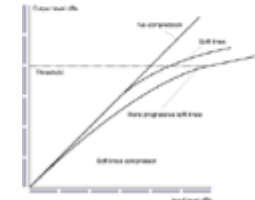
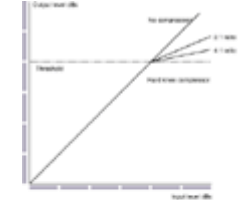


# TÉCNICAS AVANZADAS DE COMPRESIÓN

## Parte 1

### Parte 1: Paul White analiza diferentes elementos de control de ganancia y su efecto en el audio

Published in SOS December 2000



La **Compresión** es un tema que ha sido tratado en numerosas ocasiones en ediciones anteriores de *Sound On Sound*, pero vale la pena revisarlo, no solo por la importancia de la Compresión en la producción de la música contemporánea, sino también porque mucha gente se pregunta sobre cuál es la mejor forma de usar compresores. Sin embargo, para no ser repetitivo, solo haré un breve comentario sobre los principios de la compresión antes de entrar en conceptos más avanzados — si necesitás información detallada sobre conceptos básicos de la compresión, leé mi artículo sobre compresión en la SOS de Abril 1997.

#### En pocas palabras

La mayoría de ustedes probablemente sabe que un compresor es un procesador para controlar automáticamente el nivel de una señal de audio. Es decir, un compresor 'reduce' el nivel de audio cuando este nivel excede un umbral determinado por el usuario. El cantidad de reducción de ganancia depende del **RATIO** del compresor— por ejemplo, eligiendo un **RATIO** de 5:1, si la señal entrante excede el umbral en 5dB, a la salida habrá sólo 1 dB de los 5 que superaron el umbral. En otras palabras, el compresor dejará pasar 1 de los 5 dB que superaron el umbral. Una vez que la señal vuelve a su nivel por debajo del umbral, el compresor deja de actuar. Es exactamente lo mismo que bajar el volumen manualmente desde un fader cuando la señal alcanza un nivel demasiado alto; pero el compresor responde mucho más rápido que cualquier humano y lo hace en forma automática.

Para que el efecto del compresor suene natural y poco agresivo, los compresores permiten al usuario ajustar parámetros de tiempo de ataque y release, en pocos casos, éstos están totalmente automatizados. El tiempo de ataque determina cuánto tiempo tarda el compresor en recortar la señal una vez que ésta excedió el umbral, mientras que el release determina cuánto tiempo tarda la señal en recuperar su nivel original una vez que cayó por debajo del umbral. Si los tiempos de ataque y release son demasiado cortos, los cambios bruscos en el nivel de ganancia generan un efecto conocido como 'pumping'. "Pumping" significa que la acción del compresor es claramente audible, más que sutil. Dado que los compresores funcionan reduciendo la ganancia, la mayoría de los modelos tienen un control de ganancia de salida llamado 'gain make up' (compensación de ganancia) o algo similar. Este control es utilizado simplemente para devolver el nivel pico de la señal comprimida al nivel de la señal sin comprimir. En efecto, esto significa que la compresión hace que las señales de bajo nivel queden más altas si el nivel de pico es devuelto a su valor original.

El último concepto por explorar antes de pasar a temas más avanzados es la curva (knee) de compresión. Un compresor básico no afecta la señal antes de que ésta supere el umbral, luego, toda la reducción de ganancia es aplicada lo más rápido posible, según se haya seteado el tiempo de ataque. Esto está bien para un control de nivel explícito, pero puede resultar demasiado obvio cuando se está aplicando mucha compresión a sonidos críticos dentro de una mezcla — o a una mezcla completa, para el caso. Es posible lograr una compresión que suene menos agresiva utilizando el modo de compresión llamado "soft-knee" (curva suave), donde el **RATIO** de compresión se incrementa gradualmente a medida que la señal se acerca al umbral. Una vez que la señal supera el umbral, se aplicará la totalidad del ratio seteado por el usuario, pero como las señales que se aproximan al umbral también reciben algo de compresión, la transición de no tener reducción de ganancia a tener toda la reducción definida por el ratio es mucho menos agresiva. La Figura 1 muestra gráficos de nivel de entrada versus nivel de salida para compresiones hard-knee y soft-knee.

Ahora, si los compresores soft-knee son tan suaves y agradables, entonces, ¿por qué no los usamos siempre? En primer lugar, a veces es un buen recurso utilizar la compresión como un efecto, en cuyo caso una compresión un poco más dura suele funcionar mejor. Un poco de pumping deliberado puede aportar el efecto "loudness" y los compresores en modo hard-knee logran este efecto mejor que en modo soft-knee. La segunda razón es que, cuanto más agresivo sea el ratio, más firme será el control de ganancia en una compresión hard-knee, de modo que si el nivel de la señal varía en forma excesiva, una compresión soft-knee podría no controlar la señal lo suficiente para lograr un nivel parejo. La elección del modo correcto debe tomarse escuchando, en especial porque todas las compresiones soft-knee se comportan de manera diferente. Algunas tienen una curva relativamente pequeña, donde el ratio aumenta en un rango de unos pocos dB, mientras que otras empiezan a comprimir cuando la señal aún tiene un nivel muy bajo y luego aumentan el ratio en forma muy gradual en un rango de entre 20 y 30 dB. De hecho, algunos de estos compresores tienen una curva con una respuesta excesivamente lenta.



### Hecha la ley, hecha la trampa...

Como si los conceptos de soft-knee y hard-knee no nos complicaran la vida lo suficiente, existen otros efectos de "leyes de control" que debemos considerar. En un compresor "teóricamente perfecto", una vez que comienza la reducción de ganancia (en otras palabras, una vez que la señal supera el umbral), la respuesta es razonablemente lineal, de modo que no importa en qué medida la señal supere el umbral, el aumento en el nivel de salida siempre será la fracción determinada en el ratio. Tanto el modo hard-knee como el soft-knee trabajan en función de esta respuesta lineal por encima del umbral. No obstante, existen ciertos tipos de compresores que no tienen una respuesta lineal por encima del umbral, y no es raro que el nivel de reducción de ganancia descienda cuando la señal alcanza niveles muy altos – esto significa que cuando el nivel de la señal es muy alto, el ratio tiende a caer a un valor más bajo, como lo muestra el gráfico de la Figura 2.

Los compresores que utilizan componentes ópticos son claramente no-lineales pero lejos de ser considerado esto un defecto, es una característica que les da un sonido que los distingue. Los compresores que tienen válvulas en el circuito del control de ganancia, también pueden presentar una respuesta no lineal. No es importante saber todo acerca de los detalles técnicos de la respuesta lineal / no-lineal de los compresores — sólo sepan que este atributo contribuye a diferencias audibles entre modelos de compresores que a simple vista parecen tener las mismas especificaciones técnicas generales. Como sucede con frecuencia en el audio, "teóricamente perfecto" no siempre equivale al sonido más musical.

#### Dentro de los compresores vintage

Antes de la utilización de VCAs (Voltage Controlled Amplifiers = amplificadores controlados por voltaje), los elementos de ganancia más comunes utilizados en los compresores eran las válvulas, los FETs (field effect transistors = transistores) y los componentes ópticos. Si bien ninguno de estos elementos de control de ganancia es tan preciso como los VCAs, cada uno aporta un sonido particular a la reducción de ganancia que es considerado musicalmente útil para muchos tipos de música. Aunque algunos fabricantes, por ejemplo Aphex, actualmente se concentran en la pureza del sonido de chips de VCA altamente sofisticados, con distorsión ultra-baja y respuestas de control lineal, al final la elección de un compresor que aplanar o uno que controle la dinámica de la forma más transparente posible es una decisión artística.

Los elementos de ganancia con válvulas tienden a agregar cierto grado de distorsión — para mí, esta distorsión suena subjetivamente similar a la producida por un limitador suave. Los transitorios que no son afectados por el compresor aún tienden a ser suavizados por las características no-lineales del circuito a válvula. Lo cual es una de las razones por lo que los diseños con válvulas son a menudo considerados más musicales que sus colegas, los más precisos VCA. Sin embargo, su ley de control es también de algún modo no-lineal y algunos compresores híbridos modernos utilizan VCAs para los elementos de control de ganancia y válvulas para los componentes de amplificación. Esto puede ofrecer un mayor control sobre la compresión y al mismo tiempo enfatizar el sonido de las válvulas – estos equipos pueden tener un sonido cálido y musical si están bien construidos.

El Field Effect Transistor (FET) – transistor de efecto de campo es a menudo utilizado como un elemento de control de ganancia en los diseños de estado sólido (transistorizados), menos costosos. Los FETs tienen funciones de transferencia no-lineal similares a las válvulas, y por eso, tienden a distorsionar la señal de un modo semejante. LA Audio fabricó un número de compresores que son conocidos por su sonido vintage de FET.

Los componentes ópticos de control de ganancia son particularmente interesantes porque en realidad agregan muy poca distorsión directa a la señal. Al ser puramente resistivos, pueden conectarse a un circuito casi como cualquier otro potenciómetro. Sin embargo, si bien no agregan distorsión a la señal que está siendo procesada, la ley de control no-lineal de la combinación de un dispositivo óptico y una fuente de luz les dio una

característica sonora única. Los primeros compresores de esos fueron diseñados antes de la invención del LED y por lo tanto, utilizaban bombitas de luz con filamento comunes. Comparadas con la dinámica del audio, las bombitas de filamento tienen una respuesta de encendido/apagado muy lenta, por lo que típicamente el ataque respondía en forma tardía. Los compresores ópticos modernos utilizan LEDs (luces indicadoras) junto con los circuitos de compensación para acelerar la respuesta del cambio en la ganancia, pero aún así, existen respuestas no-lineales en algunos diseños que producen un resultado musicalmente interesante. Los compresores ópticos modernos son fabricados por empresas como Joemeek and Focusrite (su línea Platinum). Es posible acercarse al sonido de un compresor óptico vintage utilizando un compresor común con VCA o FET ajustando el tiempo de ataque con un valor bastante alto (alrededor de los 100mS) y un tiempo de release más corto de lo normal.

Los compresores digitales y los plug-ins pueden estar diseñados para emular todo tipo de compresores analógicos, aunque la calidad de estos productos depende del conocimiento que tenga el diseñador sobre los mecanismos de distorsión y leyes de control de los equipos originales. Aún hoy, los expertos debaten sobre qué aspectos de las características eléctricas de una válvula tienen mayor influencia en la “musicalidad”, así que si tienen la oportunidad de probar uno de estos viejos equipos, háganlo, en vez de confiar enteramente en los plug-ins — les va a sorprender lo diferente que suenan los circuitos analógicos reales!

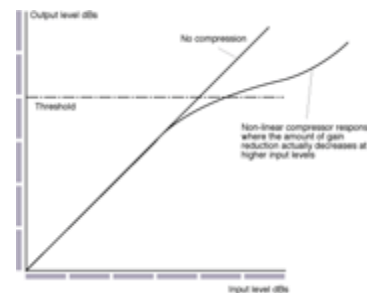
### Daño dinámico

Los compresores básicos son poco más que faders automatizados, pero a veces, su funcionamiento no se corresponde con la forma en que el audio se comporta. Es bien sabido que se necesita mucha más energía para hacer que un sonido grave tenga mucho volumen que para que un sonido agudo tenga mucho volumen, por lo tanto, no es sorpresa que en la música pop la mayor parte de la energía sonora en la mezcla venga del bombo y del bajo (de cuerdas o sintetizador). Al comprimir una mezcla, es evidente que el compresor responderá principalmente a los niveles de estos instrumentos, de manera que cada vez que suene un golpe de bombo demasiado alto, el nivel de toda la mezcla caerá unos momentos. A menos que la cantidad de compresión sea muy baja, esto puede causar un pumping audible de las frecuencias altas en la mezcla ya que son reducidas sin necesidad. Ajustar el tiempo de ataque lo suficientemente largo para que los transitorios de frecuencias altas pasen antes de que el compresor comience a actuar puede ayudar en algunos casos, pero no siempre es una solución exitosa. Es más, en ocasiones el tiempo de ataque corto es imprescindible para conseguir el resultado deseado.

Como veremos más adelante, la mejor solución a este problema es utilizar un compresor multibanda, pero los diseñadores de compresores convencionales pensaron otras alternativas ingeniosas para aliviar el problema. Por ejemplo, algunos diseñadores utilizan circuitos que permiten que una pequeña cantidad de señal de frecuencias altas evada la compresión de manera que en presencia de un fuerte sonido grave y la consecuente reducción de ganancia del compresor, estas frecuencias altas permanecen inmunes. Una vez más, los detalles técnicos no son tan importantes como el resultado, y lo que quiero transmitirles es que, al probar cualquier compresor, deben escuchar de qué manera se ven afectadas las frecuencias altas cuando un proceso agresivo de compresión es disparado por sonidos de baja frecuencia. La variedad es enorme— algunos compresores suenan chatos y sin brillo mientras que otros mantienen el rango de frecuencias altas con efectividad.

### ¿Pico o RMS?

Volviendo a la analogía del 'compresor como un fader', el side-chain del compresor es la parte del circuito que escucha la señal que entra para ver si hace falta bajar el volumen o no. En general, los side-chains de los compresores están diseñados para responder en forma muy similar al oído humano, lo que significa que los sonidos de corta duración no son percibidos con tanto volumen como los sonidos de más larga duración de exactamente el mismo nivel. A esto se lo denomina respuesta RMS ('Root Mean Square'), un modo matemático de determinar promedios de nivel de señal. Las implicancias de utilizar un compresor con una ley de control RMS son que la compresión sonará natural pero los sonidos de corta duración y alta amplitud podrían pasar a un nivel más alto del esperado. Una solución al alimentar sistemas digitales que no toleran excesos de nivel es utilizar un limitador de picos rápido después de la compresión.



Algunos compresores permiten al usuario seleccionar la operación de RMS o Peak, y en el modo Peak, el control de ganancia responde mejor a los picos de señal que en el modo de medición de promedios RMS. Esto asegura que los picos son controlados más eficientemente, pero al mismo tiempo presenta un gran riesgo: que la totalidad del audio sea aplastada

inaceptablemente cada vez que hay un sonido breve de alto nivel. Por esta razón, puede ser más efectivo utilizar compresión de Picos al tratar sonidos de batería y percusión en forma individual antes de la mezcla.

### El Futuro del Audio

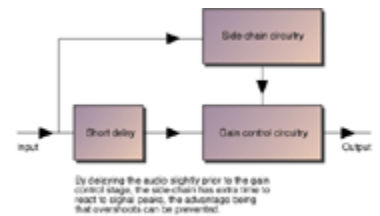
De la misma manera que nuestro ingeniero hipotético controlando los niveles con un fader, un compresor no puede actuar hasta que “escucha” algo que tiene demasiado volumen. Dicho de otro modo, las correcciones de nivel de un compresor básico, inevitablemente, ocurren apenas tarde. Si seteamos un compresor con un tiempo de ataque muy corto, la señal puede ser comprimida antes de que alcance un pico, pero en ese caso, la subida de un sonido con ataque será distorsionada levemente por la acción del compresor – aunque afortunadamente las distorsiones muy cortas durante los sonidos transitorios no son generalmente audibles.

Una forma de solucionar el problema de la respuesta tardía es utilizar el llamado compresor 'look-ahead' (adelantado), donde el side-chain puede ver la señal de entrada una fracción de segundo antes de que llegue al control de ganancia. Hacer esto en tiempo real requeriría un circuito que pudiese ver el futuro, así que una forma más práctica es retrasar el audio que pasará por el control de ganancia apenas unos milisegundos mientras el audio que alimenta el side chain ingresa sin retraso. En situaciones normales, un tiempo de delay de 3 o 4 milisegundos puede ser insignificante para una señal, pero hay que tener en cuenta que cualquier compresor look-ahead analógico aplicará un mínimo delay. La Figura 3 muestra el diagrama de flujo de señal de un compresor look-ahead.

Los plug-ins utilizados para procesar audio que ya ha sido grabado funcionan de alguna manera, mejor que el hardware, porque a menudo tienen la posibilidad de leer el audio file inmediatamente antes de la reproducción, y esto les permite trabajar sin la necesidad de aplicar un delay. Por este motivo, la función look-ahead es mucho más común en compresores de software que de hardware. A muchos tradicionalistas no les gustan los compresores look-ahead, porque no dan el mismo resultado que los compresores analógicos de los cuales derivan, pero en presencia de transitorios con tiempos de ataque extremadamente rápidos, un compresor look-ahead puede ser la única forma de controlar los picos lo suficientemente rápido.

### Dentro de los Límites

A menudo nos dicen que un limitador es simplemente un compresor con un ratio indefinidamente alto, de manera que cuando la señal alcanza el umbral, no puede superarlo. Esto es muy cierto, pero en la era digital, donde períodos muy cortos de clipping (distorsión) pueden ser inaceptables, un compresor común es probable que no pueda responder lo suficientemente rápido para funcionar como un limitador efectivo — los transitorios rápidos pueden pasar a través de un sistema antes que el compresor sea capaz de reaccionar, y esto puede dar como resultado clipping en los convertidores A-D. En los tiempos de la cinta analógica, esto no importaba tanto, dado que una saturación por un período corto tendía a ser inaudible – pero algunos sistemas digitales no toleran nada de distorsión, aunque sea breve. En tales situaciones, un limitador dedicado, de respuesta rápida es la mejor opción.



Para controlar picos de señal sin afectar el nivel subjetivo de un sonido, algunos limitadores digitales pueden programarse para permitir que un cierto número de samples distorsione antes de que el nivel sea reducido. En situaciones donde el componente siguiente en la cadena puede tolerar períodos cortos de distorsión, esto puede ciertamente hacer que el material parezca tener mucho más volumen – aunque, como regla, el período de clipping debe ser menor a 1mS, lo cual equivale a 44 samples consecutivos a un sampling rate de audio de calidad de CD. Sin embargo, si se espera distorsión frecuente, entonces la duración máxima de la señal distorsionada debe bajar a 10 samples porque según estudios realizados, la distorsión repetida dentro de un período corto es más audible que instancias de distorsión a intervalos mayores. Algunos limitadores emulan la distorsión suave analógica, donde los pocos dB más altos de los picos eran redondeados en vez de recortados. La distorsión suave también puede ayudar a preservar el efecto loudness, aunque el efecto puede ser audiblemente desagradable si la señal limitada forzosamente durante períodos que no sean muy cortos.🎵