

Efectos espaciales

Podemos considerar espacial a todo aquel efecto que agregue un sonido nuevo a una señal determinada. Esto es justamente lo contrario a lo que hacen los procesos dinámicos, ya que estos modifican la dinámica musical de la señal procesada.

Los efectos espaciales transforman los componentes de una mezcla en sonidos más naturales, dándoles más espacialidad (siendo la reverberación el ejemplo más concreto). También pueden ser utilizados para crear climas o situaciones que sean precisamente lo contrario a lo natural o real.

Si bien las unidades multi-efecto y los plugins con los que contamos hoy en día tienen y tendrán una infinidad de presets, en este apunte haré referencia a los principales efectos, o por lo menos los más conocidos, que son la base a partir de la cual se construyen muchos de los otros.

A los fines prácticos de poder programar un procesador espacial para que sus ajustes se adecuen correctamente dentro de una mezcla, este apunte se focalizará en los principales y más importantes parámetros de los efectos que se mencionarán.

En mi opinión, considero innecesaria y hasta a veces estéril la obligación que sienten muchos ingenieros de modificar absolutamente todos los parámetros de ajuste de un algoritmo de reverberación por ejemplo.

No hay que olvidar que los presets con los que cuentan nuestros multiefectos o plugins, tienen una programación exhaustiva para sonar como suenan. La completa modificación de esa programación podría llegar a perjudicar o desajustar al preset en cuestión. El claro ejemplo sería cargar un preset de reverberación de tipo "Hall" para terminar ajustando sus parámetros de manera que este termine sonando como un "small room" (estos son ejemplos de reverberación y serán abordados más adelante). Si bien esto es posible desde la programación de las medidas del cuarto y los tiempos de reverb, el timbre no sería el que buscamos y estaríamos yendo, a mi entender, por un camino equivocado.

Estoy de acuerdo con la frase "en el audio no hay reglas", y en la producción artística y diseño de sonido para una canción o disco no hay límites que nos muestren el final del camino, habrá siempre lugar para la discusión, la experimentación y los diferentes argumentos, pero sostengo que existe la lógica y el criterio a la hora de elegir un efecto determinado.

Efectos espaciales basados en el retraso de tiempo

Dentro de este grupo encontramos a los siguientes efectos (también llamados algoritmos):

- Reverb
- Delay/Echo
- Flanger
- Chorus

- Reverb

La reverberación es el efecto espacial más utilizado en la mezcla de cualquier estilo musical.

Con ella conseguimos que aquellas fuentes de sonido registradas en el estudio de grabación, que carecen de esa naturalidad sonora a la que estamos acostumbrados cotidianamente, tiendan a sonar más reales o creíbles dentro de la mezcla.

Quizás pueda llegar a ser más difícil programar correctamente una reverb, que tratar de conseguir un buen balance de mezcla en base a faders, ecualizadores y compresores. Obviamente que la calidad de la grabación y de los músicos nos allanarán el camino para este último propósito.

Considero algo muy delicado el proceso de elección de la reverberación, ya que esta tendrá un efecto muy determinante en el impacto final de la mezcla. Es un **gran error** creer que este efecto puede "enmascarar" los problemas que puedan surgir debido a una pobre interpretación musical.

Convivimos diariamente con la reverberación en todos los ámbitos en los que nos encontramos: nuestro hogar, un automóvil, el trabajo, la calle, etc. En igual medida, cuando estamos al aire libre o en lugares muy despejados, este fenómeno también tendrá un papel muy importante en nuestra percepción de la espacialidad.

Para construir un escenario en el cual poder ubicarse, pre-concientemente, el cerebro utiliza los miles de rebotes que provienen de las reflexiones que genera una fuente de sonido incidiendo sobre superficies cercanas a ella.

Como consecuencia de esta sumatoria de sonidos (originales y sus reflexiones), el timbre real de las fuentes de sonido se ve afectado por la calidad, cantidad y timbre de las reflexiones que se sumen (por nombrar sólo algunas características). Vale decir entonces que la reverberación termina de "colorear" nuestras fuentes en la mezcla, y es por esto también que se transforman en algo tan delicado como cualquier otro proceso dentro de la mezcla.

El sonido arriba a nuestros oídos en forma de presión sonora, lo cual desencadena una serie de fenómenos mecánicos en nuestro sistema auditivo. Como consecuencia, se producen pulsos nerviosos análogos a estos fenómenos, los cuales serán interpretados como sonido por nuestro cerebro.

La psicoacústica explora, entre otras cosas, la forma en la que nuestro sistema auditivo utiliza toda esta información para que escuchemos los sonidos tal como los escuchamos, además de darnos un total sentido de la estabilidad y la ubicación en el espacio.

La explicación detallada de cómo funciona el sistema auditivo no se detallará en este apunte.

***Nota:** es bueno entender que como en todo lo referente al audio, nada queda librado al azar. Vale aclarar entonces, que **el trabajo que realizamos con cualquier proceso que intervenga en una mezcla tendrá un impacto directo tanto en las personas relacionadas con el mundo del audio, como en las personas que sólo se dedican a disfrutar de la música sin importarles por qué las cosas suenan como suenan (no es nuestro caso).** Es decir, todos utilizamos el mismo diseño de sistema auditivo. Viene incorporado por defecto, sólo que algunos le sacamos más provecho y vivimos gracias a él.*

Un algoritmo de reverb es un cálculo de aritmética binaria diseñado para producir repeticiones del sonido que ingresa al procesador, en una cantidad que varía entre las 1000 y 3000 repeticiones por segundo (según la calidad del algoritmo). Si dicha señal de audio ingresa en forma analógica (efectivamente, existen multi-efectos de rack con entrada digital), la misma será digitalizada y de esta forma se podrán realizar todas la modificaciones que permita el preset del multiprocesador. En el caso de los plugins, la señal ya se encuentra en el dominio digital.

Las repeticiones generadas tendrán un carácter aleatorio en los canales Left y Right del estéreo, el cual nos permitirá escuchar el efecto en estéreo. Si las repeticiones fuesen idénticas y reproducidas al mismo tiempo en ambos lados del estéreo, la audición del efecto terminaría siendo en mono (dado que tendríamos la misma señal en L y R, con la misma amplitud y el mismo tiempo de reproducción).

Gráfico de reverberación (amplitud vs. tiempo)

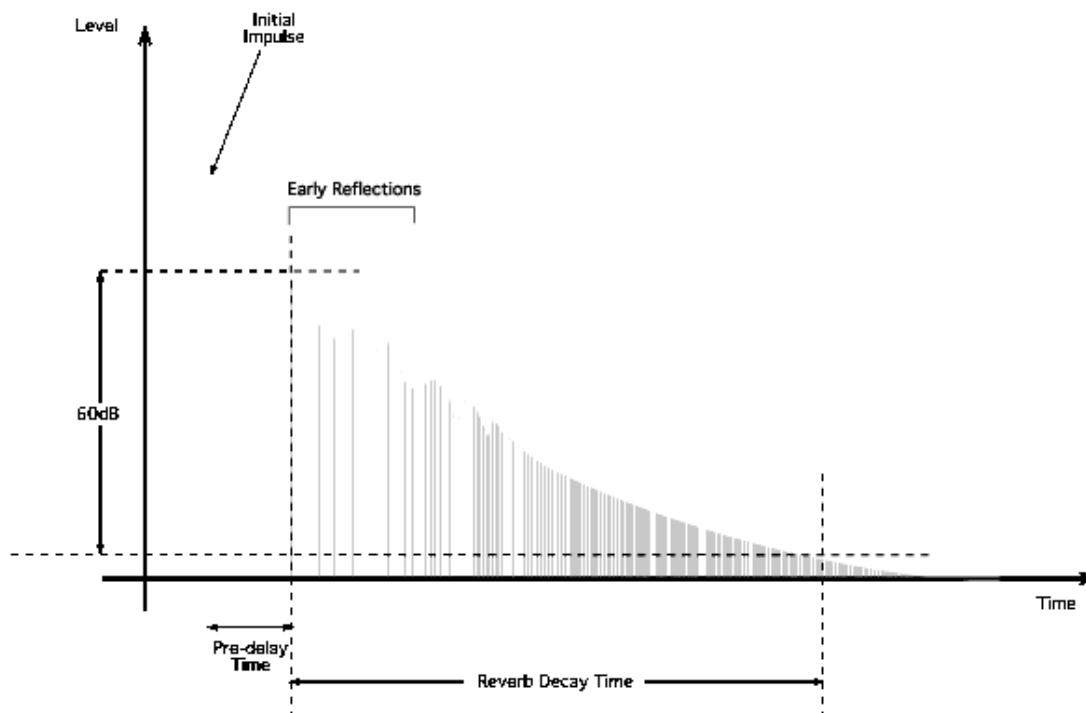


Figura 1. Reverberación.

Principales parámetros de reverb

A continuación se explicarán los parámetros que son considerados principales o esenciales al momento de configurar la reverberación:

Pre delay

También podemos encontrar este parámetro con el nombre "delay" o "delay time". Este parámetro determina el tiempo que espera el procesador para entregar las primeras reflexiones de la reverberación. Bajo condiciones naturales el pre delay depende del tamaño y la construcción del ambiente acústico. Habiendo aclarado que la reverberación es el resultado de las miles de reflexiones que produce una fuente de sonido chocando contra las superficies cercanas a ella, podemos entonces relacionar de manera análoga a este fenómeno con el parámetro Pre delay. Es decir, que el Pre delay es el tiempo que existe entre la audición del sonido original y sus correspondientes reflexiones.

Ya que nuestro sistema auditivo analiza con tanta precisión los tiempos de estas reflexiones, este parámetro se transforma en algo clave a la hora de buscar una configuración real del efecto reverb, así como para la interpretación del tamaño del cuarto en el que nos encontremos o queramos emular.

Casi en ninguna circunstancia de la vida real nos encontraremos en una situación donde el sonido original arribe a nuestros oídos al mismo tiempo que sus reflexiones. Es por eso que nunca podremos configurar a este parámetro con un valor equivalente a cero (una vez más, siempre y cuando estemos tratando de generar un efecto natural).

Según su valor de configuración, podremos conseguir ciertos efectos psicoacústicos deseados o, en el peor de los casos, no deseados.

Cuando escuchamos dos sonidos idénticos o similares con una pequeña diferencia de tiempo de reproducción (algunos milisegundos), la mayoría de los humanos los pueden percibir como sucesos aislados entre si. Por este motivo, al configurar el parámetro Pre delay podemos asignarle un valor que nos permita "sugerir" desde un ambiente no muy espacioso, hasta un ambiente tan espacioso cuyas reflexiones estén tan separadas del sonido original, que lleguen a darnos una sensación de ecos. **Consideramos eco a toda reflexión cuyo tiempo de arribo a nuestros oídos sea mayor a 50 ms. Es a partir de este valor cuando generalmente las reflexiones se pueden diferenciar del sonido original.**

Forman parte del sonido original y son considerados Reverb	< 50 ms. >	Escuchamos sonidos aislados considerados Ecos.
--	------------	--

La excepción a esta "regla" se produce cuando la envolvente acústica del sonido original tiene una duración tan corta como para que las reflexiones se escuchen como ecos antes de los 50 ms. El caso típico es el de señales percusivas.

Si no podemos diferenciar las reflexiones como ecos, la reverberación formará parte del sonido original, siendo parte integral del timbre de dicho sonido.

Cuando el valor de Pre delay sea lo suficientemente grande como para hacernos escuchar la llegada de las primeras reflexiones de la reverb en forma de ecos, estaremos conjugando dos efectos en uno: Eco y Reverb. Muchos consideran a la reverberación sólo como una sucesión de ecos...

El parámetro Pre Delay puede ser ajustado al tempo de la canción y de esta forma quedará mucho mejor estéticamente.

Es por este motivo que los valores de este parámetro no pueden ser muy grandes cuando estamos configurando una reverb para una pista/sección percusiva dentro de la mezcla. Un tiempo superior a 60 ms. produciría un desfasaje en el ritmo de la canción, inclusive a veces en valores de pre delay menores a 50 ms. tal como fue explicado anteriormente.

En esta situación los valores deberían rondar los 15-50 ms. Estamos hablando de señales percusivas y haremos (preferentemente) que la reverb forme parte de sonido original. **De todos modos estos son valores de referencia y siempre debemos utilizar nuestro oído y buen juicio para definir un valor correcto más allá de la explicación teórica.**

Por otro lado, cuando se trata de una señal cuya envolvente acústica tiene una mayor duración comparada con las señales percusivas, es aconsejable un valor de pre delay mayor a los 50 ms.

Para las voces por ejemplo, podría recomendar comenzar con un pre delay de no menos de 60 ms. Podemos inclusive ir mucho más allá (150-200 ms.), escuchando y escuchando. Esto hará que la reverb no modifique el timbre y el impacto de la voz en nuestra mezcla. Este mismo tiempo de Pre delay puede aplicarse para instrumentos de viento por ejemplo.

Size (tamaño del cuarto)

Como su nombre lo indica, este parámetro determina la dimensión o tamaño del ambiente que se está emulando.

Generalmente es un parámetro que está expresado en metros, aunque también suele aparecer expresado en porcentaje. Comúnmente los presets emulan un cuarto rectangular dándonos como información la medida de la pared más larga en metros. En muchos algoritmos la forma del cuarto puede ser modificada.

Nota: la diferencia de nombres en los parámetros entre procesadores de diferente fabricante es sólo una cuestión de diseño. Los parámetros producirán el mismo cambio en cualquier dispositivo de un fabricante u otro.

Este parámetro se ajustará de acuerdo a la necesidad de la mezcla con la que se esté trabajando. Tamaños muy grandes de cuarto dificultarán (en la mayoría de los casos) la correcta interacción de señal dry vs. señal wet. Esta es la forma en la generalmente se llama a la señal sin efecto y al efecto en si respectivamente.

En muchos procesadores es muy común que al incrementar el valor de size también se incremente el tiempo de reverberación. Esto coincide con la naturaleza de las reflexiones, las cuales tendrán más duración en un ambiente más amplio.

Reverb Time (Tiempo de reverberación) – Time – RT60 - Decay

Los sonidos generados por una fuente sonora se alejan de la misma a una velocidad de 344 mts. por segundo aproximadamente. Los mismos van perdiendo amplitud acorde a la ley cuadrática inversa, hasta que encuentran una superficie reflexiva. Toda superficie tiene diferentes coeficientes de absorción de acuerdo a sus propiedades físicas y a su forma, esto provoca que la energía reflejada ya no tenga las mismas características tímbricas. A este fenómeno podemos sumarle el encuentro de estas reflexiones con nuevas superficies de diferente coeficiente de absorción y diferente forma física.

Como las frecuencias altas son más volátiles que el resto de las frecuencias, la absorción tendrá una mayor incidencia sobre ellas. Es por eso que la reverberación siempre es más "opaca" o carente de componentes agudos que los sonidos que la generan. Como consecuencia también encontraremos que las frecuencias graves estarán presentes en el medio ambiente por más tiempo que las frecuencias agudas. Procesadores como las Lexicon PCM 70 nos darán por separado el Reverb Time de las Mid Freq y el Reverb Time de las Low Freq.

No es fácil decir cuándo una señal reverberante finalmente desaparece, y es por eso que se establece como una medida estándar de Reverb Time el tiempo que tarda la reverberación en caer 60 dB. Esto es conocido como RT60.

Valores de Reverb Time demasiado largos dificultarán la correcta interacción de la reverb con la señal directa dentro de la mezcla. Ni siquiera los algoritmos Hall se utilizan con tiempos superiores a los 4 segundos. En general tiempos menores a 2 segundos son aconsejables.

De todos modos, no hay que olvidarse de que el ajuste de cada parámetro está sujeto a una situación específica y al gusto personal.

High Frequency cutoff (también HF)

Este parámetro establece un corte general de altas frecuencias en toda la reverberación, tanto en las primeras reflexiones como en la cola o final de la reverb. De esta forma se consigue el sonido natural de la reverb.

High Frequency Damping Factor (también llamado RT High Cut)

Como se dijo anteriormente, a medida que la reverberación va perdiendo amplitud, la naturaleza volátil de las altas frecuencias hace que las primeras reflexiones de la reverberación contengan más frecuencias altas que las que podemos encontrar en la cola de la reverb.

Este parámetro hace que el decay de las altas frecuencias en la cola de la reverb sea más corto que el de todo el Reverb Time. Esto quiere decir que a medida que la reverberación se desvanezca, el sonido será más carente en frecuencias medio altas.

Lectura recomendada (léase obligada) para consejos y ajustes:
pasar por la Sección Alumnos de la web de Tecson.

Diferentes tipos o algoritmos de Reverb

Room Reverb

El algoritmo Room emula la reverberación de un cuarto común, el cual puede ser parte de nuestra vida cotidiana: un living, una cocina, un cuarto amueblado, etc.

Su elección se basa en la búsqueda de un sonido discreto o sutil. Generalmente los tamaños de cuarto que se generan son chicos y los tiempos de reverb son cortos.

Hall Reverb

El algoritmo Hall emula la reverberación de lugares muy grandes y espaciosos. Por ejemplo, halls de concierto, catedrales, gimnasios, etc.

Es muy raro el uso de este tipo de reverbs en la producción actual de estilos como el rock o el pop. Su gran densidad y sensación de profundidad hace casi ingobernable su condición dentro de las mezclas.

Son muy utilizadas en el diseño de sonidos en la post producción de audio.

Plate Reverb

Antes de la era de los DSP (Digital Signal Processors) existían diferentes modos o artilugios para generar reverberación. Uno de ellos fue la tan utilizada reverb de placa (hoy emulada en la totalidad de los multiprocesadores que generan reverberación digital).

Esta consiste en una gran caja rectangular de madera aislada de los sonidos externos, dentro de la cual se ubican dos finas placas de metal suspendidas. Un transductor similar a la bobina de un parlante es montado sobre la placa haciéndola vibrar. Múltiples reflexiones son recogidas desde los bordes de la placa por dos o más transductores tipo micrófonos.

El tiempo de reverb es variado mecánicamente presionando con un pad contra la placa para que la energía sea absorbida de manera más rápida.

La Reverb más conocida de esta naturaleza es la EMT.

La característica principal de esta reverb tiene que ver con primeras reflexiones muy contundentes, con ataque y presencia. Es muy utilizada en las mezclas que escuchamos hoy en día, ya que sigue siendo la elegida por muchos ingenieros para aportarle más punch a las baterías, más brillo y definición a las voces y un sonido más coloreado a las secciones de bronces.

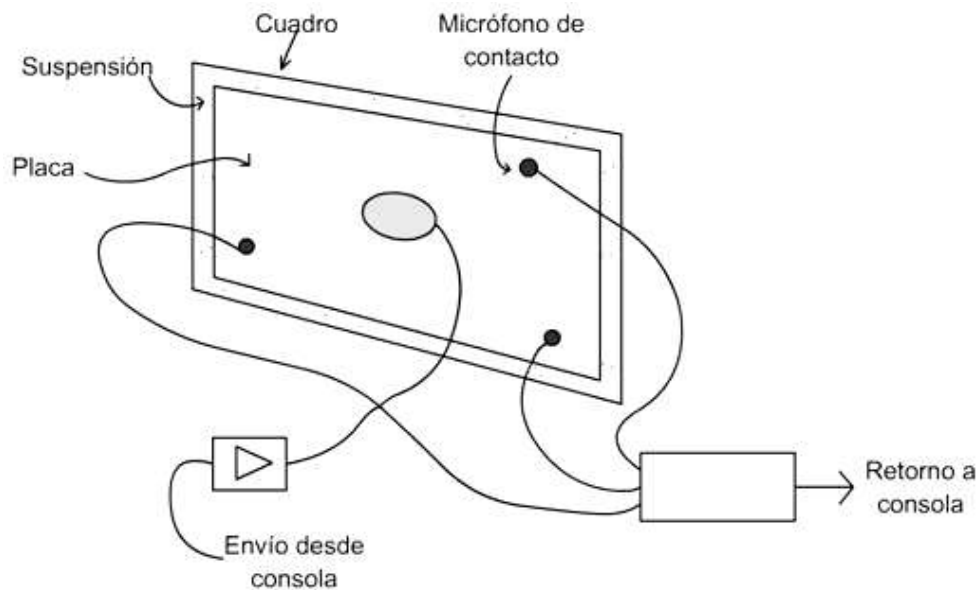


Figura 2. Diagrama básico de Plate Reverb.

Chamber Reverb

Otra forma (todavía utilizada) de generar reflexiones en forma de reverb son las cámaras de reverberación especialmente construidas para este propósito.

También hoy son emuladas por todos los multiprocesadores, pero originalmente consisten en un cuarto vacío y aislado de toda posible filtración de sonidos externos. Cualquier señal es enviada desde la consola hacia un parlante de alta fidelidad ubicado dentro de la cámara. Uno o más micrófonos recogen el sonido que emite el parlante, además de las reflexiones que se producen por los sonidos reverberando dentro de la cámara. Si los micrófonos son alejados del parlante se obtiene más nivel de reflexiones y menos nivel del sonido directo.

La señal de los micrófonos es llevada hacia la consola para realizar la mezcla correspondiente.

De acuerdo al tamaño de la cámara y sus materiales de construcción, todos los parámetros de la reverb se verán afectados o modificados.

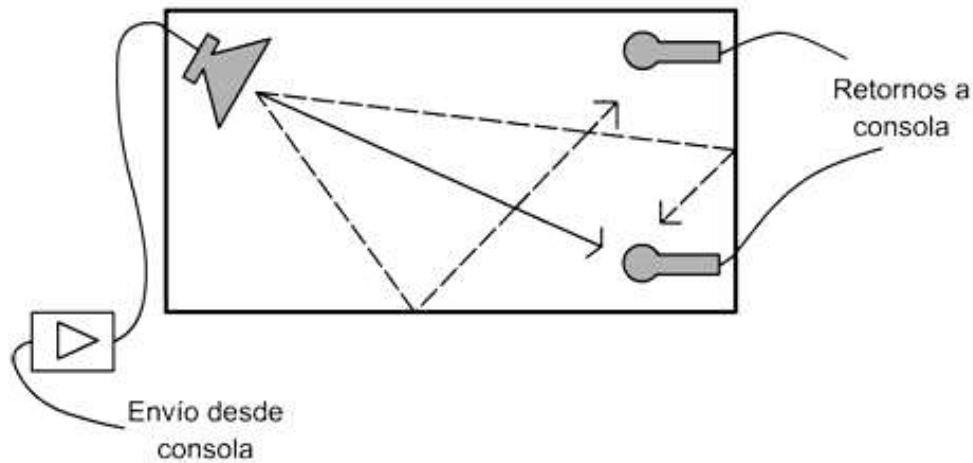


Figura 3. Chamber Reverb.

Los estudios de Capitol Records en Los Angeles cuentan con una construcción subterránea que se asemeja a un búnker alemán de la segunda guerra mundial. A casi 10 metros por debajo del nivel del suelo se encuentran 7 cámaras de reverberación en un estado de aislamiento acústico total, nutridas con diferentes pares de micrófonos Neumann para la captura de las reflexiones que allí se generan mediante esta técnica. La mayoría de los discos de Frank Sinatra fueron grabados allí, y la reverb que escuchamos en su voz proviene de estas cámaras acústicas subterráneas.

Spring Reverb

Un sistema de reverb a través de resortes utiliza un transductor en un extremo del resorte y un pickup en el otro extremo (similar al que se usa en las reverbs de tipo plate). De esta forma se generan vibraciones en el resorte de metal, las cuales son recogidas y ruteadas hacia la consola para su posterior mezcla.

Frecuentemente los amplificadores de guitarras incorporan spring reverbs gracias a su construcción compacta y su bajo costo.

El órgano Hammond incluye un propio reverberador de resorte.

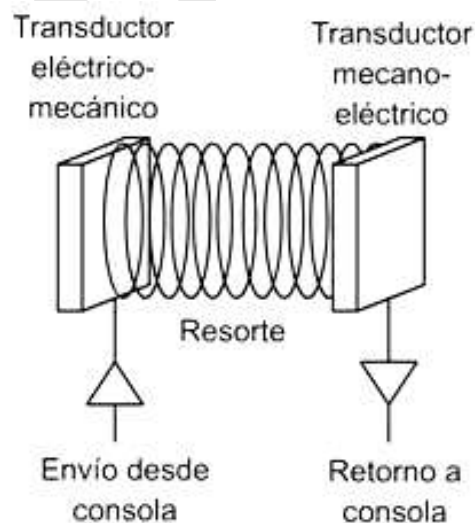


Figura 4. Spring Reverb.

Duct Reverb

Este tipo de reverberación no es muy común. El sonido que se puede obtener es muy poco natural, con una pobre respuesta en frecuencia.

Un altavoz acoplado a un ducto es alimentado por un envío de la consola y en el otro extremo se ubica un microfono que toma el sonido que entrega el ducto de reverberación. Esta reverb es más portátil pero la modificación de parámetros es muy pobre.

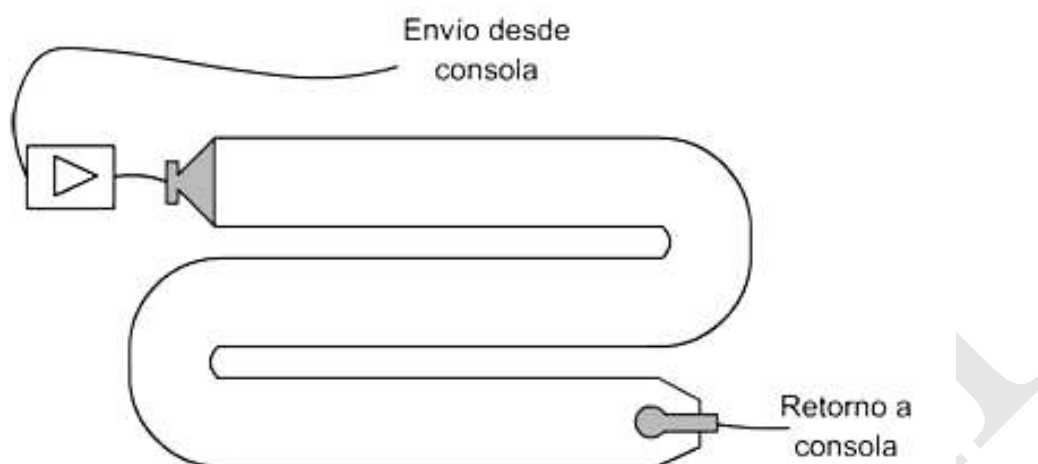


Figura 5. Diagrama de Reverb de ducto.

- Delay/Echo

La palabra delay significa "retraso", pero el delay como efecto espacial está relacionado con la "repetición" de sonidos. Estas repeticiones pueden ser infinitas, pueden ser sólo algunas, o puede ser sólo una. La cantidad de repeticiones estará sujeta a la necesidad artística de dicho efecto, y el timbre dependerá del ajuste de los parámetros del procesador, además de su calidad y cualidad sónica.

Antes de poder generar delays desde el dominio digital (gracias a los DSP), existían diferentes dispositivos mecánicos diseñados para este fin.

Algunos de ellos son:

Tape Delay o Tape Eco

Gracias a la disposición de los cabezales de Rec y de Playback en los grabadores multipistas analógicos (cinta abierta), existió una forma muy sencilla de crear una única repetición de una señal de audio.

Al enviar una señal al grabador, mientras que este se encuentra grabando esa señal y dándonos reproducción de pista (monitoreo de lo que queda registrado en la cinta), podemos escuchar una repetición del sonido que ingresa al multitrack. Esto sucede por la separación física que existe entre la cabeza de Record y la cabeza de Playback.

Variando la velocidad de grabación, la cual se puede configurar entre 7.5, 15 ó 30 pulgadas por segundo (según el grabador), se logra modificar el "Tiempo de Delay". Para que ese delay coincida mejor con el tempo de la canción, o simplemente para que se ajuste mejor a la necesidad meramente artística de la situación. También se puede hacer un ajuste fino, para el cual se utiliza el control de pitch del grabador.

El problema que presentaba el uso de grabadores multitrack para este propósito, era que un equipo tan costoso a veces quedaba relegado a una tarea muy simple, y además

cuando se terminaba la cinta, había que rebobinarla para ponerla a grabar nuevamente desde el comienzo.

Por eso, muchos fabricantes diseñaron dispositivos específicos y portátiles para este fin, con el agregado de algunas cabezas más de reproducción, gracias a las cuales se puede conseguir más de una repetición. También incluyen variables en la velocidad de reproducción, y una cinta "sin fin" que es borrada constantemente antes de la grabación de los nuevos sonidos, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

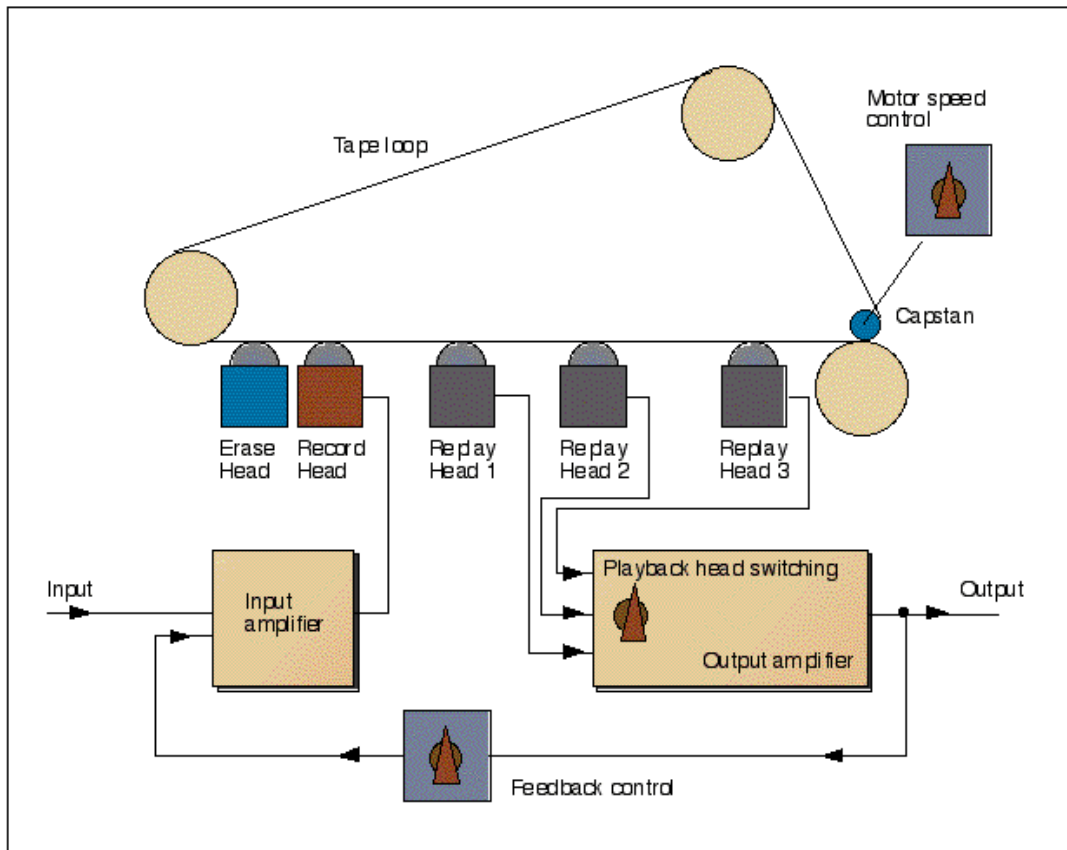


Figura 6. Diagrama del Analog Delay.

Gracias a la mayor o menor separación que existe entre cada cabeza de Playback con respecto a la cabeza de Record, o en el caso del gráfico, la posibilidad de escuchar hasta tres repeticiones del sonido original, la selección de la cabeza de playback determina el "Tiempo de Delay".

Una vez que el sonido es reproducido, este ya no cumple ninguna función, y es por eso que esa porción de cinta puede ser borrada, la misma cinta es grabada y borrada una y otra vez.

Tal como lo muestra la imagen, también podemos encontrar en estos dispositivos un control de Feedback, que no es más que la posibilidad de realimentar la entrada del dispositivo con algo de la señal procesada. Esto incrementará la cantidad de repeticiones. En el caso de estar generando el delay con un grabador de cinta abierta, el feedback se puede obtener enviando algo de la señal procesada que ingresa a la consola al mismo grabador.

En breve se detallarán los parámetros principales del proceso espacial "Delay".

Analog Delay

Para tiempos cortos de delay, llegaron a utilizarse circuitos de tipo capacitor o simplemente de "muestreo y retención" del voltaje que representa al audio. Todo sucede en el dominio analógico. Incrementando la cantidad de capacitores, uno detrás del otro, se consiguen generar sucesivas repeticiones de la señal original. La característica tímbrica de estos circuitos es muy pobre generalmente, y los delays son carentes de altas frecuencias, o con un sonido opaco característico.

Digital Delay Line (DDL)

Hace más de dos décadas que los dispositivos digitales se vienen utilizando para la producción de efectos espaciales. Esto es factible gracias al bajo costo de sus componentes y de su arquitectura. A partir de algoritmos de aritmética binaria se puede generar el efecto delay, como así también muchos otros procesos.

Todo se basa en un tipo de memoria RAM (random acces memory), la cual se ocupa de muestrear y almacenar (a intervalos periódicos) la señal que ingresa al procesador. Mientras se muestrea una porción de audio, se está reproduciendo la porción previamente almacenada. El próximo intervalo se almacenará en otra locación de la misma memoria. Estas memorias tienen una capacidad limitada, y es por eso que al ocupar al máximo esta capacidad, la memoria se despoja de la información almacenada para volver a ser utilizada en toda su capacidad. A este proceso se lo denomina "buffer circular".

No tenemos control sobre este proceso (y para nosotros no significa nada artísticamente), sólo se trata de entender su funcionamiento.

De esta forma, hoy encontramos todo tipo de dispositivos capaces de producir este y otros efectos con un costo muy bajo y con muy buena calidad. Los ejemplos van desde pedales para instrumentos, hasta unidades de rack de alta gama que se pueden encontrar en los estudios.

Funcionamiento básico:

- La señal se divide al ingresar al procesador para obtener a la salida del mismo una señal igual a la original, por un lado, y una señal procesada por el otro.

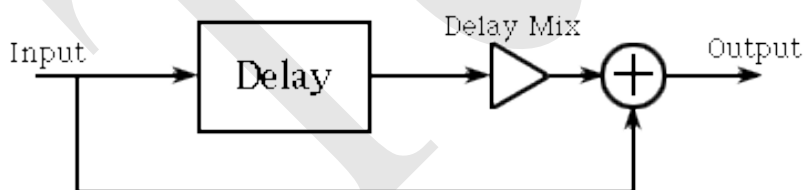


Figura 7. Diagrama básico de delay.

Principales parámetros de delay

Delay Time / Delay

Es el parámetro que establece el tiempo que transcurre entre repetición y repetición. Generalmente su unidad de medida es el milisegundo.

Delay Mix / Mix

Nos permite "mezclar" la señal pura con el efecto. De modo que a mayores valores del parámetro mix, el efecto se hará más audible.

Feedback / Regeneration

Con este parámetro conseguimos "inyectar" nuevamente a la sección de muestreo un porcentaje de señal procesada, lo cual generará un incremento en la cantidad de repeticiones del proceso. Esto también es conocido como realimentación.

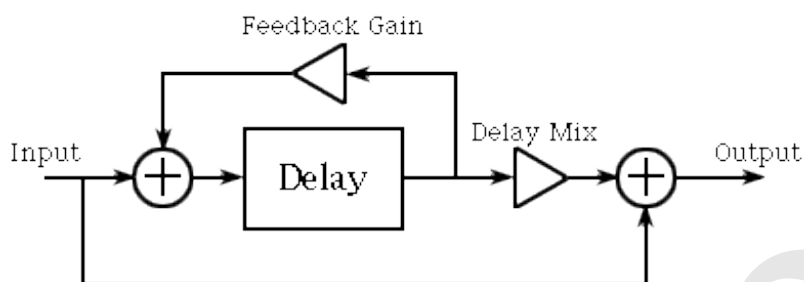


Figura 8. Diagrama básico de delay con parámetro Feedback.

High Frequency Damping Factor

Es común llamar eco a una repetición de delay que llegue a nuestros oídos en tiempos mayores a los 60 milisegundos, pero en la vida real, la característica natural que diferencia al delay del eco, es la carencia que este último tiene en altas frecuencias.

Habiendo establecido previamente que el delay como efecto no es más que la reproducción retrasada de diferentes muestreos de una señal de audio, es inevitable dar por hecho que esos delays sonarán igual que el audio muestreado (dejando de lado la calidad o tipo de conversión del multi-efecto en cuestión). Esto es así, pero existe la posibilidad de modificarlo.

Los ecos en la vida real suenan más "opacos", carecen de altas frecuencias debido a que son precisamente las altas frecuencias las que primero se atenúan en el medio ambiente, o son atenuadas (absorbidas) por las superficies contra las que rebotan.

El High Frequency Damping Factor nos permite reducir la ganancia de las altas frecuencias. Esta atenuación se verá incrementada cada vez más a medida que las repeticiones vayan cesando (a medida que los ecos disminuyen en amplitud, las altas frecuencias también disminuyen en proporción). De esta forma el parámetro estará haciendo que los ecos generados por el proceso delay suenen más naturales.

Low Pass Filter

Típicamente, sólo un atenuador de las altas frecuencias en general. También existirán otras formas de equalizar el sonido del delay.

Multi-tap Delay

Para casos en los que se necesita más versatilidad a la hora de "producir" una canción agregando cierta cualidad rítmica, por ejemplo, el multi-tap delay es una buena opción ya que permite crear patrones más complejos de repeticiones.

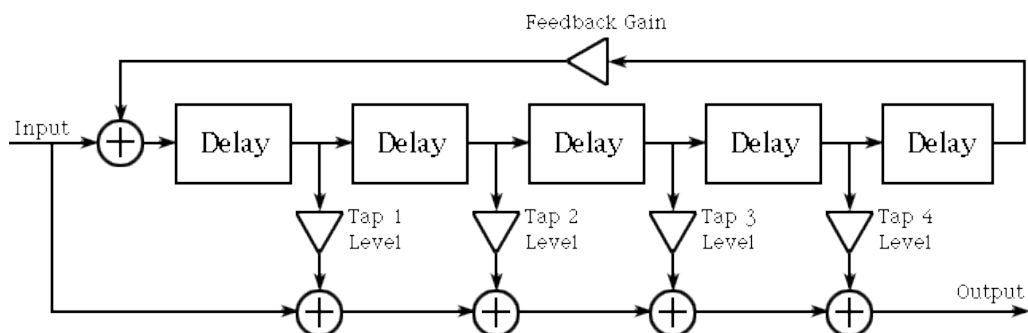


Figura 9. Diagrama de Multi-tap Delay con parámetro Feedback.

Como lo muestra el gráfico anterior, de esta forma tenemos la posibilidad de "tomar" o escuchar repeticiones en diferentes momentos del delay total. A esto se lo denomina "tapping the digital delay" (algo así como "tocando el retraso digital") y es por eso que el nombre del proceso es precisamente Tap-Delay.

Aquellos delays que no quieran ser escuchados podrán ajustarse en cero y no producirán modificación alguna.

Aunque el parámetro Feedback se encuentra disponible, generalmente tiende a desestabilizar bastante al efecto, debido a la sumatoria de muchos delays realimentados.

Al trabajar artísticamente con delays, "deberíamos" hacer que estos delays respeten el tiempo musical. Es por eso que el parámetro "delay time" se transforma en algo específico a la hora de programar este efecto. En clases prácticas se demostrarán los diferentes modos de averiguar el tempo de una canción (BPM, beats per minute).

Si utilizamos tiempos de delay muy cortos no será necesario tener en cuenta los BPM.

Como se explicará más adelante, tanto el efecto chorus como el flanger se basan en el retraso de tiempo. Por eso, es común que en algunos plugins de delay (Digirack por ejemplo) encontremos parámetros que son comunes a estos efectos.

Debido a la versatilidad y la cantidad de opciones que ofrecen los plugins, es posible que alguno de ellos realice más de una función, o que se pueda generar un efecto diferente al que indica su nombre.

Ping-Pong Delay

Como su nombre lo indica, el ping-pong delay produce repeticiones que oscilan o "rebotan" entre los canales Left y Right del estéreo.

Como vemos en el siguiente gráfico, el efecto está basado en dos líneas de delay, cada una con su propia entrada. Estas entradas pueden ser alimentadas por la misma señal, o por señales diferentes. El parámetro Feedback de cada línea de delay alimenta a la otra línea y no a sí misma. Esto produce el rebote de señal en ambos canales del estéreo.

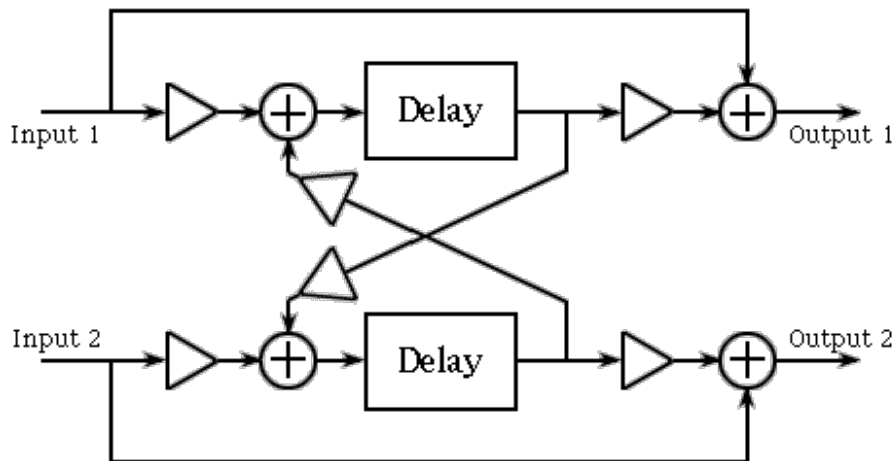


Figura 10. Diagrama básico de Ping Pong Delay.

Nota: la utilización de delays en la producción de sonidos y mezclas es utilizada hace ya muchos años. Es muy común escuchar el sonido de solos de guitarras con un pequeño delay por detrás, o la repetición de los golpes de tambor jugando rítmicamente en géneros como el reggae o el dub. Algunos ingenieros eligen usar únicamente delays en tracks vocales, reemplazando de esta forma a la reverb que generalmente se utiliza. Los ejemplos podrán variar seguramente, y siempre se encontrarán nuevas formas de utilizar este efecto espacial.

- Flanger

El flanger es un efecto espacial basado en el retraso de tiempo, y tiene un sonido que se relaciona generalmente con el phaser. El sonido de este último no está basado en el retraso de tiempo y será explicado más adelante.

El sonido del flanger reside en la reproducción simultánea de la duplicación de una misma fuente sonora, pero con la audición de una de ellas levemente retrasada.

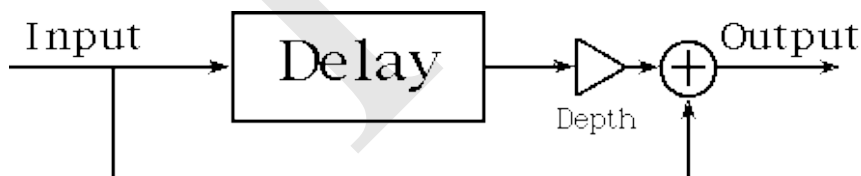


Figura 11. Diagrama básico del Flanger.

Tal como lo muestra el gráfico, al ingresar al procesador la señal se divide en dos, y a la salida del mismo se escucha la sumatoria de ambas señales. En su camino, una de las señales se encuentra con el circuito Delay, el cual retrasa su reproducción. Este retraso no es constante, varía de acuerdo a los parámetros del LFO, y produce un filtrado de fase en el audio resultante de esta sumatoria (comb filtering o filtrado de peine). El fenómeno genera notches (filtros de caída profunda y pendiente pronunciada) que determinan la

respuesta en frecuencia. Recordemos que al sumar dos señales idénticas con un pequeño desfase, el resultado es un sonido diferente.

Estos notches afectan a diferentes frecuencias, ya que es posible hacer un "barrido" del espectro cambiando la cantidad de delay utilizado. Este barrido genera una modulación del pitch.

El circuito LFO (Low Frequency Oscillator u oscilador de baja velocidad) determina la manera en que cambia el delay utilizado, es decir, la velocidad del barrido. Podríamos decir también que el LFO va "moldeando" o "modulando" el efecto a medida que va cambiando la cantidad de delay aplicada.

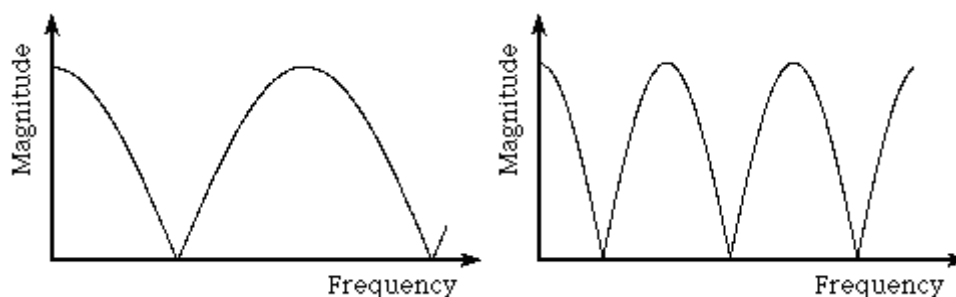


Figura 12. Notches generados por el flanger a distintos tiempos de delay.

El motivo por el cual no se escuchan ecos o repeticiones de la señal sin retraso es porque el retraso aplicado es muy corto (1 a 10/15 ms.). Recordemos que los humanos escuchamos en forma de eco la repetición de una señal cuando esta arriba a nuestros oídos después de 50 ms. aproximadamente.

Se dice que el efecto fue descubierto por accidente, cuando en una grabación de The Beatles alguien tocó el borde de uno de los reels de un multitrack analógico que estaba siendo utilizado para generar un delay, esto produjo un cambio de pitch con su correspondiente sonido característico. De esta forma, con más pruebas y señales, luego se pudo establecer esa circunstancia como un efecto espacial.

Al borde del reel también se lo llama "flange" y de ahí es de donde se desprende el nombre del efecto "flanging".

Principales parámetros del Flanger

Depth (profundidad). También encontrado como "Mix"

Este parámetro determina el barrido de los filtros notches. A medida que se incrementa el valor de depth, los notches se extienden cada vez más, produciendo un efecto más marcado. Cuando el valor de depth es cero la respuesta en frecuencia es plana (el LFO no produce oscilación)

Speed / Rate / Frequency

El parámetro Speed o Rate determina la cantidad de veces que el LFO oscila por segundo. Podemos describirlo como la velocidad de barrido del LFO. A medida que se incrementa la velocidad el flanger deberá recorrer la misma profundidad de barrido del espectro, pero en un tiempo más corto.

- Chorus

La estructura del efecto Chorus es casi idéntica a la del Flanger, sólo que el delay utilizado para el Chorus es mayor que el utilizado para el Flanger (20 a 50 ms. aproximadamente).

Cuando dos señales iguales son reproducidas con mayor cantidad de delay entre ellas, el comb filtering se va minimizando. Las cancelaciones de fase no son tan agresivas.

Por este motivo, es más común utilizar el Chorus como efecto espacial para un bajo, y el Flanger para una guitarra eléctrica por ejemplo. El Flanger tiene un timbre más filoso comparado con el Chorus. Este sonará más "redondo" y generará menos problemas de cancelación en frecuencias graves. Hay que recordar que como una de sus principales características, el comb filtering produce la atenuación de las frecuencias graves.

En sus parámetros generalmente NO encontraremos el Feedback, ya que, si realimentáramos el efecto, el comb filtering se incrementaría.

En muchos casos encontraremos multiprocesadores capaces de generar el efecto chorus con más de una voz a la vez. La palabra en inglés chorus significa "coro" por lo que la idea es generar varias copias de la señal original como si fuesen varias personas en un coro por ejemplo (multi-voice chorus). Este efecto tiene la característica de "agrandar" o "engordar" las señales dentro de la mezcla.

Típicamente un multi-voice chorus utiliza sólo un LFO para todas las voces, pero cada voz tiene diferente fase. Lo que significa que las voces siempre estarán fuera de fase entre si, además de tener diferente tiempo de delay.

Algunos multi-procesadores utilizan un LFO dedicado para cada una de las voces.

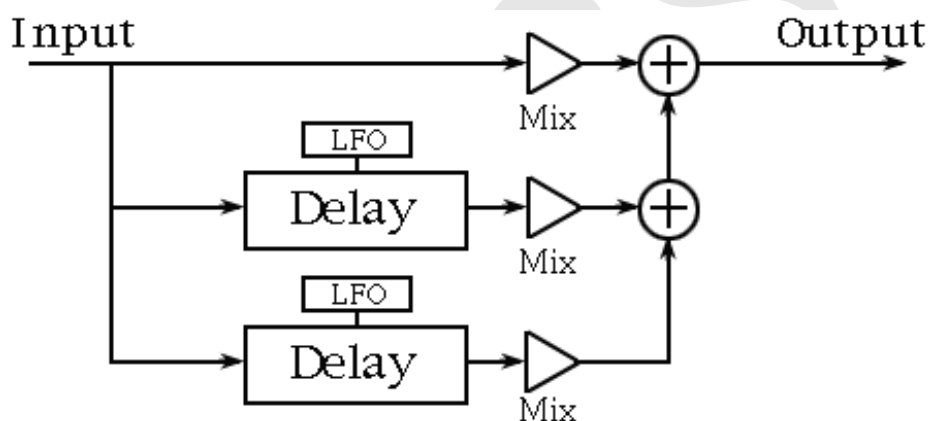


Figura 15. Diagrama básico de Chorus con dos voces.

Efectos espaciales NO basados en el retraso de tiempo

Dentro de este grupo encontramos a los siguientes efectos (también llamados algoritmos):

- Phaser
- Vocoder
- Aural Exciter

- Phaser (Phase shifting/Phasing)

Este es un efecto espacial que se basa específicamente en el “desplazamiento” de la fase, y que adquiere su sonido característico creando uno o más notches en el espectro de las frecuencias. Los notches eliminan el sonido de la frecuencia a la que afectan de la misma manera que sucede en el flanger (de hecho, el flanger es un tipo específico de phasing). Los notches son creados simplemente filtrando la señal y mezclando la salida de ese filtro con la señal de entrada (señal original). Los filtros pueden ser diseñados de manera que podamos controlar independientemente el lugar, cantidad y el ancho de banda de cada notch.

Los notches que generan el desplazamiento de la fase son implementados utilizando un grupo especial de filtros llamados “allpass filters”. Como su nombre lo indica, un allpass filter deja “pasar” a través de él todas las frecuencias del espectro sin producir amplificación o atenuación en ninguna de ellas. Esto quiere decir que, si insertamos una onda senoidal en la entrada del allpass filter, encontraremos una onda senoidal a la salida del mismo, con la misma amplitud que la onda que ingresó a dicho filtro. Entonces, para conseguir el desplazamiento de fase, simplemente sumamos la salida filtrada con la señal original que no sufrió ninguna modificación.

La cantidad de señal filtrada es ajustada por el parámetro “Depth” también llamado Mix or Level control.

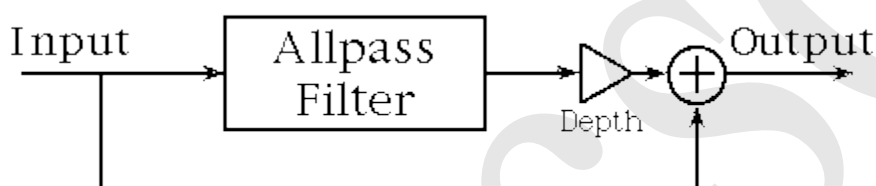


Figura 16. Diagrama básico de Phaser.

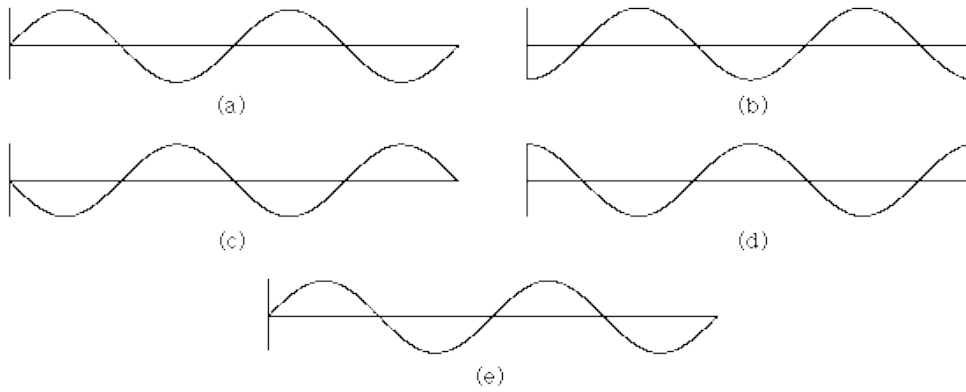
La “respuesta o distorsión de la fase” (phase response) es una característica de todos los tipos de filtros. Gracias a esta característica se generan los notches.

Para explicarlo de una forma sencilla: la forma de averiguar de qué forma un circuito “x” afecta al audio que pasa a través de él, sería pasando una onda senoidal desde su entrada hasta su salida. Una vez hecho esto, podríamos observar dos características importantes. La primera es la amplitud relativa de las dos señales (magnitudo response). Como se mencionó anteriormente, para todos los allpass filters esa amplitud es igual, de modo que la respuesta de magnitud es igual para todas las frecuencias. La segunda y más importante característica es la “alineación relativa” de esas dos señales con respecto del tiempo. Por ejemplo, si las dos cruzan el cero Volt o llegan a la máxima amplitud al mismo momento.

La diferencia de esta característica entre las dos señales se denomina “phase lag” o desfasaje de la respuesta de fase.

Este desfasaje es medido generalmente en fracciones de una forma de onda con respecto a una cantidad de tiempo. Un ciclo de una onda tiene 360 grados (dejemos de lado el periodo y la frecuencia), entonces 90 grados es un cuarto de ciclo, 180 grados es la mitad del ciclo y así sucesivamente.

Los siguientes son ejemplos que muestran el desfasaje de la respuesta de fase. El eje horizontal es el tiempo:



Ejemplo (a) respecto de (b) sufre un desfase de 90 grados.

Ejemplo (a) respecto de (c) sufre un desfase de 180 grados. En este ejemplo, la sumatoria de ambas señales dará como resultado la cancelación total.

Ejemplo (a) respecto de (d) sufre un desfase de 270 grados.

Ejemplo (a) respecto de (e) sufre un desfase de 360 grados (un ciclo completo).

Todos los filtros tienen una respuesta de fase que cambia según la frecuencia, es decir que el desfase no es el mismo para todas las frecuencias. Por este motivo el desfase introducido por el allpass filter producirá cancelaciones en algunas frecuencias y en otras no tanto, o ninguna cancelación en algunas frecuencias y 180 grados de cancelación algunas otras, por ejemplo. Esto es casi impredecible.

Cuando se mezcla esta señal con 180 grados de desfase en algunas frecuencias con la señal de entrada, es precisamente ahí donde se generan los filtros notch. Las frecuencias que se encuentren cerca de los filtros notch también serán atenuadas en alguna medida.

El número de notches es determinado por la complejidad del filtro. La combinación en serie de varios allpass filters es por si mismo un allpass filter. Se puede comenzar con un filtro simple y encadenar filtros adicionales para crear más notches. De esta forma la respuesta de la fase del filtro es la sumatoria de la respuesta en frecuencia de todos los filtros.

La forma en la que los notches "barren" el espectro audible en función del tiempo no tiene que ver con un LFO como en el caso del flanger. Se trata de un cambio exponencial en el orden de las frecuencias a las que afectan dichos notches. Se podrá controlar que tan rápidamente los notches barrerán el espectro, además de la profundidad o rango de ese barrido.

Principales parámetros del Phaser

Depth (Mix/Level)

Este parámetro controla la cantidad de señal filtrada que es sumada a la señal original. Es llamado Depth (profundidad) porque a medida que su valor se incrementa, la profundidad de los notches resultantes de la sumatoria crece. Cuando es ajustado al 100% los notches adquieren la mayor atenuación posible.

Sweep Depth (Range-Rango)

Este parámetro es utilizado para controlar que tan lejos llega el barrido de los notches con respecto a las frecuencias. En algunos casos se podrá seleccionar la frecuencia, y en otros casos la frecuencia puede estar ajustada por defecto en un valor específico, pudiendo controlar cuan lejos el barrido puede alejarse de esa frecuencia.

Feedback o Regeneración

Se puede incrementar la intensidad del desplazamiento de la fase utilizando el parámetro Feedback, el cual agrega parte de la señal filtrada (procesada) a la entrada del procesador. Algunos multi-procesadores nos permitirán tener valores negativos de Feedback, lo cual es equivalente a restar la señal procesada en la entrada del procesador.

Speed/Rate

Este parámetro controla la velocidad con la que el barrido se mueve en el rango de frecuencias. El rate dispone cuantas veces por segundo se efectuará el barrido de los notches.

Nota: El Wah Wah es muy similar al phase shifter, con la excepción de que no posee un oscilador interno. En su lugar, el músico controla la frecuencia central y la velocidad de barrido con el pedal, permitiendo crear de esta forma un efecto sumamente expresivo.

- Vocoder

Un vocoder es un procesador de audio que captura los elementos característicos de una señal de audio y luego utiliza esas características para afectar a otras señales de audio. La tecnología detrás del efecto vocoder fue inicialmente utilizada en los intentos de sintetizar la voz humana. El sonido de este efecto se asemeja a un "sintetizador que habla", popularizado por artistas como Stevie Wonder y Cher.

El componente básico que extrae el vocoder cuando analiza la señal de audio se denomina formante. La formante describe la frecuencia fundamental de un sonido, y el sonido de sus componentes asociados o frecuencias armónicas.

El vocoder funciona así: La señal que ingresa y que se utilizará como "moduladora" (una voz diciendo "Hola, mi nombre es Juan" por ejemplo) se envía a través de una serie de filtros paralelos y un "seguidor de la envolvente" a modo de establecer un análisis o "plantilla" de ese sonido. Este análisis se basa en el contenido de frecuencias y el nivel de los armónicos de esas frecuencias. La señal que va a ser procesada (un sonido de cuerdas, por ejemplo) se introduce en otra entrada del vocoder. La plantilla creada inicialmente durante el análisis del sonido de la voz se utiliza para filtrar el sonido sintetizado. La salida de audio del vocoder contiene el sonido sintetizado modulado por el filtro creado en el análisis de la voz.

Finalmente escuchamos el sonido de las cuerdas ligado a la modulación de la voz de entrada con las características tonales de la voz agregadas al sonido de las cuerdas.

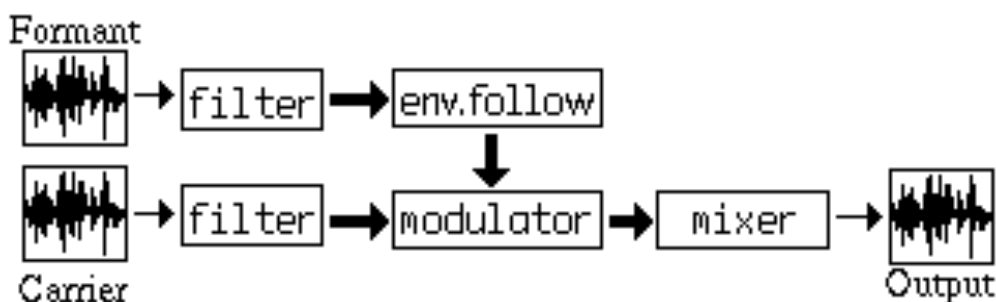


Figura 17. Diagrama básico del Vocoder.

- Aural exciter

Desde la aparición del procesador Aphex, alrededor de 1975, muchos excitadores aurales han sido lanzados al mercado. Sin embargo, el nombre "Aural Exciter" es propiedad de la empresa Aphex, y es por este motivo que hoy encontramos muchos procesadores que realizan este trabajo, pero con diferentes nombres (Aural Enhancer, Harmonic Exciter, Spectral Processor, entre otros). Sólo algunas empresas como Yamaha, Mackenzie, Bogen, Emu y Genter disponen de la licencia necesaria para industrializar el producto con su verdadero nombre.

La primera unidad desarrollada por Aphex Systems no estuvo a la venta, sólo se alquilaba a los estudios por el insólito precio de 30 dólares por minuto de audio grabado. Cuando la empresa reconoció que había un gran mercado dispuesto a comprar la unidad desarrolló unidades más económicas, siendo estas las primeras en salir a la venta. Recibieron el nombre de Aural Exciter Type B y Type C.

El Aural Exciter potencia o realza la claridad y la inteligibilidad del audio agregando armónicos generados a partir de una frecuencia determinada. Se generan armónicos pares o impares a elección, de acuerdo al timbre que se busque. Generalmente se trabaja a partir de la excitación de frecuencias medias y altas, lo cual añade una presencia adicional al programa sin alterarlo en su dinámica musical. Se puede llegar a conseguir un incremento del nivel aparente de hasta 4 dB.

A diferencia de la ecualización que puede cambiar el balance del contenido de altas frecuencias existente, el aural exciter simplemente restaura los armónicos perdidos o enmascarados otorgando más claridad y detalle a las grabaciones y mezclas.

Por otro lado, se consigue una alteración (también aparente) del espectro estéreo logrando un "ensanchamiento o apertura" de la imagen. Este proceso toma ventaja de los fenómenos psicoacústicos que experimenta nuestro sistema auditivo.

La señal se divide en dos dentro del procesador. Una de las dos señales se dirige directamente hacia la salida del mismo, la otra señal pasa a través de un circuito excitador y un atenuador de amplitud. Dentro del circuito excitador hay un high pass filter y luego un generador de armónicos. El filtro es utilizado para ajustar la frecuencia a partir de la cual se generarán los armónicos (generalmente esta frecuencia se encuentra entre los 800Hz y 6KHz). La fase de los armónicos generados estará directamente relacionada con las frecuencias a partir de las cuales se producen. Finalmente, las dos señales son sumadas en una mezcla interna. Es importante remarcar que esta mezcla debe realizarse dentro del procesador.

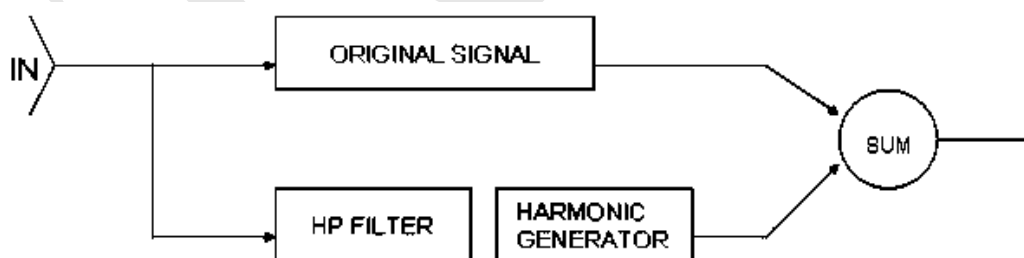


Figura 18. Diagrama básico del Aural Exciter.

El Aural Exciter original del año 1975 no contaba con el circuito Big Bottom, el cual fue agregado en el año 1992. El Big Bottom combina un low pass filter y un procesador dinámico para comprimir y retrasar la información de frecuencias graves en el audio. Este proceso es dependiente de la amplitud, pero a la inversa, lo que significa que, a mayor nivel de entrada al procesador, menor será la amplitud de las frecuencias graves. El procesador dinámico y el tiempo de delay trabajan juntos para crear unos graves con mayor "sustain" (sostenimiento), los cuales son percibidos como si tuviesen más amplitud

pero que en realidad no incrementan el rango dinámico. Una vez más, este es un efecto psicoacústico.

Autor de este apunte: *Toto Strapporava*.

Propiedad: *Escuela Tecson*.

TECSON