

**PROYECTO DE GRADO**

**ESTUDIO SOBRE EL NIVEL FINAL EN DECIBELES  
DE UN PROCESO DE MASTERIZACION PARA  
TEMAS DE ROCK/POP**

**Carlos Arturo Silva Castro**

**Código: 2001179121**

**X Semestre**

**Universidad de San Buenaventura**

**Facultad de Ingeniería**

**Departamento de Sonido**

**Bogota D.C.**

**2005**

**ESTUDIO SOBRE EL NIVEL FINAL EN DECIBELES  
DE UN PROCESO DE MASTERIZACION PARA  
TEMAS DE ROCK/POP**

**Carlos Arturo Silva Castro**  
**código: 2001179121**

**Tesis para optar al título de Ingeniero de Sonido**

**Universidad de San Buenaventura**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Departamento de Sonido**  
**Bogota D.C.**  
**2005**

Dedicado a mi madre y mis  
hermanos por su apoyo  
incondicional y especialmente  
a mi padre Carlos Arturo Silva Ramírez (Q.E.P.D.),  
amante de la música y Beatlefan.

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos a:

Javier Martínez, Productor Musical, por su constante apoyo y sus valiosos consejos como orientador de esta tesis.

Martha Ruiz y Olga Mora, Profesoras del Dpto. de Ingeniería de Sonido, por su ayuda y orientación en la construcción formal de esta tesis.

Ing. Alexandra Reyeros, Directora del programa de Ingeniería de Sonido, por su excelente trabajo y apoyo a lo largo de estos años.

## CONTENIDO

ABSTRACT. . . . .	pag 1
INTRODUCCION . . . . .	pag 2
1. PLANTEAMIENTO . . . . .	pag 5
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA . . . . .	pag 5
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA . . . . .	pag 5
1.3 ELEMENTOS DEL PROBLEMA . . . . .	pag 6
1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION . . . . .	pag 7
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION . . . . .	pag 9
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO . . . . .	pag 10
1.7 PROPOSITO DE LA INVESTIGACION . . . . .	pag 11
2. MARCO DE REFERENCIA . . . . .	pag 12
2.1 MARCO CONCEPTUAL . . . . .	pag 12
2.1.1 CONVERTIDORES A/D Y D/A . . . . .	pag 12
2.1.2 PROCESAMIENTO DE SEÑAL DSP (PLUGINS) . . . . .	pag 13
2.1.3 CONSOLAS . . . . .	pag 14
2.1.4 ESTACIONES DE TRABAJO (DAW) . . . . .	pag 15
2.1.5 DITHER . . . . .	pag 16
2.1.6 MANEJO DE DB Y MEDIDORES DE SEÑAL . . . . .	pag 18
2.1.7 CALIBRACION DE ESTUDIO . . . . .	pag 21
2.1.8 HEADROOM . . . . .	pag 22
2.1.9 MONITOREO . . . . .	pag 23
2.1.10 NIVEL RMS Y PICO . . . . .	pag 26
2.1.11 VU METROS . . . . .	pag 27
2.1.12 MASTERIZACION PARA DIFERENTES INGENIEROS . . . . .	pag 28
2.2 MARCO TEORICO . . . . .	pag 33
2.2.1 LA MASTERIZACION DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCION . . . . .	pag 33

2.2.2 PROCESOS DENTRO DE LA MASTERIZACION . . . . .	pag 39
3. METODOLOGIA . . . . .	pag 55
3.1 METODOLOGIA GENERAL . . . . .	pag 55
3.2 METODOLOGIA ESPECÍFICA . . . . .	pag 57
4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS . . . . .	pag 58
4.1 COMPARACION Y ANALISIS DE PLUGINS . . . . .	pag 58
4.2 MASTERIZAR UNA MEZCLA. . . . .	pag 79
4.3 ANALISIS DE LOS MASTERS. . . . .	pag 89
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	pag 92

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## **ABSTRACT**

La idea de este trabajo nació a partir los resultados fatídicos a nivel de calidad musical que ha dejado la masterización en los últimos años. La masterización aparte de ser el último proceso de producción musical antes de prensar se ha convertido en una competencia por ver que tema o disco suena más fuerte. A esto se le ha denominado la guerra de los niveles y este trabajo esta en desacuerdo con ella.

Este trabajo precisa todos los conceptos importantes y teorías que se deben tener muy en cuenta antes de iniciar un proceso de masterización y algunas de las opiniones de algunos de los más reconocidos ingenieros de masterización a nivel mundial.

A partir de todos estos conceptos, teorías y opiniones de reconocidos ingenieros se propondrá un proceso de masterización con procesos enteramente digitales por medio de software especializado. Este proceso respetara los dinamismo establecidos en la mezcla y en ningún momento generara distorsiones o desbalances en frecuencia.

## INTRODUCCION

La masterización es el último paso creativo en el proceso de producción de audio, es el puente entre la mezcla y el prensaje. Es la última oportunidad para darle más calidad al producto y a la vez reparar problemas no solucionados o generados en la mezcla. Los ingenieros de masterización prestan un oído experimentado y objetivo al producto recibido ya que están bastante familiarizados con los problemas técnicos y estéticos que puedan llegar a aparecer en la grabación y posteriormente en la mezcla. Muchas veces pueden existir casos donde la mezcla este tan perfecta que no necesite masterización, pero tener el criterio para tomar esta decisión requiere de mucho conocimiento y experiencia.

La masterización ha sido un proceso que a través de los años ha ganado bastante importancia en la producción de audio. En los primeros días del acetato o disco de vinilo la masterización o “transfer” como se le conocía en esa época era un arte bastante desconocido y sólo consistía en transferir el material de audio, físicamente, de la cinta al vinilo. Este proceso era bastante complicado pues si el vinilo se perforaba muy suave había riesgo que el audio resultara muy ruidoso, y si se perforaba muy fuerte existía el riesgo que el acetato se rompiera.

Con el pasar de los años los ingenieros se dieron cuenta que al subir el volumen de los discos con ayuda de ecualización y compresión el ruido generado en la transferencia disminuía. Productores y artistas se dieron cuenta que en realidad el volumen de los discos subía cuando las canciones sonaban en radio, y la gente pensaba que si sonaba más duro era de mejor calidad, lo cual generaba incremento en las ventas. De esta manera nació el ingeniero de masterización, el cual, no sólo estaba encargado de hacer la transferencia de la cinta al vinilo, sino que debía aplicar ecualización y compresión para mejorar la calidad del producto.



Hoy en día, con la llegada de la era digital al audio, el ingeniero de masterización es la persona encargada de mejorar la calidad de las mezclas con un sin número de ayudas y procedimientos posibles. No obstante este ingeniero debe estar al tanto de los procesos previos (grabación, edición y mezcla) y posteriores (producción del master y prensaje) a la masterización para tener mayor claridad de cual es su función dentro del proceso de producción.

La masterización ha llegado a un punto, en el que se ha desatado cierta polémica sobre que tan fuerte debe sonar el master final. Este fenómeno se conoce entre los ingenieros de masterización como “La Guerra de los Niveles” debido al gran despliegue tecnológico que ha tenido el audio digital durante los últimos años. Gigantes empresas de audio digital se han encargado de emular el sonido de maquinas análogas para llevar a cabo todo tipo de procesos de audio de manera digital por medio de pequeños programas llamados “plug-ins”. Dentro de estos plug-ins, las empresas siempre incluyen una cantidad de configuraciones hechas previamente que uno puede usar dependiendo del objetivo que se quiera. Hay varias de estas empresas que se especializan en producir plug-ins para masterizar y siempre ofrecen este tipo de configuraciones donde se pueden ver los diferentes objetivos a los que se puede llegar dependiendo del valor o posición que se le da a cada botón.

Para lograr un buen nivel final de masterización para cualquier tema es preciso cuidar bastante la señal y utilizar los procesadores adecuados de la manera adecuada. Se debe empezar por tener un buen medidor de señal, ya que éste será el encargado de dar a conocer los niveles finales en cada una de las pruebas a realizar. Para esto se investigará qué medidores y analizadores de espectro se utilizan en estudios de masterización reconocidos, y se averiguará si a los que se tiene acceso son lo suficientemente buenos como para lograr el trabajo. Teniendo ya él o los medidores y analizadores de espectro se procederá al análisis y comparación entre cada uno de los procesadores involucrados en la masterización. Para cada procesador existen varias opciones y se elegirá el más adecuado para la masterización dependiendo de sus atributos y su reconocimiento en el medio.

Al ya tener escogidos todos los procesadores que se van o se deben usar se procederá al planteamiento de la cadena de masterización. Al tener identificada la cadena se realizarán pruebas con cada uno de los procesadores basadas en técnicas profesionales hasta llegar a un punto donde el nivel sea óptimo sin generar ningún tipo de distorsión o desbalance.

# 1. PLANTEAMIENTO

## 1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

La masterización permite elevar el nivel promedio de la mezcla al gusto del ingeniero, sin embargo esto ha generado una competencia por llevar la señal a niveles cada vez más altos en los cuales la calidad del sonido es sacrificada. Por lo tanto es importante definir cómo se debe desarrollar un proceso de masterización en el cual el nivel RMS final en db sea óptimo sin generar distorsiones, desbalances en frecuencia y espacio, y cambios radicales en el rango dinámico de la mezcla.

## 1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En los inicios de la grabación y en los primeros productos musicales no existía el proceso de masterización ya que la grabación se hacía directamente al acetato o al disco de vinilo. A partir de 1948 aparecieron las cintas de grabación y con ellas el ingeniero de transferencia (así se le llamaba en aquel entonces al ingeniero de masterización) cuyo trabajo era pasar la señal de la cinta al vinilo. Más adelante, hubo la necesidad de mejorar la calidad de las mezclas y de esta manera el ingeniero de transferencia pasó a ser el ingeniero de masterización.

Con la aparición del CD (compact disc) a principios de la década de los ochentas, el mundo entró en una era de audio digital, donde la masterización adquirió aun más herramientas de ecualización y compresión, el ingeniero cada vez lograba hacer cada vez más fuerte el producto. Al hacer más fuerte el master, se pierde un poco de dinamismo generado intencionalmente en la mezcla y puede llegar a haber distorsión o desbalance en frecuencias. Aquí es donde nace la “Guerra de los niveles”, como se le ha denominado hoy en día en el mundo de la masterización, la cual consiste en una polémica, generada por la idea que tienen algunos ingenieros que luego de aplicar gran compresión, arriesgando rango dinámico, aplican gran maximización, arriesgando la aparición de distorsión. Todo esto con el fin que el nivel final de la masterización sea supremamente alto. Los dos problemas

más grandes que esto genera son: el de la compresión y el de la maximización. La compresión consiste en reducir la señal cierta cantidad de decibeles en una cierta proporción y la maximización consiste en subir el nivel en decibeles de la señal ya comprimida.

### 1.3 ELEMENTOS DEL PROBLEMA

#### 1.3.1 ELEMENTOS EXPLICITOS

- Nivel RMS
- Balance espacial
- Balance en Frecuencias
- Rango Dinámico
- Procesos de grabación y mezcla

#### 1.3.2 ELEMENTOS IMPLICITOS

- La Guerra de Niveles
- Cuantización y frecuencia de muestreo
- Procesamiento de señal digital (DSP)
- Consolas y estaciones de trabajo digitales (DAW)
- Dither
- Sistema de Monitoreo
- Medidores de nivel y analizadores a tiempo real
- Compresores, Ecuadores, Limitadores y Maximizadores (plug-ins)

## 1.4 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La masterización es un proceso dentro del audio que ha tenido mucho auge a lo largo los últimos diez años, pero a pesar de esto es una palabra que muchos ingenieros no conocen a fondo. Se sabe que el proceso existe pero no se conoce en realidad qué sucede al interior de este. La importancia de la masterización es igual al de la grabación, la edición o la mezcla ya que son cuatro pasos fundamentales para llegar a un buen producto sonoro.

A lo largo de los últimos años y gracias al gran despliegue tecnológico del audio digital, la masterización ha llegado a un nivel tan alto que ya se han generado polémicas en este respecto. Esta polémica la han definido varios ingenieros como “La Guerra de los Niveles”. La guerra de niveles se ha definido como una guerra de gustos y decisiones personales por parte de los ingenieros de masterización donde no se sabe a ciencia cierta quien tiene la última palabra en cuanto a cual debe ser el rango en donde se debe ubicar el nivel promedio de un master. Lo que si es cierto es que un nivel final muy alto puede implicar distorsión, desbalance en frecuencia y desbalance espacial. En la mayoría de los casos para poder llegar a niveles tan altos es necesario haber pasado por un proceso de compresión bastante grande, arriesgando aquí rango dinámico. El Rock y el Pop son los dos estilos que más han sufrido las consecuencias de la guerra de los niveles porque la música permite ser comprimida, distorsionada y llevada a niveles supremamente altos, muchas veces sin que el oyente común lo note.

Específicamente en Colombia el proceso de masterización es poco conocido, hay muy pocas personas que lo trabajen a nivel profesional, y no hay ninguna universidad o instituto que lo enseñe a fondo. Además de ser un proyecto que propone una cierta manera de masterizar también va a servir como manual de masterización, es decir, cualquier duda sobre cualquier elemento que esté involucrado en el proceso de masterización será resuelto en este trabajo. Esta investigación además tiene un valor muy alto para aquella persona que no tiene una buena comprensión de la lengua inglesa, ya que no existe un manual de masterización en castellano.

Para poder llevar a cabo un completo manual de masterización es necesario aclarar dudas sobre casi todo el proceso de producción que comienza con la grabación, sigue con la mezcla y finalmente termina con la masterización. El manual contará con explicación a fondo de todos los elementos que involucra el audio digital, mencionados anteriormente en los elementos de la investigación.

## 1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### 1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Definir un proceso de masterización profesional para temas musicales de género Rock y Pop en el que se puntualice un rango de nivel final en **db** donde no se genere distorsión y no se sacrifique el balance en frecuencias ni el rango dinámico de la mezcla.

### 1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el proceso adecuado para llevar a cabo la masterización de un tema de Rock/Pop.
- Determinar cuales son los procesadores de señal (analizadores de espectro, ecualizadores, compresores, limitadores, maximizadores y reductores de ruido) que se adecuan a un proceso de masterización para Rock/Pop .
- Probar desde varias alternativas el proceso identificado.
- Diseñar un manual físico acerca del proceso de masterización para temas de Rock/Pop.

## 1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

### 1.6.1 ALCANCES

La intención de este proyecto es estudiar e investigar a fondo todos los elementos dentro de un proceso de masterización, y la forma de unirlos de manera eficiente para llegar a un muy buen producto sonoro. Se realizará la masterización de varios productos sonoros y se compararan por medio de una relación entre el nivel percibido y un sistema de medición profesional con distintos niveles finales de en **db** y a la vez con sus respectivas mezclas. Se harán comparaciones entre los diferentes plug-ins para masterizar y las respectivas configuraciones que los fabricantes incluyen en estos para poder analizar los fundamentos que tiene el fabricante para aconsejar su producto.

Se pretende que el trabajo escrito final sirva de manual de masterización en español convirtiéndolo en un aporte fundamental a lo escaso. Es bien importante que en una carrera como lo es ingeniería de sonido exista bibliografía acerca de la masterización.

### 1.6.2 LIMITACIONES

La única limitación que por el momento tiene este trabajo es la imposibilidad de usar tecnología de punta y especializada en procesos de masterización. Esto hace que sea difícil hacer comparaciones con procesos de masterización utilizados por los ingenieros mas destacados de los mejores estudios del mundo. Ante la imposibilidad de tener una estación de trabajo especializada en masterización se trabajara sobre estaciones como Peak, Logic, Cubase, Reason y Pro Tools.

Sólo se utilizaran procesadores de señal digitales llamados “plug-ins”, por la imposibilidad de tener acceso a equipos análogos especializados en masterización.



## 1.7 PROPÓSITO DE LA INVESTIGACION

Con este trabajo se pretende que la masterización en Colombia tenga la importancia que merece entre los ingenieros; pues es un proceso tan importante como la grabación y la mezcla; y que se conozcan los procesos que están involucrados dentro de esta.

Se pretende también que cualquier ingeniero de sonido esté en capacidad de tomar decisiones concretas al momento de enfrentar un proceso de masterización. Todo esto fundamentado en el manual propuesto como objetivo en este trabajo.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

El proceso de masterización nació a finales de los años 40 cuando la empresa Ampex introdujo al mercado la grabadora de cinta. Antes de esto todas las grabaciones se hacían directamente al disco de vinilo, por lo tanto no existía el proceso de mezcla ni de masterización como se conoce hoy en día. Al hacerse toda la grabación a la cinta era necesario un proceso en el cual toda esta información se pasara al disco de vinilo antes de venderse al público. Al encargado de este proceso se le llamo el ingeniero de transferencia.

El proceso de transferencia duró hasta que los ingenieros y productores descubrieron que por medio de compresores y ecualizadores podían mejorar el producto y hacerlo sonar más fuerte. De aquí en adelante el ingeniero de transferencia pasó a ser el ingeniero de masterización. El trabajo de transferencia pasó a ser un trabajo ingenieril con bastante exigencia creativa y se desarrollo de esta manera hasta la década de los 80's cuando el audio digital nació. *“the age of the transfer engineer began when Ampex introduced it's first comercial tape recorder. With most recording now being done to tape, a transfer has to be made to a vinyl master for delivery to the pressing plant; hence, the first incarnation of the mastering engineer was born. (la era del ingeniero de transferencia empezo cuando Ampex introdujo la primera grabadora comercial de cinta. Con la mayoria de grabaciones hechas en cinta, una transferencia al vinilo fue necesaria para enviar a la planta de prensaje; de aquí, la primera encarnación del ingeniero de masterizacion nacio).”*<sup>1</sup>De todas maneras a medida que pasaron los años y la masterización análoga empezó a crecer se sintió el nacimiento de la “guerra de los niveles”. Los ingenieros siempre trataron que el vinilo cada vez sonara más fuerte.

En 1989, la empresa de audio digital, Sonic Solutions introduce la primera estación de trabajo con software de masterización y desata un despliegue tecnológico que influye en la intensidad de la “guerra de niveles hasta el día de hoy.

---

<sup>1</sup> OWSINSKI, Bobby, *The Mastering Engineer's Handbook*

### 2.1.1 CONVERTIDORES A/D, D/A

Con la llegada de la era digital al mundo del audio, la invención de elementos que transformaran señales análogas en digitales y viceversa fue inminente. Estas máquinas transforman la señal por medio de dos procesos: Cuantización y Frecuencia de muestreo. Cuando una señal análoga llega a la entrada de un convertidor análogo digital, éste le toma cierta cantidad de fotos por segundo a la señal para poder codificarla. Esta cierta cantidad de fotos la determina la frecuencia de muestreo que se esté usando. Si se está utilizando una frecuencia de muestreo de 44100 Hercios, el convertidor tomara 44100 fotos por segundo de la señal análoga. Hoy en día se manejan frecuencias de muestreo de hasta 192000 Hercios.

En el instante que se va tomando cada foto de la señal el convertidor la va codificando a código binario dependiendo de la amplitud de la onda en ese instante medida en voltios. Este proceso es el de cuantización y hoy en día se manejan a 16 y 24 bits. Entre más cantidad de bits se tengan a disposición mayor exactitud en el nivel de voltaje se tendrá, lo que por ende aumentará la precisión al momento de reproducir la señal ya digitalizada. Hoy en día se recomienda trabajar siempre a 24 bits.

El proceso de conversión digital a análoga (D/A) es exactamente igual al proceso inverso de conversión análoga a digital (A/D). En estos convertidores se incluye un proceso bastante importante llamado Dither, el cual se analizará mas adelante en este capítulo.

### 2.1.2 PROCESAMIENTO DE SEÑAL ANÁLOGA Y DIGITAL (PLUG-INS)

Los equipos involucrados en un procesamiento de señal para masterización básicamente son:

- \* Compresor
- \* Limitador
- \* Ecualizador
- \* Reductor de Ruido

El **compresor** es un procesador que se dedica a reducir el nivel de cualquier señal desde el momento que se quiera. Es muy útil para reducir picos y para estabilizar una señal con muchos altibajos. Más adelante se analizarán en profundidad.

El **limitador** es un tipo de compresor, que como su nombre lo indica, se dedica a limitar la señal desde el momento que el usuario decida. Esto que quiere decir, que el procesador no permite ninguna señal desde el nivel que se le indique. Este procesador es muy útil en la masterización ya que nos ayuda a controlar que la señal no llegue a distorsionar y a cortar los picos molestos.

El **ecualizador** es un procesador que nos permite acentuar o atenuar cualquier frecuencia dentro del espectro audible (20 a 20.000 hercios). Cada instrumento tiene su rango de frecuencias y su fundamental, y éstas son las bases que un ingeniero tiene para ecualizar. Más adelante se analizaran más a fondo estos equipos.

Los **reductores de ruido** simplemente nos ayudan a controlar, parcialmente, esos sonidos molestos que aparecen muchas veces por mala grabación, mala mezcla, etc.... Hay ruidos de alta frecuencia como el hiss, hay ruidos de baja como el hum (causado muchas veces por problemas eléctricos), distorsión (a cualquier frecuencia) y la acentuación de las eses entre otros. Un buen reductor de ruido reducirá un alto nivel de éste, pero no lo elimina por completo. Para lograrlo se lleva un poco de señal pura, es decir, al aplicar un reductor de ruido, la señal original se vera comprometida a perder calidad. Por esta razón, es mucho mejor evitar el ruido durante la grabación; especialmente, los ruidos involucrados en la mezcla pueden ser consecuencia de mal manejo de procesadores, y esto es corregible fácilmente, mientras que volver a grabar resulta complicado.

Actualmente se utilizan procesadores de señal llamados “plug-ins”. Estos procesadores son pequeños programas de computador que se insertan dentro de estaciones de trabajo y simulan digitalmente el comportamiento de cualquier cantidad de procesadores de señal, entre ellos, los compresores, limitadores, ecualizadores, etc... Un plug-in nunca llegará a

sonar como su homólogo en el mundo análogo, pero la tecnología ha llegado tan lejos que la simulación, por parte de algunos fabricantes de plug-ins, es casi perfecta.

### 2.1.3 CONSOLAS

La consola siempre ha sido el cerebro del estudio de grabación. Todo lo que sucede o más bien sucedía dentro de un estudio tenía que pasar obligatoriamente por la consola. Casi siempre la consola tiene la sección de canales donde cada uno tiene su ganancia, auxiliares, ecualización, paneo, opciones de solo y muteo, así como el fader principal. También está la sección de buses o de salidas estéreo, la sección de control de los auxiliares y finalmente la sección del master, donde se controla la mezcla en general.

Las consolas de masterización eran bastante y hacían un trabajo de muy buena calidad pero con la llegada del audio digital, éstas fueron reemplazadas por estaciones de trabajo y patch bays para conectar todos los equipos externos al computador.

### 2.1.4 ESTACIONES DE TRABAJO (DAW)

Las estaciones de trabajo digitales nacieron a principios de los años 90's y eran bastante rústicas y con pocas funciones interesantes. A medida que pasó el tiempo, y el avance tecnológico del audio digital creció, estas estaciones se convirtieron en el cerebro, corazón y alma de los estudios de masterización. Éstas son tarjetas de sonido que se insertan dentro de un computador, las cuales por medio de un programa o software permiten la manipulación del audio. Hoy en día existen muchas (DAW) pero en masterización las más famosas a nivel mundial son:

- Audiocube
- Pyramix (Merging Technologies)
- SADiE
- Sequoia

- Wavelab
- Peak

Otras estaciones muy importantes como Pro Tools, Logic, Cubase, Digital Performer, Nuendo, son muy importantes y de muy buena calidad pero para procesos de grabación, edición y mezcla de audio y midi. No para procesos de masterización. Se pueden usar para masterizar pero no ofrecen las ventajas de las DAW anteriormente mencionadas.

### 2.1.5 DITHER

Los ingenieros de masterización deben manejar muy bien la herramienta del “dithering” en audio digital. El dither es una herramienta para la limpieza del sonido dentro del proceso. Si la mezcla es mala el trabajo del dither no será tan imprescindible.

En un sistema análogo la señal siempre es continua mientras que en sistemas digitales la amplitud de la señal está limitada a ciertos valores que dependen de la cantidad de bits a la que se esté trabajando. Al ser la codificación del audio digital un sistema binario (en base 2) toda la información se maneja en base a potencias de 2. En 16 bits tenemos 2 elevado a la 16 posibles valores para codificar la amplitud de la señal. 2 elevado a la 16 nos da 65,536 valores mientras que en 24 bits tenemos  $16^{777,216}$  posibles valores para representar la señal análoga de manera digital. Estos valores son convertidos en **db** para poder tener una constancia entre lo análogo y lo digital. Para saber cuantos valores se tienen en **db**, se multiplican la cantidad de bits por 6. En el caso de 16 bits tendremos  $16 * 6 = 48$  db por debajo del mas alto y en 24 bits tendremos 144 db debajo del mas alto.

Las consecuencias de no aplicar dither pueden resultar en distorsión de cuantización. Esta distorsión puede representarse como armónicos o subarmónicos no deseados, aliasing o ínter modulación. El dither es la manera de evitar todo este tipo de distorsiones.

El dither consiste básicamente en aplicarle una señal de ruido aleatoria a la señal análoga de entrada. Por ejemplo, se tiene un convertidor A/D que responde a señales positivas y negativas. Este convertidor tiene un umbral de 1 voltio para el mínimo bit significativo.

Esto es bastante grande en comparación con lo que se maneja en realidad. Para cualquier valor análogo que este entre  $-0.5v$  y  $+0.5v$  el convertidor arrojará un 0 digital a la salida y para cualquier valor entre  $+0.5v$  y  $+1.5v$  el convertidor arrojará un 1 digital. Si se introduce una señal análoga de corriente directa con valor de  $0.35v$ , el convertidor automáticamente a cada instante de tiempo mostrará un 0 digital. Toda esta señal a nivel digital estará perdida pues está representada por un 0 en cada instante de tiempo. La función del dither es introducir una señal aleatoria que tenga valores por encima y por debajo de  $+0.5v$ . La única condición es que la suma de todos estos valores a lo largo del tiempo sea 0. Esta señal se introduce y se suma en cada instante de tiempo con la señal constante de  $+0.35v$ . El resultado va a variar a cada instante y no todo el tiempo se tendrá 0 digital. Lo interesante aquí es: finalmente no se habrá modificado la señal, pues el promedio de todos los valores después del dither serán los mismos  $+0.35v$ . Al lograr que el mínimo bit significativo module a lo largo de cierto instante de tiempo logra que no se pierda información.

El dither logra que el sistema gane unos cuantos decimales más. Una señal de entrada de por ejemplo  $0.2569456$  voltios tendrá un promedio de  $0.2569456$  voltios a la salida del convertidor. La resolución del sistema aumenta y todos los posibles ruidos o distorsiones son eliminados. Esto en cuanto a dither análogo o dither de entrada.

Cuando se trabaja a 24 bits y se necesita bajar a 16 bits por ejemplo para escribir un CD es importante utilizar dither para evitar la pérdida de información debida a la resta de los 8 bits. Tal como en el dither análogo visto anteriormente se genera un dither digital por medio de una serie de números escogidos aleatoria mente. Si se va a pasar de 24 a 16 bits por medio de dither el proceso es el siguiente: Se escogen 8 números aleatoria mente (solo pueden ser 0 y 1) y se suman con los 8 bits menos significativos de cada valor de la señal de 24 bits. Al ser estos sumados siempre queda lo que se conoce en el mundo digital como el "carry" (cuando se suman dos números en sistema decimal y la suma es mayor que 9 nos corremos un dígito a la derecha y sumamos, por ejemplo  $9+7$  es igual a 1 en el carry y 6 más. En este caso el carry es uno. En sistema binario es más sencillo porque sólo hay dos posibles valores), el cual se suma con el bit menos significativo de los 16 bits restantes. De esta forma los 24 bits quedan transformados en 16. En una frecuencia de muestreo de

44100 Hz hay 44100 instantes, muestreos o valores por segundo entonces si se esta transformando de 24 a 16 bits en una frecuencia de 44100 hz esta operación matemática se deberá hacer 44100 veces por segundo. La operación es la siguiente:



Con esta operación bastante información de los 8 bits menos significativos queda almacenada en los 16 bits restantes a cada instante de tiempo.<sup>2</sup>

Estas son algunas recomendaciones al momento de utilizar dither:

- Siempre que se vaya a hacer una conversión A/D es imperativo revisar que el convertidor aplique dither análogo a la entrada.
- Siempre que se vaya a reducir el número de bits por cualquier razón se debe aplicar dither digital.
- No se debe aplicar dither a 16 bits más de una vez en cualquier proyecto. Esta es la razón por la cual el dither digital siempre se aplica al final de todo el proceso, ya sea de mezcla o de masterización.

## 2.1.6 MANEJO DE DECIBELES Y MEDIDORES DE SEÑAL

Antes de la aparición del audio digital, los ingenieros se preocupaban mucho por los picos y por maximizar los niveles debido a la mala relación señal ruido que ofrecían los sistemas análogos de grabación. Con la llegada de la grabación digital a 24 bits este problema ya no existe. Lo que se debe tener muy presente es entender bien el decibel y la forma de medirlo.

---

<sup>2</sup> KATZ, Bob, **Mastering Audio**



Muchos medidores de nivel que se tienen hoy en día son bastante inexactos debido a la reducción de costos del fabricante. Inclusive los medidores de nivel digitales son bien inexactos ya que hay gran espacio entre cada valor mostrado. Por ejemplo, un medidor puede mostrar 0 db, luego -3 db, luego -6 db y así sucesivamente dejando un gran espacio de error entre cada valor. Seguramente cada valor mayor o igual a -1.5 db será redondeado a 0 db y cada valor entre -1.5 y -3 db será redondeado a -3 db. Así se reduce la distancia a 1 db. Otro problema es el de reconocer la diferencia entre un valor exacto de 0 db y un valor por encima de 0 db. En el audio digital, la cuantización es un proceso donde el máximo valor que puede existir para cualquier señal grabada es de 0 dbFS (Full Scale). Cualquier señal analógica puede exceder los 0 db, pero una vez está grabada en un sistema digital, al momento de reproducirla, el resultado será una onda cuadrada que durará exactamente el mismo tiempo que la señal analógica se mantuvo por encima de 0 db. Esto genera distorsión debido a la onda cuadrada.

En un proceso de grabación, un convertidor A/D puede avisar que el nivel de la señal analógica de entrada está sobrepasando los 0 dbFS. Lo más sensato es reducir el nivel de entrada para que no sobrepase los 0 dbFS. En caso que no se reduzca el nivel de entrada una onda cuadrada quedará grabada durante el instante que la señal sobrepasó el 0 dbFS. Luego que la señal está grabada es casi imposible que cualquier medidor diferencie los 0 db de cualquier nivel por encima. Cuando la luz roja se prende mucha gente piensa que es un detector de valores por encima de 0 dbFS, pero en realidad, es un detector de 0 dbFS exacto. Apenas cualquier señal, así no este distorsionada, llega a los 0 db la luz roja se encenderá. Los medidores de señal digitales funcionan leyendo el código numérico de la señal y esta conversión es la que aparece en el medidor. Como el número más alto que se codifica en audio digital es el 0 dbFS se necesita un medidor más inteligente para reconocer valores por encima de este valor.

De hecho sí existen medidores de muy alta calidad que reconocen la diferencia entre 0 db y valores por encima de éste. El interrogante que surge es: ¿Cómo va a reconocer el medidor valores por encima de 0 db si este es el valor máximo que se logra codificar? La solución

es que el medidor cuente la cantidad de muestreos que dura la señal en 0 db. Se ha establecido como norma que cualquier distorsión que dure 33 microsegundos es totalmente inaudible. 33 microsegundos son 3 muestreos a una frecuencia de 44100 hz. El medidor percibirá distorsión o valores por encima de 0 db cada vez que la señal dure 3 o mas muestreos en 0 dbFS. Si la frecuencia de muestreo se incrementa por ejemplo a 96000 hz, muchos mas muestreos por segundo van a ocurrir y por esta razón muchos medidores de esta tecnología ofrecen la opción de cambiar el número de muestreos al gusto del consumidor. De todas maneras es mucho mejor mantener el número de muestreos bien bajo así el medidor avise distorsión antes que ocurra.

La idea principal de todo esto no es que el medidor nos logre avisar niveles por encima de 0 dbFS ya grabados. Lo importante es que el medidor nunca tenga que avisarnos esto. La solución es manejar niveles bajos, no mas de -3 dbFS durante la grabación y la mezcla. Tratar que el pico máximo en cualquier grabación sea -3 dbFS. En la mezcla intervienen otros factores como los ecualizadores. Un ecualizador puede generar distorsión aun si esta atenuando cualquier frecuencia, esto como resultado de una grabación con niveles mayores a 0 dbFS. Nunca se debe permitir el clipping y mucho menos cuando la señal va a experimentar mas proceso. Entre más limpia sea la grabación y la mezcla mucho mas fácil será para el ingeniero de masterización lograr un buen trabajo.

Hoy en día es mucho más viable trabajar a niveles bajos con la llegada de la grabación a 24 bits. El rango dinámico de la grabación a 24 bits puede llegar a ser tan grande como 139 db mientras que en la grabación a 16 bits hay un máximo de 91 db entre el piso de ruido y el 0 dbFS. Para que una grabación a 24 bits quepa efectivamente dentro de 16 bits tocaría reducirla en 48 db. Estos son bastantes decibeles, por eso no hay necesidad de llegar al tope en grabaciones a 24 bits. Manejando picos de entre -10 db y -3 db se logra tener una señal muy limpia con gran rango dinámico.

Los medidores de señal nada tienen que ver con lo alto que suena el tema o pieza musical que se este trabajando. Muchas veces, al hacer dos tomas de una misma grabación que suenan al mismo nivel tendrán medición de picos diferentes. Lo cual no significa que uno

u el otro suena más duro, simplemente que el oído humano responde a niveles promedio de señal, el oído nunca va a percibir picos. Los famosos medidores VU's si responden a niveles promedio, son un poco inexactos pero son de gran ayuda al momento de trabajar con audio. No hay que basarse 100% en ellos simplemente tenerlos en cuenta como guía.

Las grabaciones análogas y digitales suenan completamente diferente en términos de dureza. Si se hacen dos grabaciones iguales de un tema, una en digital y la otra en análogo, y luego la grabación análoga se pasa a digital, la grabación en digital sonara 6 db mas suave que la análoga. Esto se debe a que la relación entre el promedio y el pico de una grabación análoga se encuentra entre 12 y 14 db, mientras que en una grabación digital esta relación fácilmente llega a 20 db para señales sin comprimir. La razón para que esto suceda es que las grabadoras análogas traen un compresor incluido con el objeto de hacer sonar más fuerte las grabaciones.

Toda estación de trabajo tiene una función para ajustar niveles de una manera semi automática y es la *normalización*. La normalización a un 100% consiste en ajustar toda una señal hasta que su pico máximo llegue a cero. En masterización este proceso no es muy aconsejable ya que como se ha visto, cada proceso que se hace digitalmente son cálculos binarios que están deteriorando la señal original. La normalización no es la excepción.

### 2.1.7 CALIBRACION DE ESTUDIO

Ya se analizó la importancia de cuidar las señales antes de ser grabadas digitalmente para evitar distorsión y tener un sonido más limpio. Esto esta muy bien pero no será de ningún uso si algún equipo que este por delante del convertidor A/D, como la consola, o el preamplificador, están añadiendo distorsión a la señal. La mayoría de estudios profesionales de masterización trabajan con equipos análogos antes de pasar por el convertidor A/D y entrar a la estación de trabajo. Es importante tener bien clara la calibración del estudio para poder optimizar cualquier cadena de señal que se arme antes de llegar al convertidor. Todo elemento análogo balanceado maneja un nivel nominal de

+4dbu, que corresponde a 1.23 voltios teniendo como referencia 0.775 voltios. El nivel nominal se define como el nivel promedio de una señal que corresponde a 0 VU, mas o menos -20 dbFS. Muchas veces tener +4dbu como nivel nominal puede ser una mala elección.

El factor importante en que +4 dbu no sea un nivel nominal muy recomendable es el punto de clipping de las consolas. Consolas antiguas de buena calidad tenían puntos de clip de +24 dbu, e incluso mayores. El mercado se ha llenado de consolas más económicas en las cuales el punto de clip es mas o menos +20 dbu (7.75 voltios). Esto es un gran impedimento para obtener sonido limpio. Muchos de los circuitos internos de muchos equipos y consolas producen distorsión mucho antes de llegar al punto de clip. Por esta razón el mínimo punto de clip para cualquier amplificador en un sistema debe ser 6 db por encima del máximo pico de la señal. Esto da como resultado que el punto de clip mínimo debe ser de +30 dbu o mas, teniendo en cuenta que el nivel nominal es +4 dbu.

### 2.1.8 HEADROOM

La mayoría de equipos análogos empiezan a sonar muy mal cuando están llegando al punto de distorsión (clip) y entre mas alto sea este punto de mejor calidad será el equipo. Por esta razón es que los equipos fabricados a base de tubos son muy bien reconocidos en el mundo del audio. Tienen un *headroom* mayor a 30 db. Equipos con un *headroom* de 30 db que no sean de tubos consumen demasiada energía y son costosos.

El *headroom* se define como la diferencia entre el nivel promedio de la señal y el punto de clip o distorsión. Como se menciono anteriormente es necesario tener 6 db por encima del punto de distorsión modificando el tradicional headroom. Todo esto es resultado del amplio rango dinámico que maneja el audio digital hoy en día. Con cinta análoga era adecuado tener un punto de distorsión de +20 dbu en un sistema con nivel nominal de +4 dbu, ya que la relación promedio a pico de la señal oscilaba entre 12 y 14 db debido a la compresión de la cinta. El problema aparece cuando tenemos señales digitales de audio sin

comprimir que fácilmente tienen una relación promedio a pico de 20 db. Al estar trabajando con un nivel nominal de +4 dbu y una relación promedio a pico de 20 db se está llegando fácilmente a +24 dbu, y en la mayoría de equipos este nivel está mucho más arriba del punto de distorsión. La situación se puede complicar aún más si se tienen salidas balanceadas conectadas a entradas no balanceadas ya que esta acción reduce el punto de distorsión en 6 db. Las consolas que tienen puntos de distorsión del orden de +20 db no deben trabajar a niveles nominales de +4 dbu. El mínimo punto de distorsión en una consola o equipo analógico debe ser de +30 dbu, dejando 6 db entre el pico de la señal y el punto de distorsión, teniendo en cuenta que la relación promedio – pico sea de 20 db.

La única solución si se tienen este tipo de problemas al hacer encadenamientos entre sistemas analógicos y digitales es reducir el nivel nominal del sistema. Por ejemplo recalibrar los VU's para que  $0 \text{ VU} = 0 \text{ dbu}$  o inclusive menos. Esta acción amplía el headroom dejando más espacio antes del punto de distorsión y permite tener sonido más claro.

## 2.1.9 MONITOREO Y SU CALIBRACION

*“The mayor goal of a professional mastering studio is to make subjective judgements as objectively as possible (El objetivo principal de un estudio de masterización es convertir juicios subjetivos, lo mas objetivo posible).”*<sup>3</sup> Un estudio de masterización no se puede dar el lujo de cometer errores teniendo en cuenta que sus productos serán escuchados por miles de personas. El objetivo siempre es que el producto final suene bien en cualquier sistema de audio en el cual se reproduzca. Muchos estarían de acuerdo en que procesos de ecualización y compresión colaboran con este fin pero es más importante tener un sistema de monitoreo de alta resolución.

El sistema de monitoreo es el que permite que el ingeniero perciba cada detalle por pequeño que sea a nivel de audio y tome decisiones correctas con respecto al producto sonoro que se está trabajando. Ninguna decisión puede llegar a ser tomada ni fiable sin un

---

<sup>3</sup> **KATZ, Bob, Mastering Audio**

muy buen sistema de monitoreo. *“The mastering engineer’s monitor system is an audio microscope. (El sistema de monitoreo es un microscopio de audio para el ingeniero de masterización)”*<sup>4</sup>

Estos son algunos elementos importantes que se deben tener en cuenta al momento de construir un sistema de monitoreo:

- Los monitores de una sala de masterización no deben ser monitores de campo cercano, ni pequeños, ni de poco costo, deben ser monitores de campo lejano de alta calidad con los cuales el ingeniero puede establecer una relación entre el estudio y la vida real.
- La sala de masterización debe ser bastante silenciosa llegando a un piso de ruido de entre NC30 y NC20.
- No debe existir ningún tipo de obstáculo que bloquee el triangulo equilátero formado entre el ingeniero y el par de monitores.
- Los monitores y el ingeniero deben estar en una zona de cero reflexiones. Esto quiere decir que las primeras reflexiones deben llegar a oídos del ingeniero a mínimo 20ms después que la señal directa.

Las salas de masterización deben ser lo suficientemente grandes para permitir buena respuesta en frecuencias bajas sin ocasionar ondas estacionarias significativas. Cual onda de este tipo que ocasione problemas de todas maneras puede ser tratada con resonadores o difusores. El largo de la sala debe ser de mínimo 6 a 7 metros para trabajar en estereo y de 10 metros para trabajar en *surround o 5.1*.

Un buen par de subwoofers pueden ser de muy buena ayuda al momento de masterizar ya que estos no solo logran reproducir las notas mas bajas de un bajo sino también ruidos innecesarios que seguramente un par de monitores convencionales no lo harán. Los subwoofers deben estar muy bien calibrados para obtener buenos resultados en cualquier tipo de sistema de reproducción de audio.

---

<sup>4</sup> **KATZ, Bob, Mastering Audio**

Es bien importante tener en cuenta que el mejor sistema de monitoreo no es el que suena genial con cualquier producto sino el que reproduce con exactitud lo que en realidad esta pasando. Un disco con errores sonara bien en uno de estos sistemas que suenan genial pero todas sus imperfecciones saldrán a relucir en un buen y exacto sistema de monitoreo. Un buen producto sonara impecable en este tipo de sistemas de monitoreo. Como conclusión la idea no es que el sistema de monitoreo suene bonito sino que en realidad reproduzca lo que es.

La calibración del monitoreo ha venido siendo una herramienta indispensable para el ingeniero de sonido en general. Muchas veces se puede llegar a pensar que la necesidad de calibrar un sistema de monitoreo es solo para los ingenieros que trabajan en mezclas 5.1, lo cual esta totalmente errado. Cualquier ingeniero lograra mejores trabajos con un sistema calibrado independientemente del trabajo que este desempeñando.

La pregunta aquí es “Que es exactamente un sistema de monitoreo calibrado?”. Un sistema de monitoreo calibrado es aquel que se ajusta a un estándar de respuesta en frecuencia y ganancia. El control de ganancia del monitoreo es aquel que conocemos como el “control room”, el cual es manipulado por el ingeniero al gusto. En la mayoría de casos el manejo del “control room” es totalmente diferente dependiendo del ingeniero que lo este manipulando y es aquí donde todo el problema radica. Cada control de ganancia sugiere distintas cosas para distintos ingenieros y este no es el significado de un sistema calibrado. Un sistema calibrado precisa que cualquier ingeniero que lo utilice entienda exactamente lo mismo y de esta manera se ayuda a mejorar y hacer mas consistentes las mezclas en pro de mejores masterizaciones y de esta manera mejores productos sonoros.

Un ingeniero con bastante experiencia puede llegar a obtener muy buenos resultados usando solo su oído, es decir, sin necesidad de ningún tipo de medidor. La clave radica en entender y saber usar el control de ganancia del monitoreo una vez se ha calibrado. El sistema está calibrado cuando la posición del monitoreo se encuentre en 0db y los monitores están produciendo 83 db SPL con una señal de ruido rosa a -20 dbFS RMS. Esto quiere decir que un nivel de presión sonora bastante confortable como lo son 83db SPL ha

sido calibrado para 20 db por debajo del pico máximo. Debido a que el oído responde a niveles promedio y el factor de cresta más alto que el ser humano puede escuchar con música popular son 20 db, el nivel pico nunca distorsionará. Los factores de cresta para rock/pop casi siempre están entre los 10 y 18 db, por lo tanto los niveles pico estarán entre -10 y -2 dbFS, lo cual es óptimo para grabaciones a 24 bits. Una posición de monitoreo o un control de ganancia de monitoreo alto permitirá obtener factores de cresta más altos mientras que si la posición de monitoreo es reducida, el nivel promedio de la mezcla tenderá a subir para producir el mismo nivel para el oído. Lo que se hace usualmente es bajar la posición de monitoreo para evitar exceso de nivel en los oídos y esto es lo que la calibración evita. Una de las ventajas que trae tener el sistema de monitoreo calibrado es poder comparar bajo un mismo estándar diferentes producciones y analizar sus niveles finales.

Cada vez que el nivel promedio aumenta y se acerca al pico del sistema mayor compresión y limitación va a ser aplicada por el ingeniero, evitando así algún tipo de distorsión. Ya se sabe que la compresión y la limitación son herramientas indispensables en el proceso de mezcla y masterización, pero si no son usadas de una manera correcta pueden terminar afectando todo el producto final. Muchas veces aplicar exceso de compresión es lo que se hace en un proceso de masterización con el objetivo de que la pieza suene cada vez más fuerte. En algunos casos, debido a intenciones de producción, estos excesos pueden ser aprobados pero ese no es el caso en este trabajo.

Luego de tener calibrado de manera correcta el sistema de monitoreo es importante trabajar a un determinado valor de control de ganancia. En caso que la pieza musical en la que se está trabajando empiece a sonar demasiado fuerte, la solución será reducir el nivel de los procesadores que se estén aplicando en vez del nivel del control de ganancia. ***“I’ve found out that -6db position (corresponding with a crest factor of about 14db) is the lowest monitor gain that still produces a high-quality musical product with typical pop music, and most of the pop music recorded in the last century until about 1993 sounds “just right” at the -6db position.”***<sup>5</sup> Como se puede ver aquí Bob Katz propone un nivel de

---

<sup>5</sup> [www.digido.com](http://www.digido.com)



control de ganancia de -6db para trabajar en piezas de música pop. Entre mas abajo este el nivel de control de ganancia mas comprometida se vera la pieza musical en términos de calidad sonora. Existen hoy en día productos bastante comprimidos que tocaría escucharlos a un nivel de control de ganancia de -12db.

#### 2.1.10 NIVEL RMS Y PICO

El nivel RMS es un nivel que resulta de promediar varios niveles de voltaje a cada instante de tiempo. Las siglas RMS corresponden en ingles a *root mean square* que significan “raíz del promedio de los cuadrados”. La operación matemática que hace cualquier medidor de nivel RMS es exactamente esta: “raíz del promedio de los cuadrados de cada voltaje a cada instante de tiempo.” La operación matemática es la siguiente:

$$\mathbf{RMS} = \sqrt{(V1^2+V2^2+V3^2+.....Vn^2)/n}$$

El promedio RMS de una señal de audio nos indica con gran certeza lo que el oído humano esta percibiendo ya que este responde a niveles promedio, no a niveles pico.

Los niveles pico simplemente son niveles instantáneos en los cuales la señal adquiere su nivel mas alto de voltaje. Se pueden medir niveles pico RMS, para saber en que momento el promedio adquirió su nivel máximo, o niveles pico totales para saber en que punto la señal tuvo su más alto nivel.

#### 2.1.11 VU METROS

En 1999 los VU metros celebraron su cumpleaños numero sesenta, y es el día, y la hora, en que gran cantidad de ingenieros no entienden en realidad su funcionamiento. Estos medidores tienen una respuesta bastante lenta a cualquier señal y marcan una especie de promedio. Estos medidores fueron inventados para que el ingeniero mantuviera cierto nivel promedio pero cuando se necesitaba un marcador de sobre cargas o distorsiones en el sistema estos VU metros no cumplían la tarea. La balística, la escala y la respuesta en frecuencia de este medidor lo hacen bastante inexacto ya que este aproxima ciertos cambios en el sistema y reporta cambios que muchas veces son imperceptibles para el oído humano.

La escala del VU metro no este bien equilibrada: La mitad de arriba se concentra solo en los 6 db de arriba y el total de rango dinámico que ofrece son 13 db. Al no tener esto en cuenta, se puede caer en el error de subir demasiado los niveles o comprimir mucho la señal para poder ver movimiento de la aguja.

La respuesta en frecuencia de este medidor es bastante plana lo que resulta en marcaciones bastante diferentes a lo que percibe el oído humano.

Aun hoy en día se siguen construyendo medidores de manera imperfecta a los cuales se les llama VU metros. Un buen VU metro que cumpla con todas las especificaciones es bastante costoso y muchas veces innecesario. Ingenieros alrededor del mundo se han inventado a través de los años muchas mejores maneras de medir programas enteros.

#### 2.1.12 LA MASTERIZACION PARA DIFERENTES INGENIEROS

La masterización no sería lo que es actualmente sin la existencia de algunos ingenieros que han dedicado sus vidas a este proceso. Es de vital importancia ver y analizar sus conceptos frente al proceso de masterización. En mi investigación pude acceder a los conceptos de los siguientes ingenieros, los cuales gozan de reconocimiento mundial:

- **BERNIE GRUNDMAN:** Uno de los más respetados en la industria del audio. Ha masterizado cientos de álbumes que han sido platino, entre ellos el “Thriller” de Michael Jackson, “Aja” de Steely Dan y “Tapestry” de Carole King. Bernie trabajo durante 15 años en A&M RECORCS y luego fundo su propia empresa (BERNIE GRUNDMAN MASTERING).
- **DOUG SAX:** Es considerado en el medio como el padrino de la masterización (Godfather). Fue uno de los primeros ingenieros de masterización en trabajar independiente al fundar THE MASTERING LAB en Hollywood, CA en 1967.

Desde ese momento ha trabajado en proyectos de artistas y bandas como The Who, Pink Floyd, The Rolling Stones, The Eagles, Kenny Rogers, Barbara Streisand, Neil Diamond, Earth Wind & Fire, Rod Stewart y Jackson Beown entre otros.

- **BOB LUDWIG:** Ha trabajado en cientos de álbumes que han logrado ser oro y platino y ha masterizado proyectos que han sido nominados a Grammy. Luego de trabajar por muchos años en MASTERDISK, Bob monto su propia empresa (GATEWAY MASTERING) en 1993.
- **GREG CALBI:** Su carrera como ingeniero de masterización inicio en 1973 en RECORD PLANT NEW YORK. En 1976 paso a ser ingeniero en STERLING SOUND donde trabajo hasta 1994 para pasar a ser parte de la nomina de MASTERDISK hasta 1998. Desde 1998 hasta hoy Greg hace parte de nuevo de STERLING SOUND. Entre los numerosos créditos de Greg están Bob Dylan, John Lennon, U2, David Bowie, Paul Simon, Paul McCartney, Blues Traveler y Sarah McLachlan.
- **GLENN MEADOWS:** Glenn ha sido ganador de Grammy en dos ocasiones y nominado al premio Multi-TEC. Ha trabajado para discos de platino de artistas como Shania Twain, LeAnn Rimes, Randy Travis, Delbert McClinton, Widespread Panic y Bananarama.
- **EDDY SCHREYER:** Luego de varios años de trabajar en CAPITOL MCA y FUTURE DISC Eddy monto su propia empresa en 1996 (OASIS MASTERING). Ha sido ingeniero para artistas como Babyface, Eric Clapton, Christina Aguilera, Fiona Apple, Hootie & the Blowfish, Tracy Chapman, The Offspring, Take 6 y Tupac entro otros.
- **DAVE COLLINS:** Reconocido ingeniero que ha tenido una larga estadía en A&M MASTERING en Hollywood, CA. Ha masterizado productos de reconocidos artistas como Swing, Madonna, Bruce Springsteen y Soundgarden.

- **BOB KATZ:** Bob ha sido ingeniero de grabación, mezcla y masterización desde 1971 e interpreta el clarinete desde sus 10 años. Bob se especializa en música acústica desde lo clásico hasta el Folk. Su grabación de Paquito d´Rivera “Portraits of Cuba” gano el Grammy a Mejor Grabación Latin Jazz en 1997. Los clientes de Bob siempre provienen de importantes casas discográficas como EMI, WEA-Latina, BMG y SONY.

### QUE ES MASTERIZACION?

Bernie Grundman define la masterización como la manera de maximizar música para dos fines en particular:

1. Volverla mas efectiva al momento de ser escuchada por cualquier oyente.
2. Volverla mas competitiva para la industria.

*“It’s the final creative step and the last chance to do any modifications that might take the song to the next level. (Es el último paso creativo y la ultima oportunidad para modificar cualquier cosa que lleve la canción a un nivel más alto).”<sup>6</sup>*

Por otro lado Glenn Meadows piensa que la masterización es el puente entre la industria profesional del audio y la industria de la alta fidelidad (Hi-Fi). Define al ingeniero de masterización como el personaje que debe asegurar que las mezclas que suenan excelente en sistemas profesionales de monitoreo, suenen muy bien en sistemas caseros. Añade que la masterización es el último momento para arreglarlo todo o dañarlo todo. Dice que cada ingeniero tendrá la oportunidad, si no lo ha hecho, de ser culpable de ambas cosas.

Eddy Schreyer plantea que la masterización es la etapa donde se le da balance al cualquier tema musical para que pueda competir en el mercado en términos de calidad y nivel. Cuando menciona balance se refiere a que el tema no tenga exceso de algún sector del espectro audible (bajos, medios y altos). Este balance lo consigue ajustando muy bien niveles de compresión y ecualización manteniendo la integridad de la mezcla. Eddy es uno

---

<sup>6</sup> GRUNDMAN, Bernie, *The Mastering Engineer’s Handbook*

de los ingenieros que masteriza al nivel mas alto que pueda, es un competidor en la controvertida “Guerra de niveles”. Obviamente tiene claro que no toda mezcla se puede llevar a niveles muy altos por distintos factores empezando por el estilo musical que se este manejando.

#### NIVEL DE SEÑAL Y LA GUERRA DE NIVELES

Para Greg Calbi, la guerra de niveles es algo que se ha salido de cualquier límite. Greg dice que le encanta oír CDs en su casa y afirma que los que más le gustan en términos sonoros no son los de más nivel. Obviamente el puede llegar a dejar un producto sonando en exceso. *“If you want tours to be hot, I know how to do it, and I’ll make it as hot as we can possibly make it and still be musical. But I just want to tell you that you may find that it’s not as pleasing to you if you get it too hot. (si lo quieren sonando al limite, el lo hará, pero nunca lo aconseja como mejor opción.)”*<sup>7</sup>

Bernie Grundman afirma que la guerra de niveles no es algo nuevo, que esto ha venido sucediendo desde la época en la cual el vinilo era el formato estándar. Cada vez que aparecían cartuchos de reproducción de mejor calidad los ingenieros llevaban más al límite los niveles. Realmente no importaba que aparecieran más y mejores cartuchos de reproducción porque siempre se iba a llegar a los mismos niveles, incluso de distorsión. La idea siempre era que lo que sonara más fuerte atraería más gente y en la mayoría de casos sigue siendo así. Aclara que los niveles de ahora lógicamente son mucho más altos y comprometen aun más la integridad de la mezcla. Bernie dice que hay demasiados productos en el mercado bastante distorsionados y de mala calidad sonora.

Por otro lado Bob Ludwig cree que la guerra de niveles viene desde la invención del dominio digital. Explica que todo comenzó cuando empezaron a salir estos compresores que evitan que la luz roja de clipping se encienda comprimiendo en exceso la señal. Todo el mundo le teme a la luz roja y mientras no aparezca todo, aparentemente, esta bien.

---

<sup>7</sup> CALBI, Greg, *The Mastering Engineer’s Handbook*

La calidad de estos nuevos compresores es muy buena, son procesos que hace unos años no se lograban, el problema es el abuso de algunos ingenieros al usarlos. Bob afirma que el nivel pico de los CDs de hoy en día medido en un par de VU metros alcanza a estar entre 3.5 y 6 decibeles mas fuerte que en la época del vinilo.

Bob también cree que la longevidad de cualquier pieza musical esta comprometida cuando hay exceso de compresión. Por esta razón agradece que esta tecnología no existía en la época de los “Beatles” ya que ellos seguramente hubieran querido que sus mezclas sonaran lo mas fuerte posible. *“Thank God these things weren’t invented when the Beatles were around because for sure they would’ve put it on their music and would’ve destroyed it’s longevity. (Gracias a Dios estas cosas no estaban inventadas en la época de los Beatles porque seguramente las hubieran usado en su música y hubieran destruido su longevidad.)”*.<sup>8</sup>

Como una especie de promedio entre lo que opinan Bob Ludwig y Bernie Grundman, Glenn Meadows piensa que la guerra de niveles inicio hacia el final del disco de vinilo como formato estándar. El dice que por lo menos en la era del vinilo si estaba demasiado saturado este se saltaba, cosa que no permitían las casas discográficas evitando que les devolvieran el producto y mismo para el ingeniero no era bueno que devolvieran el producto. Pero con la llegada del audio digital, Glenn afirma que la situación ha llegado a niveles que nunca pensó se lograrían. Glenn dice que estamos en la época de las “dinámicas invertidas”, es decir, las secciones que deben ser suaves en cualquier tema suenan fortísimo y las secciones fuertes, por culpa de la compresión y limitación se reducen en nivel.

Según Glenn nunca se había oído música tan comprimida como se hace hoy en día. En la mezcla se comprime, en la masterización por supuesto que se comprime y finalmente las estaciones de radio también comprimen. Hay temas que suenan en radio que tienen un rango dinámico de no más de 3db.

---

<sup>8</sup> LUDWIG, Bob, *The Mastering Engineer’s Handbook*

Bob Olhsson dice que la tecnología ha llegado a tal punto que se puede convertir una onda en forma cuadrada, esto es algo que hace 20 años no se podía concebir. Bob también afirma que parte de la causa de la compresión exagerada de esta época se debe a los ingenieros de mezcla. El dice que muchas mezclas que le llegan al año no tienen solución y nada se les puede hacer sin deteriorar el producto.

## **2.2 MARCO TEORICO**

### **2.2.1 LA MASTERIZACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCION**

La masterización se puede definir como una etapa dentro del proceso de producción musical, es la unión entre la mezcla y la planta de prensaje. Es bien importante definir todas estas etapas.

#### **CONCEPCIÓN DEL PRODUCTO**

El proceso de producción siempre requiere de una preproducción que es el resultado de una serie de temas o canciones compuestas, ya sea música para ambientar, música incidental, música para televisión, radio, largometrajes, comerciales o simplemente un álbum de un artista o grupo que sale a la venta. La concepción del producto se da en principio cuando el compositor y el productor deciden a que se debe llegar con los temas ya compuestos. Se deben fijar unas metas finales y unos objetivos a lograr con la producción. También, se debe decidir cual será el equipo de trabajo, quienes van a ser los ingenieros, asistentes, en que estudio se grabara, mezclara y masterizará. Que músicos estarán involucrados. Todas estas preguntas deben ser resueltas en la preproducción, la cual es parte de la concepción del producto.

Antes que el CD (Compact Disc) apareciera en el mundo musical, el proceso de concepción, preproducción y producción eran bastante complicados y requerían de un amplio grupo de trabajo. Hoy en día con el audio digital una sola persona puede encargarse de todo el proceso. Es una de las ventajas que trajo consigo el CD.

El proceso desde la concepción y quienes están involucrados hasta su prensaje es y son los siguientes:

1. Composición: Artista o músico
2. Concepción o Preproducción: Artista y Productor
3. Grabación: Artista, Productor, Ingeniero y Músico
4. Mezcla: Artista, Productor, Ingeniero



5. Pre Masterización: Artista, Productor, Ingeniero de Masterización
6. Control de Calidad: Productor e Ingeniero
7. Planta de Prensaje: Masterización en vidrio
8. Planta de Prensase. Prensaje
9. Planta de Prensase: Impresión de Arte y Carátulas
10. Planta de Prensase: Empaque

Este es básicamente el proceso de la producción desde su nacimiento hasta su meta final: quedar grabado en un CD.

## GRABACION

Luego que el productor y el artista han tomado todas las decisiones necesarias durante el proceso de concepción y preproducción se entra a la etapa de grabación o “tracking”. El proceso de grabación consiste en capturar todos los instrumentos que van dentro del tema por medio de micrófonos. Es bien importante conocer buenas técnicas de microfoneo para obtener buenos resultados de grabación. Una mala captura resultará en una mezcla mediocre y de una mezcla mediocre muy difícilmente resultara en una buena masterización. El medio de almacenamiento desde el principio de la grabación fue la cinta magnética. A medida que pasaba el tiempo aparecían maquinas grabadoras con acceso a más canales de grabación, y por ende, cintas mas anchas con capacidad para un número mayor de canales. Esto permitía independizar instrumentos cada vez mas ya que siempre tocaba tener más de un instrumento en un canal asunto que complicaba las mezclas. Luego se logro sincronizar varias grabadoras y más canales aparecían a disposición.

Con todo el avance tecnológico digital los discos duros de computadores han venido reemplazando la cinta magnética como medio de grabación. El disco duro como medio de grabación ha facilitado bastante el trabajo de los ingenieros. Es mas sencillo tener todo en un disco duro que andar cargar cintas, calibrar maquinas y algo bien importante: backups o copias de seguridad. Sacarle copia a un archivo en un computador es mucho más fácil que

sacarle una copia a una cinta. Digitalmente es muy fácil tener varias copias de seguridad, ya sea en otros discos duros, en CD's, DVD's o incluso, ya se tiene acceso para archivar en grandes servidores de internet.

En estaciones de trabajo como Pro Tools es increíble la facilidad que hay para la manipulación y edición de los archivos de audio. Los ingenieros ya se olvidaron de lo complicado que era editar una cinta magnética, ya que en la estación de trabajo se hace visualmente y si queda mal se deshace la acción. La edición en cinta implicaba cortar la cinta físicamente y luego pegarla en el lugar debido. Cualquier error por parte del ingeniero podía implicaba volver a grabar el tema, con los altos requerimientos de producción ya enunciados.

En la actualidad, la mayoría de estudios en el mundo entero utilizan el disco duro como medio de almacenamiento debido a las grandes ventajas que este ofrece.

## MEZCLA

Luego de haber grabado y editado todos los instrumentos involucrados en el tema, y de estar seguro que la captura ha sido lo mejor posible se pasa a la etapa de mezcla. Una parte del proceso de mezcla consiste en mejorar si se puede el sonido de cada instrumento por medio de procesadores de señal (ecualizadores, compresores, limitadores, reverberadores, delays, etc...). Esto con el fin de sacarle el mejor sonido a cada canal. El segundo paso es subir los niveles de cada canal de manera que el tema se sienta balanceado. Ningún instrumento debe ocultar otro, a menos que esa sea la intención de la producción. Por esta razón el papel del productor en la mezcla es bien importante. Es clave tener un muy buen sistema de monitoreo al momento de mezclar, ya que de la fidelidad de la respuesta de los parlantes dependerá la calidad de la mezcla. De todas maneras es importante escuchar la mezcla en diferentes monitores, equipos y radios para estar seguro que todo quedo bien.

Todos los canales finalmente se graban en formato estéreo (2 canales) para poder ser enviado al ingeniero de masterización. Hay varios formatos que se usan para almacenar

estas mezclas estéreo: la cinta magnética, DAT (Digital Audio Tape), CD o DVD (Digital Video Disc).

## PREMASTERIZACION

La etapa de premasterización es en realidad lo que se conoce como masterización en el mundo ingenieril del audio. La premasterización es el proceso en el que se utilizan los compresores, limitadores, maximizadores, ecualizadores y en algunos casos reductores de ruido para llevar a un nivel más alto las mezclas. Este trabajo estará concentrado más que todo en esta etapa del proceso de producción.

El producto que sale de este proceso es el premaster. La masterización como tal es el proceso que se lleva a cabo en la planta de prensaje.

## PRENSAJE DE CD'S

Un CD es un disco circular de plástico que tiene un diámetro de 5" y una grosor de 1.2mm. El disco contiene una capa exterior de plástico de un grosor de una diezmilésima de pulgada que se encarga de proteger los aproximadamente ocho millones de surcos donde la información va almacenada. Luego viene una capa de aluminio que se encarga de reflejar la luz del láser. Debajo de esta capa de aluminio esta ubicada la capa donde la lectura del CD se hace.

El área de escritura del CD o donde la información va almacenada esta dividida en tres partes: 1.La entrada del CD, 2. El Área de Programa y 3. La salida del CD.

La entrada del CD contiene el menú de este en un subcodigo especial que le permite al láser analizar los surcos y saber si es un CD de audio o de datos. Si es un CD de audio este menú permitirá que el láser sepa cuantas pistas tiene. Si es un CD de datos el láser reconocerá como viene distribuida la información dentro del disco.

El área de programa contiene en una clase de CD, 74 minutos para audio o 650 MB de datos y en otro tipo de CD con más capacidad, 80 minutos de audio o 700MB de datos. En los CD's utilizados para audio puede haber un máximo de 99 pistas.

La salida del CD simplemente contiene silencio digital o nada de datos indicando el final del área de programa.

La información en el CD es almacenada de manera similar a los antiguos discos de vinilo, en forma de espiral formando pequeñísimos surcos. La lectura del CD se hace por medio de un láser muy delgado que refleja o no refleja información a una celda fotoeléctrica. Cuando el láser se encuentra con un surco alto refleja un 1 digital y si se encuentra con un surco hueco refleja un 0 digital. De esta manera se va construyendo una cadena binaria que por medio de un conversor digital-análogo (D/A) se transforma en la forma de onda análoga. El láser refleja adentro hacia fuera del CD y para que la lectura sea un éxito el disco debe estar girando a más o menos 200 revoluciones por minuto.

En la planta de masterización lo primero que se hace es crear un master de vidrio a partir del premaster que viene del proceso de masterización. La creación de este master de vidrio se hace en un cuarto aislado con ingenieros equipados con trajes especiales. El primer paso en la creación del master de vidrio es el uso de LBR (laser beam recorders), los cuales se encargan de obtener la información del premaster, codificarla al formato requerido y luego enviar una señal de láser a la superficie del disco de vidrio, el cual está cubierto por una emulsión sensible a la luz. Esta señal imprime surcos en este master de vidrio. El segundo paso se llama metalización y consiste en echarle una mezcla de metales a la superficie de este master. El tercer paso consiste en aplicarle una carga eléctrica al master de vidrio para poder separar la parte de vidrio de la parte de metal ya formada. A este primer plato de metal se le llama el "padre" y es completamente el inverso del CD final ya que los surcos están invertidos. A este "padre" se le aplica una carga eléctrica para crear lo que se llama la "madre" (el inverso del padre y la copia exacta de cómo debe ser el CD final) y finalmente a esta madre se le sacan varias copias y de estas se sacan todas las copias que sean necesarias para salir al mercado.

Las plantas de prensaje también se encargan de imprimir las carátulas y el arte del CD para el empaque final.

#### FORMATOS DE MASTERIZACIÓN

A la hora de masterizar o premasterizar cualquier tipo de formato puede ser recibido mientras que en las plantas de masterización solo se aceptan cuatro clases de formatos. 1. DDP (Disc Description Protocol) en cinta de 8mm, 2. PCM 1630 en video casete de ¾", 3. CD de clase Orange (naranja) y 4. El disco optico Sony PCM 9000. Los mas populares y los mas usados son el DDP y el PCM 9000 debido a su confiabilidad y a su poco grado de error. El PCM 1630 ha perdido bastante importancia y ya es poco el uso que se le da. El CDR Orange es el menos confiable por el alto grado de error que tiene. Es un formato muy bueno para almacenar mezclas y enviarlas al ingeniero de masterización pero no un buen formato para enviar a la planta de masterización. El DAT (Digital Audio Tape) es un formato que algunas plantas implementaron pero tampoco es muy confiable ya que toca grabar en una sola pasada sin parar.

## **2.2.2 PROCESOS DENTRO DE LA MASTERIZACIÓN**

El proceso de masterización se desglosa en una serie de procesos como se vio anteriormente que son: la ecualización, la compresión, la maximización, la limitación, el dither, la edición, etc... La idea de una buena masterización es lograr que la música suene lo mas grande que se pueda sin exceder limites para evitar distorsión o desbalance en frecuencia.

### **NIVEL DE SEÑAL**

El nivel de señal en el proceso de masterización es la gran discusión y la gran polémica en nuestros días, dentro del mundo ingenieril del audio. Muchos ingenieros reconocidos en este campo como Bob Ludwig, Bernie Grundman, Bob Katz y Glenn Meadows entre otros han expresado su inconformismo con la tendencia de la masterización hoy en día. Estos ingenieros están de acuerdo en que se esta llevando la música a niveles de señal supremamente altos donde se están generando distorsiones, desbalance en frecuencia y baja calidad en la imagen estéreo. Este ha sido el resultado de la guerra por conseguir el volumen más alto sin importar las consecuencias en el producto. Esta guerra viene desde la época en que el disco de vinilo era el principal medio de distribución musical. Lo que sucede es que los avances tecnológicos a nivel de audio digital están permitiendo llegar a estos niveles excesivos de señal. Al tener estos nuevos maximizadores como el L2 de la empresa Waves, el cual nunca permite que la luz roja de clipping se active, da la oportunidad de comprimir al máximo el tema aparentemente sin distorsión.

Muchas veces el problema de tanta compresión puede venir desde la mezcla. Hay ingenieros de mezcla que comprimen bastante, y el resultado de esto es que se complica el trabajo en la masterización y haga lo que haga el ingeniero seguramente le causara distorsión.

El ingeniero de masterización, finalmente también, debe tener en cuenta el nivel general de todo el álbum o de todas las canciones involucradas en este. La percepción de cualquier producto debe ser que todos los temas incluidos tengan el mismo nivel. Este trabajo es más de oído que de cualquier otra cosa.

## ECUALIZACIÓN

Cualquier tipo de decisión o acto que se tome durante la masterización siempre va a afectar a todos los involucrados en el tema. Bob Katz dice que el primer principio de la masterización es *“Every action affects everything else. (Cada acción afecta a todo el resto)”*.<sup>9</sup> Lo que esto quiere decir es que no se pueden utilizar técnicas de mezcla en masterización, y mucho menos al momento de ecualizar. Siempre que se aplique ecualización en una masterización se debe hacer por el bien general del tema no para tratar de subirle o bajarle a algún instrumento en especial. Si por ejemplo, aparece que el bombo esta un poco escondido, uno puede tomar la decisión de aplicar ecualización entre los 60 y 100 Hercios y el resultado seguramente será que el bajo se vera afectado tanto como las guitarras el piano, incluso la voz. El punto aquí es que cualquier movimiento de ecualización va a estar afectando a todos los instrumentos que estén participando en este ancho de banda.

Una de las funciones de la masterización es llegar a un buen balance tonal y este es el papel clave que juega la ecualización, no tratar de subir o bajar niveles de algún instrumento. Lo complicado acá es tener claro que es un buen balance tonal y especialmente cuando hay tanta variedad de música en el mercado. El oído humano simula más o menos la tonalidad de una orquesta sinfónica teniendo una caída en las altas y muy bajas frecuencias. La idea es que las frecuencias fundamentales de cada uno de los instrumentos involucrados en el tema estén muy bien ubicadas para que el nivel tonal sea placentero para el oído.

El oído es la herramienta fundamental del ingeniero. Este debe ser entrenado para reconocer cuando una mezcla esta pasada de bajos, saturada de brillos, con exceso de medios, sin cuerpo, etc... Tener la habilidad de reconocer este tipo de errores es la única manera de poder corregirlos. Siempre se debe utilizar el ecualizador luego de un buen análisis porque puede ocurrir que la mezcla tenga tan buen balance tonal que no necesite nada de ecualización. El error aquí seria aplicar ecualización a una pieza que no lo necesita.

---

<sup>9</sup> **KATZ, Bob, Mastering Audio**

Tener a una orquesta sinfónica como referencia tonal funciona muy bien para piezas de rock/pop/jazz/Folk., etc... Una canción de punk rock necesitara ser brillante y agresiva para que logre el efecto que el género precisa. Todas estas variaciones hay que tenerlas en cuenta al momento de trabajar con ecualización dentro de la masterización.

Estas son bases que se deben tener en cuenta pero la intención de la producción juega un papel importantísimo en este proceso. En este medio nada está escrito y no existe una verdad absoluta. Un productor puede que un día llegue a decir que no quiere que su canción de punk rock le suene brillante ni agresiva, puede que quiera todo lo contrario y es valido. Siempre se debe saber de antemano cuales son las intenciones u objetivos del productor en cada tema que se masterice.

#### TECNICAS DE ECUALIZACION

Existen dos tipos de ecualizadores: Paramétricos y Shelving. Los paramétricos se basan en tres funciones: Frecuencia, Q y Ganancia. La función frecuencia permite decidir a que frecuencia afectar. El Q define el ancho de banda que se va a afectar alrededor de la frecuencia elegida. Un Q alto implica un ancho de banda pequeño y un Q bajo implica un ancho de banda grande. Finalmente la función de ganancia permite subir o atenuar en db la frecuencia y el ancho de banda elegidos. Estos son los ecualizadores que vienen en los canales de cualquier consola de audio análoga.

Estos ecualizadores son interesantes en mezcla para resaltar frecuencias fundamentales de cualquier instrumento. En masterización pueden ser usados para eliminar o atenuar frecuencias molestas dentro de la mezcla.

El otro tipo de ecualizador es el Shelving que funciona básicamente afectando toda una región de frecuencias altas o bajas, arriba o abajo de la frecuencia de corte que se elija. Estos ecualizadores son bastante usuales en procesos de masterización ya que se pueden controlar amplias regiones de frecuencias utilizando una sola banda. El Q también aparece como una función de estos ecualizadores con la diferencia de que el Q define la pendiente de caída o subida del shelving que se elija. Por ejemplo si cae 3db/oct o 10db/oct.



## ECUALIZACION BAXANDALL

Dentro del espectro audible, la región entre 15khz y 20khz se le conoce como la región de aire. Son frecuencias demasiado altas que no influyen mucho en la música pero dan ambientación. Existe una técnica llamada “Baxandall” creada por Peter Baxandall que se utiliza para darle ambientación o aire a las canciones. La técnica consiste en poner un ecualizador paramétrico en los 20khz y darle un  $Q = 1$ . Esto genera una crecencia muy suave desde más o menos los 10khz hasta los 20khz. Se debe tener sumo cuidado cuando se acentúan estas frecuencias altas ya que pueden generar ruido hiss, el cual es bastante molesto.

## FILTROS

Para solucionar problemas de muy alta o muy baja frecuencia se utilizan los filtros. Éstos simplemente cortan por completo todo lo que exista de una frecuencia para arriba o para abajo con una caída que se decide por medio del  $Q$ . Estos filtros son bastante usados en mezcla para recortar las frecuencias molestas de cualquier instrumento o para reducir la filtración de ruido entre los micrófonos cuando la grabación se ha hecho en vivo. Estos filtros no son muy populares en masterización puesto que al recortar algo de alta o baja frecuencia se corta todo lo que exista en esa banda y esto puede comprometer gravemente la mezcla.

Es importante tener en cuenta que lo que se haga en frecuencias altas tendrá repercusión en las bajas. Por ejemplo, si se acentúan las frecuencias entre los 10 y los 20khz, el tema adquirirá brillo y los bajos por debajo de 250hz se sentirán atenuados. Este efecto funciona viceversa. Al momento de querer hacer una acentuación en algún ancho de banda hay que tener en cuenta que para lograr el mismo efecto podemos atenuar algún otro ancho de banda. Por ejemplo si se quieren acentuar los 250hz de pronto para darle mas cuerpo a un redoblante, el mismo efecto será logrado si se atenuó entre los 5 y 8khz.

## ECUALIZACION ESTEREO

Siempre es aconsejable que la ecualización se haga al tiempo para los dos canales de la mezcla para mantener el mismo color a ambos lados y para evitar problemas de fase. De

todas maneras pueden aparecer situaciones donde sea necesario ecualizar solo alguno de los lados y de pronto sólo en ciertas partes del tema. Un ejemplo cotidiano es un hi-hat paneado a un lado con exceso de brillos. Seguramente la ecualización al lado donde está ubicado el hi-hat será la solución pero corregir problemas de nivel o de sonoridad de instrumentos por aparte no es trabajo de masterización. Muchas veces es más sensato hacer una remezcla corrigiendo errores antes de ir a masterizar. De todas maneras existen herramientas como los compresores multibanda que logran independizar un poco los instrumentos cuando ya están mezclados en caso que la remezcla no sea una opción. Pero es claro que esto no es lo ideal, la función de la masterización es llevar la mezcla a un nivel más alto, no corregirle los errores.

Al ecualizar las frecuencias bajas se debe ser precavido. El oído humano es un tanto sordo a estas frecuencias. Para obtener una respuesta plana el oído necesita que por debajo de los 50hz haya un realce de 6 a 10 db y de 3 a 5 db entre 50 y 100 Hz. Si no se maneja bien esto puede tener implicaciones en el claro sonido que se le puede dar a la canción. Muchas veces es bueno hacer cortes por debajo de 40 Hz ya que de esa frecuencia para abajo no se afecta a ningún instrumento. Algo bien importante es poder tener un buen par de subwoofers para estar seguro de que es lo que está sucediendo en las frecuencias bien bajas.

#### ECUALIZADORES DE FASE LINEAL

Todos los ecualizadores ya sean digitales o análogos como los conocemos producen lo que se conoce como distorsión de fase. Cuando acentuamos o atenúamos cualquier frecuencia dentro del ecualizador, éste produce una correlación de fase, es decir, el delay de la señal varía con la frecuencia y la duración del delay varía con la cantidad de db que se están atenuando o acentuando. Estos filtros alteran el tiempo musical y la forma de onda. Por esta razón se le llama distorsión de fase.

Recientemente han aparecido ecualizadores de fase lineal muy buenos para masterizar. Estos ecualizadores están diseñados a base de un filtro llamado el "Symmetric FIR Filter", el cual mantiene la fase lineal. Esto quiere decir que el delay inducido por el

procesamiento de la señal es constante a través de todo el espectro sin importar la ganancia o atenuación que se aplique.

Estos ecualizadores han tenido gran éxito ya que los resultados son mucho más limpios al momento de ecualizar. Es importante precisar que muchas veces puede que se requiera que el resultado sea algo sucio, como puede ser el caso de una banda de rock o punk. En este caso sería más sensato y productivo utilizar un ecualizador convencional. De todas maneras por muchos años la gente ha estado acostumbrada a escuchar la música con distorsión de fase incluida.

### MANIPULACIÓN DE RANGO DINÁMICO

El rango dinámico está definido como la diferencia entre la parte más fuerte y la más suave de una pieza musical hablando en términos de volumen. En canciones de música popular lo normal es que el rango dinámico esté entre 6 y 10 db. Pueden existir excepciones donde el rango sea más grande o más corto pero 6 y 10 db pueden ser un promedio. El rango dinámico cambia con el estilo de música que se maneje, por ejemplo, en música clásica pueden haber secciones donde el nivel sea de 15 db por debajo del más alto.

Una de las herramientas para poder masterizar es la manipulación del rango dinámico. El arte de manipular el rango dinámico se puede dividir en dos categorías: macro dinámicas y micro dinámicas. Las macro dinámicas se pueden entender como los cambios en el nivel (ganancia en db) durante un tema o una parte del tema y las microdinámicas se pueden entender como los cambios instantáneos que suceden en ciertas partes del tema, generados por procesadores de señal como compresores, expansores, limitadores y demás.

Los cambios en las dinámicas de un tema musical han existido desde hace mucho tiempo pero empezaron a cobrar importancia a partir de la época medieval con los cantos gregorianos y se popularizaron desde la época clásica. Con la música clásica y de ahí para adelante se empezaron a observar grandes micro y macro dinámicas. Las micro dinámicas se podían experimentar en la música africana y del lejano oriente donde la percusión era lo esencial y generalmente lo único.

Actualmente, el rango dinámico juega un papel importantísimo en todo el proceso de producción musical. Los nuevos estilos como el hip-hop ofrecen un mínimo de rango dinámico, puesto que la mayoría de sus instrumentos son creados electrónicamente y supremamente comprimidos. La radio, televisión e internet comprimen aun mas la música que ya viene comprimida de la mezcla y la masterización dejando como consecuencia temas con rango dinámico de casi 0 decibeles. Esto genera que la música se vuelva aburrida y en ocasiones molesta. Es interesante cuando hay cambios de nivel que sorprendan al cliente con cualquier tipo de pieza musical este efecto se puede experimentar observando una película en cine. El sonido juega un papel importantísimo en la reacción del observador frente el filme. En películas de acción, de suspenso o de terror muchas veces el sonido sorprende mas que la misma imagen. Este es el resultado de un amplio rango dinámico. Donde el nivel de una película de terror todo el tiempo fuera igual mucha gente no se asustaría con las escenas escalofriantes, así como en un filme de acción una persecución o un tiroteo no causarían ninguna emoción.

#### MODIFICACION DEL RANGO DINAMICO

El ingeniero de masterización debe estar en la capacidad de definir más o menos el rango dinámico de cualquier pieza musical que se le presente y de decidir que tanta compresión se debe aplicar. En muchos temas musicales los pasajes suaves resultan muy bajos de nivel mientras que los pasajes fuertes resultan altos de nivel. Este es un tema con exceso de rango dinámico. También puede existir el caso totalmente inverso donde los pasajes suaves estén bastante altos de nivel en comparación de los fuertes. Este sería un caso de muy poco rango dinámico. La solución para estos dos casos es aplicar compresión y expansión respectivamente.

Hay dos tipos de compresión así como hay también dos tipos de expansión:

- **Compresión hacia abajo:** Esta es la más popular de todas y consiste en reducir todos los altos picos cierto nivel. Una compresión exageradamente alta puede convertirse en limitación.

- Compresión hacia arriba: Este proceso consiste en elevar todos los bajos pasajes cierta cantidad de decibeles. Este tipo de compresión es bien popular en procesos de reducción de ruido como Dolby, en estaciones de radio y en cámaras de video.
- Expansión hacia arriba: Este tipo de expansión eleva aun más todos los pasajes de nivel fuerte de un tema. Es especial para restaurar dinámicas perdidas.
- Expansión hacia abajo: En este tipo de expansión los bajos niveles se atenúan aun más. Es útil para reducir problemas de ruido tales como hiss o sangrado.

#### MANIPULACION MACRODINAMICA

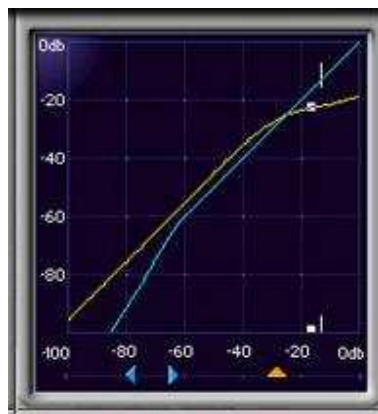
Una herramienta bastante útil en el proceso de masterización es la manipulación del nivel de distintas partes del tema. Un tema convencional de rock/pop tendrá diferentes partes como lo son la introducción, la estrofa y el coro. Generalmente los niveles de cada una de estas partes es diferente para generar dinámicas dentro de la canción. Muchas veces estos niveles no quedan tan acentuados o tan atenuados como deberían en el proceso de mezcla. Un compresor no sería muy eficaz en este tipo de situaciones, ya que afecta a todo el tema en general mientras que automatizando fader se pueden lograr diferentes niveles en diferentes partes de la canción.

Las canciones generalmente tienen un punto clímax donde todos los instrumentos están bien arriba. Este punto muchas veces está ubicado en el coro. Si este punto no está tan arriba como debe o como el productor quiere se le puede subir con ganancia así como la introducción de una canción generalmente es el pasaje suave y si está muy arriba se deberá atenuar.

## COMPRESORES Y LIMITADORES

Una parte bien importante del proceso de masterización la juegan los compresores y los limitadores. Estos se encargan de toda la parte de manipulación micro dinámica de la señal.

El funcionamiento de un compresor se puede representar por medio de una curva de transferencia que consiste en un plano cartesiano donde el eje X nos indica la señal de entrada al compresor en decibeles y el eje Y nos indica la señal de salida del compresor también en decibeles como se ve en la figura.



*Gráfica 1.1. Compresor*

La línea que cruza a través del plano se llama la línea de ganancia unitaria. Cuando esta línea está totalmente recta quiere decir que el amplificador del compresor está en modo lineal. El “threshold” o nivel de umbral del compresor se define como el nivel en db desde donde el compresor empieza a reducir ganancia y la tasa de compresión es la relación entre la entrada y la salida de señal del compresor. Por ejemplo en la figura anterior tenemos un umbral de -27.5 db y una tasa de compresión de 4:1 representado por la línea amarilla. Todo compresor también funciona como amplificador y tiene control de ganancia. Luego de efectuar la compresión generalmente se aplica ganancia para compensar la reducción. En el caso de la línea amarilla hay más o menos unos 8db de ganancia.

El compresor tiene también control del tiempo de ataque y salida de la señal. El tiempo de ataque se define como el tiempo entre la entrada de la señal que está por encima del nivel de umbral y la reducción total de ganancia elegida. Este tiempo se mide en mili o micro segundos pero lo más típico es que un tiempo de ataque oscile entre los 40 y 200 milisegundos. El tiempo de salida también conocido como el tiempo de recuperación está definido como el tiempo entre cuando la señal llega a estar por debajo del nivel de umbral y cuando la ganancia de la señal retorna a la unidad. Los tiempos de recuperación oscilan entre los 50 y 300 milisegundos.

Un compresor puede funcionar como limitador en el momento en que la tasa de compresión sea de 10:1 o más alta.

Compresores, expansores y limitadores son las herramientas más utilizadas para la producción de música hoy en día. Con un compresor se puede lograr que un sonido sea más o menos percusivo, más brillante o más bajo, distorsionado o no distorsionado, etc... Básicamente se puede lograr un sonido excelente así como se puede lograr un sonido pésimo. Todo depende de la intención y del buen uso que se le de.

El uso de compresores y limitadores en masterización nos genera reducción de rango dinámico y cambios en la relación entre el promedio y el pico de la señal. Los compresores cambian el sonido de la señal mucho más que los limitadores. Los limitadores hacen énfasis en hacer que la señal suene más fuerte, y esta es la razón, por la cual son más usados en masterización que en mezcla. Un compresor puede ser usado, mientras reduce rango dinámico, para enfatizar frecuencias medias y bajas dándole más cuerpo al tema. Un limitador con un ataque bastante rápido, un tiempo de recuperación bien trabajado y varios decibeles de umbral puede que no sea reconocido por el oído humano. De todas maneras los limitadores digitales afectan especialmente a las transientes de la señal engordando un poco el sonido ya que nos permite elevar el nivel de la señal. Entre menos limitación se aplique más claro será el sonido. En masterización el limitador está diseñado para evitar distorsión por medio del corte de picos que muchas veces son inaudibles. El limitador puede llegar a generar distorsión en el momento en que empiece a trabajar en la sección

RMS de la señal y esto puede ocurrir en temas que tengan un mínimo de picos. Es bien importante tener cuidado con el uso del limitador para no generar distorsión. El trabajo del limitador en masterización es no permitir que la señal llegue a 0 dbFS.

Una manera muy sabia de trabajar limitación muchas veces puede ser no utilizando el limitador. Pueden aparecer temas o piezas musicales donde solo haya necesidad de limitar una o dos transientes. Lo mejor aquí es aplicar limitación manual, es decir, reducirle la ganancia sólo en ese punto. La reducción de ganancia en esta situación no puede durar más de 3ms para que el cambio sea inaudible.

Hay que tener mucho cuidado al usar compresores, puesto que pueden estropear el sentido o la intención de un tema o una pista musical. Por ejemplo en una pista de voz o coro puede que existan silabas mas acentuadas que otras para darle dinámica al tema. Si se le aplica una compresión muy fuerte a esta pista el resultado será que el acento desaparecerá y todo el coro sonara al mismo nivel dañando la intención. Se debe tener muy claro el uso de todos los controles del compresor anteriormente vistos. Por ejemplo si se tiene una pista de redoblante comprimida y se la aplica un tiempo de ataque muy corto, la transiente será reducida perdiendo el acento mas importante del instrumento. Por otro lado si al mismo redoblante se le aplica un tiempo de salida muy largo, el compresor no se alcanzara a recuperar de la reducción de ganancia para resaltar los subacentos que este trae y si se aplica un tiempo de salida muy corto nos resultara distorsión. El punto es entender muy bien lo que hace cada control antes de ir a usarlo, de esta forma será mas fácil utilizar el compresor sabiendo el objetivo que se quiere conseguir.

Una manera de empezar a usar un compresor es poniendo una rata promedio de 3:1 o 4:1, un tiempo de salida relativamente rápido, por ahí 100 ms, y empezar a buscar el nivel del umbral. La idea es que el nivel de umbral este mas o menos entre las altas y las bajas dinámicas para que haya alternación constante de compresión. Cuando las partes que queremos atenuar se sienten atenuadas ya será cuestión de reacomodar la rata de compresión, el tiempo de salida, tiempo de ataque y ganancia.



Al momento de masterizar, la compresión, a través de los años ha tenido una serie de generalidades que cabe mencionar. Las ratas de compresión y el nivel de umbral casi siempre oscilan por los mismos valores. Una rata de compresión entre 1.5:1 y 3:1 es una rata muy usada en masterización. El nivel de umbral casi siempre esta ubicado entre los -10 y -20 dbFS. Como todo en este tema, pueden llegar a existir excepciones en las cuales haya una rata de compresión de 5:1 y un nivel de umbral de -6 dbFS por decir cualquier cosa. Este es un ejemplo de una muy alta rata de compresión y un muy bajo nivel de umbral para una masterización. Hay momentos en los cuales se requiera de una compresión casi inaudible con el objetivo de engordar un poco el tema. Para este efecto se utilizan ratas de compresión casi mínimas (entre 1.5:1 y 1:1) y niveles de umbral bien bajos (entre -30 y -40 dbFS). En general las ratas de compresión usadas en masterización son bien pequeñas ya que se esta manejando una mezcla completa no un instrumento independiente. Cuando se manejan instrumentos independientemente se utilizan ratas de compresión bastante grandes.

El monitoreo naturalmente es la parte mas importante de cualquier proceso de audio. Un mal sistema de monitoreo, incluso, no conocer un sistema de monitoreo puede llevar a grandes problemas. Se dice que en el proceso de masterización para sistemas o equipos de sonido pequeños se debe precomprimir la mezcla, pero la verdad, se debe hacer todo lo contrario. Generalmente cuando se tiene un master con un amplio rango dinámico monitoreado con un buen par de parlantes y se lleva a un equipo de sonido casero, las dinámicas altas se pierden un poco. Siempre es bueno conocer el sistema de monitoreo que se use y a la vez escuchar los resultados en varios lugares y en diferentes equipos.

La compresión multibanda ha sido uno de los inventos a nivel de compresión, más potentes y a la vez más peligrosos del mundo de la masterización. La compresión multibanda consiste en dividir el ancho de banda audible en varios segmentos dependiendo del compresor. Se puede dividir en dos, tres y hasta cinco bandas. Lo interesante es que en cada banda uno puede comprimir de diferente manera o simplemente en una banda comprimir y en la otra no. Esto nos da la ventaja por ejemplo de comprimir los bajos, medios y altos por aparte, sin que la compresión de uno afecte al otro. Esto puede llegar a

ser un arma de doble filo teniendo en cuenta que se puede modificar por completo la mezcla. Muchos ingenieros recomiendan usarlo solo dividiendo el espectro en dos bandas ya que mas bandas pueden causar corrimiento de fase y la mezcla se puede ver comprometida. La compresión multibanda puede llegar a ser una salvación en caso de que haya una mala mezcla y sea imposible remezclarla. El punto es, que estos compresores pueden llegar a ser muy útiles si se les da un muy buen uso.

Estos compresores multibanda para masterización fácilmente pueden llegar a ser usados como ecualizadores, puesto que tienen un control de ganancia por cada banda. Es bien interesante manejar la compresión y la ecualización al mismo tiempo y esto es lo que hace a este tipo de compresores bien poderosos y a la vez peligrosos.

La compresión es un proceso que afecta todos los atributos de una mezcla como los son la imagen estéreo, la profundidad, los niveles, etc.... La compresión siempre va a sacar a relucir todo lo que este sonando suave y la mayoría de veces estos instrumentos están así en la mezcla porque así lo decidió la producción, entonces hay que tener cuidado con no dañar niveles. La compresión en exceso reduce la profundidad de una mezcla y le puede quitar vida, también hay que tener cuidado con esto.

## LÍNEAS O CADENAS DE TRABAJO PARA MASTERIZACIÓN

Cada ingeniero tiene su propia manera de masterizar y su propia manera de instalar el flujo de la señal durante el proceso. Hoy en día la mayoría de ingenieros trabajan en estaciones de trabajo digitales controladas por medio de un software especializado. El estudio de masterización debe estar en capacidad de recibir la mezcla final en cualquier tipo de formato ya sea digital o análogo. En general hay dos maneras de llevar a cabo este proceso: Análogo o Digitalmente. De estas dos maneras se desprenden una cantidad de opciones que ya dependen del gusto del ingeniero. Si la mezcla final llega en formato de archivos de audio lo que se hace es importarla a la estación de trabajo. Si la frecuencia de muestreo y la cantidad de bits están bajos (p.e. 16 bits, 44.1 Khz), se recomienda subirlos justo al momento de la importación. En este momento se decide si el procesamiento va a ser digital o análogo. Si se decide que el procesamiento va a ser digital se utilizan “plug-ins” dentro de

la estación de trabajo en el siguiente orden: Ecualizador, Compresor, Limitador, Conversión de Frecuencia de muestreo y finalmente Dither.

El otro método es análogo y consiste en utilizar máquinas externas en lugar de “plug-ins”. Para este proceso se necesitan conversores análogo-digitales (A/D) y digital-análogo (D/A). La cadena sería: Estación de trabajo (DAW), D/A, Ecualizador Análogo, Compresor Análogo, Limitador Análogo, A/D, DAW y finalmente Dither. La única variación que pueden tener estos dos métodos es el formato en que llega la mezcla. Si la mezcla llega análogamente se graba a la estación de trabajo a una buena frecuencia de muestreo y aconsejablemente a 24 bits. En ocasiones la mezcla puede llegar en DAT y en ese momento toca tomar la decisión si grabar a la estación de trabajo o arrancar directamente desde el DAT a los procesadores de señal. En cualquiera de estos métodos se procesa cada tema aparte, es decir, se masteriza un tema, se resetean todos los equipos, luego se masteriza el siguiente y así sucesivamente. Cualquier método es válido y depende del criterio de cada ingeniero.

#### LINEAS DE MASTERIZACION DE RECONOCIDOS INGENIEROS

Dave Collins tiene implementada una cadena de la siguiente manera:

Reproduce la cinta en una máquina Ampex ATR 100 o en una Studer 820. Ambas con cabezas de reproducción de Flux Magnetics. La señal sale del reproductor de cinta y entra a una consola SSL. Dave tiene conectado a la consola un ecualizador análogo Prism y el compresor Vari-Mu de Manley. Dave afirma que también utiliza el compresor que viene en la consola como apoyo al Vari-Mu y que esto le amplía las dinámicas.<sup>10</sup>

Como limitador, Dave tiene la posibilidad de escoger entre el Waves L2 y el DB Max de T.C. Electronics. Hasta aquí todo el proceso de Dave es completamente análogo y trabajado en la consola.

De la consola conecta la señal a un convertidor A/D de DB Technology y de aquí entra al computador por medio de la estación de trabajo de Sonic Solutions. Dave dice que si

---

<sup>10</sup> COLLINS, Dave, *The Mastering Engineer's Handbook*

después de haber pasado la señal a digital necesita algo de ecualización, utiliza los ecualizadores de Weiss.

Bob Katz mezcla un poco más lo análogo con lo digital al momento de masterizar. Como reproductor de cinta Bob utiliza el Ampex MR70 con ecualizador incluido. Bob piensa que este es el mejor reproductor de cinta que Ampex pudo haber inventado, y sólo se construyeron mil de los que tienen ecualizador incluido. Bob trabaja ecualización análoga por medio del ecualizador del reproductor o por medio del Millenia Media (NSEQ-2). La señal sale de aquí al convertidor A/D para luego entrar al computador por medio de la estación de Sonic Solutions. Todo el proceso de compresión, limitación y maximización lo hace de manera de digital dentro del Sonics con plug-ins de Waves y de Weiss.

Al igual que Bob Katz Bob Ludwig combina procesos análogos con procesos digitales. Bob afirma que varía los equipos que usa dependiendo de la mezcla que tenga en sus manos. La línea que generalmente usa Bob es la siguiente: Análogamente Bob utiliza ecualizadores Neumann y compresores NTP o Manley. Del reproductor de cinta la señal esta conectada al convertidor A/D que generalmente es un DCS, Pacific Microsonics o un Apogee. Del convertidor la señal entra digitalmente al Sonics donde Bob tiene acceso a todos los plug-ins de Waves y de Weiss en caso de necesitarlos. Bob dice que los plug-ins de Waves funcionan bastante bien ya que tienen procesamiento interno de 48bits.

Por otro lado Glenn Meadows establece que el 99% de las masterizaciones que hace las hace digitalmente porque casi todo le llega en formatos digitales. Glenn dice que si necesita ecualización análoga utiliza el Millenium Dual y luego pasa por el convertidor A/D de Prism para finalmente entrar al computador por medio de la estación de trabajo SAdie a 24 bits. El resto del trabajo lo hace dentro de la estación de trabajo con el ecualizador de seis canales de Z-systems y con los compresores y limitadores de Weiss.

## COMPRESION Y ECUALIZACION DE RECONOCIDOS INGENIEROS

Glenn Meadows establece que su relación de compresión es regularmente de 1.15:1 y su nivel de umbral puede llegar a -20 ó -25 db con un ataque bastante rápido para que no sea

tan evidente el cambio que causa la compresión. La idea es apretar un poco la mezcla. Este proceso resulta en una compresión de más o menos 3 db. Con esto el nivel promedio se sube unos 3 o 4 db con la canción más fuerte y con más cuerpo. Glenn afirma que no es necesario comprimir demasiado para lograr niveles altos.

Eddy Schreyer plantea que se debe llegar al nivel más alto que se pueda para encontrar problemas de distorsión o de clipping. Luego de tener un nivel alto, este se controla por medio de la compresión y finalmente se controla el balance con ecualización.

Para Bernie Grundman el problema clave surge cuando la mezcla no esta uniforme en cuanto a balance de frecuencias. Por ejemplo la mayoría de los instrumentos pueden estar bastante opacos y solo unos pocos brillantes. Esto es una mezcla desbalanceada. Ecualizar una mezcla de este estilo es bien complicado según Bernie porque la mayoría de instrumentos necesitan ecualización correctiva, pero esta misma ecualización afectara a los instrumentos que están bien. Es muy complicado arreglar problemas de este estilo.

Por otro lado Dave Collins no utiliza nada de ecualización y cuando el tema lo requiere lo hace en pequeñas cantidades.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 METODOLOGIA GENERAL**

##### **3.1.1 TIPO DE INVESTIGACION**

El tipo de investigación escogida para el trabajo, es la investigación aplicada, también llamada práctica o empírica pues es netamente experimental y al mismo tiempo comparativa. Constantemente se experimentarán técnicas de uso para cada uno de los procesos dentro de la masterización y se estarán comparando las mismas clases de productos provenientes de diferentes fabricantes analizando sus ventajas y falencias. Todo esto sujeto al marco teórico propuesto.

##### **3.1.2 LINEA DE INVESTIGACION**

La línea de investigación es la de ciencias de la grabación y producción musical.

##### **3.1.3 RELACION DE LAS ACTIVIDADES Y/O TECNICAS QUE SE REALIZARAN Y APLICARAN EN LA INVESTIGACION**

Los objetivos específicos corresponden a la parte de conocer y entender todos los procesos y equipos que están involucrados en la masterización como parte introductoria del manual. Toda esta información hace parte del marco referencial de este trabajo.

Se analizarán diferentes fabricantes de plug-ins para masterización y se compararán diferentes compresores, ecualizadores, limitadores, reductores de ruido, analizar sus cualidades y sus defectos para el bien del master final. Se analizaran las diferentes configuraciones que el fabricante regala en cada uno de sus productos para ver que tan efectivas y ciertas son. Todos estos experimentos se harán en el estudio de grabación Agüa Music, donde se cuenta con programas como Pro Tools, Cubase, Logic, Reason y Peak.

Teniendo más o menos claro cuales son las ventajas y desventajas de cada plug-in analizado se procederá a evaluarlos durante un proceso de masterización. Se masterizará

un tema con los plug-ins que tengan las mejores cualidades y se comparara con masterizaciones profesionales recomendadas por reconocidos ingenieros a nivel mundial.

De la misma manera se realizara un análisis comparativo de la pieza masterizada con su respectiva mezcla. Esto con el objetivo de analizar que cambios tuvo y de asegurar que la masterización fue todo un éxito. Se utilizarán plug-ins y programas especiales para hacerle análisis espectrales al master final así como una medición de su nivel promedio.

Todo este proceso será documentado paso a paso especificando cada parámetro que se modificó, porque se modificó y que tanto se modificó; para de esté modo plantear las conclusiones del trabajo investigativo, para ser utilizado como manual de ingenieros de masterización.

#### 3.1.4 DISEÑO, VALIDACION Y APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

Todo el proceso de investigación se hará dentro de un estudio de grabación profesional. La plataforma base del estudio o la estación de trabajo es un Pro Tools con tarjeta de sonido “HD Core Audio”, una interfaz “96” y un software TDM versión 6.7. El estudio también cuenta con plataformas internas como Logic 7.0, Cubase SX1, Reason 3.0 y Peak 4.0. Para los experimentos se utilizaran mas que todo el Pro Tools por la variedad de plug-ins que ofrece y Peak por sus grandes facilidades para masterización. Todas las mediciones se haran por medio del PAZ Analyzer de Waves, el IXL Inspector de Elemental Audio y el programa para sistemas Macintosh Spectrafoo. Se tendrán tres referencias de monitoreo: Un par de monitores preamplificados Genelec 1029, otro para de monitores Tannoy con amplificador externo Hafler y un par de audífonos Sony MDR-7506.

El sistema operativo desde el cual se ejecutará el trabajo es el Mac OS 10.3.8 de Apple y el computador donde esta instalado todo el software y el hardware es un Power Mac G4, con 768mb en RAM, procesador de 800 MGHZ y un total de memoria en disco duro de 360 GB.

## **3.2 METODOLOGIA ESPECÍFICA**

### **3.2.1 RELACION DE POBLACION Y MUESTRA**

Los sujetos objetos de estudio en esta investigación son temas musicales de Rock y Pop. Se harán estudios para sacar estadísticas de las siguientes piezas musicales:

- Im a Loser de The Beatles (versión Mono del LP de 1964).
- Im a Loser de The Beatles (versión Mono del CD remasterizado).
- Lovely Rita de The Beatles (versión estereo del CD remasterizado).
- Money de Pink Floyd (versión estereo del CD remasterizado).
- Californication de Red Hot Chili Peppers (versión estereo de 1999).

### **3.2.2 HIPOTESIS**

Identificar a fondo todas las etapas pre, durante y post del proceso de masterización para que el ingeniero entienda y comprenda su papel en una producción de audio. Luego, se deben estudiar, analizar y comparar los diferentes equipos y procesos involucrados en la masterización para así poder tomar las decisiones mas acertadas durante el trabajo. Finalmente estableceré pautas para masterizaciones de Rock y Pop.

### **3.2.3 VARIABLE**

#### **3.2.3.1 VARIABLE (S) INDEPENDIENTE (S)**

- La guerra de niveles

#### **3.2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

- Manejo de procesadores para masterización.
- Nivel promedio final en db.



## 4. PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1. COMPARACION Y ANALISIS DE PLUG-INS

Existen un sin numero de “plug-ins” que pueden ser utilizados al momento de masterizar obteniendo resultados satisfactorios. Sin embargo, es indispensable conocer a fondo la mayoría de opciones que se pueden tener antes de masterizar. Es decir, saber en cada procesador que funciones hay, para que sirven y que utilidad pueden ofrecer en una masterización.

#### 4.1.1 ANALISIS DE ECUALIZADORES

Los ecualizadores que se utilizaron durante este trabajo son completamente digitales, y se relacionan en el mismo como plug-ins. El objetivo es analizar y compararlos teniendo en cuenta las funciones que ofrecen para determinar cuál o cuáles son los mejores para masterizar. Los ecualizadores escogidos para el proceso de comparación y análisis son los siguientes:

#### Renaissance Req 6 (Waves)



Grafica 2.1.

## Q10 (Waves)



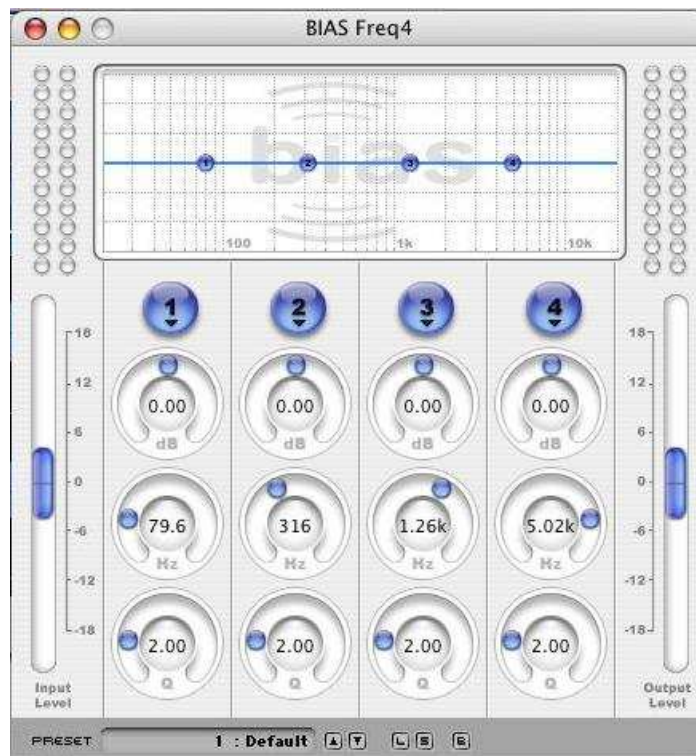
Grafica 2.2

## Linear Phase Eq (Waves)



Grafica 2.3

### Bias Freq 4 (Bias)



Grafica 2.4

### T-Racks Eq (IK Multimedia)



Grafica 2.5

Todos estos ecualizadores son reconocidos en el mundo del audio digital para procesos de masterización, sin embargo, también son utilizados con frecuencia durante la grabación y la mezcla. Todos tienen cualidades y defectos pero se analizará cuál o cuáles pueden llegar a ser los más apropiados para un proceso de masterización.

El sonido al que se llegó con cada uno de estos ecualizadores es muy similar y cada ingeniero puede utilizar el que más le guste. Lo que sí queda claro es que existen ventajas técnicas de unos sobre otros al momento de masterizar.

Como se ve en la Tabla 1. que compara los ecualizadores contra los diferentes parámetros que tienen, la mayoría manejan 6 y 4 **bandas** pero el “Q10” maneja 10 bandas. Esto permite manipular más anchos de banda que el resto de ecualizadores. Como segundo parámetro se tiene el **Dither**. Es interesante tener este parámetro en un ecualizador y de hecho el “Linear Phase Eq” es el único de los cinco que lo posee. Usar el **Dither** dentro de un ecualizador puede resultar fabuloso para un proceso de grabación o mezcla donde se le este aplicando ecualización a un solo canal pero no es muy útil al momento de masterizar ya que el **Dither** es un proceso que se debe hacer sólo al final de la cadena de masterización.

	<b>REQ 6</b>	<b>Q10</b>	<b>LINEAR PHASE EQ</b>	<b>T-RACKS EQ</b>	<b>BIAS FREQ 4</b>
<b>BANDS</b>	6	10	6	6	4
<b>DITHER</b>			X		
<b>INPUT</b>		X			X
<b>OUTPUT</b>	X	X	X	X	X
<b>GAIN (DB)</b>	X (-18 +18)	X (-18 +18)	X (-30 +30)	X (-15 +15)	X (-18 +18)
<b>FREQ</b>	X	X	X	X	X
<b>Q</b>	X (0.26-6.5)	X (0.5-100)	X (0.26-6.5)		X (0.1-10)
<b>BAND PASS</b>	X (All Bands)	X (All Bands)	X (All Bands)	X (3,4)	X (All Bands)
<b>LOW SHELF</b>	X (1,2,3)	X (All Bands)	X (All Bands)	X (2)	X (All Bands)
<b>HI SHELF</b>	X (4,5,6)	X (All Bands)	X (All Bands)	X (5)	X (All Bands)
<b>LOW PASS</b>	X (6)	X (All Bands)	X (All Bands)	X (6)	
<b>HI PASS</b>	X (1)	X (All Bands)	X (All Bands)	X (1)	

*Tabla 1. Tabla Comparativa de Ecualizadores para Masterización.*

Como tercer parámetro se tiene el nivel de señal de entrada (**input**) al ecualizador en **dbFS**. Solo el “Q10” y el “BIAS FREQ 4” poseen este parámetro. Tener control sobre el nivel de entrada es bien útil ya que se puede controlar que cantidad de señal se quiere procesar, mientras que en los demás ecualizadores toda la señal es introducida al momento de procesar.

Como cuarto parámetro se tiene el nivel de salida (**output**) del procesador. El nivel de salida es la cantidad de señal procesada y se mide en **dbFS**. Todos los ecualizadores escogidos ofrecen este servicio por lo cual ninguno de los cinco tiene ventaja en este parámetro.

El quinto parámetro es el nivel de ganancia o atenuación (**gain**) y todos los ecualizadores lo poseen. La única diferencia que puede existir es en la cantidad de decibeles que se puedan acentuar o atenuar por cada banda. El “REQ6”, el “Q10” y el “BIAS FREQ 4” ofrecen un rango de entre +18 y -18db. El “T-Racks Eq” ofrece un rango de entre +15 y -15 y el “Linear Phase Eq” da un rango de entre +30 y -30db. En este parámetro con tener un rango de +15 y -15 es más que suficiente al momento de masterizar. Cualquier proceso de ecualización dentro de la masterización que involucre una acentuación o una atenuación de esta magnitud desajustaría cualquier mezcla. La manipulación del ecualizador durante un proceso de masterización debe ser muy sutil por lo tanto cualquiera de estos ecualizadores ofrece un rango apropiado para masterizar.

El siguiente parámetro es la frecuencia (**Freq**) y todos los ecualizadores, independientemente de la cantidad de bandas que tengan, cubren todo el rango audible por el ser humano (20-20000Hz).

Como séptimo parámetro se tiene el “**Q**” que define el ancho de banda que se va a manipular dentro de la banda escogida. A mayor “**Q**” menor ancho de banda y viceversa. El “REQ6” y el “Linear Phase Eq” manejan un rango de “**Q**” de entre 0.26 y 6.5. Este es un “**Q**” bastante pequeño que no permite manipular bastante el ancho de banda teniendo en

cuenta que el “Q10” maneja un “Q” de entre 0.5 y 100. El “BIAS FREQ 4” maneja un “Q” un poco mejor que el del “REQ6” y el “Linear Phase Eq” y esta entre 0.1 y 10.

Del octavo al doceavo parámetro se tiene la clase de filtro que el ecualizador posee y en cual o cuales de las bandas lo tiene. Los cinco filtros son los siguientes:

- Pasa Banda
- Low Shelf
- Hi Shelf
- Pasa Bajos
- Pasa Altos

El “REQ6” ofrece el Pasa banda en todas sus seis bandas, el “Low Shelf” en sus primeras tres bandas no mas, el “Hi Shelf” en sus ultimas tres bandas, el Pasa Bajos en su banda numero seis y el Pasa Altos en su banda numero uno.

Tanto el “Q10” como el “Linear Phase Eq” ofrecen todos los tipos de filtro en todas y cada una de sus bandas. Esta es una gran ventaja sobre los demás ecualizadores.

El “T-Racks” tiene Pasa Banda en sus bandas tres y cuatro, “Low Shelf” en su banda numero dos, “Hi Shelf” en su banda numero cinco, Pasa Bajos en su banda numero seis y pasa altos en su banda numero uno. Este ecualizador complica un poco las cosas al no permitir personalizar los filtros en cada banda.

El “BIAS FREQ 4” no tiene pasa altos ni pasa bajos pero si ofrece pasa banda, “low shelf” y “hi shelf” para todas y cada una de sus cuatro bandas.

Siendo todos estos muy buenos ecualizadores, es evidente la ventaja que tienen el “Q10” y el “Linear Phase Eq” sobre los demás. Estos dos son los que mas parámetros ofrecen (11 de 12 posibles) y poseen el mejor manejo de filtros (todos los filtros para todas y cada una de sus bandas). El “Q10” en particular aparte de ser el que mas bandas maneja (10) tiene el

rango de “Q” mas alto de todos los ecualizadores lo que permite un gran manejo de ancho de banda, factor determinante en un proceso de masterización.

Se realizaron mediciones para comparar el comportamiento de los dos ecualizadores elegidos como los más apropiados para masterizar. Se midieron los dos ecualizadores con -5 db en todo el espectro y se comparo con la señal sin ningún tipo de ecualización. EL valor pico de la señal original estaba en -2.55 db y el valor pico RMS estaba en -11.72 db. El Q10 fue muy preciso al reducir el valor pico y el valor pico RMS en exactamente 5 db y dejar el valor pico en -7.55 db y el valor pico RMS en -16.74. El Linear Phase Eq arrojo unos resultados no tan exactos. El valor pico fue de -8.21 db y el valor pico RMS fue de -16.26 db. (ver ANEXO A).

Esto ya da indicios que el Q10 puede ser un mejor ecualizador que el Linear Phase Eq pero de todas maneras se probara desde las dos alternativas.

#### 4.1.2 ANALISIS DE COMPRESORES

##### 4.1.2.1 ANALISIS DE COMPRESORES MULTIBANDA

Los compresores multibanda son una herramienta bastante nueva y se ha vuelto indispensable en todo estudio de masterización. Como ya se vio, estos compresores dividen el espectro y comprimen por bandas. Esto ha ayudado a solucionar problemas grandes en la masterización ya que, al tener la mezcla en dos canales, el compresor puede comprimir de manera diferente tres, cuatro o cinco bandas y de esta manera no estar atado a un solo tipo de compresión para todo el espectro.

El análisis se realizó de la misma manera como se hizo el de los ecualizadores. Solo hay acceso a tres de ellos y dos son del mismo diseñador (Waves):

### C4 (Waves)



Grafica 3.1.

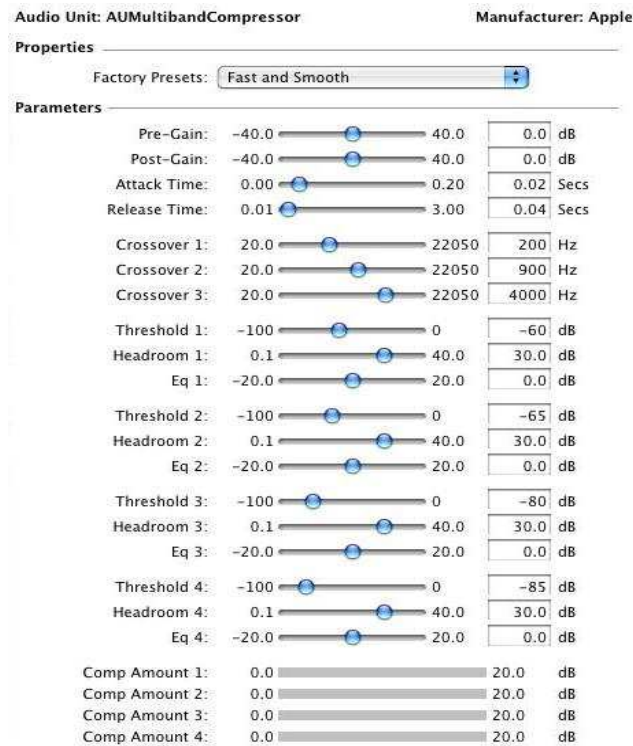
### Linear Phase Multiband LinMB (Waves)



Grafica 3.2.



## AU Multiband Compressor (Apple)



Grafica 3.3.

	C4	LinMB	AU
<b>BANDS</b>	4	5	4
<b>THRESHOLD (Per Band)</b>	X	X	X
<b>GAIN (Per Band)</b>	X	X	X
<b>RANGE (Per Band)</b>	X	X	
<b>ATTACK (Per Band)</b>	X	X	
<b>RELEASE (Per Band)</b>	X	X	
<b>SOLO (Per band)</b>		X	
<b>BYPASS (Per Band)</b>		X	
<b>CROSSOVER</b>	X	X	X
<b>DITHER (MASTER)</b>		X	
<b>MAKE UP (MASTER)</b>		X	
<b>ATTACK (MASTER)</b>			X
<b>ADAPTIVE (MASTER)</b>		X	
<b>RELEASE (MASTER)</b>	X	X	X
<b>BEHAVIOR (MASTER)</b>	X	X	
<b>KNEE (MASTER)</b>	X	X	
<b>TRIM (MASTER)</b>	X	X	X

Tabla 2. Tabla Comparativa de Compresores para Masterización

La tabla 1.2 muestra todas las posibles funciones que puede llegar a tener un compresor multibanda. Algunas funciones vienen para usar por banda y otras que afectan a todo el espectro luego de haber procesado cada banda por aparte. Las dieciséis funciones son el nivel de umbral por banda (**threshold**) que indica desde que nivel en db inicia la compresión. La ganancia por banda (**gain**) que indica la cantidad de decibeles que se subirá luego de la compresión. El rango por banda (**range**) indica el margen de compresión en decibeles, es como el reemplazo de la rata. El ataque por banda (**attack**) indica el tiempo que se demora el compresor en actuar y el tiempo de salida por banda (**release**) indica lo que se demora en dejar de comprimir. El **solo** por banda permite oír solamente cualquiera de las bandas y el **bypass** por banda deja oír la banda sin ningún tipo de procesamiento. Hasta aquí son las funciones por banda que ofrece el compresor. Las funciones generales son: el divisor de espectro (**crossover**) que permite elegir los cortes en frecuencia de cada banda, el **dither** que evita ruido, la compensación de salida (**make up**), si es manual o automática, el ataque (**attack**) y el tiempo de salida (**release**) para todo el compresor y una ganancia (**trim**) de salida en general.

Luego de analizar los tres compresores y de haberlos trabajado en el estudio es evidente que el “Linear Phase Multiband LinMB” es el más apropiado al momento de masterizar. Para empezar es el único de los tres que en realidad está diseñado por su fabricante para masterizar y justamente por eso es que ofrece la mayor cantidad de parámetros, todos indispensables en un proceso de masterización. Esto no quiere decir que el C4 y el AU Multiband Compresor sean deficientes, lo que se debe recalcar es que el “Linear Phase Multiband” es el más recomendable si se tiene acceso a él. Por otro lado, es el procesador que más pesa a nivel de CPU con gran diferencia sobre los demás, lo cual indica que sus algoritmos son mucho más complejos. Al ser más complejos, se puede concluir que el procesador es mucho más efectivo que el resto manteniendo la señal original lo más fiel posible.

De todas maneras se hizo una medición del comportamiento del C4 y el LinMB para observar cuál es más preciso en sus resultados. Se aplicó la misma configuración para los dos compresores y el resultado debía ser que la señal pico se redujera en 2.4 db. La señal

original utilizada tenia un valor pico de -0.89 db. El mas preciso en comprimir fue el LinMB ya que su resultado pico fue de -2.55 db mientras que el C4 arrojó un valor pico de -4.72 db, dos decibeles mas abajo que lo que debia resultar (ver ANEXO B).

Esto aseguro mas que el Linear Phase Multiband es el compresor multibanda para usar.

#### 4.1.3 ANALISIS DE LIMITADORES Y MAXIMIZADORES

Los limitadores y los maximizadores son los últimos procesos que se llevan a cabo en la masterización antes de llevar la frecuencia de muestreo y el número de bits al estándar para CD (44100 Hz y 16 bits) en caso de ser necesario.

Puede llegar a haber confusión entre los términos limitación y maximización. La maximización es un nuevo proceso que se ha implementado junto con limitadores para llegar a mayor calidad sonora. Estos procesadores se han vuelto indispensables al momento de masterizar, pues automáticamente reducen picos de poca duración para poder llevar a un nivel mas alto toda la señal..

Se analizaron los siguientes limitadores diseñados por cuatro de las fábricas mas importantes en masterización:

#### L1 Limiter (Waves)



Grafica 4.1

### T-Racks Multiband Limiter (Ik Multimedia)



Grafica 4.2

### Finis Peak Limiter (Elemental Audio)



Grafica 4.3

### L2 Ultramaximizer (Waves)



Grafica 4.4

### Bias Sqweez (Bias)



Grafica 4.5

	<b>Bands</b>	<b>Threshold</b>	<b>Release</b>	<b>Input</b>	<b>Out Ceiling</b>	<b>IDR</b>
<b>L1 Limiter</b>	1	X	X	X	X	X
<b>T-Racks MB Limiter</b>	3	X (Per Band)	X		X	
<b>Finis Peak Limiter</b>	1		X	X	X	
<b>L2 Ultramaximizer</b>	1	X	X (ARC)		X	X
<b>Bias Sqweez</b>	1	X	X		X	

Tabla 3. Tabla Comparativa de Limitadores y Maximizadores

Como primer parámetro se tienen la cantidad de bandas (**bands**) que tiene el procesador. Este parámetro es muy importante pero se puede apreciar que el “T-Racks MB Limiter” es el único que tiene limitación a tres bandas. El resto simplemente limitan todo el espectro por igual. Como segundo parámetro se tiene el nivel de umbral (**threshold**) al cual se va a limitar y a maximizar el nivel. El “Finis Peak Limiter” es el único que no ofrece este parámetro lo que vuelve solamente limitador de picos que de todas maneras es muy útil al momento de masterizar ya que pueden existir casos donde no sea necesario maximizar el nivel. Todos tienen como parámetro el tiempo de salida del compresor (**release**) pero el “L2” tiene como modificación el “ARC” que significa “Auto Release Control”. El ARC es un nuevo implemento de Waves que calcula automáticamente los tiempos de salida de cada

muestreo para lograr un nivel óptimo. En procesos de grabación y mezcla es preferible tener control sobre los tiempos de salida pero para masterizar funciona muy bien.

EL “L1” y el “Finis Peak Limiter” son los únicos que pueden controlar el nivel de entrada (**input**) de la señal pero para procesos de masterización el nivel de entrada se debe dejar en 0db lo que hace a este parámetro inútil.

El “**Out Ceiling**” es el nivel desde el cual el limitador cortara picos. Todos tienen este parámetro ya que sin este no estarían en la lista. El “**IDR**” significa “Increased Digital Resolution” y solo lo tiene el “L1” y el “L2”. Este parámetro consiste en tener un recuantizador y un dither interno para no perder calidad sonora en cada sampleo. Es una herramienta pensada para masterización. Este parámetro abre diferencia entre estos limitadores y los demás.

Todos estos procesadores tienen sus ventajas y desventajas y precisamente por ello no es obligatorio apegarse solo a uno de ellos. A diferencia de los ecualizadores y compresores analizados anteriormente en este caso se pueden usar las mejores características de cada uno de los limitadores o por lo menos de algunos.

El “L1” aparece como el limitador que cumple con todos los parámetros pero no tiene ARC en su tiempo de salida ya que el “L2”, su versión mejorada, es el único que la tiene. El “L2” es uno de los procesadores mas usados y mas importantes en el mundo de la masterización ya que combina limitación, nivel de maximización, ARC y IDR. Este es el procesador mas indicado para usar, además que esta diseñado para masterizar. Sin embargo no se puede ignorar el hecho que el “T-racks MB Limiter” permite limitar por bandas, factor que lo hace útil para utilizarlo únicamente como limitador y dejarle, por ejemplo, el trabajo de maximización y compresión al “L2”. No se puede ignorar tampoco el “Finis Peak Limiter” que viene diseñado por una prestigiada empresa como lo es “Elemental Audio” y además que se especializa solamente en limitar. Puede que en algunos casos solo se necesite limitar y esta seria la opción.

El “L1” es un gran procesador pero en este caso se tiene el “L2”. Es como si se tuviera un automóvil modelo 2006; para que utilizar es mismo automóvil modelo 2005.

Definitivamente es interesante tener como opción la limitación multibanda como la ofrece el “T-Racks MB Limiter” junto con el “L2” o el “Bias Sqweez” funcionando como maximizador.

Se realizaron mediciones para comparar el comportamiento del L2 y del Bias Sqweez funcionando como maximizadores, llevando la señal a su mayor nivel sin riesgos de distorsión. Se configuraron los dos maximizadores con la intención que elevaran la señal en 5 db. El L2 fue un decibel más preciso al elevar el valor pico RMS de -11.72 db a -6.89 mientras que el Bias Sqweez elevó el mismo valor pico hasta -7.32 db. El L2 maximizó la señal 4.83 db mientras que el Bias Sqweez lo hizo en 4.4 db (ver ANEXO C).

La diferencia no es tan considerable, razón por la cual se masterizará desde las dos alternativas.

#### 4.1.4 ANALISIS DE REDUCTORES DE RUIDO

A la única marca de plug-ins diseñados para la restauración y la reducción de ruido que se tiene acceso es a “Waves”. Este paquete se llama “Restoration Bundle” y consta de cuatro plug-ins, cada uno con una labor diferente en el campo de reducción de ruido. Tener acceso a “Waves” como los únicos reductores de ruido para este trabajo no es una desventaja, de hecho están catalogados como uno de los mejores ya que son una de las empresas más grandes dedicadas al audio digital y especialmente en el campo de la masterización. Cada uno de los cuatro procesadores es bastante completo como se analizará a continuación.

## X-CLICK



Grafica 5.1

Los “clicks” son alteraciones muy rápidas de alta frecuencia que afectan la forma de la onda. Estas son causadas por errores digitales, descuidos en edición, o por errores en ponches. En el caso de los discos de vinilo los “clicks” pueden provenir de errores físicos en la aguja o del mal estado del acetato.

El “X-Click” así como todos sus compañeros de paquete manejan algoritmos de última tecnología para reducir ruido manteniendo al máximo claridad en el sonido. El uso de este procesador es muy sencillo, solo maneja dos controles que son el *Threshold* y el *Shape*.

El *Threshold* maneja la amplitud de los “clicks” que van a ser removidos. A mayor amplitud, mayor número de “clicks” serán eliminados. El rango del *Threshold* va de 0 a 100. El fabricante recomienda empezar entre 30-50 para remasterizaciones de discos de vinilo.

El *Shape* controla que tan largos, en tiempo, serán los “clicks” a eliminar. Los “clicks” ocasionados por errores enteramente digitales generalmente serán muy cortos y se deberá manejar un *Shape* corto, mientras que si el error es de origen analógico muy seguramente el valor del *Shape* deberá ser más alto. El rango es el mismo que maneja el *Threshold* (0-100).



Estos procesadores tienen una opción bastante interesante que son los botones de “**Audio**” y “**Difference**” en el extremo inferior derecho como se ve en la figura. Cuando el botón “**Audio**” esta activado se esta oyendo la señal procesada sin “**Clicks**” y cuando el botón “**Difference**” esta activado se oye únicamente el ruido eliminado. Esta herramienta permite verificar que lo que se esta eliminando en efecto es solo ruido.

### X-CRACKLE

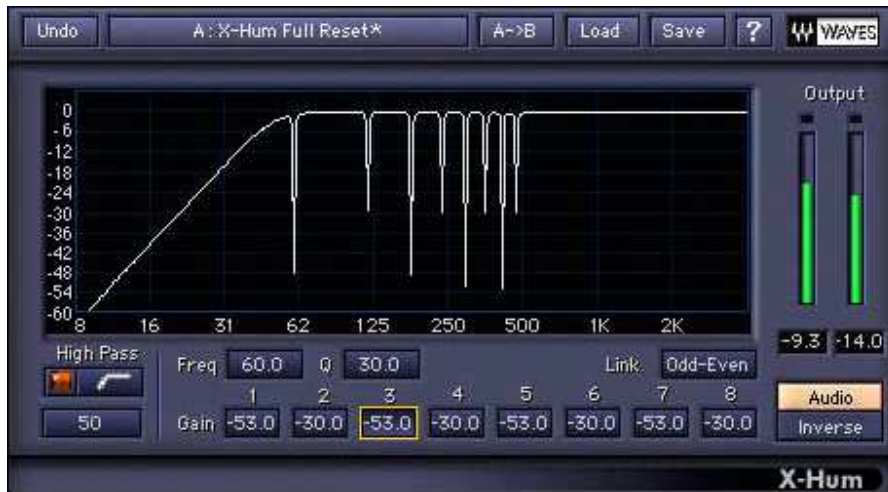


Grafica 5.2

A simple vista el “X-Crackle” es idéntico al “X-Click” analizado anteriormente. En efecto son muy parecidos en su manera de trabajar con la diferencia que el “X-Crackle” elimina “**Clicks**” de muy bajo nivel y frecuencia como los pops. Esta clase de ruidos son mucho mas complejos de eliminar por que no son muy evidentes. Se sienten mas bien como ruido molesto de fondo.

El funcionamiento es exactamente igual al del “X-Click”, solo que en lugar del *Shape* se tiene el *Reduction* el cual controla el nivel de atenuación de cualquier “**Crackle**” identificado.

## X-HUM



Grafica 5.3

El “X-Hum” es un reductor de ruido especializado en eliminar el famoso “Hum”. Este es un ruido de baja frecuencia ocasionado generalmente por un mal sistema eléctrico o sistemas análogos como tornamesas o reproductores de casete.

Este procesador funciona como un ecualizador de 8 bandas donde cada una de ellas solo ofrece la opción de atenuar. Todas las bandas funcionan automáticamente como atenuadores de la frecuencia fundamental que se elija. Por ejemplo un Hum de 60 Hz atenuara 120, 240, 480, etc... Los botones de “Audio” y “Inverse” funcionan para monitorear la señal procesada (Audio) y para incrementar en lugar de atenuar las frecuencias molestas (Inverse). Esto es de gran ayuda ya que la forma mas facil de identificar frecuencias incomodas es dándoles ganancia.

## X-NOISE



Grafica 5.4

Este procesador definitivamente es de lo mejor que se ha visto para reducir ruido dentro de todo el espectro audible como hiss, ruido de ventilación, ruido de maquinas, etc... Este procesador trabaja aprendiendo el ruido. Esto quiere decir que se debe seleccionar alguna sección de la señal en la cual solo este presente el ruido. Luego de tener esta selección se pulsa el botón “Learn” que significa que el procesador esta haciendo un análisis espectral del ruido para saber exactamente que hay que eliminar. Hasta este punto todo es trabajo de maquina, el trabajo ingenieril empieza acá donde se debe decidir que tanto hay que reducir ya que puede ser muy fácil decidir que se reduzca en un 100% pero esto seguramente sacrificara señal limpia. *“No single-ended noise reduction system is perfect; all noise reduction systems take away some degree of signal with the noise. (Ningun sistema de reducción de ruido es perfecto; todos siempre se llevan cierto porcentaje de la señal limpia).”*<sup>11</sup> Aquí es donde entran a jugar el *Threshold* y el *Reduction*, los cuales se encargan de establecer el nivel desde el cual se procesara la señal de ruido y que en que porcentaje será reducida esta señal. Estos serán los que determinen que tan bien se hizo el trabajo ya que no es solo reducir ruido, es también cuidar que la señal quede lo mas fiel posible.

---

<sup>11</sup> KATZ, Bob, *Mastering Audio*

También tenemos opciones de ataque y tiempo de salida que se encargan de decidir cuanto tiempo se demora el procesador en empezar a reducir (Attack) y cuanto se demora en parar de reducir (Release). Por estas características este procesador tiene la particularidad de parecerse bastante a un compresor y por esto cualquier ingeniero con experiencia no tendrá ningún problema en entender como funciona este plug-in.

Como en el resto de procesadores dedicados a la reducción de ruido en este también se puede comparar la señal procesada, seleccionando el botón "Audio", con la señal eliminada "Difference", lo cual ayuda al ingeniero a no eliminar señal buena.

#### 4.1.5 ANALISIS DE MEDIDORES DE SEÑAL Y ANALIZADORES DE ESPECTRO

Los medidores de señal y analizadores de espectro que se usaran durante todo el trabajo son el "PAZ Analyzer" de "Waves", el "IXL Inspector Multimeter" de "Elemental Audio". La razón por la cual se escogieron estos dos plug-ins para el trabajo de medir y analizar la señal fue porque no había acceso a ningún otro de esta calidad y los dos se complementan bastante bien en las funciones que ofrecen. El "PAZ" ofrece análisis grafico de nivel RMS, nivel pico y estado de fase. También ofrece un análisis por frecuencias del nivel RMS y pico exacto de toda la señal entrante el "IXL" permite medir con el sistema-K en sus tres variaciones (K-20, K-14 y K-12).

#### 4.1.6 ANALISIS DE SIMULADORES DE ESTEREO

Los simuladores de estéreo son configuraciones que por medio de manejo de frecuencia y fase se logra convertir una señal mono en una señal que se perciba como estéreo. Para este trabajo pueden resultar bastante útiles ya que la señal original con la que se va a trabajar esta mezclado en mono. Se tiene acceso a dos simuladores de estéreo:

- Pseudo Stereo de Q10
- SI Stereo Imager de Waves
- 

Al haber analizado los dos procesadores no fue difícil hacer la elección de cual es el más conveniente para usar. El SI Stereo Imager genera una sensación de estéreo sensacional y

abre bastante la señal. El problema grave es que al hacer un análisis de fase se encuentra que toda la señal esta fuera de fase. Las consecuencias de esto es que obliga a que el tema siempre sea escuchado en un sistema estéreo de lo contrario la mayoría de la señal queda cancelada.

El Pseudo Stereo no abre tanto la señal como el Stereo Imager pero en ningún momento hay cancelaciones de señal cuando se escuche en un sistema mono, por esta razón este será el simulador que se usara en este trabajo.

## **4.2. MASTERIZAR UNA MEZCLA**

Se ha planteado como trabajo final masterizar el segundo tema del disco de vinilo del año 1964 llamado “Beatles for Sale” de “The Beatles”. Las razones para haber escogido específicamente este tema son:

- Es un tema que mezcla perfectamente el genero Rock/Pop en el cual se esta enfocando esta tesis.
- Al ser un disco de vinilo cuya grabación se desarrollo hace más de 40 años, requiere para su masterización un alto cuidado y de todos y cada uno de los procesos planteados anteriormente.
- El disco al presentar una calidad no muy buena, teniendo en cuenta los productos del mercado actual, el resultado de la masterización va a servir para cualquier mezcla de hoy en día, muy seguramente a niveles mas bajos y de una manera mas sencilla.
- Se podrán estudiar las técnicas y los procesadores de simulación de estéreo creadas por “Waves”, ya que este disco fue mezclado monofónicamente.

### **4.2.1 PLANTEAR VARIAS CADENAS DE MASTERIZACION**

Se plantearan 4 cadenas de masterización a partir del análisis de procesadores hecho anteriormente. Cualquiera que sea la cadena y cualquiera que sean sus procesadores elegidas el orden será el siguiente:

1. Reductores de Ruido
2. Simulador de Estéreo (de ser necesario)
3. Ecuilizador
4. Compresor Multibanda
5. Maximizador
6. Limitador Multibanda
7. Análisis de espectro y medición de señal
8. Reducción de frecuencia de muestreo de 48,000 Hz a 44,100 Hz

## 9. Dither de 24 a 16 bits

El proceso de reducción de ruido es el primer paso que se debe tomar en caso de ser necesario ya que cualquier señal que vaya a empezar un proceso de masterización debe tener el mínimo de ruido posible. Esto debido a que cualquier ruido que este presente antes de la masterización será acentuado luego de ella. El simulador de estereo se propone en segundo lugar ya que este cambia el balance espacial y frecuencial de la mezcla para generar la sensación de estereo a partir de una señal mono. Cualquier procesamiento de compresión y ecualización se debe hacer después de la simulación de estereo para estar seguro de la señal que se esta afectando.

Se propone que la ecualización, si es necesaria, sea el siguiente paso en la cadena de masterización con la intención de eliminar frecuencias molestas que vengan o se generen por el compresor para luego pasar la señal por los compresores y limitadores. Es aconsejable revisar la ecualización luego de comprimir ya que los compresores pueden acentuar frecuencias que pueden resultar molestas. El maximizador debe ir luego de la compresión pues este es un compresor que lleva al límite la señal; este elemento nos va a definir en realidad que tan fuerte y que tan comprimida va a quedar la señal. El limitador multibanda debe ir luego del maximizador, de modo que se convierta en el freno del maximizador en cada una de sus bandas. Limitar la señal y luego comprimirla arroja como resultado perdida de rango dinámico. La razón para tener los analizadores y medidores en ultima instancia es para a través de todo el proceso, poder monitorear cada paso que se de.

Cuando todo este listo y se decida que la etapa de procesamiento esta terminada se procede a reducir la frecuencia de muestreo y el numero de bits de 48,000-24 a 44,100-16 respectivamente. Esto se hace para poder quemar el archivo resultante en un CD de audio.

Después de haber revisado el análisis que se hizo de cada uno de los procesadores propuestos anteriormente, se han propuesto cuatro posibles cadenas de masterización. Las cuatro cadenas son las siguientes:

## PRIMERA CADENA

- Reducción de Ruido (X-Click, Xcrackle y Xnoise)
- Simulador de Estereo (Pseudo Stereo de Q10)
- Ecualizador (Q10)
- Compresor Multibanda (LinMB)
- Maximizador (L2)
- Limitador Multibanda (Tracks MB Limiter)
- Reducción de Frecuencia de Muestreo (Peak)
- Reducción de bits (POW-r Dithering)

## SEGUNDA CADENA

- Reducción de Ruido (X-Click, Xcrackle y Xnoise)
- Simulador de Estereo (Pseudo Stereo de Q10)
- Ecualizador (Q10)
- Compresor Multibanda (LinMB)
- Maximizador (Bias Sqweez)
- Limitador Multibanda (Tracks MB Limiter)
- Reducción de Frecuencia de Muestreo (Peak)
- Reducción de bits (POW-r Dithering)

## TERCERA CADENA

- Reducción de Ruido (X-Click, Xcrackle y Xnoise)
- Simulador de Estereo (Pseudo Stereo de Q10)
- Ecualizador (Linear Phase Eq)
- Compresor Multibanda (LinMB)
- Maximizador (L2)
- Limitador Multibanda (Tracks MB Limiter)
- Reducción de Frecuencia de Muestreo (Peak)
- Reducción de bits (POW-r Dithering)



#### CUARTA CADENA

- Reducción de Ruido (X-Click, Xcrackle y Xnoise)
- Simulador de Estereo (Pseudo Stereo de Q10)
- Ecuador (Linear Phase Eq)
- Compresor Multibanda (LinMB)
- Maximizador (Bias Sqweez)
- Limitador Multibanda (Tracks MB Limiter)
- Reducción de Frecuencia de Muestreo (Peak)
- Reducción de bits (POW-r Dithering)

#### 4.2.2 MASTERIZAR CON TODAS LAS CADENAS PLANTEADAS

En cada una de las cuatro cadenas planteadas se tiene el mismo proceso de reducción de ruido, el mismo compresor multibanda y el mismo maximizador. Los procesos de reducción de frecuencia de muestreo y dithering se hicieron desde el Peak. Los únicos procesos que marcaron alguna diferencia entre una cadena y otra fueron el ecualizador y el maximizador.

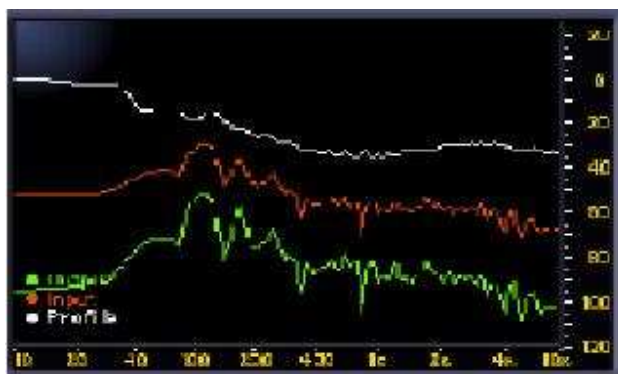
Lo primero que se hizo fue transferir el disco de vinilo a formato digital por medio del Pro Tools HD. El tornamesa que se uso para enviar la señal fue un Technics MK2 especializado para DJ. La señal salía del tornamesa y pasaba por un preamplificador de una consola Mackie 16\*4 para controlar el nivel de entrada al Pro Tools. La única condición que existe para hacer este tipo de transferencias es que el nivel pico de la señal este entre -10 y -3 dbFS si la grabación se hace a 24 bits. En este caso la grabación se hizo a 24 bits y a 48000Hz como frecuencia de muestreo, por lo tanto se decidió que el pico de la señal estuviera entre -7 y -8 dbFS. La razón para no haberle dado más ganancia a la señal fue la cantidad de ruido que estaba entrando a causa de la aguja y el mal estado del vinilo. Hay que recordar que el vinilo que se uso fue grabado en 1964 y mezclado en mono.

Luego de tener la señal archivada en Pro Tools con extensión SDII se procedió a exportarla a PEAK para empezar con el proceso de reducción de ruido.

El primer procesador que se le aplicó a la señal fue el Xclick con la intención de eliminar todos los clicks causados por la aguja y por el mal estado del vinilo. Como se vio anteriormente estos reductores son capaces de eliminar todo el ruido que aparezca pero gran porcentaje de la señal será sacrificada y el resultado final no será satisfactorio. El fabricante recomienda empezar por ubicar el nivel de umbral entre 30 y 50 para discos de vinilo. Era tal la cantidad de clicks que fue necesario elevar el nivel de umbral un poco mas de 50 y ubicarlo en exactamente 54.9 manejando un *Shape* de 63. Si el nivel de umbral se ubicaba mas arriba de 60 manejando ese mismo *Shape* la sonoridad empezaba a cambiar con gran porcentaje de señal limpia sacrificada.

Luego de haber eliminado en gran cantidad todos los clicks se necesitaba eliminar los pequeños ruidos de baja frecuencia. El Xcrackle es el especialista en este tipo de situaciones.

La grafica 6.1 es un análisis espectral de la señal de entrada (Roja), señal de salida (Verde) y la señal de ruido (Blanca).



*Grafica 6.1*

Como se puede observar la señal de ruido es mas intensa en las frecuencias bajas, razón por la cual fue necesario llevar los niveles del Xcrackle hasta el límite. El nivel de umbral se ubicó en 60.9 con una reducción de 69. Cualquier decibel más que se le diera empezaría a causar serios daños en la señal. Este procesador se puede llevar a niveles mas altos porque afecta solo frecuencias bajas que en este tipo de mezclas tan antiguas no son tan presentes.

Hasta este punto la gran mayoría de los clicks de alta y baja frecuencia estaban eliminados pero aun gran cantidad de ruido en todo el espectro estaba presente. El procesador que se encargo de terminar de solucionar los problemas de ruido fue el Xnoise.

La transferencia se hizo desde el final del tema anterior hasta el principio del tema siguiente del acetato. Esto con la intención de tener capturado el ruido que existe entre cada una de las pistas. Se seleccionó un corto pedazo de este ruido y se le inserto al Xnoise como archivo de ruido. El Xnoise ya sabía exactamente que debía eliminar. La cuestión siguiente era saber que tanto se debía eliminar para dejar la señal lo más clara y limpia a la vez. Para lograr esto fue necesario utilizar un nivel de umbral no muy alto y una reducción alta. La razón fue que para este punto el nivel de ruido no era muy alto pero si se sentía y estaba constante. El nivel de umbral se ubico en 20.7 con una reducción de 86. Sobrepasar el nivel de umbral de 25 implicaba sacrificar en exceso la señal sin importar mucho donde se ubique la cantidad de reducción. El ataque y el tiempo de salida fueron demorados para evitar cambios radicales en la señal.

Al tener la señal con un nivel mínimo de ruido se procedió a hacer una simulación de estereo con el preset "Pseudo Stereo" incluido en el ecualizador "Q10" de Waves. La señal perdió un poco de ganancia pero la simulación fue bastante buena. Se sintieron los dos canales diferentes sin cancelaciones de fase.

De este punto en adelante todos los procesos que se realizaron, se hicieron para la versión mono y estéreo del tema musical.

El siguiente paso fue comprimir la señal por bandas utilizando el Linear Phase Multiband de Waves. Los cortes en frecuencia (**crossover**) fueron:

- 16-90 Hz (Frecuencias Bajas)
- 90-800 Hz (Frecuencias Medias Bajas)
- 800-4800 Hz (Frecuencias Medias)

- 4800-11099 Hz (Frecuencias Medias Altas)
- 11100-20000 Hz (Frecuencias Altas)

Lo esencial antes de empezar cualquier tipo de compresión es oír muy bien la mezcla y medir el nivel pico, el nivel pico RMS y su nivel promedio RMS así como también hacer análisis de espectro, balance y fase. De esta manera se sabrá con exactitud donde esta su promedio y en que parte del espectro hay desbalances (si los hay). Una mezcla muy buena de hoy en día grabada y mezclada a 24 bits con frecuencia de muestreo de 48000 Hz debe arrojar algo cercano a los siguientes resultados:

- Nivel Pico: -3 dbFS
- Nivel Pico RMS: -8 dbFS
- Nivel Promedio RMS: -20 dbFS

Luego de tener claro en donde están los niveles de la mezcla se debe analizar en que sectores del espectro están más débiles (si lo están). Muchas veces la mezcla puede estar bastante estable a nivel de frecuencias y en este caso no es necesario comprimir por bandas.

Los análisis de nivel y espectro hechos en el Spectrafoo del tema “Im a Loser” antes de masterizar están como ANEXO D.

Por ser compresión para masterización, esta debe ser no muy alta y aplicada más que todo a niveles altos. Luego del proceso de reducción de ruido la señal perdió un poco de bajas y altas frecuencias como se ve en el análisis espectral, razón por la cual estas fueron las secciones del espectro donde se aplico mayor compresión con mayor ganancia. Para este momento la señal estaba manejando un promedio de señal RMS de -24 dbFS con picos RMS de -16 dbFS como se ve en el diagrama de niveles. El nivel de umbral en todas las secciones del espectro no fue menor a -24 dbFS para mantener lo mas estable posible las dinámicas de la mezcla. Los niveles de umbral mas bajos fueron los de las frecuencias

bajas, medias altas y altas con la intención de recuperar algo de la señal pérdida en el proceso de reducción de ruido.

En la primera sección del espectro (16-90 Hz) el nivel de umbral se ubico en -24.4 dbFS con un rango de -9 db que equivalen a una razón de compresión de 1.5:1. La ganancia de compensación fue de 5.7 decibeles. Esto ayudo a recuperar gran parte de los bajos perdidos sin causar ningún tipo de distorsión.

En la segunda sección del espectro (90-800 Hz) el nivel de umbral se ubico en -20.8 dbFS con un rango de -9 db que equivalen a una razon de compresión de 1.5:1. La ganancia de compensación fue de 4.9 decibeles.

En la tercera sección del espectro (800-4800 Hz) el nivel de umbral se ubico en -11.8 dbFS con un rango de -9 db que equivalen a una razón de compresión de 1.5:1. La ganancia de compensación fue de 4.5 decibeles.

En la cuarta sección del espectro (4800-11099 Hz) el nivel de umbral se ubico en -26.6 dbFS con un rango de -9 db que equivalen a una razón de compresión de 1.5:1. La ganancia de compensación fue de 6.5 decibeles.

En la quinta y última sección del espectro (11100-20000 Hz) el nivel de umbral se ubico en -28.2 dbFS con un rango de -9 db que equivalen a una razón de compresión de 1.5:1. La ganancia de compensación fue de 7.0 decibeles.

Esta compresión estabilizo bastante el espectro del tema y genero un poco de ganancia.

Hasta este punto las cuatro cadenas de masterización estaban totalmente iguales ya que los procesos de reducción de ruido, simulación de estereo y compresión multibanda fueron exactamente los mismos.

En la primera cadena se utilizaron el ecualizador Q10 de waves antes de la compresión y el maximizador L2 de waves luego del compresor multibanda.

Después de haber hecho la compresión multibanda la señal quedo bastante balanceada a nivel de frecuencia por lo que no era necesario ajustar mas niveles. Lo que si era necesario era cortar frecuencias que estaban siendo molestas y algunas que se habían acentuado como resultado de la compresión. Este fue y debe ser el trabajo del ecualizador en un proceso de masterización. La manera mas simple que se usa para encontrar frecuencias molestas es ajustar un nivel de Q bastante alto para tener un ancho de banda muy pequeño e incrementar la ganancia hasta el máximo. Al tener el sistema de esta forma, solo es cuestión de empezar desde las frecuencias bajas y moverse a través del espectro. Las frecuencias molestas se dispararan cuando uno pasa por ellas y de esta manera se sabrá cual o cuales hay que eliminar.

Como resultado del mal estado del acetato, y todo el procesamiento que ya se había hecho hubo bastantes frecuencias molestas que gracias a que el Q10 tiene 10 bandas, se pudieron eliminar.

Las frecuencias que se atenuaron en 10 db fueron las siguientes: 166, 221, 388, 608, 1000, 1874, 3198 y 4826. El resultado se nota cuando uno activa y desactiva el ecualizador y se nota como toda la mezcla sale a relucir.

Al tener la señal ecualizada y comprimida por bandas se procedió a maximizar la señal con el L2 de Waves. Se tomo como base una configuración que recomienda el fabricante que se llama "Hi Res CD Master", que significa CD de alta resolución. Esta configuración tiene un nivel de umbral de -5.0 db y maneja tiempos de salida automáticos (ARC). A la señal que se tenía fue necesario incrementarle en dos decibeles el nivel de umbral para un buen sonido sin generar nada de distorsión. Con incrementarle otros dos decibeles distorsión comenzaba a aparecer en las secciones más fuertes de la canción. Por esta razón el nivel de compresión se ubico exactamente en -7.0 db.

En la segunda cadena se reemplazo el L2 de Waves por el Bias Sqweez de la compañía Bias. Este maximizador viene como plug-in dentro de Peak. La maximización que se aplico fue la misma que se aplico en el L2, la única diferencia fue el plug-in. A nivel sonoro el Bias Sqweez también levanto la señal bastante.

El ecualizador en esta cadena fue nuevamente el Q10 con la misma configuración de la primera cadena.

En la tercera cadena, en lugar del Q10, se utilizo el Linear Phase Eq. Por ser la intención de la ecualización en este proceso, solo eliminar frecuencias molestas este ecualizador no fue tan útil como el Q10 pero aun así se logro eliminar gran cantidad de ellas. Se eliminaron las que más daño estaban causando a la señal que fueron: 388, 1000, 1874, 3195 y 4826.

En esta cadena se utilizo la misma configuración de maximización que se utilizo en la primera cadena.

La cuarta y última cadena mezclaban la misma ecualización de la cadena dos con el Linear Phase Eq y la maximización de la cadena tres por medio del Bias Sqweez.

Luego del proceso de maximización en cada una de las cuatro cadenas se aplico un limitador que no permitía que la señal sobrepasara de -0.2 dbFS. El limitador que se uso fue el T-Racks Multiband Limiter. Esto con la intención de evitar que cualquier pico llegue al punto de distorsión.

Hasta este punto el proceso de masterización a 24 bits con frecuencia de muestreo de 48000 Hz había terminado. Lo único que faltaba por hacer era la reducción de bits y de frecuencia de muestreo para poder quemar la canción en un CD de audio.

Primero se redujo la frecuencia de muestreo en el PEAK a 44100 Hz y finalmente se guardaron todos los archivos en el disco duro a 16 bits, haciendo la reducción con el POW-R Dithering, uno de los más reconocidos en el mercado.

## **4.3 ANALISIS DE LOS MASTERS**

### **4.3.1 ANALISIS DE ESPECTRO Y NIVEL**

Al ya tener las cuatro diferentes masterizaciones, todas con versión estéreo y mono, se procedió a realizar los análisis de espectro y nivel de cada una de ellas en el Spectrafoo (ver Anexos E-L)

Para analizar las cuatro masterizaciones en sus dos versiones cada una se compararon los resultados de nivel entre cada una de ellas.

Para poder comparar los resultados obtenidos en las cuatro alternativas y analizar que tan efectivo fue el proceso de masterización en cada una de ellas se realizaron análisis de dos temas incluidos en dos de los discos reconocidos como dos de las mejores masterizaciones de Rock/Pop de todos los tiempos por los mejores ingenieros de masterización. Estas dos fueron:

- “Lovely Rita” incluida en el album de 1966 “Sgt Pepper’s Lonely Hearts Club Band” de la banda The Beatles.
- “Money” incluida en el album de 1973 “The Dark Side of the Moon” de la banda Pink Floyd. Masterizada por Doug Sax en The Mastering Lab Hollywood, CA.

También se hizo el análisis de la misma canción utilizada en esta tesis en su versión de CD masterizado digitalmente.

El último análisis que se hizo con la intención de comparar los resultados de esta tesis fue el de un tema incluido en uno de los álbumes de Rock mas comprimido, distorsionado y desbalanceado a nivel de frecuencia de la última década. Este tema fue:

- Californication incluido en el álbum de 1999 “Californication” de Red Hot Chili Peppers”. Masterizado por Vlado Meller en Sony Music Studios New Cork, NY



#### 4.3.2 COMPARACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados de nivel en **dbFS** fueron los siguientes:

	Valor Pico L	Valor Pico R	Valor Pico RMS L	Valor Pico RMS R	Valor Promedio RMS L	Valor Promedio RMS R
<b>Cadena 1 (Q10-L2)</b>	-1.16	-0.7	-10.11	-8.53	-15.61	-14.22
<b>Cadena 1 (Q10-L2) Mono</b>	-0.26	-0.26	-8.58	-8.58	-13.39	-13.39
<b>Cadena 2 (Q10-Bias)</b>	-2.82	-2.22	-9.97	-8.8	-15.9	-14.78
<b>Cadena 2 (Q10-Bias) Mono</b>	-1.54	-1.54	-9.27	-9.27	-13.61	-13.61
<b>Cadena 3 (LinPhEq-L2)</b>	-0.52	-0.45	-9.1	-8.65	-15.85	-13.32
<b>Cadena 3 (LinPhEq-L2) Mono</b>	-0.22	-0.22	-8.35	-8.35	-13.46	-13.46
<b>Cadena 4 (LinPhEq-Bias)</b>	-2.1	-2.02	-9.51	-8.78	-16.14	-14.02
<b>Cadena 4 (LinPhEq-Bias) Mono</b>	-1.61	-1.61	-9.12	-9.12	-12.5	-12.5
<b>Mezcla (LP)</b>	-8.28	-8.54	-16.86	-17.1	-24.47	-24.62
<b>Im a Loser (Beatles for Sale CD EMI)</b>	-2.55	-2.37	-10.8	-10.61	-14.72	-14.53
<b>Lovely Rita (Sgt Pepper CD EMI)</b>	-1.65	-2.25	-9.63	-9.32	-15.22	-14.38
<b>Money (The Dark Side of the Moon CD)</b>	-1.08	-0.46	-8.94	-8.72	-13.69	-12.88
<b>Californication (Californication CD)</b>	0	0	-1.4	-1.49	-5.9	-5.77

*Tabla 4. Tabla de niveles finales en **dbFS** de todas las alternativas.*

Como se puede ver en el análisis, las cuatro cadenas propuestas arrojan resultados bastante similares, pero se logra observar que el L2 es un poco más potente que el Bias Squeeze en los valores promedio sin generar distorsión. Ningún valor pico supera -0.2 db, lo cual asegura que en ningún momento la señal está llegando al punto de distorsión. Los valores pico RMS son bastante similares en todas las cadenas y alcanza a haber un promedio de 5 a 6 db entre el valor pico RMS y el valor promedio RMS. La diferencia entre las cuatro alternativas no es tan significativa, ya que los procesos aplicados en cada una de las etapas fueron muy parecidos.

Se puede ver que las cuatro masterizaciones a las cuales no se les incluyó el simulador de estereo obtuvieron niveles entre 1 y 2 db más altos. Esto es consecuencia de que toda la energía está concentrada en el centro, hablando del balance espacial, mientras que la simulación de estereo reparte la energía en forma distinta para los dos canales (ver ANEXOS E-L).

La relación promedio a pico de la señal antes del proceso de masterización es de aproximadamente 16 db como se puede ver en la tabla y la relación promedio a pico de la señal luego de ser masterizada en las cuatro cadenas es de aproximadamente 14 db. El valor promedio incrementó pero en ningún momento las dinámicas originales del tema fueron afectadas significativamente, puesto que la relación promedio a pico disminuyó en solo dos decibeles.

Si se observan los niveles que resultaron de los temas “Lovely Rita”, “Money” y la versión CD de “I’m a Loser”, se puede apreciar que manejan un valor promedio RMS de entre -14 y -12 dbFS y valores pico RMS de entre -8 y -10 dbFS (ver ANEXOS M Y N). Los resultados obtenidos en cada una de las cuatro alternativas propuestas en este trabajo están dentro de los parámetros obtenidos de los temas “Lovely Rita” y Money”.

Por otro lado los resultados obtenidos del análisis del tema “Californication” muestran claramente porque es considerado un tema con exceso de compresión, sin dinámicas, y con distorsión en algunas secciones. Su nivel pico llega -0.1 dbFS, su valor promedio RMS está en aproximadamente -6 dbFS y su valor pico RMS está en -1.4 dbFS. El valor pico RMS está apenas a un decibel del valor pico total. Esta canción tiene apenas 6 db de relación promedio a pico, lo cual reitera el poco dinamismo y la compresión exagerada que resultó de su proceso de masterización. Este es un ejemplo claro de lo que está resultando de la guerra de niveles y no debe ser así (ver ANEXO O). La relación promedio a pico debería ser de por lo menos del doble de lo que se está manejando en este tema.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta tesis se centro en temas de Rock y Pop ya que estos son los estilos que mas se prestan para ser comprimidos exageradamente con aparentemente nada malo en el resultado y son los que hoy en día logran los niveles más altos. Estilos musicales como el Jazz, Reggea o la música clásica, entre otros, no aceptan tanta compresión y sus procesos de masterización deben ser diferentes.

La guerra de niveles y el exceso de compresión en procesos de masterización están arruinando el concepto de música que debería existir. La existencia de una inconformidad por una gran mayoría de ingenieros con gran trayectoria en el campo de la masterización con respecto a los excesivos niveles de hoy en día, hace que todos aquellos que estemos involucrados en procesos de ingeniería de sonido seamos conscientes que lo único que se esta haciendo es deteriorar la música.

Existen muchas maneras de masterizar, de hecho cada ingeniero a través de los años va adoptando su manera específica de llegar a un muy buen master. Así como existen hoy en día discos sin dinámicas, con distorsión y bastante comprimidos, también existen discos masterizados por grandes ingenieros consientes que esto no es una competencia para ver quien logra dejar su nivel promedio RMS mas cerca a los 0.0 dbFS. Los procesos que estos ingenieros llevan a cabo son totalmente validos y lo demuestran con la calidad de sus productos.

Esta tesis propuso solo una manera de llevar a cabo un proceso de masterización partiendo de una de las peores situaciones que un ingeniero puede afrontar: una señal de bajo nivel, antigua y con bastante ruido. Se demostró que esta señal pudo llegar a los mismos niveles que tienen masterizaciones reconocidas alrededor del mundo. Es casi imposible que una grabación de hoy en día, por mal que pueda estar llegue a su proceso de masterización en tan mal estado como la que se uso en este trabajo. Por esta razón los procesos que se usaron en esta tesis se pueden definir como el limite de lo que se debe hacer.

La parte más complicada fue la reducción del ruido donde cada uno de los procesos que se uso se llevó al límite sin sacrificar señal limpia. Con la llegada de la grabación a 24 bits es muy raro que un ingeniero de hoy tenga que usar reductores de ruido y mucho menos al nivel que se usaron en este proyecto.

El simulador de estéreo que se uso para este trabajo es un procesador que muy rara vez se usa en la actualidad. Puede ser útil en la mezcla, donde se trabaja bastante con señales monofónicas. Fue interesante tener una mezcla de Los Beatles de 1964 en una versión semi-estéreo aunque el simulador hace que la señal pierda aproximadamente dos decibeles.

Tener al ecualizador como reductor de frecuencias molestas y apoyo para el compresor multibanda fue algo realmente clave en el éxito de la masterización. La labor del compresor multibanda fue de balancear la señal a nivel de frecuencia, al mismo tiempo que elevaba el nivel de toda la mezcla y especialmente las frecuencias altas y bajas. De este modo el compresor estaba funcionando como ecualizador y compresor al mismo tiempo, razón por la cual la labor del ecualizador fue eliminar todas las frecuencias molestas que existían y todas aquellas que se acentuaron a causa del compresor.

El nivel de umbral del compresor (**threshold**) a cualquier frecuencia no debe estar por debajo del valor promedio RMS de la mezcla y la relación de compresión debe ser muy leve (menor de 2:1) para evitar cambios drásticos en las dinámicas. La compresión en cualquier proceso de masterización de Rock y Pop debe ser exclusivamente de alto nivel.

Los procesos de maximización no deben superar niveles de umbral de -7.0 db, sobretodo si señal viene comprimida como fue el caso de este trabajo donde la señal venia del compresor multibanda. Siempre debe existir un limitador que no permita que cualquier pico sobrepase de -0.2 db como mínimo. Esto evita que la señal llegue al punto de distorsión en cualquier instante de tiempo.

Se demostró que el proceso propuesto llevo la señal a niveles pico, pico RMS y promedio RMS de aproximadamente -1.0 db, -9 db y -14 dbFS, respectivamente. Estos niveles no

afectan el dinamismo de la mezcla y en ningún momento permiten distorsión. Esta clara la gran diferencia que existe en una buena masterización y una masterización totalmente comprimida y llevada al límite (Californication).

El proceso propuesto en este proyecto logro resultados satisfactoriamente cercanos a los de dos de las masterizaciones mas reconocidas a nivel mundial (Sgt Pepper & The Dark Side of the Moon), lo cual demuestra que si se pueden establecer pautas que conduzcan a un muy buen producto sonoro.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **LIBROS**

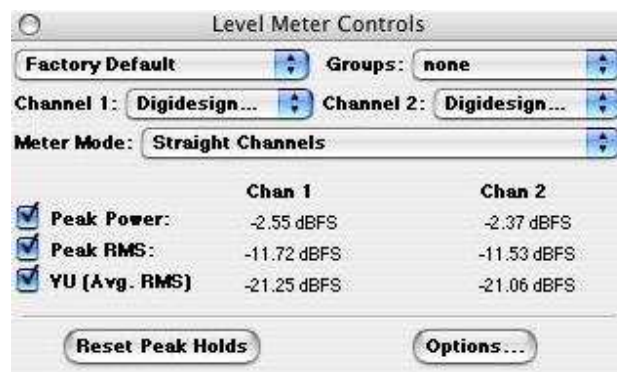
1. MILES HUBER, David; (2001) Modern Recording Techniques; Fifth Edition; Focal Press.
2. KATZ, Bob; The Secrets of the Mastering Engineer.
3. KATZ, Bob; Mastering Audio: (2002) The Art and the Science; Focal Press.
4. OWSINSKI, Bobby; (2000) The Mastering Engineer's Handbook; Mix Books.
5. OWSINSKI, Bobby; (2000) The Mixing Engineer's Handbook; Mix Books.
6. KEFAUVER, Alan P. (1999) Fundamentals of Digital Audio; A-R Editions.
7. KIRK, ROSS & HUNT, ANDY; (1999) Digital Sound Processing for Music and Multimedia; Focal Press.

### **INTERNET**

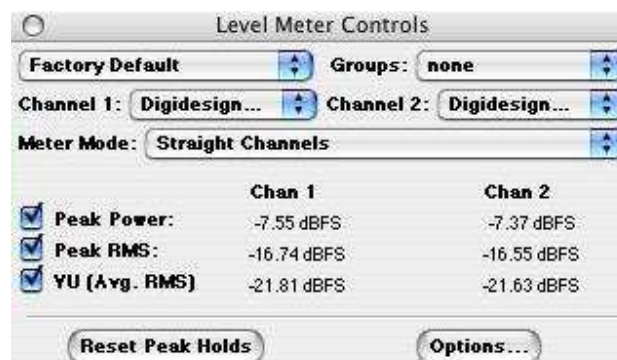
1. [www.digido.com](http://www.digido.com)
2. [www.waves.com](http://www.waves.com)
3. [www.ikmultimedia.com](http://www.ikmultimedia.com)
4. [www.elementalaudio.com](http://www.elementalaudio.com)
5. [www.bias-inc.com](http://www.bias-inc.com)
6. [www.digidesign.com](http://www.digidesign.com)

ANEXO A. MEDICION DE COMPORTAMIENTO DE LOS ECUALIZADORES Q10 Y  
LINEAR PHASE EQ

Señal sin ecualizar



Señal ecualizada -5 db con Q10



Señal ecualizada -5 db con Linear Phase Eq

The screenshot shows a 'Level Meter Controls' window with the following settings and data:

- Factory Default: Factory Default
- Groups: none
- Channel 1: Digidesign...
- Channel 2: Digidesign...
- Meter Mode: Straight Channels

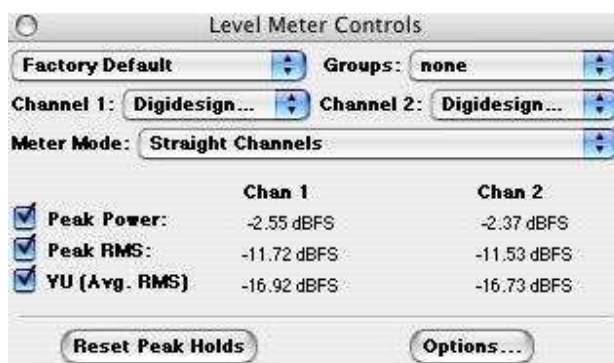
	Chan 1	Chan 2
<input checked="" type="checkbox"/> Peak Power:	-8.21 dBFS	-8.01 dBFS
<input checked="" type="checkbox"/> Peak RMS:	-16.26 dBFS	-16.08 dBFS
<input checked="" type="checkbox"/> YU (Avg. RMS)	-22.84 dBFS	-22.66 dBFS

Buttons: Reset Peak Holds, Options...

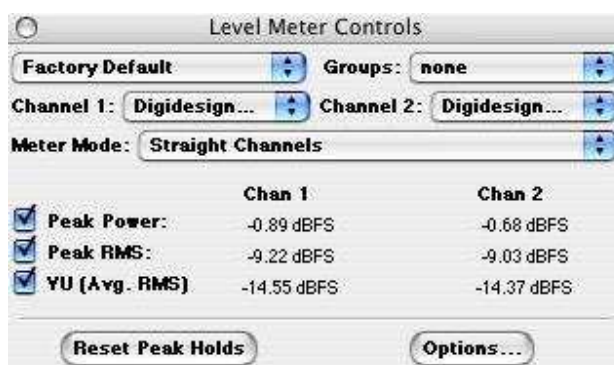


## ANEXO B. MEDICION DE COMPORTAMIENTO DE LOS COMPRESORES MULTIBANDA C4 Y LINEAR PHASE MULTIBAND

Señal comprimida con el LinMB



Señal sin comprimir



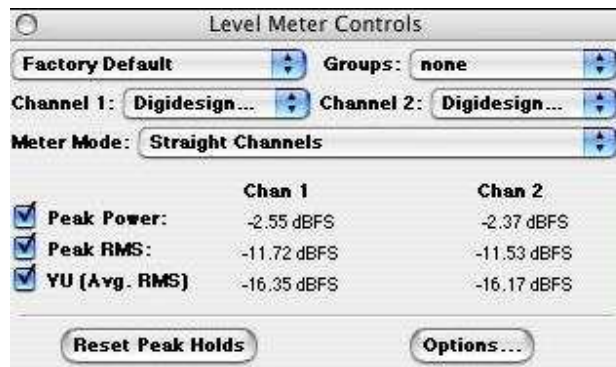
## Señal comprimida con el C4

The screenshot shows a software window titled "Level Meter Controls". It features several dropdown menus and a data table. The "Factory Default" dropdown is set to "Factory Default", "Groups" is "none", "Channel 1" and "Channel 2" are both "Digidesign...", and "Meter Mode" is "Straight Channels". The data table below shows three rows of metrics for two channels, with checkboxes on the left. At the bottom, there are "Reset Peak Holds" and "Options..." buttons.

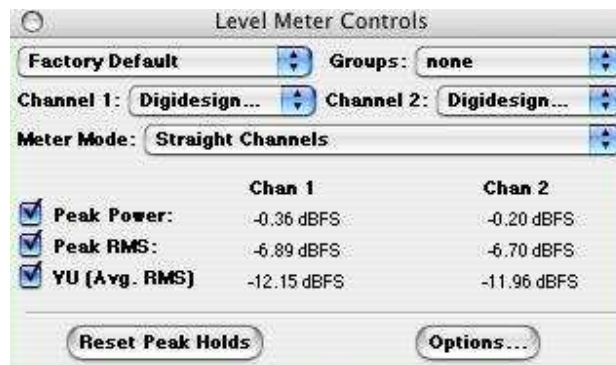
	Chan 1	Chan 2
<input checked="" type="checkbox"/> Peak Power:	-4.72 dBFS	-4.59 dBFS
<input checked="" type="checkbox"/> Peak RMS:	-14.79 dBFS	-14.60 dBFS
<input checked="" type="checkbox"/> YU (Avg. RMS)	-18.48 dBFS	-18.31 dBFS

ANEXO C. MEDICION DE COMPORTAMIENTO DE LOS LIMITADORES  
MAXIMIZADORES L2 Y BIAS SQWEEZ

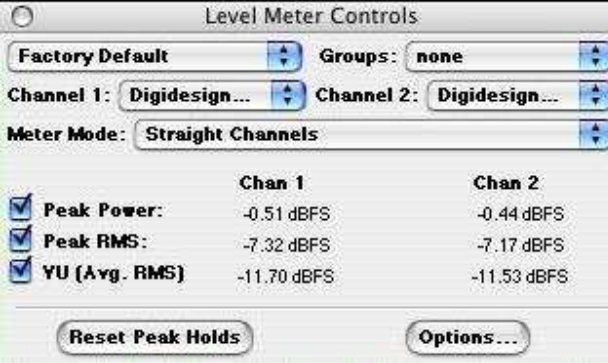
Señal sin maximizar



Señal maximizada con L2



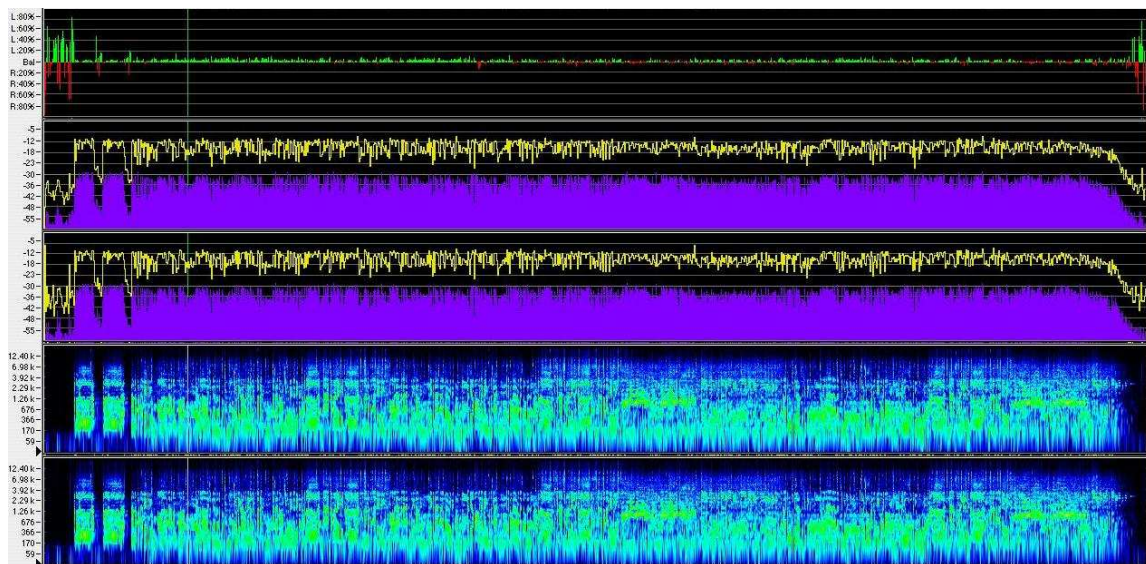
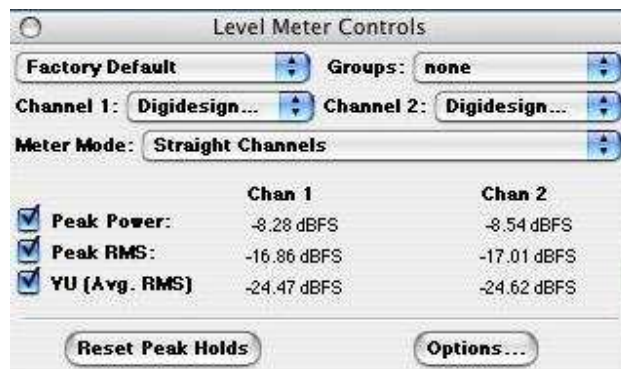
## Señal maximizada con Bias Sqweez



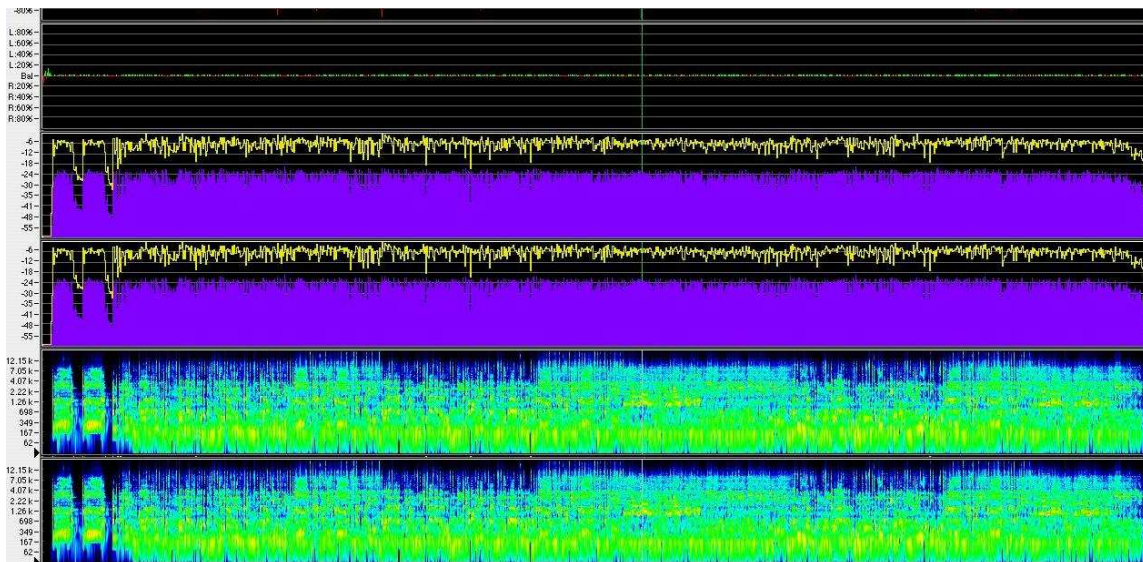
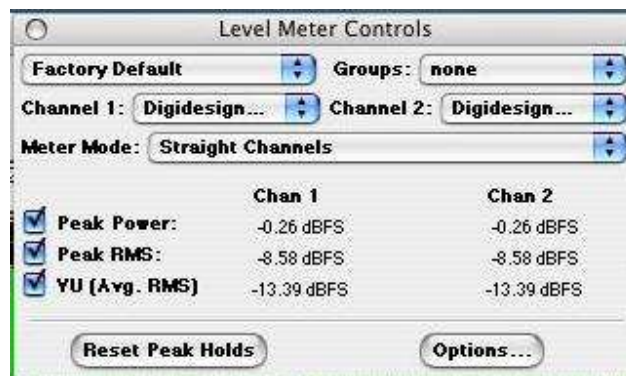
The screenshot shows a software interface titled "Level Meter Controls". It features several dropdown menus and a table of signal levels. The "Factory Default" dropdown is set to "Factory Default", "Groups" is "none", "Channel 1" and "Channel 2" are both "Digidesign...", and "Meter Mode" is "Straight Channels". The table below shows three rows of data for two channels, with checkboxes on the left. At the bottom, there are two buttons: "Reset Peak Holds" and "Options...".

	Chan 1	Chan 2
<input checked="" type="checkbox"/> Peak Power:	-0.51 dBFS	-0.44 dBFS
<input checked="" type="checkbox"/> Peak RMS:	-7.32 dBFS	-7.17 dBFS
<input checked="" type="checkbox"/> YU (Avg. RMS)	-11.70 dBFS	-11.53 dBFS

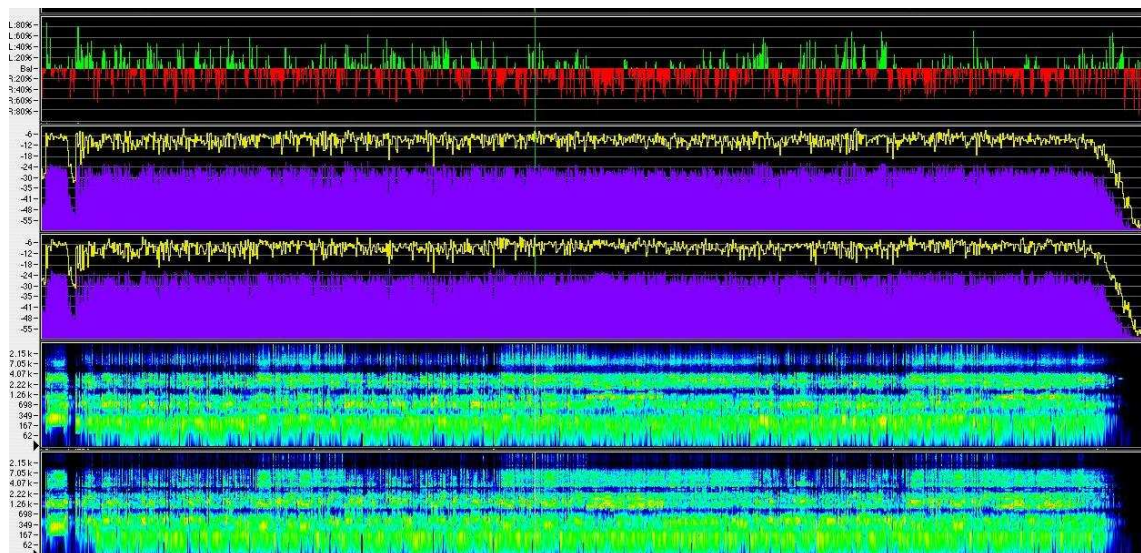
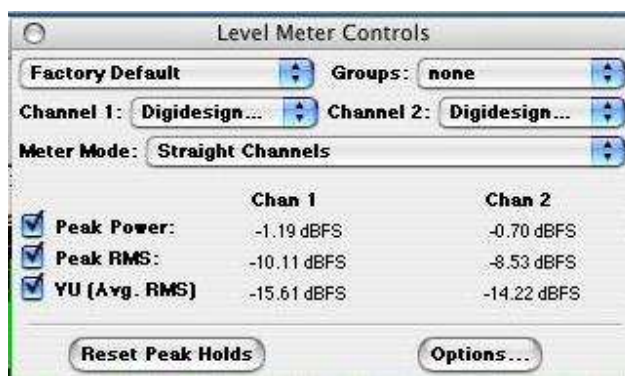
ANEXO D. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DEL TEMA “IM A LOSER” ANTES DE MASTERIZAR



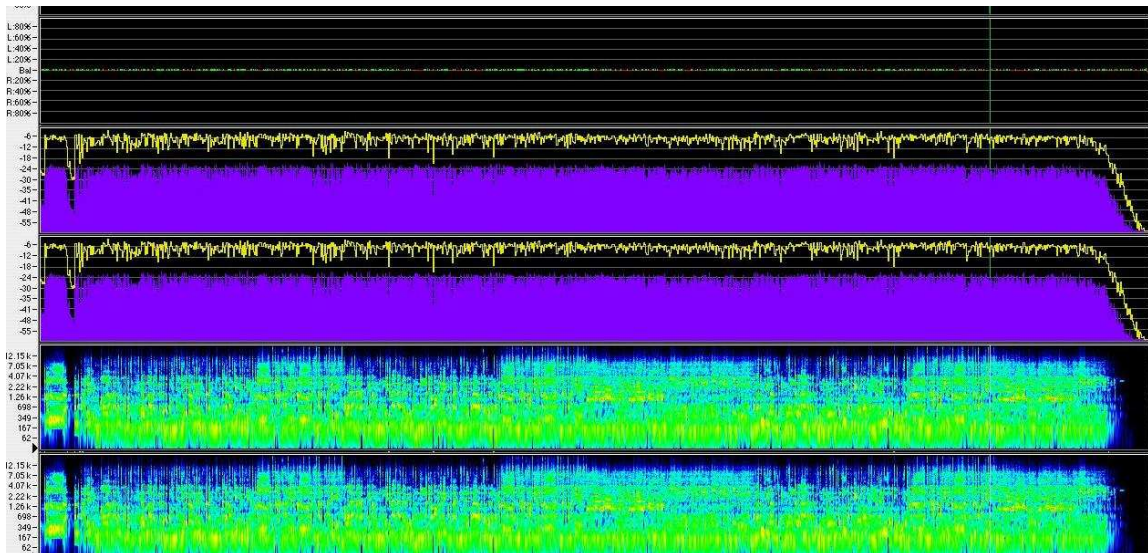
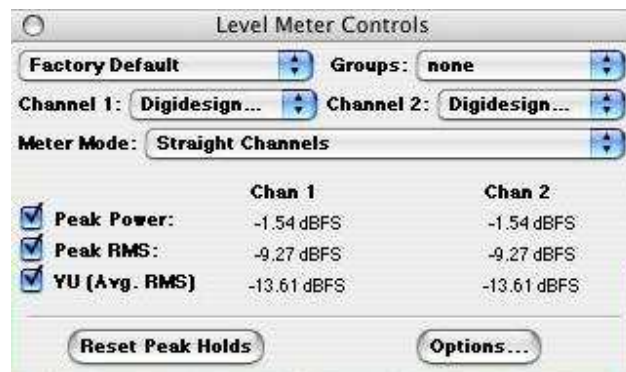
ANEXO E. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA PRIMERA CADENA EN MONO (Q10-L2)



ANEXO F. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA PRIMERA CADENA EN ESTEREO (Q10-L2)

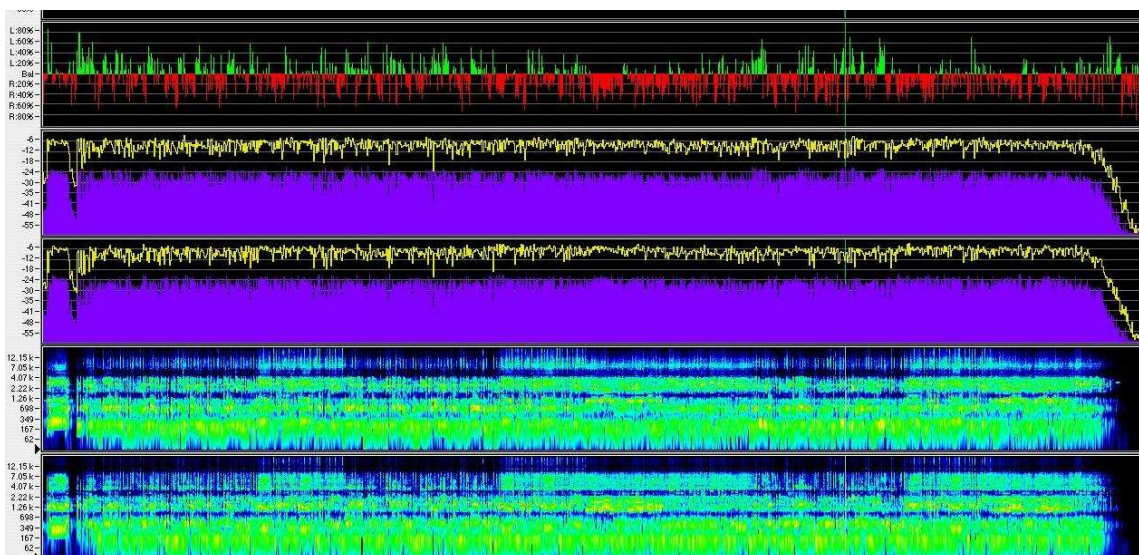
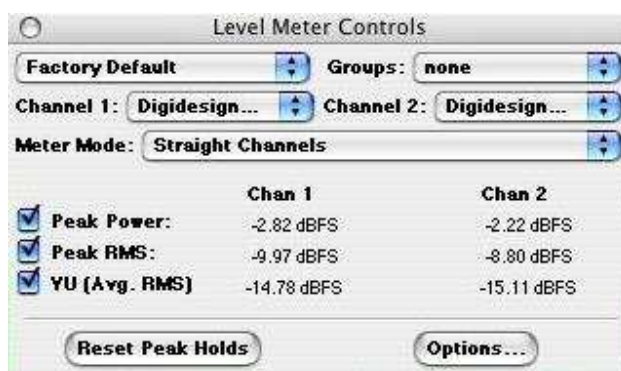


ANEXO G. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA SEGUNDA CADENA EN MONO (Q10-BIAS SQWEEZ)

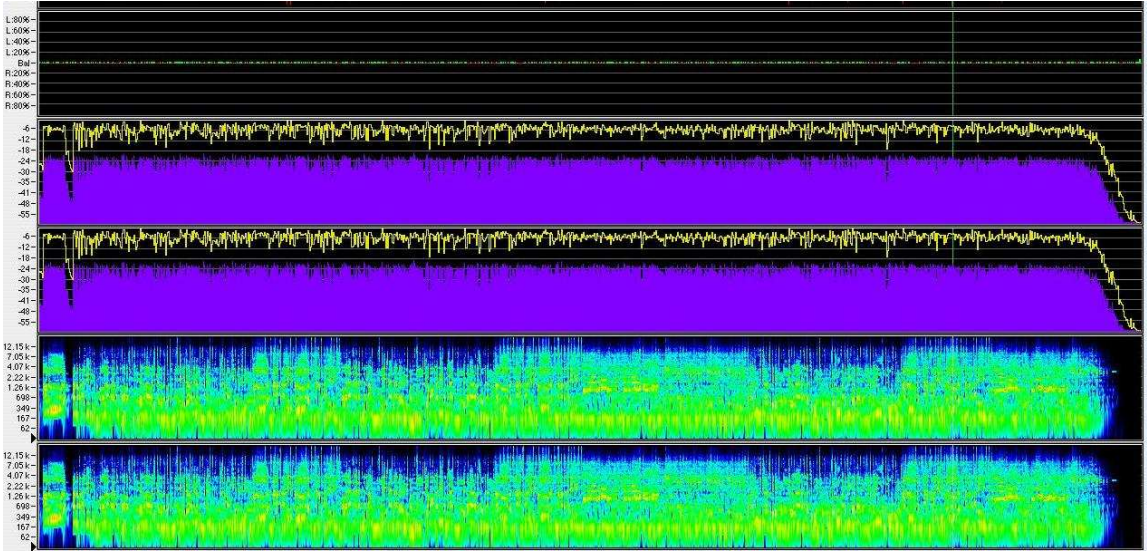
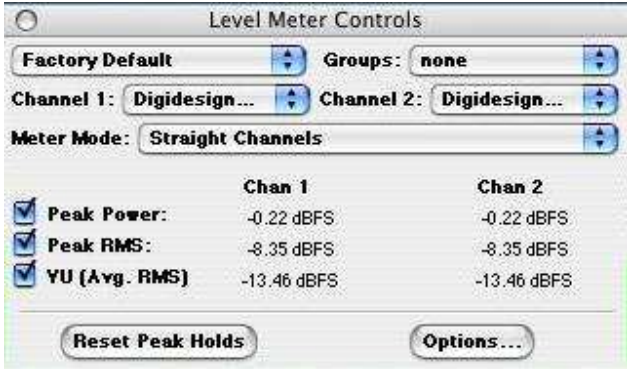




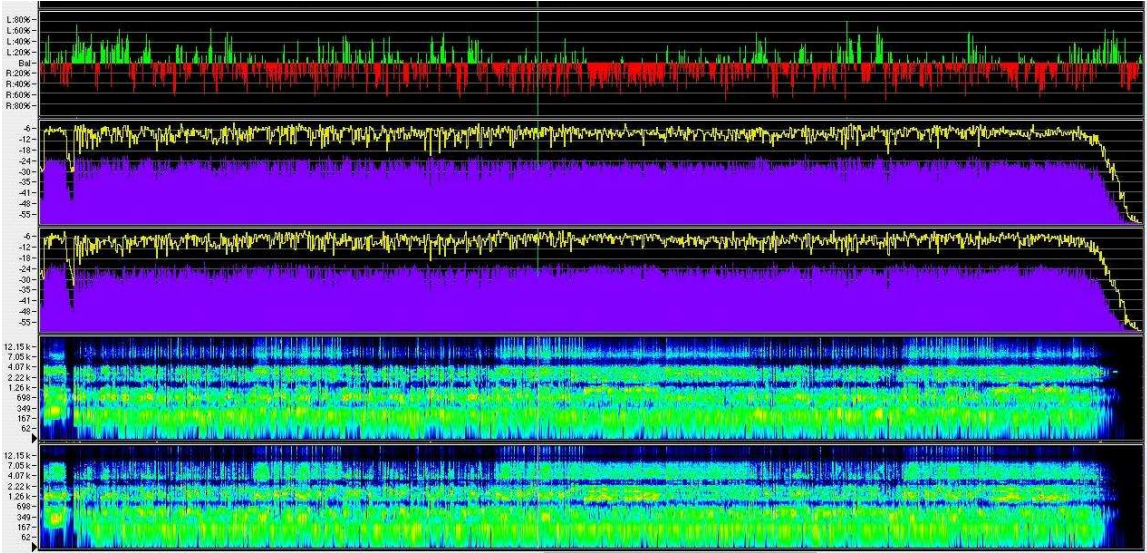
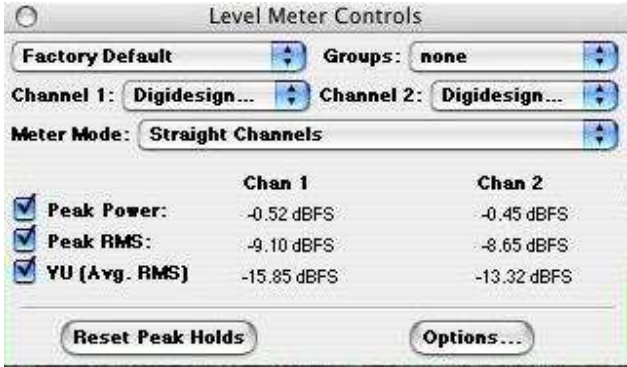
ANEXO H. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA SEGUNDA CADENA EN ESTEREO (Q10-BIAS SQWEEZ)



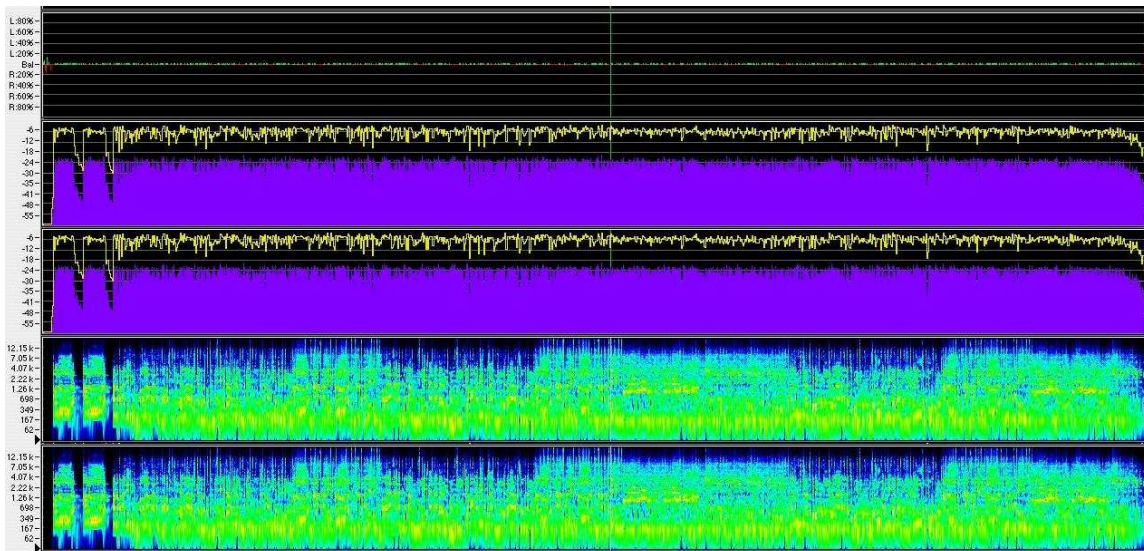
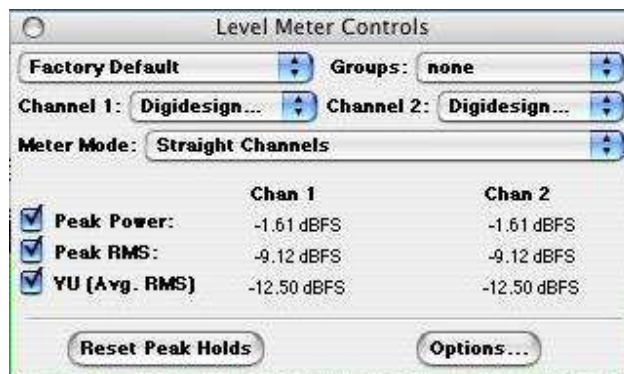
ANEXO I. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA  
TERCERA CADENA EN MONO (LINEAR PHASE EQ-L2)



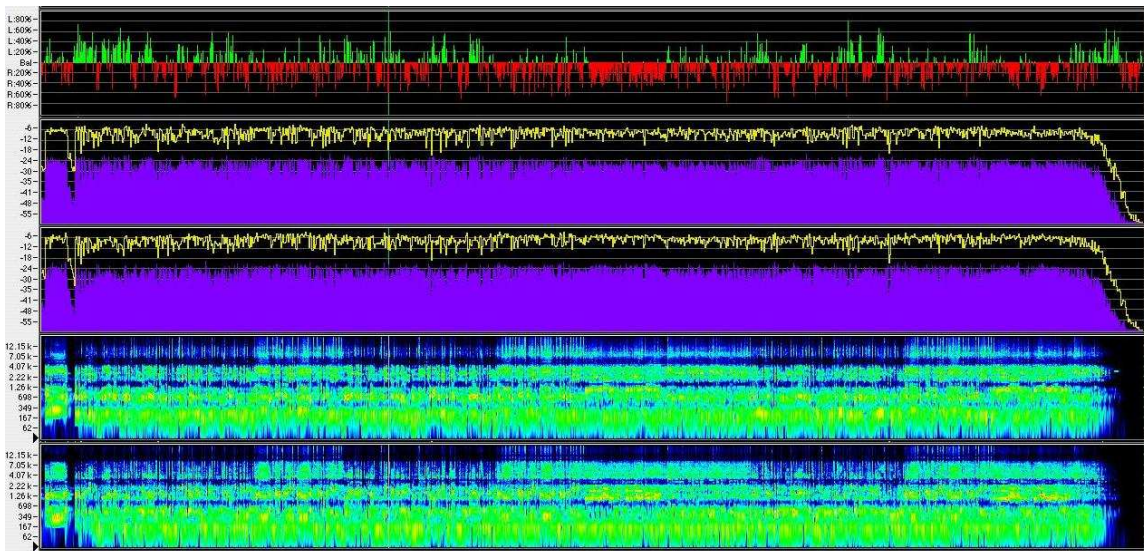
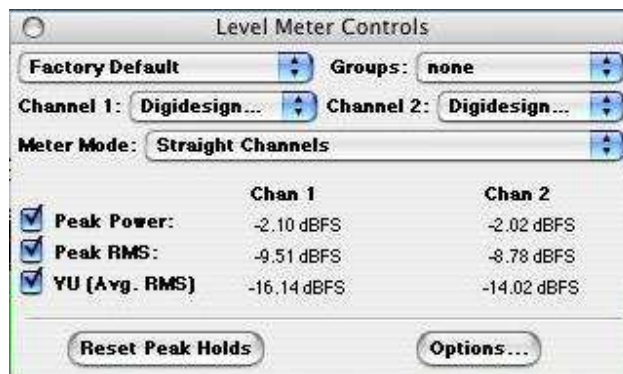
ANEXO J. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA  
TERCERA CADENA EN ESTEREO (LINEAR PHASE EQ-L2)



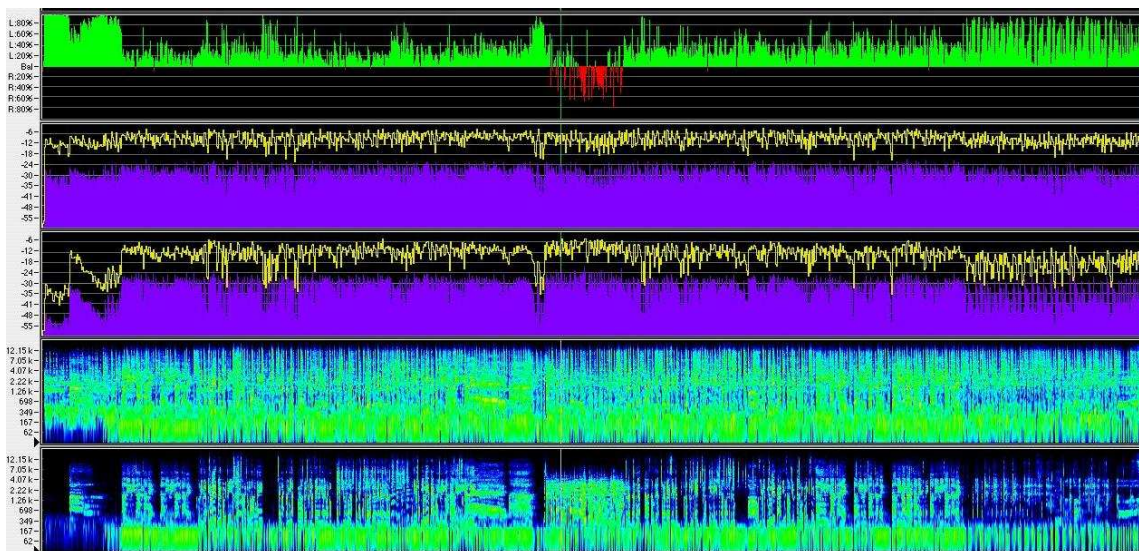
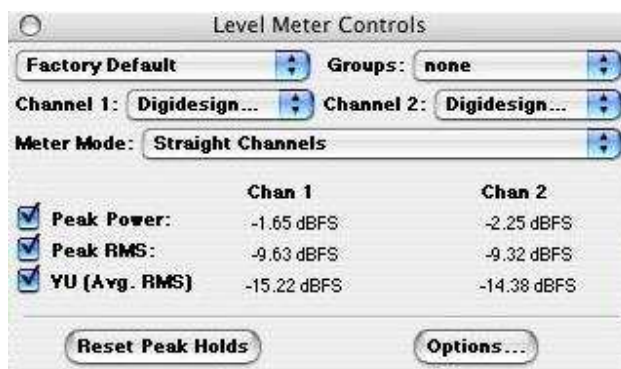
ANEXO K. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA CUARTA CADENA EN MONO (LINEAR PHASE EQ-BIAS SQWEEZ)



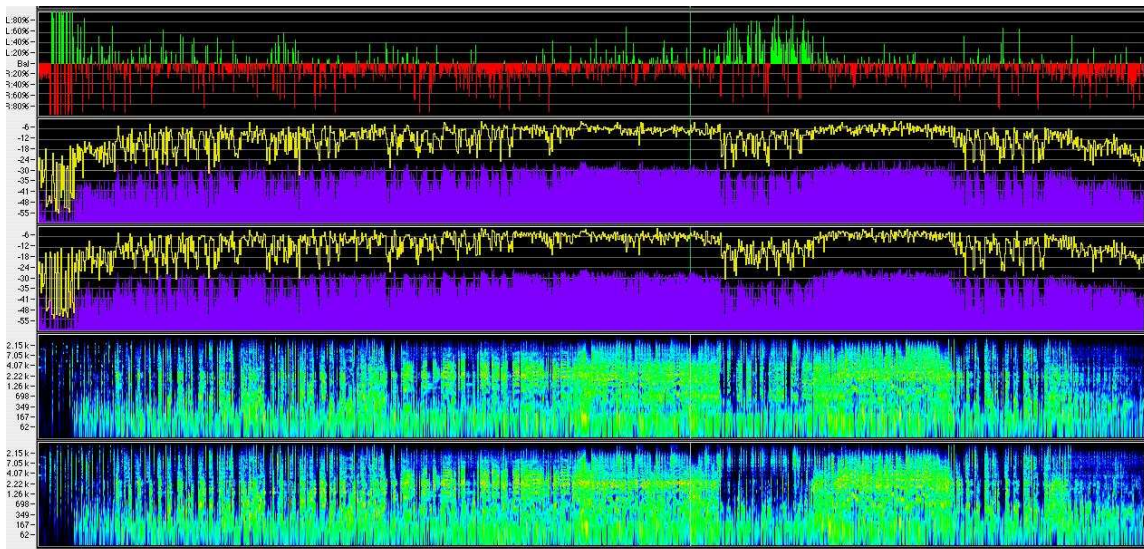
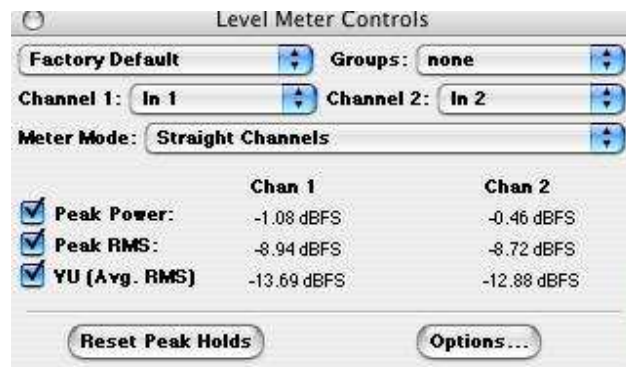
ANEXO L. RESULTADOS DE MEDICION DE NIVEL Y ESPECTRO DE LA CUARTA CADENA EN ESTEREO (LINEAR PHASE EQ-BIAS SQWEEZ)



ANEXO M. RESULTADOS DE LA MEDICION REALIZADA AL TEMA “LOVELY RITA” PERTENECIENTE AL ALBUM “SGT PEPPER’S LONELY HEARTS CLUB BAND.



ANEXO N. RESULTADO DE LA MEDICION REALIZADA AL TEMA “MONEY”  
INCLUIDO EN EL ALBUM “THE DARK SIDE OF THE MOON”



ANEXO O. RESULTADO DE LA MEDICION REALIZADA AL TEMA  
“CALIFORNICATION” INCLUIDO EN EL ALBUM “CALIFORNICATION” DE LOS  
RED HOT CHILI PEPPERS

