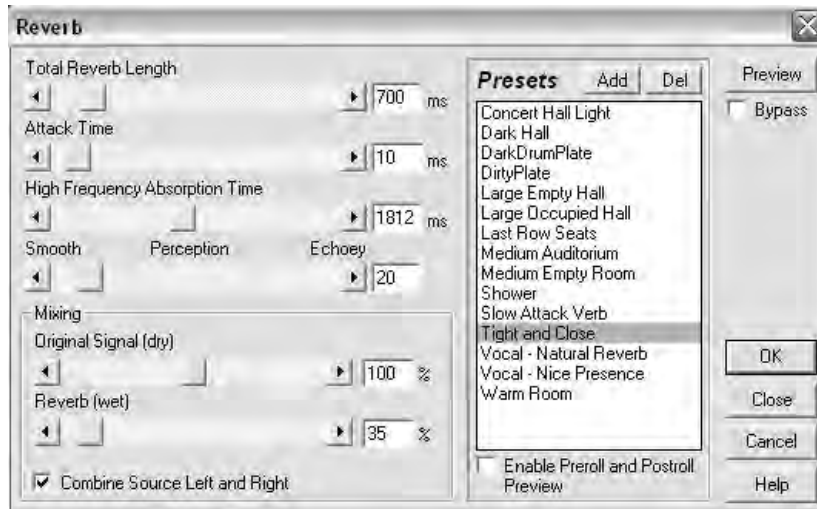
**Botones de Reverb en Adobe Audition**



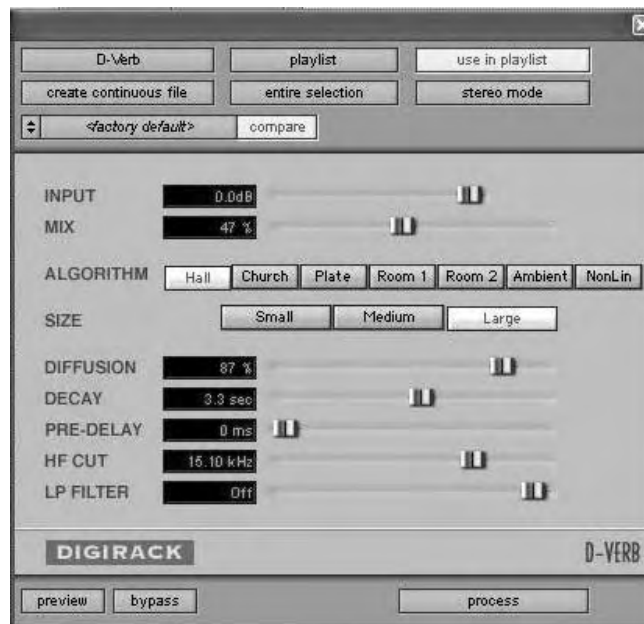
Ventana de Full Reverb en Adobe Audition



Ventana de QuickVerb en Adobe Audition



**Reverb en Adobe Audition**



**D-Verb en ProTools**

## Ecos

Cuando las reflexiones de un sonido llegan con retardos superiores a 50 milisegundos respecto de la fuente original aparece lo que se denomina eco. En otros tiempos el efecto de eco se conseguía gracias a los 2 cabezales (grabación y reproducción) de un magnetofón. Inyectando un sonido, grabándolo y reproduciéndolo inmediatamente obtendremos un retardo cuyo tiempo estará determinado por la distancia entre los cabezales y por la velocidad de la cinta (puede oscilar entre 66 y 266 milisegundos). Actualmente los ecos se consiguen mediante retardos digitales que permiten tiempos desde una milésima de segundo hasta 3 ó 4 segundos.

Los retardos no sólo se utilizan para simular eco:

Con un retardo muy corto (< 30 milisegundos) y una cierta realimentación alteraremos claramente la tímbrica. El sonido se hará metálico y adquirirá resonancias muy definidas en determinadas frecuencias. Incluso podemos simular acordes a partir de esta opción.

Con un retardo entre 20 y 80 milésimas afectamos principalmente a la presencia del instrumento, ya que nos aprovechamos del efecto *Haas* para "sumar" perceptualmente dos sonidos iguales (y físicamente separados en el tiempo), de manera que podemos generar la sensación de sonido más "grueso" o de multiplicación de instrumentistas.

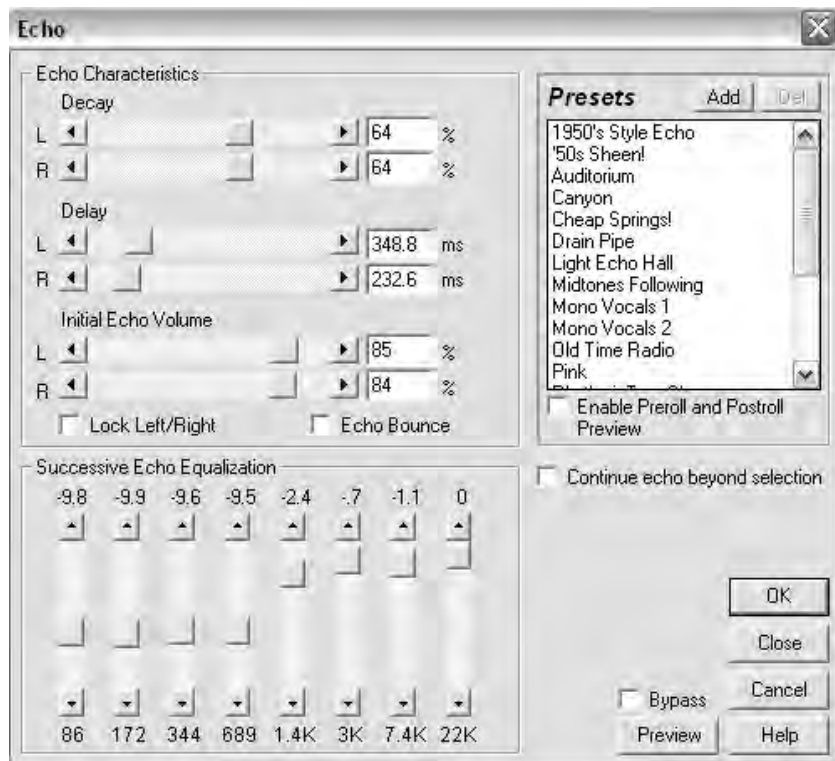
Con retardos mayores de 80 o 100 milisegundos el efecto principal que obtenemos es de tipo rítmico, por tanto -al menos en el caso de músicas con ritmos marcados- hay que ajustar el tiempo de retardo al *tempo* de la música, para lo cual existen tablas muy útiles o puede valer nos la fórmula:

Tiempo de Retardo =  $60000 / (\text{BPM} \times R)$ , donde R es 1 si el retardo va a negras, 2 si es a corcheas, 4 si es a semicorcheas, etc. Por ejemplo, a 100 BPM y 4/4, si queremos un retardo a semicorcheas (R=4) necesitamos un tiempo de 150 milisegundos.

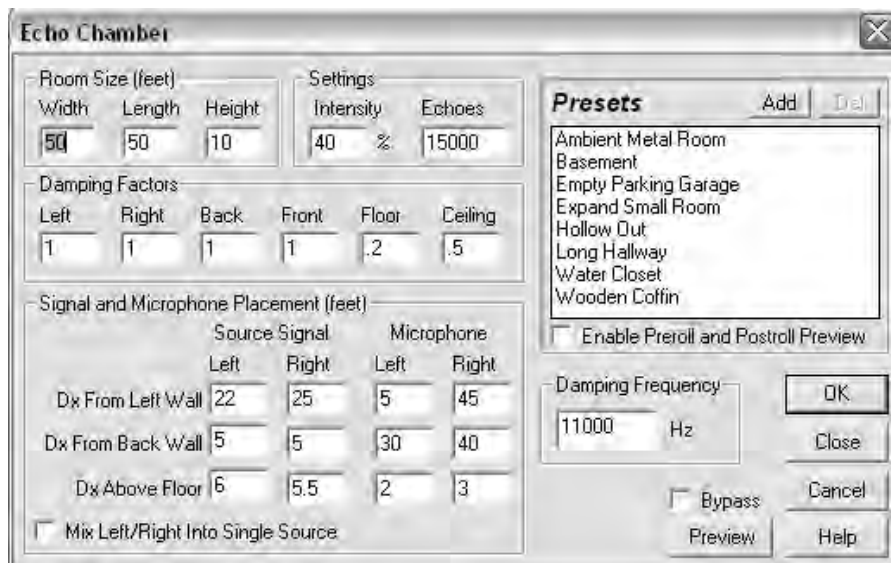
En *Adobe Audition* existen dos parámetros o botones de Eco, también modificables o aplicados sobre los llamados *Presets*.



**Botones de Eco en Adobe Audition**



**Eco en Adobe Audition**



**Eco de cámara en Adobe Audition**

## Delay

El *Delay* imita otro fenómeno de la naturaleza: el *Eco*. Un eco es una copia del sonido inicial, con un retraso (*delay*) lo suficientemente grande como para percibir la copia como un sonido nuevo. Si el retraso es muy pequeño, se perciben como un solo sonido. La reflexión en superficies lejanas hace que algunos sonidos vuelvan a nuestros oídos unas décimas de segundos después.

Los parámetros más importantes del *Delay* son:

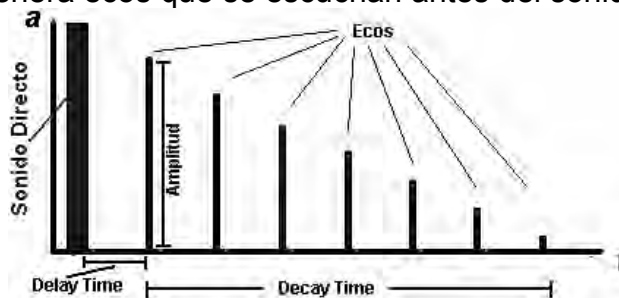
**Delay Time:** Determina el tiempo entre el original y el eco. Se percibirá como velocidad de los ecos.

**Wet, Level, Amplitude:** Volumen del *delay*.

**Multiple delays/echoes:** Esto significa que en lugar de escucharse un solo eco, se escucharán múltiples ecos del sonido original que van decayendo.

**Decay time / Feedback:** determina cuánto tardarán los ecos en desvanecerse. Si está a un nivel máximo, los *delays* nunca se desvanecerán, se repetirán indefinidamente a un máximo de amplitud.

**Pre-delay/echo:** genera ecos que se escuchan antes del sonido original.

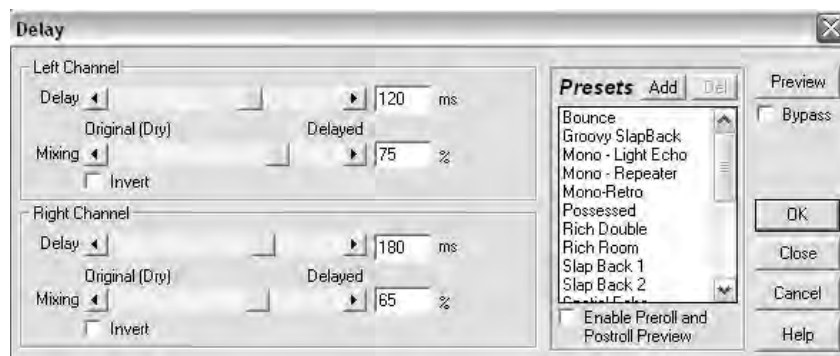


**Multi-Tap Delay:** Es la suma de varios *delays* con *Times*, *Amplitudes* y *Decays* diferentes.

Para aplicar *delay* dentro de *Audition* existen tres opciones: *Delay*, *Dynamic Delay* y *Multitap Delay*. Y en el caso de *ProTools* también puede ser aplicado mediante el *DVerb* modificando el valor *Delay*.

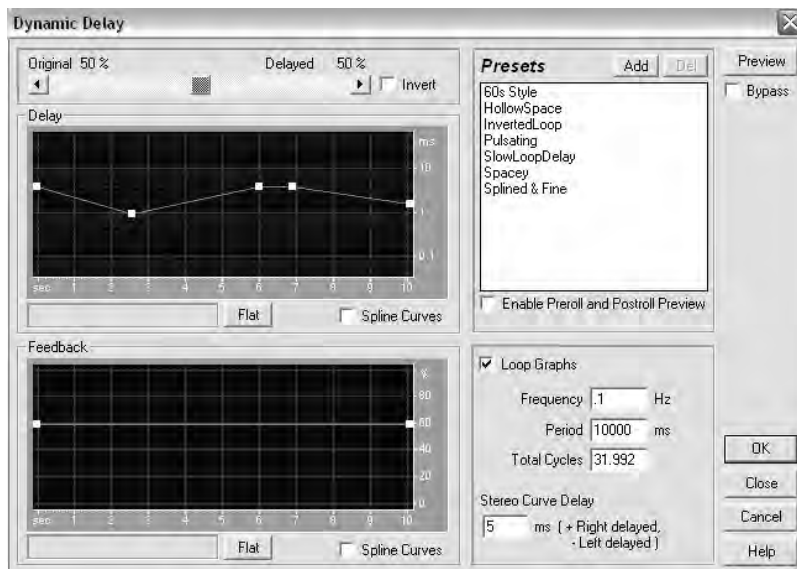


Botones de Delay en Adobe Audition

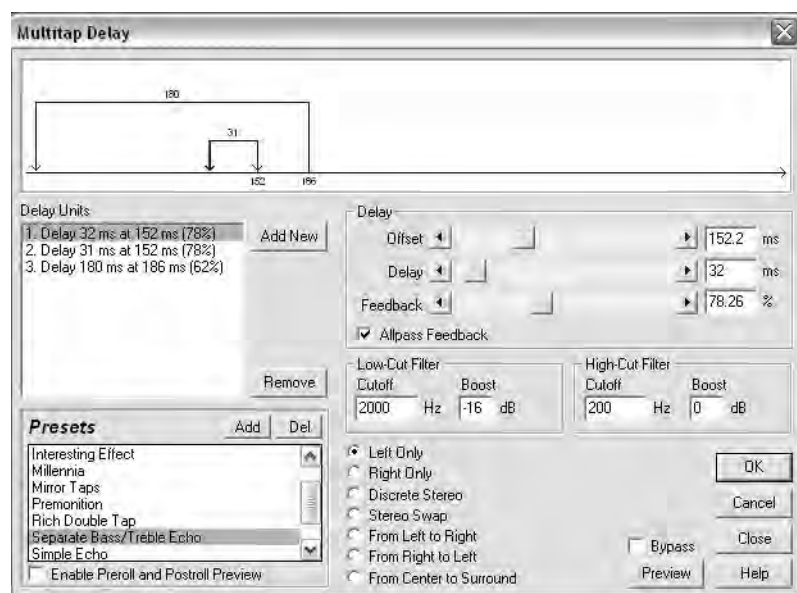


Delay en Adobe Audition





**Delay dinámico en Adobe Audition**



**Delay Multitap en Adobe Audition**

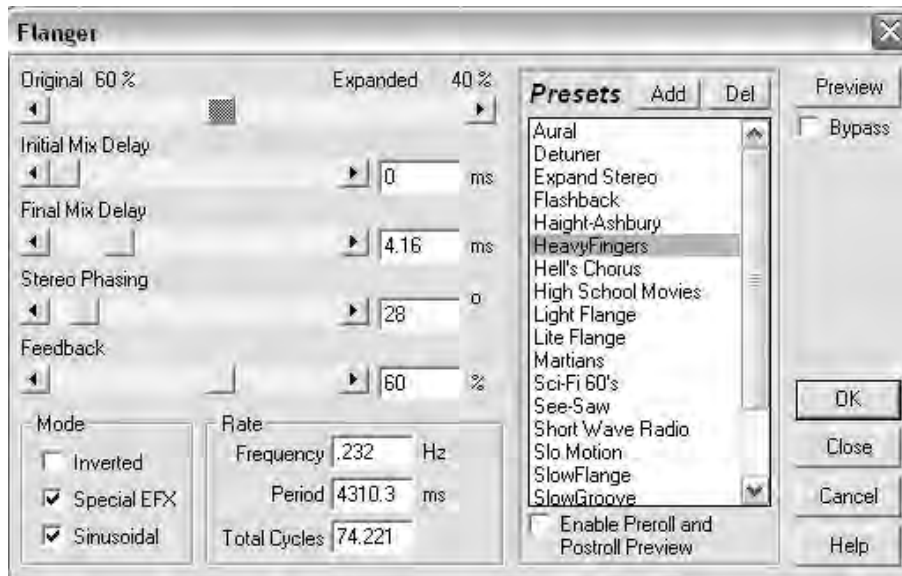
## Flanger

Se trata de un filtrado periódico (en forma de peine) de una serie de frecuencias determinada por el tiempo de retardo (por ejemplo, con uno de 0.5 milisegundos realizaremos 2KHz y sus armónicos). Si al grabar una cinta en un magnetofono se presiona con el dedo de vez en cuando y con fuerza variable la bobina que entrega cinta se originan micro-frenzazos que alteran la señal original. Si se graban simultáneamente en 2 magnetofonos y en uno aplicamos el *flanging* manual mientras que en el otro no, se generara el barrido característico del efecto de *flanger*.

El *flanger* proporciona efectos más llamativos cuanto más rico (armónicamente hablando) sea el sonido.



Botón de Flanger en Adobe Audition



Flanger en Adobe Audition



Flanger en ProTools

## Coros

La función *Chorus* se usa para simular múltiples fuentes sonoras partiendo de un sonido individual. Esto se logra mezclando copias del sonido original retrasadas y moduladas en altura.

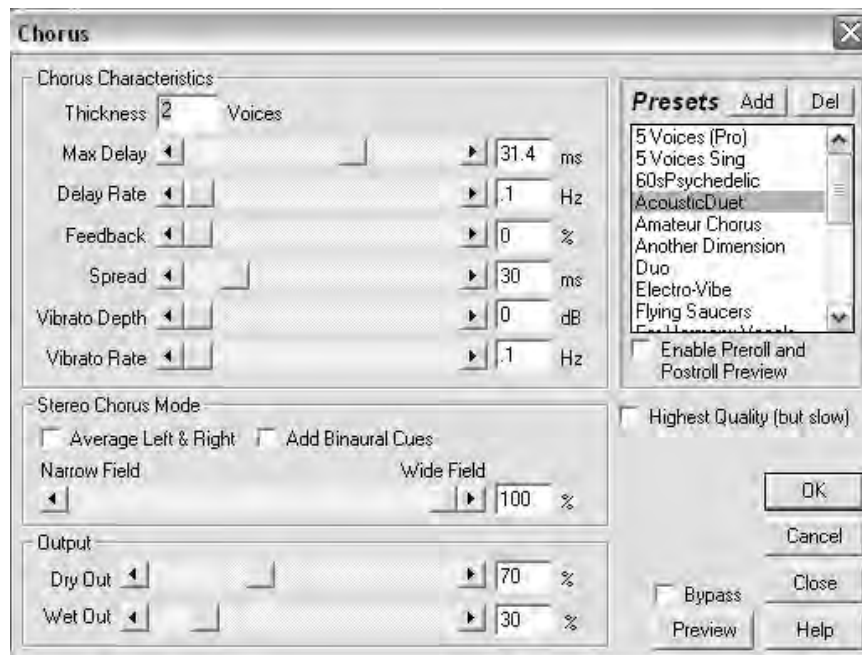
En esta situación, un intérprete puede atacar con cierto retraso y con cierta desafinación respecto a otro intérprete; eso es lo que trata de simular este efecto. Dado que su funcionamiento es similar al del *flanger* (sólo que la señal que sale se filtra y se realimenta) los parámetros de control también son similares.

Cambiando el tiempo de *Chorus out delay* se define cuánto tiempo después se escucha el sonido modulado. Los valores muy pequeños generalmente producen efectos interesantes de filtrado, como el *flanging*. Con valores más altos, se crean ecos con *chorus*.

Los parámetros *Feedback* y *Chorus size* cambian la fuerza del efecto. A valores más grandes se intensifica el chorus. Puede usar el *Low-pass filter* para quitar las frecuencias altas no deseadas.



Botón de Coros en Adobe Audition



Coros en Adobe Audition

Cabe recordar que los efectos son limitados en *ProTools* debido a que deben adquirirse por separado como *Plug-ins*.

Como vemos ambos programas nos permiten escuchar previamente el efecto seleccionado dando clic al botón *Preview* y/o poder comparar el efecto previo con el audio original a través de la opción *Bypass*.

### 3.8.4 Otros procesos

Otros recursos empleados en las producciones son la Distorsión y las variaciones de *Pitch*, Velocidad y Tiempo. Estas opciones las veremos para *Adobe Audition* ya que en él sí están incluidas.

#### **Distorsión**

Es la deformación del sonido respecto al original. Transforma en cuadradas las ondas de la señal de entrada. Eso origina que el resultado tienda a ser desagradable y rasposo (ya que la cuadratura de la onda implica que aparezcan armónicos impares). En audio, los tres tipos principales de distorsión electrónica son la distorsión por saturación, la distorsión armónica y la distorsión de intermodulación.

#### *Distorsión por saturación*

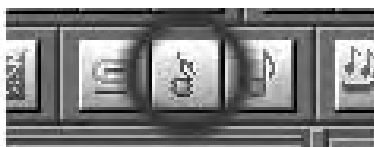
Excediendo los límites de volumen se notará un cambio en la calidad del audio, trayendo consigo una distorsión, que puede ser alterada con distintas ecualizaciones.

#### *Distorsión armónica*

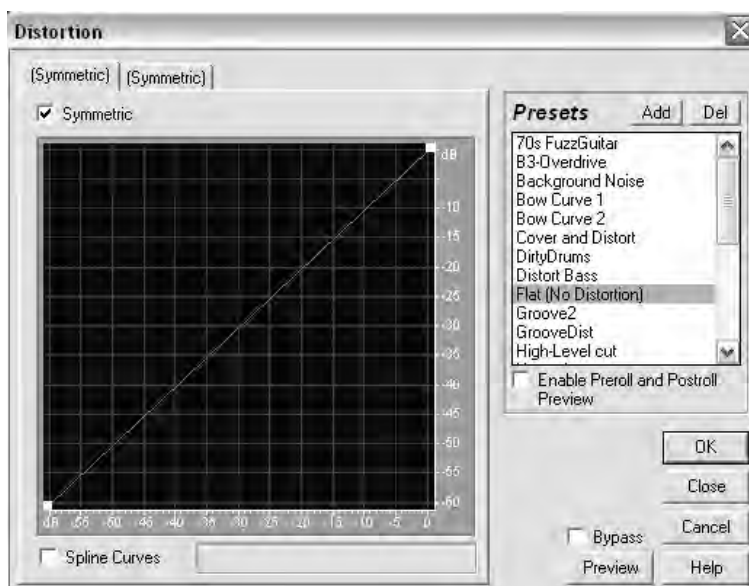
Distorsión armónica por naturaleza que se introduce en los armónicos naturales de la señal original. Es el tipo de distorsión más leve.

#### *Distorsión por intermodulación*

Distorsión creada por un dispositivo no armónico con la señal original. Por esto, la distorsión de intermodulación se describe frecuentemente como "áspera y chirriante" y tiende a ser más perceptible que la distorsión armónica. La distorsión de intermodulación es a menudo el resultado de un diseño de amplificador deficiente o del uso excesivo de realimentación negativa en un circuito. Los sistemas que producen fatiga en el oyente suelen tener un porcentaje alto de distorsión de intermodulación.



**Botón de Distorsión en Adobe Audition**



**Distorsión en Adobe Audition**

## Pitch, speed y tempo

### ***Pitch***

El tono fundamental (pitch) de la voz es el parámetro más importante a tener en cuenta en el análisis de Voz y Habla, pues a partir de éste es que se producen los sonidos que caracterizan los segmentos sonoros en la fonación. Cualquier perturbación en el tono fundamental, se refleja inmediatamente en la salida de información y altera la correcta dicción.

Mediante el pitch se corrige el tono de las voces o cualquier otro instrumento a tiempo real. Tres parámetros controlan toda la operación: '*Ratio*' ajusta la cantidad de corrección del tono, '*Smoothing*' ajusta la corrección para el *vibrato*, y '*Calibrate*' ajusta el tono de referencia.

### ***Speed***

Permite variar la velocidad de un audio, acelerando o ralentizando el ritmo. Algunos reproductores de CD's permiten subir hasta +20%, y los DJ's manipulan los platos de las tornamesas para conseguir más pitch. Absolutamente esencial para un DJ, ya que permite sincronizar la velocidad de los discos.

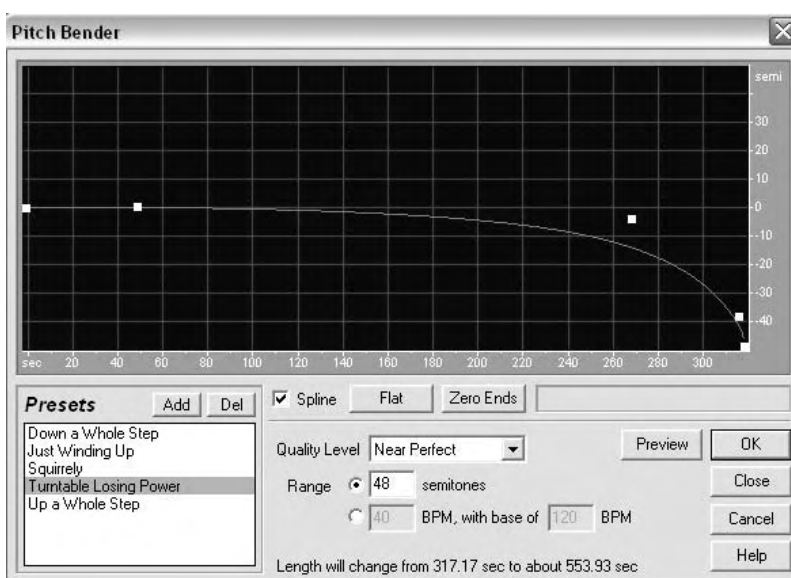
### ***Tempo***

El tempo es una serie de términos en italiano con los que se expresa la velocidad de una obra, se encuentra normalmente escrita al principio de su partitura y en la música moderna se suele indicar en B.P.M (*beats* por minuto). Con el avance de la electrónica el BPM se utiliza para medir matemáticamente la velocidad de la obra con una extrema precisión.

*Audition* nos permite dos modos para hacer estas alteraciones, uno mediante el botón u opción *Effects>Time/Pitch>Pitch Bender*, el cual hará cambios de *Pitch* sobre una selección o todo un audio de manera gradual, o con ciertos cambios en un momento de tiempo determinado, es decir, no altera el *pitch* de manera constante ni homogénea en el audio, tal como lo hace la otra opción llamada *Effects>Time/Pitch>Pitch Bender*. Ambas formas las vemos a continuación.



**Botón de Pitch Bender en Adobe Audition**



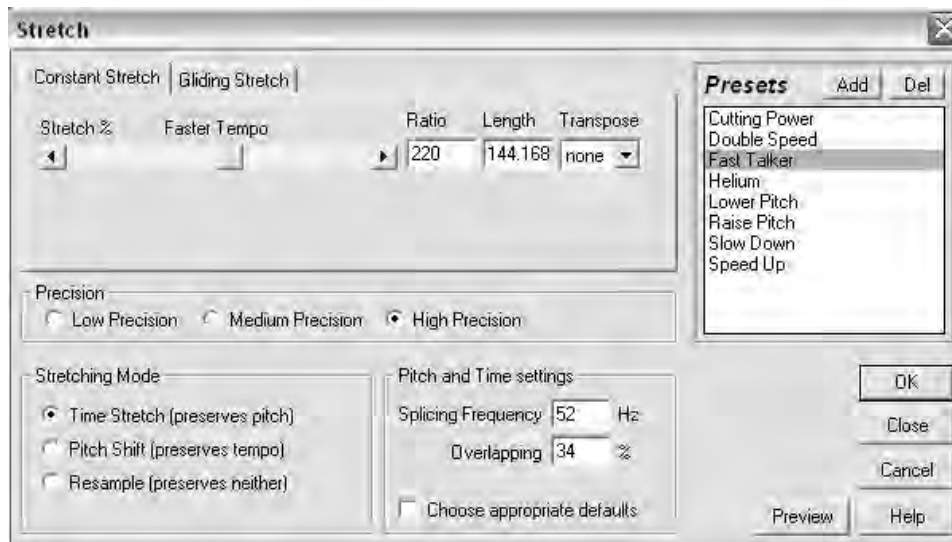
**Pitch Bender o Regulable en Adobe Audition**

La manera en que sea representada la gráfica es el modo que será modificado el *pitch* en el audio, en este caso se observa que hay una pérdida de *pitch* al final del audio o selección previa. En los parámetros predeterminados existen otros tipos de modificación que también pueden ser alterados.

La otra opción mediante *Effects>Time/Pitch>Stretch* sólo permite la alteración de *pitch* y velocidad de manera homogénea o pareja en el audio, sin puntos medios de cambio.



**Botón de Stretch y Speed en Adobe Audition**



**Stretch y Speed en Adobe Audition**

### 3.9 Aplicación de efectos en audios

Después de entender cada uno de los posibles procesos y efectos de audio aplicables en *Adobe Audition* y *ProTools*, será necesario saber de qué manera se procesan sobre los audios.

En *Adobe Audition* dentro de la vista de edición primeramente debemos seleccionar la parte que nos interesa y después buscar el efecto dentro de la serie de botones o bien mediante el menú *Effects* de la barra de herramientas del programa. Abrirá la ventana respectiva al efecto y ahí ya sea mediante los parámetros predeterminados (*presets*) o alterando algunos de ellos podemos escuchar el previo y posteriormente dar OK.

Dentro del *multitrack* de *Audition* debemos dar doble clic a la región o elemento deseado para modificar y después nos regresará a la ventana de edición donde podremos aplicar el efecto como se mencionó en el párrafo anterior.

En *ProTools* debido a que no existe la vista de edición debemos seleccionar la parte del audio o región que nos interesa, y después ir a *Audiosuite* en la barra de herramientas y ahí seleccionar el efecto deseado dentro de las categorías, se abrirá alguna de las ventanas vistas y después de modular el efecto se dará el botón *Process*.

Recordemos que *ProTools* a diferencia de *Audition* va creando nuevos archivos de audio según los cambios que vayamos haciendo a las regiones primarias.

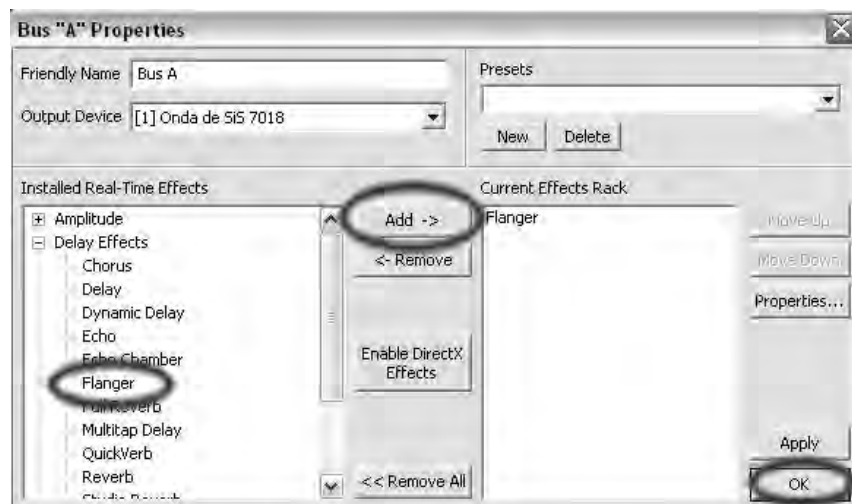
## Consejos:

- ✓ **Para crear un Reverb, Delay, Eco o Coro en un audio de Adobe Audition debemos primeramente aumentarle silencio al final del audio, para que el efecto no se corte.**
- ✓ **Cuando se cree un Reverb, Delay o Eco en ProTools debemos seleccionar aún después de la región, para que el efecto no se corte.**

## 3.10 Inserción de efectos en tracks

En algunas ocasiones se requiere que un efecto sea aplicado a todo un track y no precisamente a algunas regiones, para esto existe la inserción de efectos en tracks. De esta manera uno o varios efectos serán aplicados en toda la pista indicada.

En *Audition* se debe dar clic al botón FX que está en el Menú de Track, posteriormente se abrirá la ventana para trabajar el efecto. Del lado izquierdo estarán enlistados los mismos efectos que en la ventana de edición y los incluiremos en el track con el botón central *Add*, y posteriormente daremos OK en la misma ventana, se pueden agregar tantos efectos como consideremos necesarios sin abusar de ellos lo que haría que afecte la calidad de la producción. Se pueden ordenar los efectos según su importancia y prioridad sonora con los botones de la izquierda *Move Up* o *Move Down*.



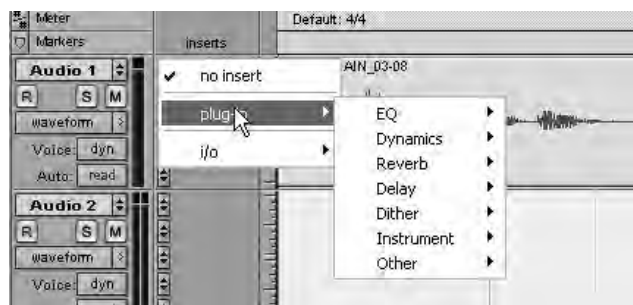
**Configuración de Bus en un canal Adobe Audition**



En *ProTools* es similar el proceso, en el track que deseamos incluir el efecto daremos clic en las opciones de *Insert*, y después en la opción *Plug-in* seleccionaremos el efecto deseado, se abrirá alguna de las ventanas vistas anteriormente, ajustaremos el efecto y se podrá cerrar esa ventana de efecto.



Opciones de Insert en ProTools



Menú desplegable de Opciones Insert en ProTools

Las inserciones de modulo adicional son inserciones que procesan material de audio en una pista en tiempo real, sin afectar el archivo original. *ProTools* permite hasta cinco inserciones en cada pista de audio, pista auxiliar o en la pista Master incluso.

### Consejos:

- ✓ ***Es muy importante mirar siempre el vúmetro de cada track y el del canal principal, para no saturar ni exceder los niveles provocando que se distorsione el audio.***
- ✓ ***En la mayoría de los efectos existe un control con las opciones Mix y Dry, el cual es muy importante para graduar la intensidad del efecto mediando entre el audio original y el efecto a procesar.***

## 3.11 Creación de Mezcla y Archivo Final

El paso final será la creación de la mezcla y su archivo. Habiendo realizado los ajustes necesarios de niveles de volumen en voces, efectos de sonido, fondos, procesos y efectos sonoros, así como el ajuste de paneo, si fuese necesario, y después de varias revisiones de ecualización y compresión, será necesario obtener un archivo final, para ser quemado en CD, o trabajado en cualquier otro medio.

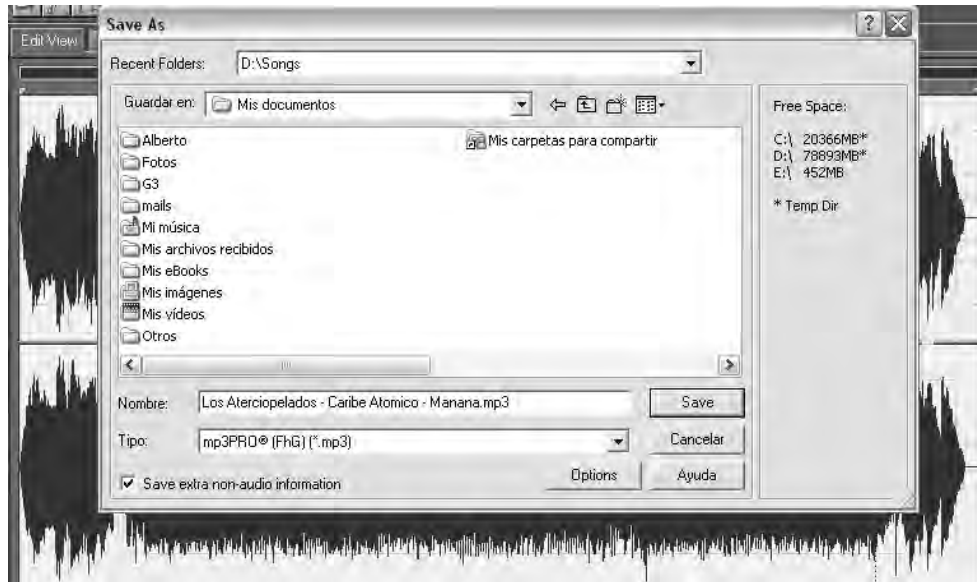
En el *multitrack* de *Adobe Audition* se deben seleccionar todos los elementos o regiones que deseamos sean incluidos en nuestra producción final, cerciorándonos de que ninguno de ellos tenga Mute, así como ninguno de sus tracks. En el caso de que se quieran seleccionar todos los elementos de todas las pistas batirá con CTRL+A o *Edit>Select All Clips*. Después la opción *Edit>Mix Down to file>Selected Audio Clips* o con el botón *Mix Down Selected Waves*.

En algunos casos si la sesión no se ha guardado se pedirá guardar antes de continuar, si es que uno así lo prefiere.



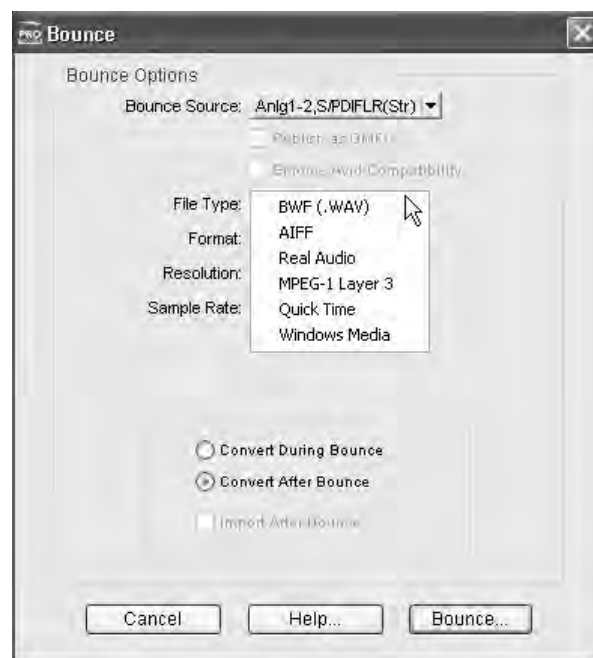
**Botón de creación de Mixdown o Mezcla en Adobe Audition**

Después cambiará automáticamente a vista de edición donde se encontrará el audio de la mezcla final, el cual debemos de guardar para obtener un archivo mediante *File>Save As*. *Audition* nos permite guardar en distintos formatos de audio, mediante la opción Tipo de archivo en la ventana de *Save As*. Las características de los tipos de archivo se ven el punto siguiente.



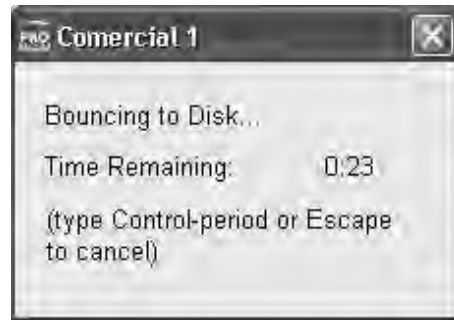
Ya seleccionadas las características habremos grabado, editado y mezclado varios archivos de audio para obtener una Producción Final en un único archivo, el cual puede ser transportado de una manera más fácil o procesado en otra aplicación para su reproducción.

En *ProTools* también se deben seleccionar los elementos a mezclar, pero aquí bastará con seleccionar el primer y último elemento y con ello se hará una selección de tiempo para la creación de la mezcla donde todas las regiones incluidas en la zona oscura serán mezcladas. Después de ello *File>Bounce to Disk* para especificar donde será guardado el archivo final y con que características de archivo, *ProTools* permite la grabación en solo 6 tipos de archivo: wav, aiff, Real Audio, mp3, *Quicktime* y *Windows Media*.



**Bounce o Mezcla final en ProTools**

Primeramente seleccionaremos Tipo de Archivo, después verificaremos que los demás valores de Formato, resolución y sampleo sean los correctos, en seguida apretaremos el botón *Bounce* donde según el tipo de archivo seleccionado completaremos los campos que nos solicite, después seleccionaremos la carpeta donde será guardado y en seguida Aceptar, para dar inicio a lo que será la creación de Mezcla o *Bounce* que será en tiempo real, escuchando toda la producción mientras el programa realiza la mezcla.



**Mezclando en ProTools**

Terminado el proceso se habrá obtenido el archivo final con las características especificadas, y de esta manera también el archivo podrá ser reproducido o alterado en otro medio.

#### **Consejos:**

- ✓ ***Cabe mencionar que es de gran importancia saber que un archivo final trabajado en Adobe Audition o ProTools no podrá ser reeditado con sus mismos elementos sonoros, debido a que ya es un archivo de mezcla final donde todos sus componentes han formado solo uno.***
- ✓ ***Si se requiere una reedición o ajuste de algún elemento sonoro se deberá hacer en los archivos de Sesión, como son los .ses para Audition y .pts para ProTools.***

### **3.12 Tipos de archivo**

Un archivo de audio digital es un sonido o secuencia de sonidos que ha sido convertido a un formato numérico para poder ser almacenado en un ordenador. Se pueden distinguir 3 tipos generales de formatos de audio:

#### **Formatos de onda:**

Guardan la información tal como ha sido captada por un micrófono, almacenando la amplitud del sonido y su frecuencia cada cierto período de tiempo. Valores usuales son 11000 Hz, 22000 Hz y 44100Hz (ya analizados). Mientras mayor sea este número, mejor es la calidad del sonido. En la red, los formatos más utilizados son los formatos de onda.

### **Formatos de secuencia:**

Almacenan las notas, leyéndolas desde algún tipo de entrada MIDI (*Music Instrument Digital Interface*); se graban varias secuencias y se colocan en determinados canales. Se deja al ordenador y a un estándar internacional (que define, por ejemplo, que en el canal 0 siempre va el piano), el definir la forma en que se tocará cada canal. El ejemplo típico es precisamente, MIDI (extensión .mid).

### **Formatos mixtos:**

Almacenan al comienzo, un ejemplo, de cómo sonará cada canal, de manera similar a los formatos de onda de audio, y posteriormente graban una secuencia de las notas para cada canal. El ejemplo típico de este formato es MOD, el cual funciona en varios sistemas precisamente por su capacidad para generar una excelente calidad de sonido y al mismo tiempo ocupar un espacio de disco muy pequeño en su almacenamiento.

Los archivos de audio poseen diferentes formatos dependiendo de con qué herramientas o aplicaciones y con qué fines fueron creados. Al trabajar con una determinada aplicación, el software asigna una extensión dependiendo del tipo de archivo que se haya creado, con el fin de poder luego identificarlo.

Además dentro de los formatos podemos establecer una clasificación general en:

### **Formatos sin compresión:**

Son los que almacenan el sonido tal cual se graba sin realizar ningún tipo de modificación. Desde el punto de vista de calidad de sonido son los mejores, pero tienen un gran inconveniente producen archivos de gran tamaño entre 2.6 y 10.4 Mb por minuto.

### **Formatos con compresión:**

Son los que almacenan el sonido de forma comprimida, realizando una transformación que hace que el archivo sea de menor tamaño. Todos los formatos comprimidos producen una pérdida de calidad con respecto al sonido original, pérdida que será mayor cuanto mayor sea el porcentaje de compresión que utilicemos.

Gracias a la compresión de archivos se puede oír música y ver películas en computadoras, estéreos y dispositivos portátiles. Los distintos formatos de audio y video se actualizan día tras día para ofrecer, a esta generación de multimedia, opciones de entretenimiento de alta calidad en diminutos archivos.

La compresión de archivos de sonido se hace por medio de algoritmos. Para lograr una reducción de un archivo se utiliza una técnica conocida como PNS (norma de percepción de ruido). Se considera de percepción porque la mayoría de los formatos de audio, como el MP3, aprovechan características del oído humano para diseñar la compresión de los algoritmos que dan forma a un archivo de sonido. Existen ciertas frecuencias que el ser humano no reconoce y de la misma manera, hay ciertos sonidos que escucha mejor.

Utilizando este tipo de variables, la compresión de sonido trabaja mediante la eliminación de ciertas partes de un audio (frecuencias imperceptibles) sin alterar de manera significativa la calidad de lo que escuchamos. Si esta compresión se realiza a un archivo de audio de manera adecuada, su tamaño se reduce de manera considerable, en un factor de 10 a 1 por lo menos.

### **Bitrate**

*Bitrate* es un término técnico que está íntimamente relacionado con la compresión de archivos de audio. Hace referencia al número medio de "*bits*" que un fichero de audio consume por segundo.

El tamaño del *bitrate* está estrechamente relacionado con la calidad y el tamaño de un fichero de audio, lógicamente archivos con elevados *bitrates* permiten reproducciones de mayor calidad. Si nos referimos a archivos MP3, un *bitrate* de 128kpbs (128,000 bits/s) produce una calidad de audio similar a la de un CD.

La velocidad de transferencia de datos puede ser constante o variable:

- CBR (*bitrate* constante): Aplica una cuantificación uniforme, por lo que no tiene en cuenta si en la señal hay zonas con mayor o menor densidad de información, sino que cuantifica toda la señal por igual.
- VBR (*bitrate* variable): Aplica una cuantificación no uniforme que sí hace diferencia entre las zonas con mayor o menor densidad de información, por lo que la cuantificación resulta más eficaz.

Hay que tener en cuenta que con el VBR (*Bitrate* Variable), se podrá comprimir más donde no hay y menos donde sí hay. O sea si se quiere tener 192 kbps como máxima calidad, se pondría VBR de 0 a 192 kbps o de 48 a 192 kbps. A veces no se gana mucho con el VBR a veces sí.

La unidad con que se expresa el *bitrate* es el *bit* por segundo (bit/s, b/s, bps). La *b* debe escribirse siempre en minúscula para impedir la confusión con byte por segundo (B/s). Para convertir de *bytes/s* a bits/s, basta simplemente multiplicar por 8 y viceversa.

Que la unidad utilizada sea el bit/s, no implica que no puedan utilizarse múltiplos del mismo:

- kbit/s o kbps (kb/s, kilobit/s o mil bits por segundo)
- Mbit/s o Mbps (Mb/s, Megabit/s o un millón de bits por segundo)
- Gbit/s o Gbps (Gb/s, Gigabit, mil millones de bits)
- Byte/s (B/s u 8 bits por segundo)
- kilobyte/s (kB/s, mil bytes u ocho mil bits por segundo)
- Megabyte/s (MBs/s, un millón de bytes u 8 millones de bit por segundo)
- Gigabyte/s (GB/s, mil millones de bytes u 8 mil millones de bits)

Esta es una descripción de los formatos de audio más usados hoy en día, sus ventajas, extensiones y principales usos:

## AAC

*Advanced Audio Coding* (Codificación de Audio Avanzada))

Extensión: aac

Codificación estándar para audio reconocida por ISO en el patrón MPG-2. En teoría, almacena más que el MP3 en menos espacio, este es el formato de Audio que utiliza *Apple* para los archivos de audio que reproduce el *iPod* y que pueden comprarse a través de Internet. También es conocido como codificación NBC (*Non Backward Compatible* - Sin compatibilidad hacia atrás).

El rendimiento de los códigos AAC equivale o es mejor que el de MPEG-1 Layer II y Layer III. AAC Main 128, AAC LC 128 y AAC SSR 128 obtienen un rendimiento significativamente superior al de MP2 192kbs/s o MP3 128 kbs/s. Adicionalmente AAC Main 96 kbs/s da mejores resultados que un MP3 128.

El 80% de los oyentes profesionales no distinguen un AAC Main 128 del original (DAT).

El MPEG-2 AAC AAC es un algoritmo de compresión de audio innovador que proporciona compresiones superiores a las que aportaban algoritmos más viejos como el AC-3. AAC y AC-3 son ambos códigos de transformación, pero AAC usa un banco de filtros con una resolución de frecuencias más fina que proporciona una mayor compresión de la señal. AAC también utiliza una serie de nuevas herramientas como formación de ruido temporal (*temporal noise shaping*), predicción lineal adaptable hacia atrás, técnicas de codificación *joint stereo* (unión del estéreo) y código *Huffman*, cada uno proporciona una capacidad de compresión adicional. Además AAC es mucho más flexible que el AC-3, AAC soporta una amplia gama de *sampling rates* (tasas de muestreo) y *bitrates* (tasas de bits), de uno a 48 canales, hasta 15 canales de realzado de baja frecuencia, capacidad multi lenguaje y hasta 15 flujos de datos incluidos.

Hay programas de referencia, un ejemplo de codificador AAC y un decodificador. El código fuente del decodificador está completo y es capaz de decodificar los tres perfiles de AAC: Principal (*Main*), Baja Complejidad (LC = *Low Complexity*) y *Ratio de Sampling* Escalable (SSR = *Scaleable Sampling Rate*). Es un decodificador general multicanal capaz de decodificar hasta 48 canales de audio, 15 canales auxiliares de realzado de baja frecuencia y 15 flujos de datos. El programa de codificación no es todavía un codificador multicanal, y aun no hace uso de todas las herramientas de codificación AAC.

En los tests de escucha MPEG, AAC ha mostrado una calidad de audio ligeramente superior a 320 Kb/s que la que el MPEG-2 BC puede proporcionar a 640 kb/s.

AAC proporciona un factor de compresión dos veces superior en relación al MPEG-2 BC (parecido al MP3) y es apropiado para todas las soluciones en las cuales la compatibilidad hacia atrás no sea necesaria o pueda lograrse con *simulcast*.

Sin embargo, un decodificador MPEG-1 de dos canales puede decodificar una señal MPEG-2 BC de 5 canales. AAC no tiene tal "compatibilidad hacia atrás".

AT&T empezó un servicio de descarga de música que está basado en Mpeg-2 AAC.

Un estándar MPEG-2 AAC ha sido aprobado.

## **AIFF**

*Audio Interchange File Format* (Formato de Archivos para intercambio de audio)  
Extensión: aiff o aif

Es un tipo de archivo de música y audio. El formato fue desarrollado por *Apple Computer* y *Electronic Arts*, y es principalmente usado en *Macintosh*. También es usado en *Silicon Graphics Incorporated*.

Existen 2 posibilidades: AIFF (normal) y AIFF-C (comprimido). Ambos formatos pueden contener información MIDI y soportan hasta 6 canales (límite fijado por la versión actual del *Sound Manager*)

Los datos de audio contenidos en un AIFF son un código de pulso basado en PCM, haciendo que los archivos sean más largos usen menos compresión que un MP3. La variante comprimida de AIFF (el AIFF-C), soporta compresión de 6 es a 1 (6:1).

Se fundamenta en el formato IFF de *Electronic Arts*, que permite almacenar la información en segmentos (o *chunks*).



La ordenación de los *bytes* en formato AIFF es de *tipo big-endian* (el orden de los *bytes* en los tipos de datos numéricos que utilizan varios *bytes*) como en el microprocesador 68000 de *Motorola*. Las muestras de la señal se almacenan en el menor número entero bytes, rellenando los bits sobrantes con ceros. En cada muestra los bits de información se sitúan en las posiciones de mayor peso, quedando el relleno de 0's en las posiciones menos significativas.

Las reproducciones multicanal se organizan de la siguiente forma: las muestras se agrupan en tramas de muestra, que son un conjunto de muestras, cada una corresponde a un canal distinto. Está definido el siguiente orden para estas situaciones:

- Estéreo: Izquierdo – Derecho
- Tres canales: Izquierdo – Derecho – Central
- Cuadrafónico: Delantero Izquierdo – Delantero Derecho – Trasero Izquierdo – Trasero Derecho
- Cuatro canales: Izquierdo – Central – Derecho – Entorno
- Seis canales: Central Izquierdo – Izquierdo – Central – Central Derecho – Derecho – Entorno

Las muestras pertenecientes a una trama de muestra se empaquetan una tras otra, sin rellenos, al igual que las tramas de muestra entre sí.

Soporta hasta 44.1 kHz y 32 bit de cuantificación.

## AU

Audio for *Unix*

Extensión: au

Se utiliza en archivos de sonido con sistema *Unix* de *Sun Microsystems and Next*, la extensión AU viene de Audio y también funciona como estándar acústico para el lenguaje de programación *JAVA*.

Es un formato muy popular para muestras, ya que no está demasiado comprimido. Es uno de los más antiguos en Internet, sobre todo en plataformas *Unix*. Extensión .au, uLaw y MuLaw. Por lo general son de 8 bit y poseen menor calidad que otros formatos. El programa más usado para este tipo de archivos es *Waveform HOLA and Modify*, que soporta muchos formatos, conversiones entre ellos y funciones de edición y corrección de archivo.

## **CDA**

*Compact Disc Audio* (Disco Compacto de Audio)

Extensión: cda

En realidad es un estándar de almacenamiento más que un formato aunque a nuestros efectos vamos a considerarlo como tal. Este formato es el que se utiliza en todos los CD's comerciales de música.

Un archivo CDA es un archivo WAV grabado con unas condiciones muy concretas: 44,1 kHz y 16 bits (puede ser mono o estéreo). Una vez que tenemos los archivos WAV, con las características indicadas, cualquier programa incluido con los reproductores-grabadores de CD puede convertirlo al formato CDA aunque también pueden emplearse programas específicos, diseñados para este cometido.

Por lo tanto no hay que confundir los archivos CDA con los archivos WAV, ya que son archivos distintos. Los archivos CDA no pueden ser almacenados como tal en una computadora, siempre estarán presentes de tal modo en los Discos compactos.

## **MIDI**

*Musical Instrument Digital Interface*. (Interfase digital para instrumentos musicales).

Extensión: midi o mid

En realidad tampoco es un formato sino un protocolo de comunicación estándar para combinar datos entre sintetizadores, programas, procesadores de efectos y otros dispositivos MIDI.

Es el formato más usado en la composición musical y es considerado el estándar para la industria de la música electrónica, tiene la extensión mid. En los archivos mid no se guarda sonido sino información de secuencias, es decir, acerca de cuando tocar, qué instrumento tocar y de qué forma hay que hacerlo. El sonido de un archivo mid dependerá de la tarjeta que tengamos instalada (las tarjetas baratas suelen producir sonidos metálicos y "robotizados").

El sonido de cada instrumento tiene un número que va desde el 1 al 128. Toda la información MIDI que puede procesar un teclado se introduce por el conector MIDI de la tarjeta de sonido y va al ordenador, donde se interpreta y convierte en números. Posteriormente estos datos pueden editarse y manipularse por medio de programas de edición MIDI.

Hay que tener en cuenta que ningún programa de edición de sonido reconoce archivos de sonido MIDI por lo que será necesario convertirlos en un formato diferente para poder editarlo (o recurrir a la edición MIDI, lo que conlleva saber de conocimientos musicales mínimos).

El tamaño resultante que ofrece este formato en su compresión es muy usado para reproductores que necesitan combinar archivos de audio y video, como los *karaoke*.

Los aparatos MIDI se pueden clasificar en tres grandes categorías:

- Controladores:

Generan los mensajes MIDI (activación o desactivación de una nota, variaciones de tono, etc). El controlador más familiar a los músicos tiene forma de teclado de piano, al ser este instrumento el más utilizado a la hora de componer e interpretar las obras orquestales; sin embargo, hoy día se han construido todo tipo de instrumentos con capacidad de transmisión vía interfaz MIDI: guitarras, parches de percusión, clarinetes electrónicos, incluso gaitas MIDI.

- Unidades generadoras de sonido:

También conocidas como módulos de sonido, reciben los mensajes MIDI y los transforman en señales sonoras (hay que recordar que MIDI no transmite audio, sino paquetes de órdenes en formato numérico).

- Secuenciadores:

No son más que aparatos destinados a grabar, reproducir o editar mensajes MIDI. Pueden desarrollarse bien en formato de hardware, bien como software de computadora, o bien incorporados en un sintetizador.

Éstos son los tres grandes tipos de aparatos MIDI. Aún así, se pueden encontrar en el mercado aparatos que reúnen dos o tres de las funciones descritas. Por ejemplo, los órganos electrónicos disponen de un controlador (el propio teclado) y una unidad generadora de sonido; algunos modelos también incluyen un secuenciador.

## **MOD**

### *Module*

Extensión: mod y dxr

El MOD es un formato de archivo para música que surge a mediados de la década de 1980, diseñados para secuenciadores de tipo *tracker* (*SoundTracker*, *ProTracker*, *ModPlugTracker*, etc). Éstos fueron ampliamente difundidos

especialmente por los ordenadores Amiga, creadas por *Commodore*, y *Atari ST*, sin embargo, siguen usándose en 2005 en sistemas como *GNU/Linux*.

Es otro tipo de formato para reproducir módulos digitales. A igual que MIDI, S3M, FAR o MTM, todos estos formatos contienen el modelo musical y una selección de muestras, para que la música del modelo pueda ser reproducida con el instrumento apropiado.

Lo característico del formato MOD es la inclusión en su cabecera de *samples* o muestreos digitales. Estos *samples* son el sonido de los distintos instrumentos que componen la música. Mediante una variación en la velocidad de reproducción de un *sample* resulta en un tono más alto o más bajo, pudiendo así reproducirse para todas las notas musicales. El formato MOD también contiene la información de cuándo y qué instrumentos hacer sonar para la reproducción de la obra. Así como un número limitado de efectos sonoros como vibrato (fluctuación rápida de la frecuencia de un sonido), deslizamiento de volumen, etc.

La gran ventaja del formato mod es su reducido tamaño. En sus tiempos se distribuían en disquetes de 700Kb, conteniendo en un solo disquete una obra completa o varias canciones. Semejantes limitaciones de espacio dejaron de existir una década después con los CD's, por lo que fue perdiendo terreno frente a otros formatos como MP3.

Los archivos MOD son diferentes de los archivos MID. Permitiendo mucha más flexibilidad que con archivos MIDI, ya que cada nota puede tocar diferente de cualquier otra. Sin embargo, esto puede hacer gastar más rápidamente la capacidad de la CPU que con un archivo MIDI, por el hecho de que una mayor cantidad de datos son procesados para cada nota. Si se trabaja con una computadora de CPU lenta, podría obtener mejores resultados con una tarjeta de sonido con capacidad de sintetizar *wavetable*, las famosas AWE (las cuales permiten que las samples sean manejadas por la tarjeta de sonido y no por la CPU) ultrapasando los archivos MIDI (las MOD pueden ser ejecutadas también con una tarjeta de sonido con sintetizador *wavetable*). Los archivos Module vienen en varias formas, a pesar de todas ser MOD.

Entonces, las otras formas similares son una evolución de las originales MOD e incluyen .S3M, .XM, .FAR y .669. Todas estas formas son identificadas por la extensión en el nombre del archivo (ej.: aire.s3m). Todos ellos son variaciones de la forma MOD original. Y muchas contienen mejoras no encontradas en la forma original de las antiguas MOD.

## MP3

MPEG-1 Audio Layer 3

Extensión: mp3

Formato de audio digital comprimido creado por MPEG (*Motion Pictures Experts Groups*). Se trata de un estándar de formatos de compresión de audio que contempla 6 niveles diferentes de codificación-decodificación de la señal de audio (sólo MPEG-1 está terminado, los otros son aplicables, pero todavía en fase de ampliación):

MPEG ha normalizado los siguientes formatos de compresión y normas auxiliares:

- MPEG-1: estándar inicial de compresión de audio y vídeo asociado para medios de almacenamiento digital hasta 1,5 Mbits/s. Usado después como la norma para CD de video, incluye el popular formato de compresión de audio Layer (Capa) 3 conocido como MP3.
- MPEG-2: normas para audio y video para difusión de calidad de televisión. Utilizado para servicios de TV por satélite como DirecTV, señales de televisión digital por cable y (con ligeras modificaciones) para los discos de video DVD.
- MPEG-3: diseñado originalmente para HDTV (Televisión de Alta Definición), pero abandonado posteriormente en favor de MPEG-2.
- MPEG-4: expande MPEG-1 para soportar "objetos" audio/video, contenido 3D, codificación de baja velocidad binaria y soporte para gestión de derechos digitales (protección de copyright).
- MPEG-7: sistema formal para la descripción de contenido multimedia
- MPEG-21: MPEG describe esta norma futura como un "marco multimedia".

De todos los formatos que conforman MPEG Audio hay que destacar el MPEG-1 Layer 3, más conocido como MP3 (tercer nivel de compresión de MPEG-1 y no abreviatura de MPEG-3 como se cree erróneamente) y que despunta por su gran popularidad, facilidad de manipulación, codificación-decodificación y almacenamiento.

MP3 se ha convertido en el formato elegido para la grabación y copia de temas musicales fácilmente accesibles en Internet. Creado por el Instituto Fraunhofer, su calidad es similar a la de un disco compacto, pero ocupa mucho menos espacio ya que consigue una escala de compresión de 1:11 sin pérdida de calidad apreciable. En un CD-R por ejemplo, se pueden grabar unos 11 CD Audio, lo que supone aproximadamente 150 canciones.

Además del ordenador existe otro tipo de dispositivos y reproductores portátiles que reproducen este tipo de archivos. El primero en comercializarse fue Diamond Rio, pero ahora existen numerosas marcas y modelos. Uno de los dispositivos más conocidos es el *iPod* de *Apple*, que a través de la tienda online

*iTunes* ofrece un enorme catálogo para descargar música a través de la red, previo el pago correspondiente. El intercambio de archivos MP3 entre particulares a través de las redes P2P y sin costo alguno, ha planteado una gran controversia y ha puesto a la industria musical en pie de guerra contra los defensores del libre intercambio de archivos musicales.

MP3 aprovecha determinadas redundancias estadísticas y perceptibles al oído humano, así como el formato de archivos gráficos JPEG ofrece una compresión sin igual de fotografías a cambio de una cierta pérdida de calidad, el MP3 hace lo mismo con los archivos de audio.

Tal reducción o compresión de tamaño se realiza por eliminación de sonidos que el oído humano no puede oír. Al eliminar escalas de sonidos no audibles se reduce la cantidad de bytes necesarios en el archivo final. El MP3 tiene unas técnicas de compresión digital diferentes al CD. Por ejemplo, en los archivos digitales de CD, si dos sonidos tienen la misma frecuencia de onda, se elimina una de ellas. En cambio, hay otros parámetros que influyen en los MP3, por ejemplo, si hay un ruido fuerte, se eliminan los datos de los débiles, pues el oído humano sólo escuchará el fuerte. Existen muchas versiones del codec MP3. Cada una de ellas dictamina qué sonidos se han de eliminar y cuáles no, por este motivo, no todas las versiones y configuraciones son iguales.

Las bases matemáticas internas del MP3 son extremadamente complejas. Se puede expresar de forma simplificada diciendo que la compresión se produce debido a que el algoritmo MP3 aprovecha determinadas redundancias estadísticas y perceptibles al oído humano para reducir la cantidad de información que hay que comprimir.

Los archivos MP3 se componen de una serie de *tokens*, que son pequeños grupos de datos que representan un conjunto de información mayor y previamente establecido. Lo más importante que destaca el formato MP3 es que el método de compresión produce pérdidas. Es decir, cuando se reproduce el archivo comprimido, el resultado no es idéntico a la grabación original. Cuando mayor es el factor de compresión aplicado, tanto más se nota la reducción de la calidad.

En cambio es posible colocar en un *diskette* de 1.4 Mb, unos 15 minutos de música con una calidad equivalente a la que se escucha por un auricular de teléfono.

Un segundo de música de calidad CD estéreo ocupa 176,400 bytes en un CD de audio, o un archivo WAV. Una canción de cuatro minutos acaba por necesitar 42,336,000 bytes en el disco. Esta misma canción comprimida con MP3 ocupa unos 3,500,000 bytes, 12 veces menos. Esto se logra mediante lo que se llama *Perceptual Audio Coding* (Codificación perceptual de Audio). Este método se basa en el mecanismo y limitaciones del oído humano al oír música.

Uno de los aspectos técnicos más conocidos del MP3 es el *bitrate*. Es una especie de escala del tipo de compresión. A menor *bitrate* de compresión de un archivo, más datos se eliminan y menos ocupa el archivo, pero naturalmente peor se escucha.

La compresión se basa en la eliminación de información perceptualmente irrelevante, es decir, en la incapacidad del sistema auditivo para detectar los errores de cuantificación en condiciones de enmascaramiento. Este estándar divide la señal en bandas de frecuencia que se aproximan a las bandas críticas, y luego cuantifica cada sub-banda en función del umbral de detección del ruido dentro de esa banda. Analiza la señal de audio y calcula la cantidad de ruido que se puede introducir en función de la frecuencia, es decir, calcula la “cantidad de enmascaramiento” o umbral de enmascaramiento en función de la frecuencia.

Estudios demuestran que la distorsión generada es imperceptible para el oído experimentado en un ambiente óptimo desde los 256 kbps y en condiciones normales y para el oído no experimentado 128 kbps es suficiente. Para el oído no experimentado o común, con 128 kbps o hasta 96 kbps basta para que se oiga bien; sin embargo, en las personas que escuchan mucha música o que tienen experiencia en la parte auditiva, desde 192 o 256 kbps basta para oír bien, lamentablemente en Internet circula música a 128 kbps en su gran mayoría.

## **OGG**

OGG Vorbis

Extensión: ogg

Se trata de un formato de compresión no propietario y por tanto, gratuito. Posee gran versatilidad para reproducirse en prácticamente cualquier dispositivo y ocupar muy poco espacio. El funcionamiento de este formato de compresión es similar al de los otros, pues también se utiliza para guardar y reproducir música digital. Lo que diferencia a Ogg Vorbis del resto de grupo es que es gratuito, abierto y no está patentado. Su principal atractivo es la importante reducción que hace de un archivo de audio sin restarle calidad. Así mismo, se distingue por su versatilidad para reproducirse en prácticamente cualquier dispositivo y por ocupar muy poco espacio.

La tasa de compresión o los bits por segundo que requiere un sonido codificado en Ogg Vorbis se puede configurar. Cuantos menos bits por segundo o mayor factor de compresión mayor pérdida de calidad. Esto también se produce con otros formatos como MP3.

Los codificadores actuales en fase de pruebas (también llamada fase beta) sólo comprimen con una tasa de bits variable (VBR *Variable Bitrate*) y pueden generar archivos de sonido más pequeños y de mejor calidad que los MP3 codificados a 128 Kbps.

OGG Vorbis es teóricamente capaz de codificar sonido a cualquier tasa de bits entre 16 y 128 Kbps por canal, aunque nada impide tasas de bits tan bajas como 8 Kbps o tan altas como 512 Kbps. Los codificadores actuales en fase beta soportan las siguientes tasas: 128, 160, 192, 256 y 350 Kbps tanto en mono como en estéreo. En futuras versiones se añadirán tasa de bits más bajas.

## **Real Audio**

Real Networks

Extensión: ra, ram, rm, rmm

Real Audio es un formato multimedia creado por la empresa *Real Network* denominado *audio-streaming*, que significa descarga de audio en tiempo real. Tiene una alta tasa de comprensión y algoritmos especiales que reducen considerablemente el tamaño de los archivos de sonido y video. El archivo completo no es descargado en un ordenador, sino que cuando se escucha un archivo de música real audio; es un indicador que dirige al propio reproductor a la localización del archivo.

La calidad del sonido es similar al MP3 pero la ventaja para el distribuidor es que los archivos no pueden ser copiados y compartidos. La desventaja para el usuario es que debe tener un ordenador y escuchar la música online. Se requiere descargar un *plug-in* para que pueda reproducirse el sonido, o el programa *Real Player*.

## **RIFF**

*Rich Interchange File Format*

Extensión: riff

Identifica archivos que contienen audio en formato *WAVE*. Este formato, diseñado por *Microsoft*, es un estándar para el manejo de audio en la plataforma *Windows* y permite obtener una alta calidad en el almacenamiento y reproducción de audio, aunque su principal desventaja es el elevado peso de los archivos que genera.

## **SND**

Extensión: snd

Extensión que identifica archivos que se utilizaban en ordenadores *Amiga* para almacenar y reproducir audio. Este formato tiene una calidad similar a la del formato "WAV" y actualmente se encuentra en desuso. Es un archivo compacto de solo 8 bits por muestra. Se utiliza normalmente para sonidos cortos como el sonido de la alarma del altavoz.



## **SDII**

*Sound Designer*

Extensión : sdII

Es un formato del software de audio creado por *Digidesign* en los 80's. *Sound Designer* fue originalmente creado para samples de edición. Después de esta introducción de formato, *Sound Designer* adoptó este formato también para software de grabación a CD con productos como *Sound Tools*. Este software empleo archivos SDII y de esta manera se adoptó mejor este formato. Mientras estos software's han sido reemplazados por nuevas tecnologías, el formato SDII aún prevalece en estos días. Es uno de los archivos de audio más populares en los sistemas *Macintosh*, especialmente para trabajos de audio profesional.

## **VOC**

*Voice Creative*

Extensión: voc

Es un formato muy poco flexible que apareció con las tarjetas de sonido *SoundBlaster* creadas por *Creative*, muy populares en las PCs. Admite muestras de 8 y 16 bits, admite frecuencias de muestreo de 11.025 kHz, 22.05 kHz, y 44.1 kHz, y los datos pueden guardarse comprimidos o sin comprimir (sólo para *Sound Blaster*).

El formato de archivo VOC usa el concepto de bloques de silencio, es decir, un periodo extenso de silencio se reemplaza en el archivo de audio con una marca y un valor de su duración temporal, con lo que se consigue un pequeño ahorro de espacio en disco.

## **WMA**

*Windows Media Audio*

Extensión: wma

Es la Versión de *Windows* para comprimir audio, muy parecido a MP3. No solo reduce el tamaño de archivos grandes, sino que también se adapta a diferentes velocidades de conexión en caso de que se necesite reproducir en Internet en Tiempo Real.

Con este formato se puede almacenar música con calidad próxima al CD en 1/24 del espacio original cuando la compresión utilizada es de 64 Kbp/s. El WMA reduce el espacio que ocupa una canción a la mejor fidelidad que se puede escuchar, tratando de mantener una calidad con pérdidas poco perceptibles para el oído humano. Notaremos una mayor percepción de las bajas frecuencias y una disminución de los sonidos agudos, respecto al sonido del CD.

Respecto al MP3 con un ratio de compresión a 128 Kbp/s, que ocupa el doble de espacio, la pérdida en frecuencias de sonido es aproximadamente de un 20%, pero a su favor el formato WMA tiene que el espacio que ocupa en HD es la mitad.

Básicamente, el WMA elimina los sonidos enmascarados, es decir los que el oído humano percibe en segundo plano, si bien respecto al *encoder* de mp3 tiene un filtro mejorado lo que permite que se sobrepongan frecuencias que en la práctica son iguales. Sin embargo, para un oído medio la comparación entre los tres formatos sería objeto de diferencias auditivas en las diferentes calidades, en esta proporción aproximadamente:

- MP3 en relación a CD = 25% de pérdida de frecuencias de sonido.
- WMA en relación a MP3 = 10% de pérdida de frecuencias de sonido.

## **WAV**

*Wave* (onda)

Extensión: wav

Fue desarrollado por *Microsoft* e *IBM* y apareció por primera vez para el ambiente *Windows* en el año 1995. Los archivos de audio guardados en el formato de sonido *Microsoft* tienen esta extensión. Con el tiempo se convirtió en un estándar de grabación para música de Cd's. Su soporte de reproducción es uno de los más importantes pues funciona en cualquier aplicación *Windows* y en equipos domésticos comunes con reproductor de CD's.

Dentro de este formato existen distintos métodos de codificación:

### ***PCM (Pulse Code Modulation)***

PCM funciona tomando muestras discretas incluso en intervalos (que se denominan la velocidad de muestreo). Los intervalos comunes son 11 kHz, 22 kHz y 44.1 kHz. El muestreo superior clasifica la representación mejor de la onda analógica original y de la calidad más buena de sonido. Cada muestra es un número real con resolución infinita de 1.0 de valor completo a -1.0 de valor de escala completa. Porque se deben almacenar éstos como números digitales, los datos se truncan a PCM de 16 bits o a PCM de 8 bits habitualmente llamado a muestras 8 y 16-bit. Los datos de 16 bits tienen más resolución. PCM de 8 bits tiene menos resolución y puede provocar hiss audible en forma de la onda. También requiere menos espacio en disco.

Es un método de almacenamiento digital de alta calidad, no comprimido, para señales analógicas que produce ficheros de gran tamaño.

### **ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)**

La calidad del ADPCM estándar es debida a la cuantización y muestreo de la señal, al igual que la calidad del PCM.

No es porque realice ningún tipo de compresión sobre una señal previamente muestreada: el ADPCM es un método de codificación como ya mencioné y la calidad deriva directamente de los parámetros de muestreo y no de ningún tipo compresión.

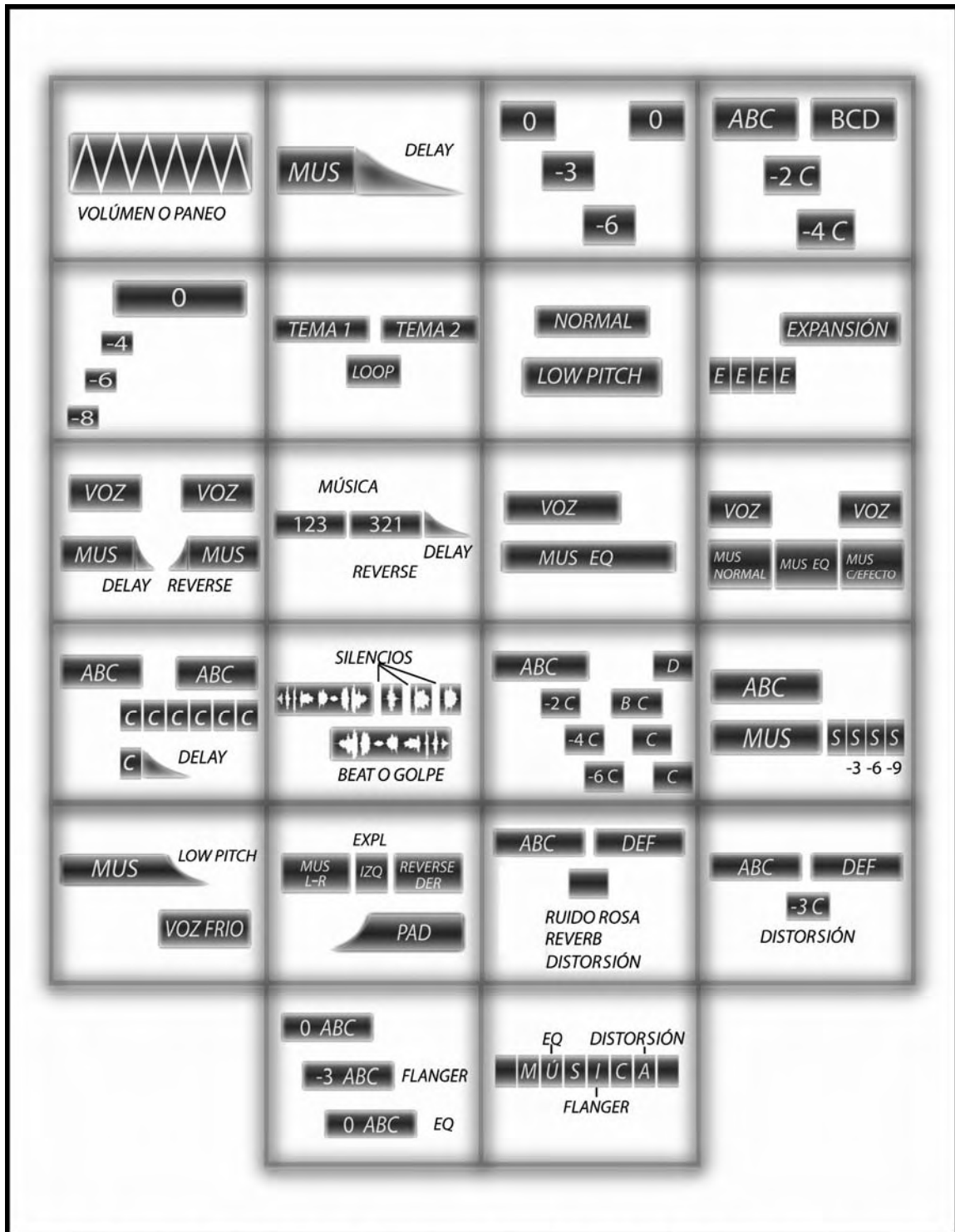
PCM codifica los datos sin ningún tipo de compresión y el ADPCM los codifica con una compresión que le hace perder calidad frente al PCM. Eso es indiscutible. Es como el BMP frente al JPEG. La única ventaja del ADPCM es que ocupa la cuarta parte que en PCM, pero pierde mucha más calidad que por ejemplo un MP3 que ocupe la cuarta parte que el PCM.

### **3.13 Ejemplos de creatividad en el diseño de audio**

En algunas ocasiones mientras se incursiona en el campo de trabajo de la edición digital de audio, resulta difícil crear promocionales o identificaciones con creatividad en el diseño de audio. Es por eso que en este apartado se muestran algunos ejemplos típicos que nos permitirán aplicar distintas maneras de hacer la mezcla de elementos en una producción.

Se mostrarán pequeñas muestras gráficas que representan los elementos o regiones de audio en un *multitrack*, donde estarán indicadas con letras (A,B,C...) las regiones que simbolizan audios de voces o locución. Cada letra significará palabras donde veremos que podrán repetirse en distinto track y con efectos diferentes.

Mientras que con los números (1,2,3...) estarán significando regiones de música y cada número representará las frases musicales.



Ejemplos de colocación de elementos y regiones en el diseño de audio

En este capítulo se contemplaron todas las ideas necesarias para la creación de cualquier producción de audio que nuestra imaginación permita, los conocimientos en cuanto al manejo de ambos programas serán muy similares para el uso y manejo de cualquier otro en el mercado, ya sea de uso profesional o semiprofesional, ya que los términos empleados así como la técnica de trabajo son afines entre ellos.

Y para demostrar la cercanía y semejanza con el resto de los programas de trabajo de audio fueron utilizadas palabras o conceptos en inglés, que la mayoría de ellos emplea por ser creados en países de lengua inglesa, y de este modo se crea una familiaridad con tales palabras.

## CONCLUSIONES

En tres capítulos hemos visto aspectos fundamentales en el tema del audio digital; se abordó su situación e incursión en la industria en México; conceptos de gran importancia para entender mejor los procesos de producción y postproducción, y por último, se presentó un manual que explica paso a paso la edición digital de audio empleando ProTools y Adobe Audition.

En términos generales, este trabajo tiene como principal aporte la creación de una manual especializado en la edición digital de audio, dirigido a personas no involucradas en el tema para que tengan el interés en desarrollarse laboralmente dentro de esta industria, y a su vez obtengan elementos suficientes para que en un futuro lo hagan de la mejor manera con información elemental. Este material será importante ya que muestra elementos teóricos que apoyarán para un mejor entendimiento del tema.

A su vez, permite tener un contexto histórico de la situación de este campo en México, dando a conocer antecedentes de empresas y equipos que se han dedicado a ello, así como la evolución que han tenido, dando como resultado mejores aparatos que ahora ofrecen una mejor calidad como lo es ahora el audio HD o de alta definición, su interactividad con sistemas periféricos y la integración de más *plug-ins* para efectos y procesos de audio, que en un principio eran escasos.

Aporta además, un capítulo elemental en el aspecto teórico, la descripción de conceptos que ayudan al entendimiento y aplicación, ya que, al consultar el manual práctico no será necesario recurrir a otra bibliografía que ayude a entender significados de los términos empleados al momento de la edición.

De este modo se propone un trabajo completo que conjunta la teoría y la práctica, y mediante los conceptos se refuerza la idea de comprender mejor el tema, ya que cuando se escucha “edición digital” se visualiza únicamente la parte que concierne a la práctica y al uso de equipos y sistemas de trabajo, olvidando con ello una parte fundamental: el entendimiento de conceptos que contextualizan el manejo y uso de aparatos tecnológicos.

Dos programas de edición son ejemplo para este manual, uno de ellos Adobe Audition, debido a la cercanía que existe con quien inicia en el tema, y a que es un programa que se puede obtener y trabajar de una manera fácil con computadoras básicas, y por otra parte ProTools, porque es el software más usado en las casas productoras y estaciones de radio y ello incluso a nivel mundial.

Considero importante conocer los principios básicos de la edición digital, conocer las herramientas con las que se trabaja y la manera de usarlas en un *multitrack*. Si se tiene la noción de ello se podrá trabajar en cualquier programa de audio, incluso de video aunque ello sea materia aparte.

La falta de especialización en la edición digital es una realidad en nuestro país, ya que en la mayoría de los casos se aprende empíricamente porque existen pocas escuelas que ofrecen capacitación de la materia y esto da por resultado una falta de verdadera preparación teórica y práctica al respecto.

La escasez de academias o escuelas que enseñen una verdadera profesión en este mundo de la edición digital genera que los interesados aprendan de manera experimental el manejo del software de edición, pasando desapercibidos conocimientos básicos y de contexto.

Si existiera una formación avanzada que refuerce muchos aspectos de la edición digital se crearía una competencia de trabajo con gente especializada que ofrezca mejor servicio profesional, es por ello que será pertinente tener las bases sólidas en cuanto al contexto del tema, la teoría y práctica.

Si bien en algunas universidades se pretende que egresen alumnos preparados para la formación de contenidos de calidad, también deberá ser necesario que los alumnos se acerquen a la creación de contenidos y mensajes radiofónicos apoyados mediante la utilización de software de edición.

Son pocas las materias de los centros de enseñanza que contemplan en su plan de estudios muchas horas de práctica digital, pero con el apoyo de este manual se podrá tener un mejor acercamiento y antecedente en el tema.

Los alumnos también deben considerar que el diseño y producción de audio a nivel profesional requieren que el realizador posea un gran conocimiento teórico y práctico, así como una gran experiencia; la cual sólo puede adquirirse a través de la práctica constante y permanente que permita resolver todas las necesidades de una producción.

En el campo del diseño y producción de audio siempre serán requeridos profesionistas con mayor experiencia y creatividad; es decir aquellos que sean capaces de proponer no sólo la mejor opción para el cliente o usuario, sino los que lo hagan con soluciones innovadoras.

La actualización constante es un factor imprescindible para cualquier productor o realizador, hay que tomar en cuenta que en la industria informática, por lo menos cada dos años (y en ocasiones menos tiempo) el software y el hardware se actualizan, y la constante actualización de conocimientos traerá como consecuencia a su vez las opciones de trabajo.

Por lo cual es de buena utilidad práctica la existencia de un manual de este tipo en las universidades, porque a su vez permitirá un acercamiento tanto a profesores y alumnos teniendo como apoyo un manual de este tipo. Los profesionistas deben ser competentes y multifuncionales, con una preparación que no sólo refiera aspectos de creación de contenidos, sino además, el uso y manejo de la tecnología, porque actualmente es lo que se requiere en el campo laboral, la combinación de ambos elementos en la creación de contenidos de comunicación masiva.

Estos aspectos son y deben ser importantes porque es hacia donde tiende este campo, mayor rapidez en el trabajo sin perder la calidad en las producciones, trabajando con sistemas de vanguardia tecnológica como los sistemas de alta definición.

También considero importante reconocer que el trabajo de un editor no debe limitarse a la postproducción y mezcla de sonidos, sino también en algunos casos se deben tener los conocimientos y decisión de poder dirigir a la locución, ya que después de haber grabado las voces no será posible corregirlas si se notan errores de intención o dicción, debido a que ningún programa de edición podrá corregir tales errores, porque esto se tiene pensado.

Recordemos que la edición trabaja:

- Volúmenes
- Paneos
- Disolvencias de entrada y salida
- Fondos musicales
- Ajuste de tiempos
- Ecuación (Ajuste de frecuencias: Agudos, Graves, Medios)
- Mezcla precisa y armónica entre temas musicales
- Recorte de secciones específicas en voz y música
- Uso de varias tomas en voces y recorte entre las mismas
- Exclusión de voces o música en canciones (en algunos casos)
- Uso de silencios
- Aplicación de compresores y limitadores



- Aplicación de efectos como ecos, reverberaciones, *delays*, *flangers*
- Alteración en la velocidad y pitch
- Y sobre todo nos permite experimentar con infinidad de cambios y opciones en nuestra producción y sus elementos sin que se vean afectados nuestros audios originales.

La creatividad jugará un papel muy importante en el diseñador y editor de audio, ya que será él quien le dé impacto e intención a los mensajes comunicativos mediante el uso de música, silencios, manejo de las voces y uso de efectos que conforman lo que hace posible la magia de la radio: ver lo que solamente escuchamos.

## GLOSARIO

### **ADC o Conversores de Analógico a Digital:**

Son circuitos que, a una determinada frecuencia toman “fotografías o muestras” del sonido y que convierten una señal analógica al dominio de la matemática binaria (0 y 1). En este estado las señales serán una sucesión de números que tienen algún sentido, que después son almacenadas en la memoria del ordenador para poder ser manejada con mayor facilidad. Además de poder ser almacenada, es manejada y maniobrada por cuentas matemáticas.

### **ASIO**

(Audio Stream Input/Output) es un protocolo de transferencia de audio creado por la compañía Steinberg y muy difundido entre los programas de secuenciación Audio-MIDI. También es un driver (controlador), disponible para varios sistemas operativos (Windows y Mac) y un estándar que indica a los fabricantes de hardware cómo debe ser su producto para admitir el driver ASIO, de ahí que algunas placas de sonido sean ASIO compatibles (soporten ASIO) o no.

Cuando un programa utiliza el driver ASIO este le permite ver y seleccionar cualquiera de las entradas/salidas de audio disponibles.

### **CBR (Ratio de bits constante):**

Opuesto a ratio de bits variable o VBR. La señal de vídeo o audio se codifica digitalmente de manera que fluya una cantidad fija de datos por segundo. Esto tiene la ventaja de hacer los requerimientos de espacio para almacenar la señal más fácil de calcular. El inconveniente frente al VBR es que las zonas más complejas de la señal a veces no alcanzan la resolución necesaria, y en las zonas más simples se desperdician recursos. Ejemplos de CBR son el DTS, Dolby Digital y las primeras versiones de MPEG. La mayoría de los archivos MP3 están codificados en CBR, aunque el formato también soporta VBR (ratio de bits variable)

### **Código de Tiempo o Timecode:**

Un código de tiempo es un número de 8 dígitos que se utiliza en el entorno profesional para registrar los fotogramas (*frames*) de vídeo por horas, minutos, segundos y fotogramas (00:00:00:00). Fijado desde un generador central (a menudo otra videocámara), se utiliza como marcador de referencia, a fin de coordinar los relojes internos de dos o más videocámaras (y, por supuesto, otros equipos de vídeo).

La referencia de un código de tiempo es una forma efectiva de gestionar los trabajos de postproducción en una grabación en la que han participado más de un videocámara, es decir, una forma de garantizar que el plan de producción será coherente incluso aunque haya sido construido a partir de cualquier número de fuentes. Y con ello permite a su vez sincronizar material en la edición de audio con video.

### **Código de tiempo SMPTE:**

Las siglas significan Society of Motion Pictures and Television Engineering (Sociedad de ingenieros de cine y televisión) y a menudo se asocian al código más utilizado para sincronizar audio y video. Para conseguir esa sincronía es necesario disponer de un aparato denominado maestro (*Master*), y uno o más aparatos, generalmente multipistas de audio, llamados esclavos (*slaves*). El *Master* es el que tiene el código de tiempo que gobierna los esclavos; la función de estos es siempre la de seguir el código que cada momento este reproduciendo el master o sea, posicionar su sistema de transporte reales o virtuales, en el punto que indica el *master*.

Existen diferentes variaciones del código SMPTE, según el número de *frames* con el que trabajan:

- El SMPTE puro es el sistema americano en blanco y negro. Trabaja con 30 cuadros por segundo.
- El SMPTE "*drop frame*" o "con eliminación de cuadro" es el propio del sistema de video NTSC de los EEUU. Trabaja a 29,97 cuadros por segundo. Para conseguirlo el código trabaja realmente a 30 cuadros/segundo, pero los dos primeros cuadros de cada minuto que no sea el 00, 10, 20, 30, 40, y el 50 no se cuentan -se eliminan- (es decir, que por ejemplo después de 00:53:59:29 pasamos a 00:54:00:02).
- El EBU (*European Broadcast Union*) es el propio de los sistemas de video PAL y SECAM. Trabaja a 25 cuadros por segundo. Es el habitual en Europa y a veces se lo denomina SMPTE/EBU.
- Finalmente en cine se utiliza código de 24 cuadros por segundo.

### **DAC o Conversores de Digital a Analógico:**

En electrónica es un dispositivo para la conversión digital a un código de señal analógica (corriente, voltaje o carga eléctrica)

**DAT:**

Cinta compacta desarrollada por Sony a finales de los 80 que almacena audio en formato PCM. La cinta es similar a las MiniDV usadas en las cámaras digitales, pero es algo más grande, de 71 mm de ancho x 53 mm de fondo x 10 mm de grueso. La zona donde se accede a la cinta para leerla también está protegida por la carcasa. Para leerla se emplea una cabeza helicoidal similar a la de los VCR. La frecuencia de muestreo por defecto del DAT es de 48 kHz, aunque puede ser conmutada a 32 kHz y 44,1 kHz, y por defecto la resolución es de 16 bits, conmutable a 12 bits.

**Dither:**

Técnica para reducir el error de cuantificación. Es un ruido de muy bajo nivel con la señal de audio, que se añade a ésta antes de ser muestreada. Esto hace que el proceso de cuantificación sea algo más lineal en los niveles bajos. En los niveles altos se considera perceptualmente como ruido blanco y, por tanto, tolerado mejor por el oído que una distorsión armónica.

**Doppler (efecto)**

Cuando la fuente de ondas y el observador están en movimiento relativo con respecto al medio material en el cual la onda se propaga, la frecuencia de las ondas observadas es diferente de la frecuencia de las ondas emitidas por la fuente.

**DSP o Procesamiento digital de señal:**

Es una operación o transformación de una señal en un hardware digital según reglas bien definidas las cuales son introducidas al hardware a través de un software específico que puede o no manejar lenguajes tanto de alto como de bajo nivel.

**Hercio o Hertz:**

Unidad de frecuencia (número de veces que se repite por segundo cualquier fenómeno) electromagnética. Cada unidad equivale a un ciclo por segundo. Por ejemplo, 500 hertz equivalen a quinientos ciclos por segundo. Su abreviatura Hz.

**Jitter:**

Es una variación no deseada en el flujo de una señal electrónica, es decir, una imprecisión del reloj de muestreo en los convertidores ADC y DAC que, al tomar la muestra en un tiempo incorrecto, se toma un valor incorrecto. Dentro de estas características pueden estar la amplitud, la frecuencia, la fase y pulsos electrónicos.

La información digital no llega a su destino en orden y menos a una velocidad constante, pero el audio tiene que tener una velocidad constante. Para esto existen los *jitter buffer*, estos buffer o unidades de almacenamiento puede manejar alrededor de 300 mili segundos y controlar esta variación para que el audio se escuche a velocidad constante. Si la llegada de paquetes de información es demasiado desigual el buffer no la alcanza a controlar y perderá paquetes, deteriorando la calidad del audio. Y si esta pérdida es superior al 5% la pérdida afectara al usuario.

**Kbps o Bitrate:**

El número de bits que un sistema transfiere por segundo. En general, cuanto mayor es esta cifra, más alta calidad tiene la señal y más espacio es necesario para almacenarla. En los archivos de audio se habla de Kb/s, y en los de vídeo de Mb/s. En los CDs, por ejemplo, el ratio de bits está fijado en de 1411 Kb/s (44100 muestras/segundo x 16 bits x 2 canales). En los DVDs, el ratio del vídeo comprimido en MPEG-2 oscila en torno a los 8 Mb/s.

**MiniDV:**

Casete pequeño para video digital usado en cámaras digitales tipo MiniDV. La calidad es idéntica o superior a los videos digitales grabados en Hi8 u cassetes de 8mm por una cámara Digital8.

Un Mini DV puede tener arriba de 530 líneas de resolución de video en algunos modelos de cámaras.

**Muestreo:**

La Frecuencia de muestreo se refiere al número de mediciones del sonido digitalizado que se realizan por segundo. Cuanto mayor sea esta frecuencia, más parecido será el resultado obtenido al sonido original.

**Mute:**

Opción de cada pista o *track* que habilita un silencio general a la o las pistas seleccionadas.

### **Resolución y cuantización:**

La resolución hace referencia a la exactitud de las medidas efectuadas. A cada muestra que se toma se le asigna un valor que representará la amplitud de esa muestra, esa asignación es la cuantización.

### **R.M.S.**

#### **(Root Mean Square ó Raíz Cuadrada Media)**

Representa un nivel medio y constante de potencia que ofrece un amplificador. Es un valor científicamente comprobable y se basa en una fórmula matemática. Los watts RMS son los conocidos como "watts reales". El sistema RMS refleja la potencia real, ya que existe un método estándar para medirlo, haciéndolo totalmente independiente de fabricantes, marcas, etc., es un parámetro universal.

### **Sampler:**

Es un aparato que permite grabar digitalmente secuencias sonoras o *samples* para ser reproducidas posteriormente, o transformadas mediante efectos. Permiten transformar las muestras con efectos (eco, reverberación, *flanger*, etc.), cambiar el tono, el volumen, o la intensidad y permite recuperar y almacenar éstas en un soporte de almacenamiento secundario, como discos duros, unidades de memoria, etc.

### **SCSI:**

El estándar **SCSI** (*Interfaz para sistemas de ordenadores pequeños*) es una interfaz que se utiliza para permitir la conexión de distintos tipos de periféricos a un ordenador mediante una tarjeta denominada **adaptador SCSI** o **controlador SCSI** (generalmente mediante un conector PCI).

Es utilizado especialmente en dispositivos como los discos duros CD/DVD, etc., aunque, en principio, cualquier dispositivo podría soportar el SCSI, como impresoras o escáneres. El SCSI se utiliza en computadoras que necesitan de alto rendimiento.

### **Sintetizador:**

Un sintetizador es un aparato que genera y manipula sonidos por medios electrónicos. Con este artefacto se pueden crear nuevos sonidos así como reproducir los de los instrumentos musicales conocidos. La forma de la onda generada es alterada en su duración, altura y timbre mediante el uso de dispositivos tales como amplificadores, mezcladores, filtros, cajas de reverberación, secuenciadores y moduladores de frecuencia.

**Solo:**

Opción de cada pista que únicamente permite la reproducción de la pista o pistas con esta función habilitada.

**SPL:**

El Nivel de Presión Sonora ó SPL es la intensidad que el sonido puede alcanzar en decibeles al llegar al oído. SPL es el volumen máximo que puede lograr una fuente sonora que escuche una persona.

**Splice:**

Herramienta de trabajo en la edición que permite particionar un elemento, formando con ello varias regiones de audio independientes dentro del *multitrack*.

**Teorema de Nyquist:**

Establece que la frecuencia mínima de muestreo debe ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal original, para poder reconstruir la señal original a partir de las muestras.

**Trim:**

Herramienta de los editores de audio y video que permite recortar y rescatar una parte específica o seleccionada, eliminando el resto del archivo.

**VBR (Ratio de bits variable):**

Opuesto a CBR (ratio de bits constante). El flujo de datos se incrementa o disminuye de acuerdo con la complejidad de la señal de audio o de vídeo codificada digitalmente. Tiene la ventaja que se aloca más espacio para aquellos momentos en que la señal posee un espectro más denso, mientras que se economizan recursos en las zonas que hay más simplicidad en los datos. Ejemplos claros son las últimas versiones de MPEG y algunos MP3.

**Workstation:**

Es un sintetizador que dispone de un secuenciador multipista interno y todas sus herramientas de edición. Uno de los primeros *workstation* fue el Korg M-1 (1988) que implementaba un secuenciador de 8 pistas y contaba con la posibilidad de transferir los datos del mismo vía MIDI.

## FUENTES CONSULTADAS

Continolo, Giuseppe.  
Dirección y organización del trabajo administrativo.  
España, Deusto, 1982.

Hausman, Carl, et al  
Producción en la Radio Moderna  
5ª ed, Thomson Learning, México  
2001

Iglesias Simon, Pablo  
Postproducción digital de sonido por computadora  
Alfaomega, México, D.F.  
2002

Katz, Bob  
The secret of the mastering engineer  
2004

Pohlmann, Ken C  
Advanced digital audio  
5 ed. McGrawHill, 2005

ProTools Guía de Referencia  
Versión 6.4 para sistemas HD o LE en Macintosh o Windows  
Digidesign 2004

Rumsey, Francis y McCormick, Tim.  
Sonido y grabación. Introducción a las técnicas sonoras.  
Trad. Javier Ferreras Nicolás  
Instituto Oficial de Radio y Televisión,  
2004

Tutorial de Adobe Audition 1.5  
Adobe  
2005

Waller, Rick, et al  
Microphone Techniques for music: Studio Recording  
Shure Incorporated  
2000



Waller, Rick, et al  
Microphone Techniques for music: Sound Reinforcement  
Shure Incorporated  
2000

Watkinson, John.  
Audio digital.  
Trad. Manuel Colmena Asensio  
International Thomson / Paraninfo, 1996

<http://www.laorejadigital.com/default.htm>

<http://tecnicaudiovisual.kinoki.org/sonido/procesamientodelsonido.htm>

Entrevistas Realizadas:

Entrevista a Efraín García Mora Vázquez  
Productor y diseñador de audio  
Estudio: Limbo Arte Sonoro  
Enero 2008

Entrevista a Emilio Ortega “El chino”  
Productor y diseñador de audio  
Estudio: Look As Audio  
Enero 2008

Entrevista a Javier Lavalle  
Productor y diseñador de audio  
Estudio: Look As Audio  
Enero 2008

Entrevista al Ing. Juan Cervantes  
Ingeniero de audio y sonido  
Enero 2008