

Clase 6: Transitorios

Ahora que estamos familiarizados con el análisis espectral, vamos a estudiar algunos conceptos que nos servirán para explicar algunos fenómenos con los que convivimos todo el tiempo tanto en el dominio del audio como en el acústico, y nos apoyaremos fuertemente en su representación en las herramientas de medición para poder identificarlos.

Principio de indeterminación

También conocido como *Principio de Incertidumbre* o de *Heisenberg*, este postulado es una de las bases de la mecánica cuántica, el cual nos dice que si intentáramos medir la posición x de una partícula y en forma simultánea su cantidad de movimiento mv , no podríamos hacerlo con gran precisión. Se plantea entonces una ecuación $\Delta x \times \Delta mv \geq \frac{h}{2\pi}$ (h es la constante de Plank) que implica que si deseamos dejar a una partícula en una posición exacta x , o en una pequeña porción acotada del espacio Δx , esta tendrá una gran velocidad. Caso contrario, si deseamos que la partícula tuviera un movimiento muy lento, no podríamos decir con precisión dónde se encuentra en el espacio, ya que su Δx sería muy grande.

Muchos otros fenómenos de la física cuántica emplean modelos ondulatorios, pero éste en particular nos será de gran importancia, ya que tiene gran aplicación en el campo de la acústica: si hacemos unas pequeñas modificaciones, pero manteniendo la esencia de la ecuación, reemplazando Δx por Δt y Δmv por Δf podemos conseguir una expresión de la forma $\Delta t \times \Delta f \geq k$, donde podremos considerar $k=1$ para mejorar su comprensión. Queda entonces definido el *Principio de Indeterminación Acústico*, como:

$$\Delta t \times \Delta f \geq 1$$

Analizando esta ecuación, podemos interpretar que a medida que deseamos estudiar anchos de bandas Δf más pequeños, necesitaremos mayor duración de dichos eventos, como nos ocurría con el tiempo de integración para medir doceavos de octava a baja frecuencia, que si lo deseábamos a “tiempo real”, los anchos medidos eran mucho mayores de los que pretendíamos.

Cuanto más cortos sean los eventos sonoros, mayor composición espectral poseerán, y viceversa. Recordando el teorema de Fourier, donde las señales debían tener infinita duración, a una señal infinita podremos determinar con 100% de exactitud su espectro, mientras que si su duración es finita, podremos determinar su espectro con anchos de banda acotados. Podemos ver una rápida aplicación musical, donde es muy difícil reconocer la nota musical de un evento

de muy corta duración (ejemplo: percusiones). En el módulo de Psicoacústica estudiaremos que una señal deberá tener al menos 13ms de duración para poder distinguirse su altura tonal (nota musical).

Transitorios

También conocidos como *transientes*, en audio y acústica representan señales de muy corta duración, o comienzos o finales abruptos de señales, los cuales poseen un alto grado de contenido armónico, que no necesariamente coinciden con múltiplos del tono central. Esto es consecuencia directa del Principio de Indeterminación Acústico.

En el caso de ondas periódicas, sabemos que tienen que comenzar y terminar en algún momento. Si ambos extremos poseen transitorios graduales, no habrá modificaciones espectrales notorias. Sin embargo, cambios bruscos tendrán una coloración notoria.

Tomemos un ejemplo bastante cotidiano, como el tono de llamada del teléfono. Cada vez que el tono suena y se corta, se siente como un pequeño pulso al comienzo y final del mismo, producto de su fugaz aparición y desaparición. En esos puntos, si hacemos un análisis espectral, no encontraremos al tono únicamente, sino a un ruido de gran ancho de banda, producto del principio de incertidumbre. En la Figura 1 podemos ver un gráfico de tipo Waterfall (cascada), que muestra cómo es el espectro percibido antes del tono, durante su comienzo abrupto, y cuando sigue sonando. Es evidente que la sonoridad en dicho punto también es mayor.

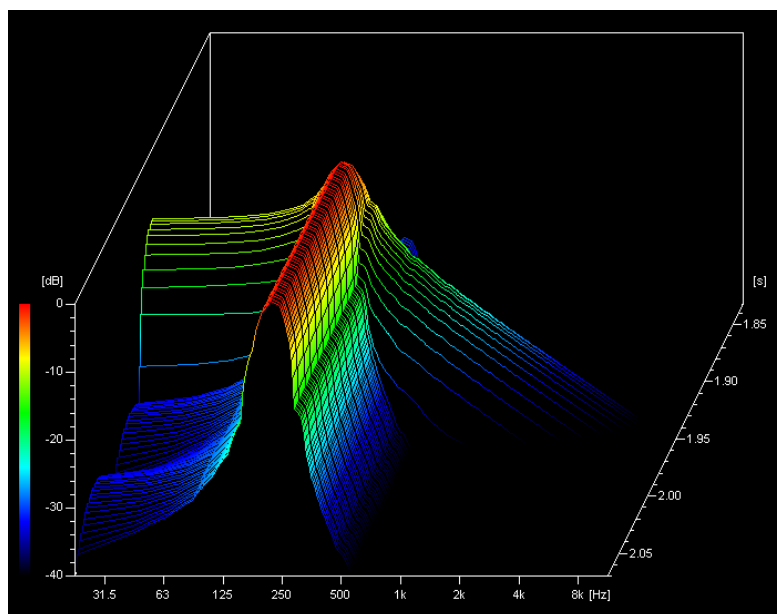


Fig. 1 – Comienzo del tono

En la Figura 2 se observa la desaparición abrupta del tono, donde el espectro de la señal estaba acotado a un tono puro, y luego se ensancha en el instante del corte.

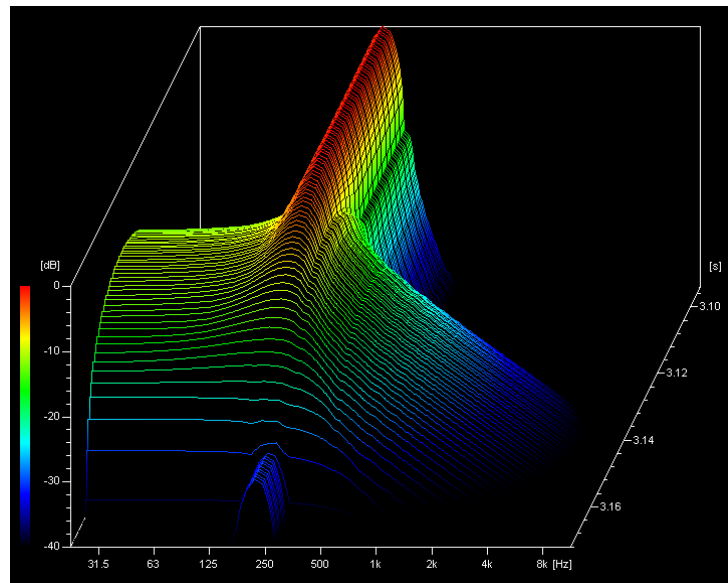


Fig. 2 - Cese del tono

Es por ello que los instrumentos de percusión poseen tanta sonoridad en sus ataques, y como vimos en la clase anterior, la definición y sonoridad de los mismos radica en los sonidos transitorios.

Si la señal tuviera un inicio o una caída suavizada (Figura 3), en el punto en donde la señal se extingue definitivamente el efecto sería menos notorio, ya que su ancho de banda y amplitud será menor. De ahí proviene la importancia del *fade* al inicio y al final de los tracks, y cuanto más largo sea, mejor.

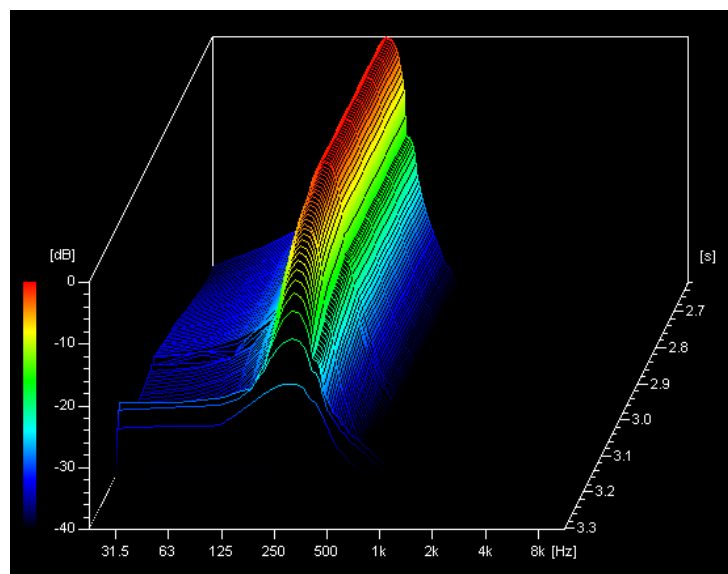


Fig. 3 - Cese del tono con *fade out*

Vemos que podemos hacer una analogía entre el *principio de incertidumbre* y la *inercia*, donde el movimiento ondulatorio intentará permanecer en el estado en que se encontraba, y se resistirá a los cambios bruscos, manifestándose con un ruido de amplio espectro. Estos cambios bruscos pueden ser incluso del orden de milisegundos, pero se percibirán de manera muy notoria. Es el caso de los clicks o cracks comúnmente presentes en el audio digital, pérdida de información o uniones mal hechas. Pero también es el caso de señales con alto contenido armónico en puntos bien definidos, como por ejemplo la señal de onda cuadrada, triangular, diente de sierra, etc. Estas señales tienen abruptos cambios de concavidad o pendiente, y en dichos puntos la densidad espectral es muy alta. En las Figuras 4 y 5 se han destacado varios puntos donde la densidad espectral es mayor.

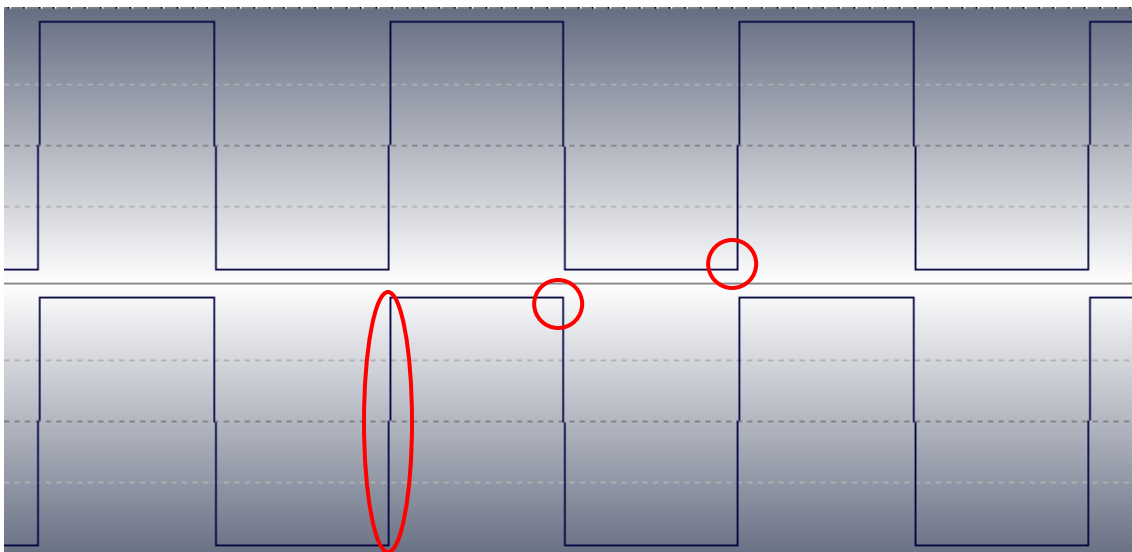
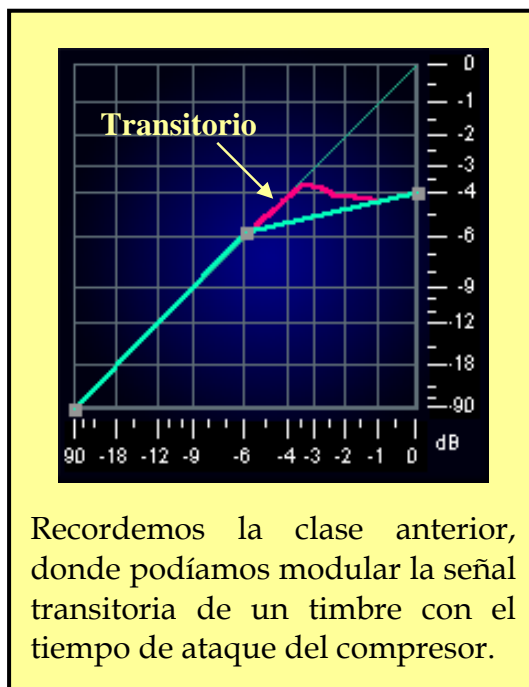


Fig. 4 - Señal onda cuadrada

Ahora imaginemos un compresor con tiempo de ataque tendiendo a cero, donde podremos llegar a deformar señales de forma tal que se asemejen a la señal de onda cuadrada en determinados puntos. Dejaremos este análisis para cuando estudiemos en profundidad a los *limitadores* y veamos el fenómeno de *distorsión armónica*. Igualmente, anticiparemos que aporta mayor sonoridad (y un efecto obviamente menos dañino a la señal) y *mantiene mejor el timbre* dejar pasar una buena porción de señales transitorias que realizar deformaciones abruptas que aporten gran contenido armónico.



Recordemos la clase anterior, donde podíamos modular la señal transitoria de un timbre con el tiempo de ataque del compresor.

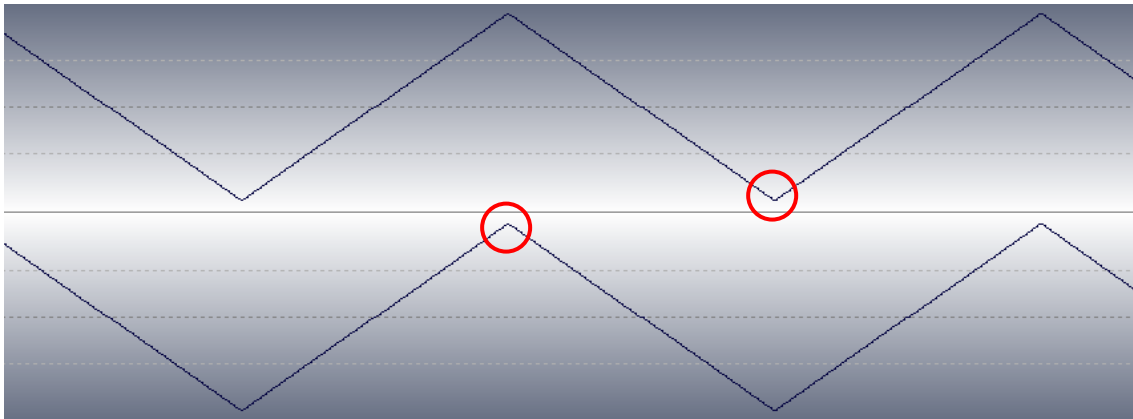


Fig. 5 - Señal triangular

Clicks y Cracks

Ambos artefactos sonoros poseen similares características y se escuchan de forma parecida, aunque no son lo mismo. Los *clicks* son claramente audibles, y pueden llegar a durar entre 1 y 200 samples. En el osciloscopio podemos verlos como mesetas o variaciones abruptas que pueden mantener su amplitud. Los *cracks* (o crackles) en cambio suelen durar entre 10 y 20 samples, pero son mucho más sonoros, ya que generalmente suben y bajan de amplitud velozmente. Se perciben como un raspado similar al de una púa sobre un disco deteriorado. En las Figuras 6 y 7 se ven un clic y crackles, respectivamente.

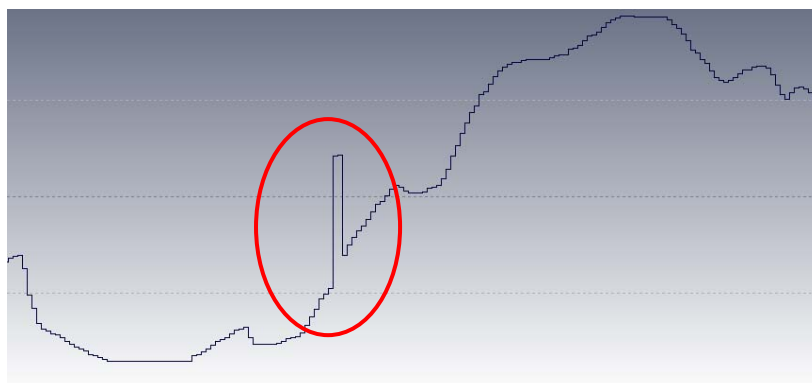


Fig. 6 - Clic de 2 samples

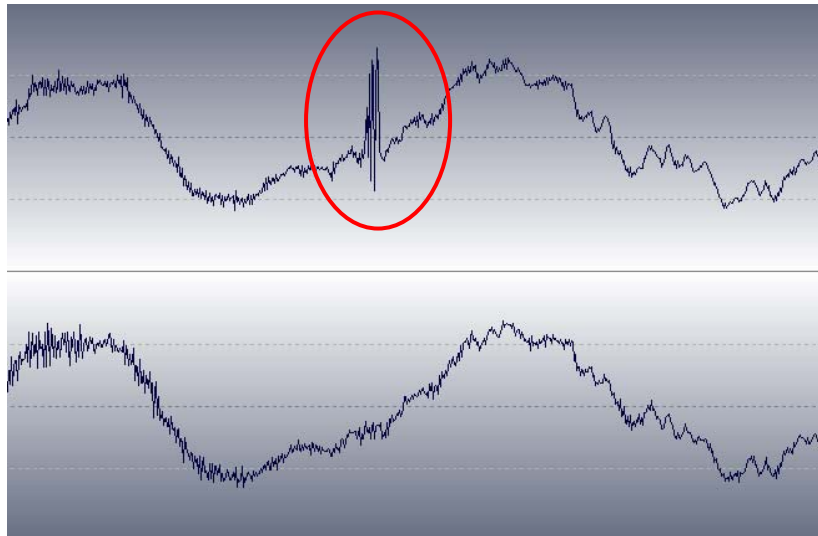


Fig. 7 - Crackles en canal izquierdo

Informaciones erróneas

Pérdidas de datos, también conocidas como *Glitches*, son poco comunes (Figura 8), pero uniones mal hechas son bastante usuales, donde las variaciones de un sample a otro son realmente grandes (Figura 9). Estas variaciones pueden ser producto de paquetes de datos faltantes en comunicaciones digitales, por inversiones de polaridad (donde de un sample a otro se cruzan de valores positivos a negativos y viceversa), o simplemente por uniones de señales mal empalmadas.

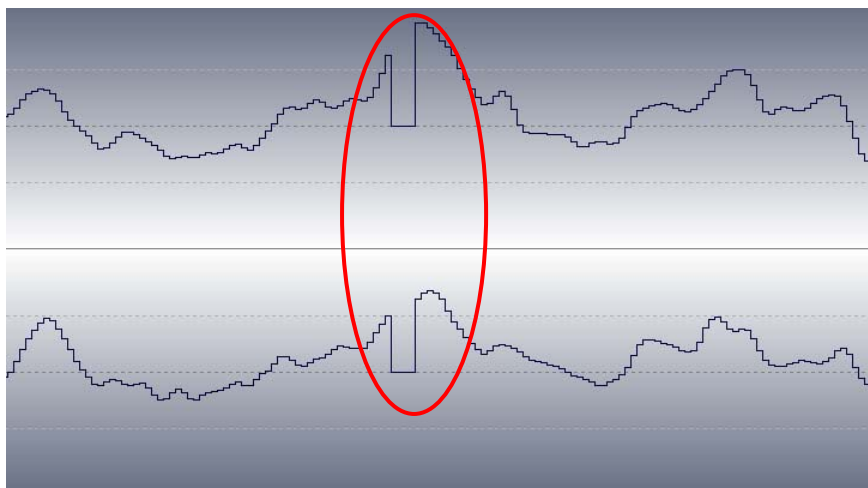


Fig. 8 - Falta de información, con sincronización de datos. Espacio "muerto" o Glitch.

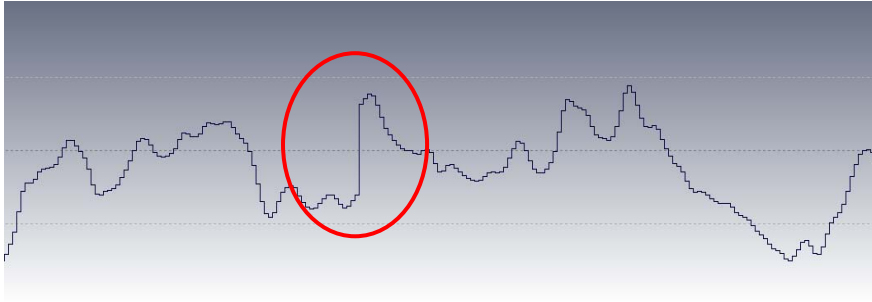


Fig. 9 - Empalme de señales mal realizado

Detección de transitorios indeseados

Si bien los transitorios poseen gran espectro, los transitorios indeseados poseen anchos de banda que llegan a abarcar todo el espectro audible, y una sonoridad muy particular. En el caso de no poder visualizarse con un analizador de espectro, debido a que la amplitud de estas señales suele ser mucho menor que la señal deseada (Figura 10), una buena forma es identificarlos audiblemente y comenzar a acercarse hasta detectar en el osciloscopio las variaciones abruptas, y corregirlas en forma manual, modificando los puntos muestreados.

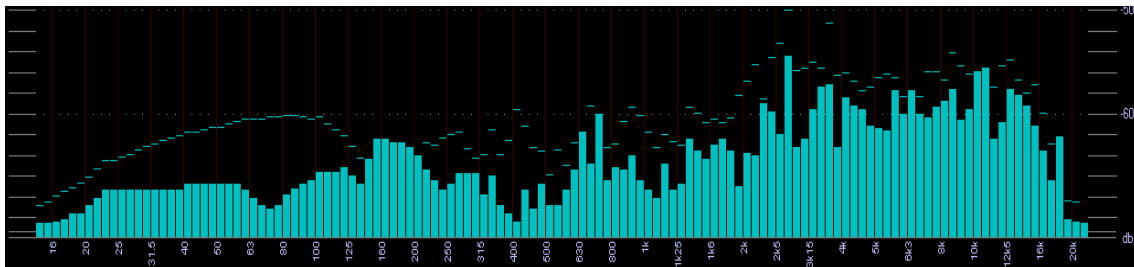


Fig. 10 - Análisis espectral de crackles en una grabación con -11dB RMS

Otra forma de detección más que efectiva es utilizando herramientas como las de programas como Wavelab, donde permiten identificar en forma muy efectiva los puntos donde se encuentran los transitorios indeseados (Figuras 11 y 12). Esto permite la modificación manual de la señal, o la posibilidad de aplicar herramientas de *restauración de audio*, como decracklers, declickers, entre otros.

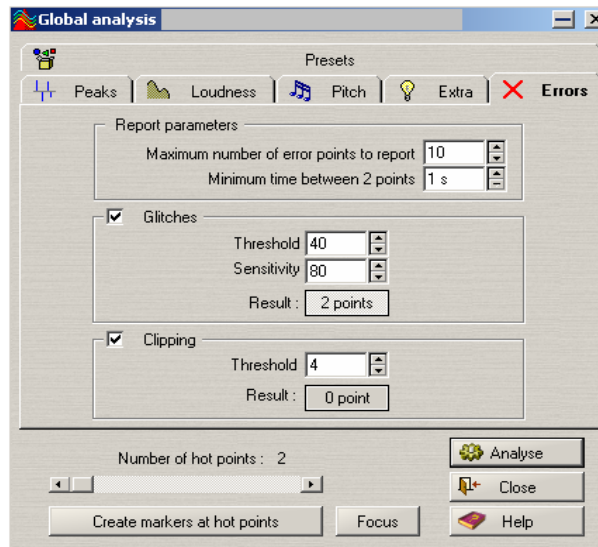


Fig. 11 – Función Global Análisis de Wavelab

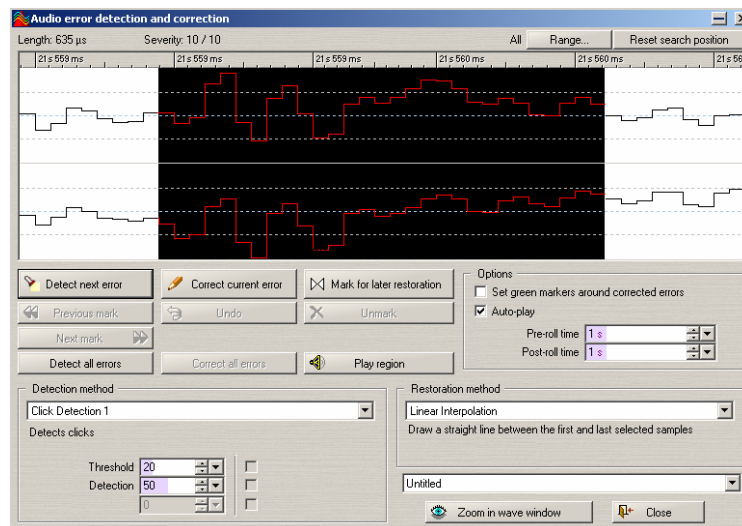


Fig. 12 - Función Audio Error Detection and Correction de Wavelab

Realzadores de Transitorios

No está de más aclarar que estos dispositivos realzan señales transitorias, pero aquellas que son deseadas. Generalmente, estos transitorios están asociados a grandes modificaciones de las envolventes dinámicas, producto de tiempos largos de ataque en compresores, o simplemente por señales impulsivas sin comprimir. En la Figura 13 de puede observar la detección de envolvente dinámica, y cómo es la envolvente resultante. Estos procesadores son de gran utilidad para mejorar ataques de instrumentos de percusión, especialmente bombo y tambor. También pueden aplicarse a mezclas para ganar más *punch* o recobrar dinamismo perdido.

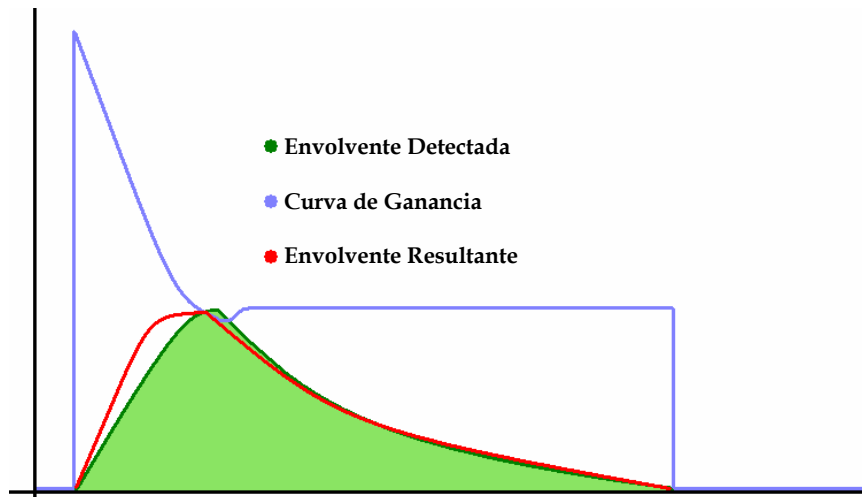


Fig. 13 – Principio de funcionamiento del Realizador de Transitorios

El plugin Oxford Transient Modulator (Figura 14) es una excelente herramienta para este propósito, y posee además una opción de *overdrive*, que permite que los picos generados no excedan al nivel de 0dB. Este procesador cumple muy bien su función, y genera realces muy notorios, sin perder naturalidad.

Otra opción es el uso del Transient Shaper de Cakewalk (Figura 15), el cual también posee un método de detección y posibilidad de modulación para transitorios en alta o baja frecuencia, algo muy útil para trabajar directamente sobre las mezclas.

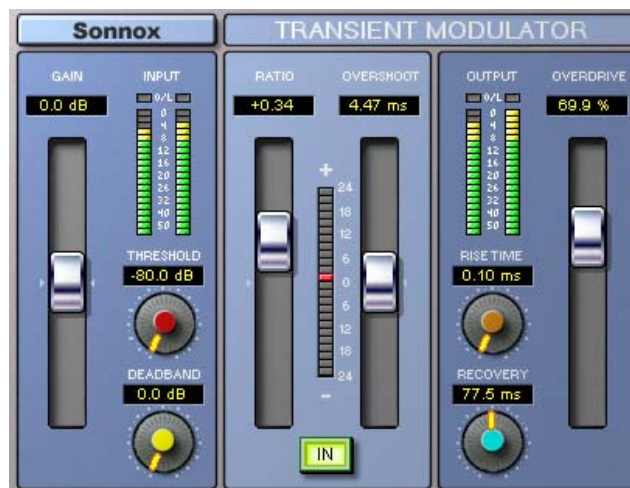


Fig. 14 – Oxford Transient Modulator



Fig. 15 – Cakewalk Transient Shaper

Por último, un dispositivo muy conocido que ahora también posee una emulación para la tarjeta UAD y plugins nativos es el SPL Transient Designer

(Figura 16). Su simpleza y naturalidad permite, además de añadir o sustraer ataque, utilizarse como si fuera una “puerta natural”. Es de gran ayuda para filtrar las tomas de cuerpos independientes en baterías, ya que con un correcto uso del *sustain*, se puede disminuir con una caída muy natural a los sonidos presentes posteriores al ataque inicial.



Fig. 16 – SPL Transient Designer

Bibliografía

Basso, Gustavo. Análisis Espectral, La trasformada de Fourier en la Música, Ed. Al Margen, 2001.

Salvioli, Sahra. Matemáticas Especiales, Ed. CEILP, 2005.

Tischmeyer, Friedemann. Internal Mixing, Tischmeyer Publishing, 2008.

Tischmeyer, Friedemann. Mastering mit PC Workstations, Ed. Wizoo, 2006.

TS-64 Transient Shaper Readme, Cakewalk, 2008.