

## Clase 15: Técnicas de Ecuación aplicadas a la mezcla

La palabra *ecualización* etimológicamente deriva de *igualar* el espectro de un sonido grabado (o procesado) con su fuente original. Sin embargo, el ecualizador ha cobrado también otro importante rol: el de definir una estética sonora. La utilización del ecualizador con fines artísticos otorga una gran riqueza musical, y permite tener un mejor dominio en la suma de sonidos de una mezcla, y que cada uno de ellos obtenga su lugar y la sonoridad adecuada.

### El espectro audible

Al ya conocido espectro audible le haremos una división subjetiva en cinco bandas de frecuencias, tal cual muestra la Figura 1.

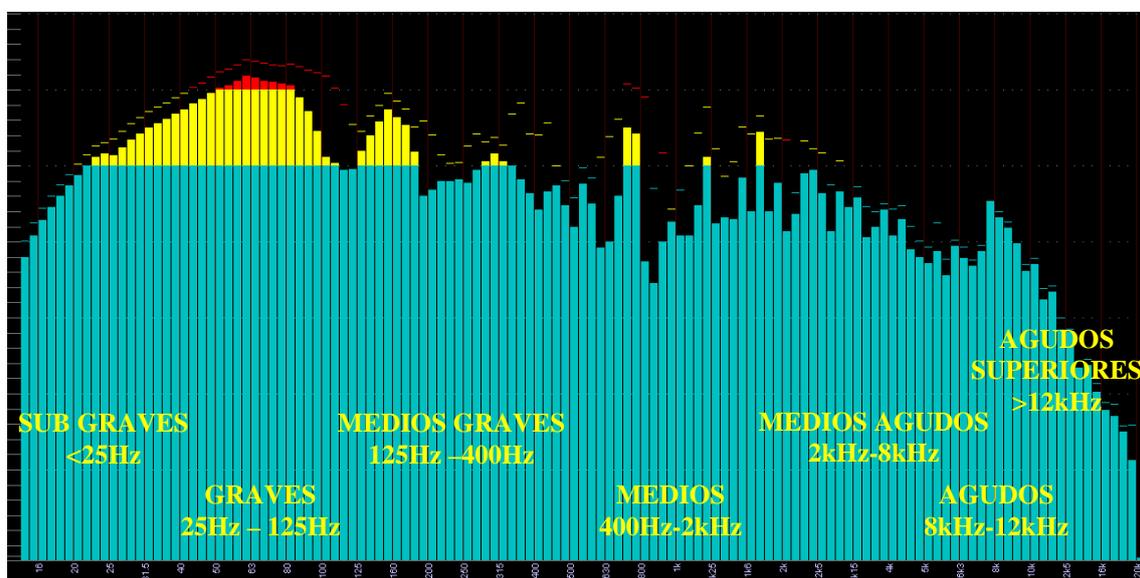


Fig. 1 – División subjetiva de bandas de frecuencias según altura tonal

### Sub Graves ( $f < 25\text{Hz}$ )

La banda de sub-graves presenta varias dificultades: en primer lugar, la imposibilidad de ser reproducida por la mayoría de los sistemas de sonido (y en el caso de poder ser reproducida, que los niveles de distorsión armónica sean bajos); en segundo lugar, el desplazamiento de continua.

La nota musical más grave que conocemos corresponde al La de la octava cero, correspondiente a 27.5Hz, lo que denota que en esta banda no tendremos información musical. Sin embargo, subarmónicos de ciertos instrumentos, efectos sonoros y *golpes* estarán presentes en este sector, y será de vital importancia entonces “guardarla” únicamente para estos eventos, ya que el

resto de las posibles señales de esta banda puedan ser espurias y necesariamente deban ser removidas.

El desplazamiento de corriente continua (el famoso *DC offset*,  $f=0\text{Hz}$ ) es otro de los artefactos sonoros que se presentan en esta banda. La asimetría respecto a polaridades positivas y negativas puede presentar en primer lugar un desplazamiento en el parlante-transductor, así como una mínima reducción del rango dinámico, especialmente en el dominio digital. Es por ello que es muy importante dejar nuestras señales libres de frecuencias ultra bajas o de  $0\text{Hz}$ . La forma más común de verse en analizadores de espectro es como muestra la Figura 2. Esto es debido a que el ancho de la ventana del analizador no logra ser realmente de  $1/12$  de octava a frecuencias tan bajas. De ahí también podemos deducir que la veracidad del análisis espectral a tiempo real para eventos sonoros no periódicos en dicha banda es muy cuestionable y debe realizarse con criterio.

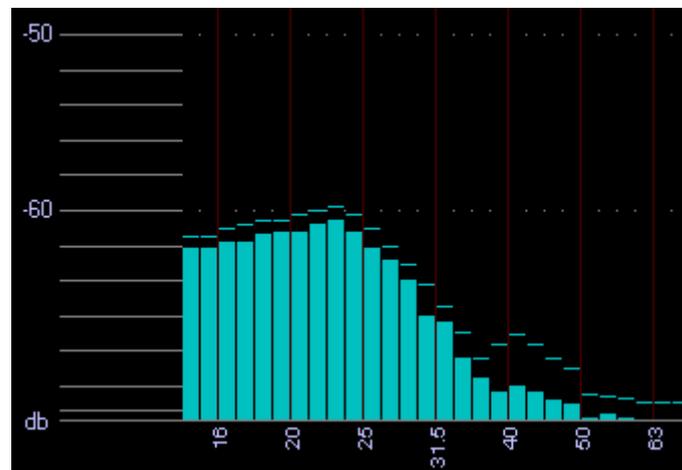


Fig. 2 - Desplazamiento de continua

### Graves ( $25\text{Hz} < f < 125\text{Hz}$ )

En esta banda se encuentran las notas más graves. Aquí se destacan el peso de las cuerdas más graves del piano, bajo y contrabajo, y el golpe de instrumentos de percusión, como el tom de piso y -obviamente- el bombo. Es de gran importancia guardar esta zona únicamente para estos eventos. La mejor forma de ver esto es cuando en el analizador no se observan movimientos cercanos al sector de sub graves excepto en pasajes de bajo y golpes de percusión. Si el movimiento en dicha banda no coincide con la rítmica, es muy probable que haya componentes de bajas frecuencias provenientes de otros instrumentos, o que verdaderamente sean ruidos o espurias.

Esta es la banda que a su vez es más propensa a sufrir bombeos, y a generarlos en la mezcla general. Es por ello que conviene también guardarla para los fines anteriormente nombrados, y que cuanto menor duración tengan estos eventos, mejor. Si bien no siempre es ello posible, debido a que una línea de bajo no

necesariamente debe durar poco, esto es altamente recomendable para transitorios como golpes de bombo, donde es conveniente que no “canten” ni denoten altura tonal.

### **Medios Graves ( $125\text{Hz} < f < 400\text{Hz}$ )**

Esta es una de las bandas más complicadas. Por un lado, es la que otorga *calidez* a la mezcla, pero también es uno de los principales enmascarantes y causantes de opacidad. Esto se debe principalmente a que prácticamente todos los instrumentos poseen información espectral en dicha banda. Además, muchas de las fundamentales de la voz se encuentran aquí, y casualmente muchos de los errores acústicos de sala también. También suelen presentarse otros tipos de resonancias y formantes, donde muchas veces se marcan picos espectrales con anchos de banda muy pequeños. El *notch* y los cortes de campana fina son buenas herramientas para controlar todos estos inconvenientes.

### **Medios ( $400\text{Hz} < f < 2\text{kHz}$ )**

Esta banda comprende varias zonas, como la de las formantes de las vocales, y en particular la coloración del sonido “nasal” (a los alrededores de los 900Hz). Los ordenamientos de esta parte del espectro en lo que respecta a lo musical muchas veces dependen más de la composición y armonías que del ajuste del operador.

### **Medios Agudos ( $2\text{kHz} < f < 8\text{kHz}$ )**

Es el sector de mayor sonoridad. La inteligibilidad de la palabra se apoya en esta banda, debido a que las consonantes tienen gran composición espectral entre 2.5 y 5kHz. La sonoridad y el despeque de los parches también se ubican en esta banda, así como el pop de cuerdas de bajo y crudeza de las guitarras.

### **Agudos ( $8\text{kHz} < f < 12\text{kHz}$ )**

Ya no hay notas musicales en esta banda. Sin embargo se pueden identificar sin problemas diferencias de alturas tonales, que permitirán distinguir entre diferencias de percusiones agudas y matices en platillos. Entre el límite de esta banda y la de medios agudos ronda la sibilancia de las voces. Muchas saturaciones salen a la luz en esta banda, y otras tantas son opacadas por ella.

### **Agudos Superiores ( $f > 12\text{kHz}$ )**

Se la suele llamar “banda de aire”, porque el soplado del ruido inherente a cintas, cables y otros tantos factores se encuentra en esta banda. Muchos de los transientes, aunque no lo parezca, poseen composición espectral en este sector, y la supresión de estas frecuencias realmente modifica el timbre. Incluso está comprobado que la gran mayoría de los instrumentos producen armónicos de hasta 40kHz y más. Si bien muchas veces no todos los transductores pueden

reproducir frecuencias por encima de los 18kHz, el *roll off* de esta banda (la forma en que decrece su energía) puede “recrearse” en forma psicoacústica, y si la caída no es muy pronunciada, aunque no se perciban frecuencias por sobre los 16kHz, igual se notará un sonido rudo y digital, mientras que si cae suavemente, el sonido tendrá mayor calidez.

También se delatan en esta banda los compresores digitales y especialmente los ecualizadores digitales de mala calidad o poco muestreo, y no necesariamente con altos niveles de distorsión armónica.

## **Tipos de Filtros y su aplicación**

Los tipos de filtros y sus propiedades los hemos estudiado anteriormente, pero no la forma de aplicarlos. Básicamente solemos utilizar tres filtros: *campana* (paramétrico), *shelving* (graves o agudos) y *corte* (low-cut o high-cut). Sin embargo, hay otros tipos de filtros como los *notch*, *pasabandas*, y los no tan comunes filtros de *fase lineal* y *ecualizadores dinámicos*.

- **Campana (paramétricos)**

Cuentan con la ventaja de ser muy versátiles y ajustarse tanto a situaciones muy “quirúrgicas” como a rudimentarias. Si bien no siempre es así, es conveniente enfatizar con anchos de banda grandes (*Q bajo*) y sustraer con anchos de banda angostos (*Q alto*), para lograr mayor naturalidad. En este último caso, es el filtro ideal para localizar y atenuar resonancias indeseadas.

- **Shelving**

Ideales para definir colores a ambos extremos del espectro audible. Factores de calidad cercanos a 1 suelen ser los que suenan más naturales.

- **Cortes (low-cut o high-cut)**

Pasa-altos o pasa-bajos, ambos dependen de la topología del filtro. El más común de ellos es el Butterworth, aunque el Bessel también suele utilizarse en audio. El pasa-altos es muy conveniente a la hora de remover el desplazamiento de corriente continua, así como los artefactos sonoros de baja frecuencia. Un buen ordenamiento en la banda de graves deriva de utilizar este tipo de filtros en cada uno de los canales de la mezcla, destinando esta porción del espectro solamente a los eventos sonoros que realmente contienen información deseada en dicha banda.

El pasa-bajos suele utilizarse para reducir *soplidos* de ruido o quitarle rudeza y/o color digital al sonido, aunque no es del todo recomendable eliminar toda la información espectral de las bandas más agudas.

- **Notch**

Debido a que su función es netamente destructiva en lo que respecta a su banda de acción, se utiliza únicamente para remover frecuencias espurias. Es recomendable trabajar con anchos de banda pequeños.

- **Pasabandas**

Se utilizan tanto para “limpieza” como para crossovers, así como para detección en compresores con side-chain y ecualizadores dinámicos.

- **Ecualizadores de fase lineal**

Estos filtros poseen las mismas características que los anteriormente nombrados, con la salvedad de que no producen distorsión de fase. Esto es muy conveniente a la hora de sumar varios filtros y obtener un sonido cristalino, así como para trabajar con distintos tipos de filtro para cada canal estéreo y seguir teniendo buena compatibilidad mono. Los hay de técnicas de sobremuestreo o por algoritmos de FFT, pero siempre requieren gran calidad -y cantidad- de procesamiento y de recursos.

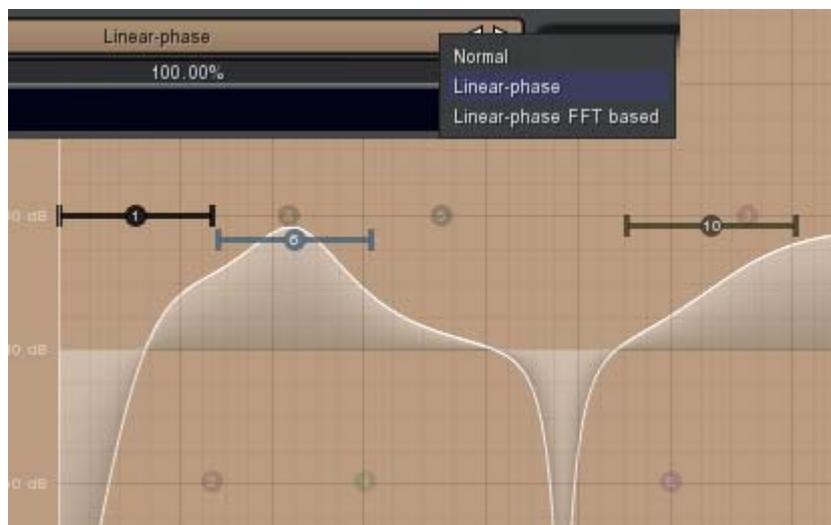


Fig. 3 - Ecualizador de fase lineal

- **Ecualizadores Dinámicos**

Son filtros que actúan solamente cuando se cruza o no un determinado umbral. El sistema de detección es similar al del compresor/expansor, y se ajustan a una determinada frecuencia y factor de calidad, donde comenzará a actuar al cruzar el umbral, con un máximo de reducción o énfasis dado por el ecualizador seteado, más allá de que el exceso de señal al *threshold* sea mayor. En la Figura 4 se muestra un ecualizador dinámico de fase lineal. Para la banda 1 se desea extraer como máximo 5dB, pero como la señal no excede en 5dB al umbral seteado que percibe el pasabanda que contrarresta a dicho ecualizador, la reducción no llegará al máximo. Para la banda 2 sí, entonces la reducción siempre será de 4dB, más allá de que el excedente de señal que cruza el umbral es mucho mayor a este valor. En el caso de la banda 4, realzará solamente cuando se cruce el umbral.

Los ecualizadores lineales no son tan comunes, pero es muy probable que se usen compresores con side-chain para emular este comportamiento. El caso más claro es el del de-esser, con el que se pueden utilizar combinaciones de filtros y comprimir ciertas bandas para lograr reducciones a partir de determinados niveles. Otros ecualizadores como los de la Figura 6 utilizan

compresión o expansión para atenuar o enfatizar, respectivamente. También poseen detección de umbral por sobre y debajo de este.

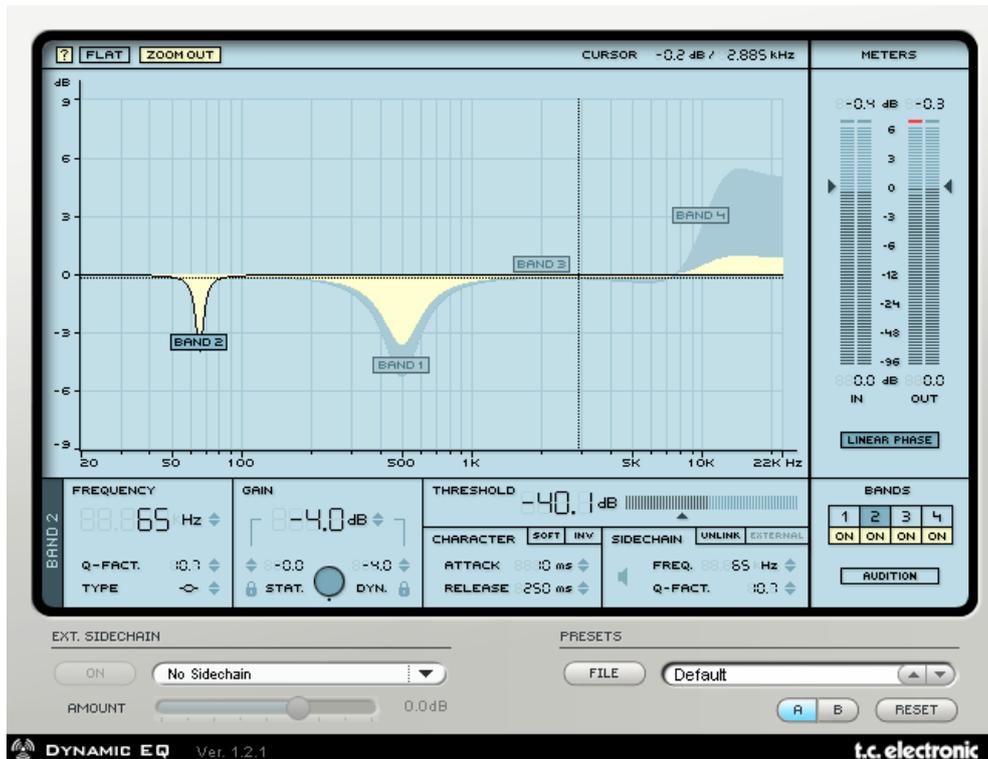


Fig. 4 – Ecuador dinámico

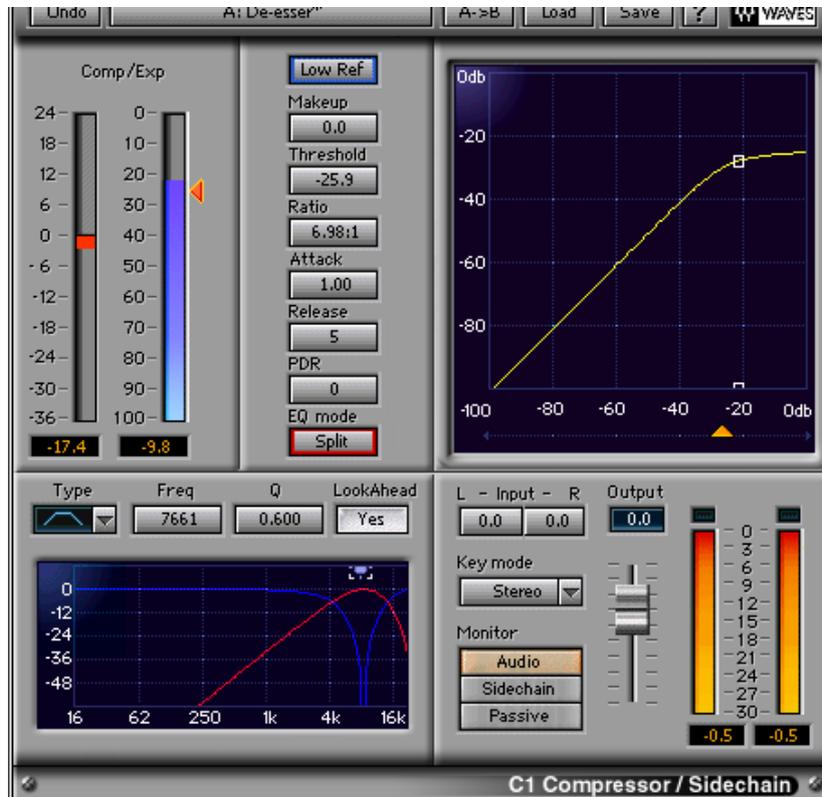


Fig. 5 – Side-chain Compressor utilizado como de-esser

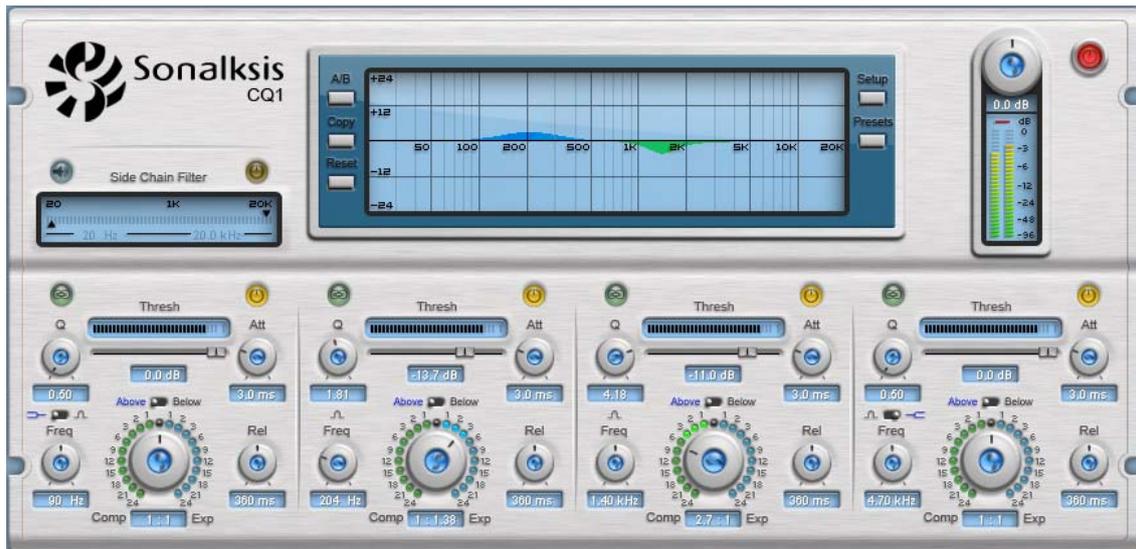


Fig. 6 – Ecuación dinámica no lineal a partir de compresores o expansores

## Diferencias entre ecualizadores

Es sabido que no todos los ecualizadores son iguales. Obviando las cuestiones de distorsión de fase, muchas veces un ecualizador suena “más cristalino” que otro, y sin embargo la función de transferencia que indica el filtro es la misma.

En el dominio digital, esto es debido a los algoritmos utilizados para realizar el filtro, y especialmente a la “rudeza” de la curva de acción, la cual se suele mejorar su efecto con técnicas de sobremuestreo (upsampling). Ecualizadores con sobremuestreos internos grandes ofrecen sonidos más agradables, especialmente en la banda de agudos, donde suelen delatarse los que tienen algoritmos más rudimentarios.

En el dominio analógico, la alinealidad de ciertos componentes hace que muchas veces la respuesta en frecuencia no sea la misma para determinados niveles de señal. Esto puede parecer un resultado indeseado, pero muchas veces esta alinealidad es muy buscada, y también muy bien pagada. Muchos ecualizadores digitales intentan simular estas alinealidades con fines estéticos.

## Técnicas de ecualización en mezcla

Una mezcla es un proceso creativo, lo que no debería estar condicionado por una determinada técnica o lineamiento. Sin embargo, a la hora de lograr la mayor inteligibilidad posible de los eventos sonoros, hay ciertos métodos que pueden brindarnos buenos resultados, tanto por separado como algunos de ellos combinados.

## Balance Espectral

- Una mezcla equilibrada con un “promedio” espectral similar al ruido rosa puede ser de gran ayuda y otorgar gran sonoridad. Este balance puede verse con claridad con analizadores de espectro con medidores de nivel RMS, tanto de intervalo de integración de tiempo corto (Figura 7) como de tiempo *infinito*. Sin embargo, no sólo eso a veces es necesario.
- Este balance debe ser considerado tanto para la señal mono como para los eventos sonoros paneados. Incluso el paneo puede permitir la clara distinción de dos eventos cuya información espectral sea muy parecida.
- Otra solución a este problema puede ser la ecualización levemente diferente de estos dos sonidos similares.
- No sólo basta con lograr el sonido buscado para cada instrumento o evento en particular, sino su ajuste una vez ubicado en la mezcla.

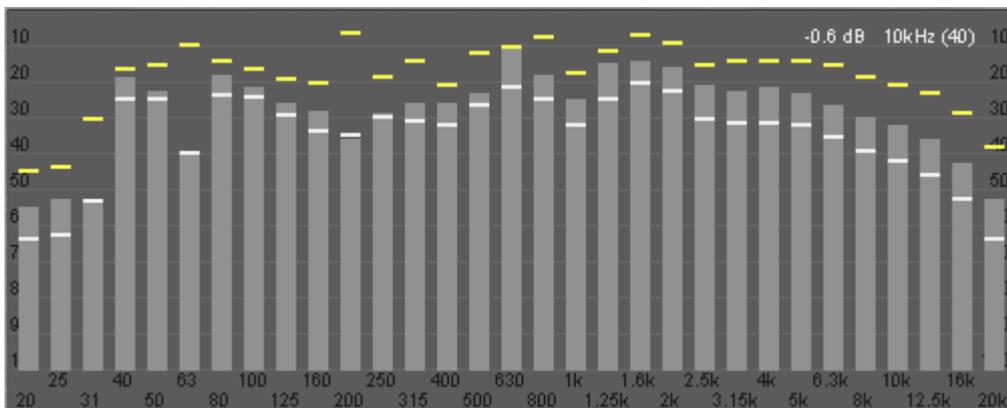


Fig. 7 - Valor RMS del espectro con intervalo corto, graficado por la línea blanca

## Ordenamiento en la banda de graves

- La banda de graves suele ser una de las más complicadas de reproducir, y su carga espectral debería estar destinada únicamente a eventos sonoros con información relevante en ella.
- Es de gran utilidad utilizar filtros pasa altos en cada canal, no sólo para remover el desplazamiento de continua sino para permitir mayor claridad en la suma en dicha banda, sólo en los eventos sonoros anteriormente mencionado.
- Suele ser conveniente ubicar a estos eventos en el centro de la mezcla, no sólo para sumar ambos canales como fuente a la hora de reproducirse, sino para lograr mayor inteligibilidad de los eventos más agudos, ya que éstos son los que más fácil denotan su precedencia y localización.
- En el caso de ubicar eventos con composición en baja frecuencia hacia los costados, no es mala estrategia utilizar cross-overs o convertidores de señal mono por debajo de una frecuencia en particular (Figura 8).

- La compatibilidad mono en baja frecuencia puede verse dañada si no hay una correcta alineación temporal de los eventos tomados en forma simultánea, o un correcto filtrado en las bajas frecuencias.



Fig. 8 - Control de imagen estéreo con convertidor de señal mono

### Ecualización Sustractiva

- Siempre es preferible sustraer que realzar.
- En la mayoría de los casos otorga mejores resultados atenuar con anchos de banda pequeños.
- El objetivo de esta técnica es la reducción de resonancias indeseadas y de densidades espectrales puntualizadas en ciertas bandas, lo que permite mayor claridad y evita el enmascaramiento de ciertas frecuencias no tan presentes.
- La implementación de ecualizadores dinámicos es de gran ayuda a la hora de no alterar en forma notoria ciertos timbres con atenuaciones excesivas en pasajes cuyos niveles no la requieren tanto.

### Ecualización por Bloques (o Ladrillos)

- La idea principal es destacar los rangos de frecuencias más importantes de cada evento sonoro y atenuar o eliminar aquellos que se verán enmascarados, para otorgar mayor claridad en la mezcla.
- Permite ubicar eventos que podrían ser potenciales competidores espectrales.
- Debe tenerse en cuenta que puede generar deterioro de la tímbrica, y que este problema puede delatarse en solos o pasajes muy bajos.
- Es de gran utilidad en grandes mezclas con gran variedad de eventos sonoros que requieren ser distinguidos todos a la vez.

### Ecualización Alineal

- Refiere a aquellos ecualizadores donde no siempre responden a la supuesta curva del filtro buscado, para todos los niveles de señal entrante.
- Claros ejemplos son los ecualizadores dinámicos o los compresores con cadena lateral. Obviamente también lo son los procesadores con

elementos no lineales como preamplificadores o ecualizadores valvulares, con elementos o soportes magnéticos, etc.

- Otorgan una coloración particular, las cuales en muchos casos resulta agradable al oído, desde un punto de vista cultural.
- Se puede aplicar tanto a eventos en particular como a una mezcla general. En este último caso, aporta un color y/o *personalidad* a la estética sonora obtenida.

### **Bibliografía**

Alton Everest, F. The Master Handbook of Acoustics, McGraw-Hill, 2001.

Tischmeyer, Friedeman. Internal Mixing, Tischmeyer Publishing, 2008.

Tribaldos, Clemente. Sonido Profesional, Editorial Paraninfo, 1993.