

ELECTROACUSTICA (66.68)

INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Facultad de Ingeniería
Universidad de Buenos Aires

Procesadores de audio

Gain



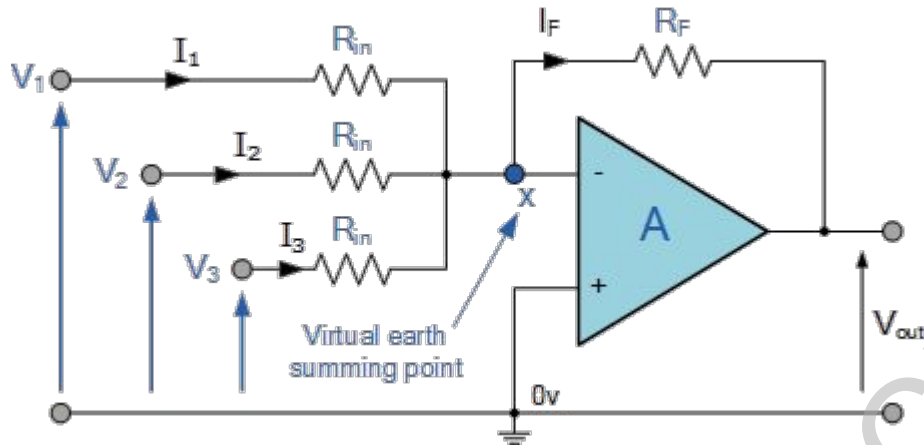
Consiste simplemente en la amplificación de una señal de audio. Los procesadores de este tipo reciben el nombre de preamplificadores ya que por lo general se utilizan como inicio de la cadena de audio para obtener el nivel de señal de deseado para su posterior procesamiento. Debe tenerse en cuenta que debido a que no existe el amplificador ideal, este proceso introducirá indefectiblemente distorsión armónica y ruido en la señal.

Suma o “Mezcla”



La suma o mezcla consiste en la combinación de varias señales de audio en una única señal para su grabación, escucha o difusión. Cada una de las señales de entrada se denomina canal, y los potenciómetros que controlan el nivel con el que se suma a la señal de salida se denominan faders. En el caso de una señal de salida stereo mediante un potenciómetro llamado pan también se controla el nivel enviado a cada canal de salida para controlar la imagen virtual generada.

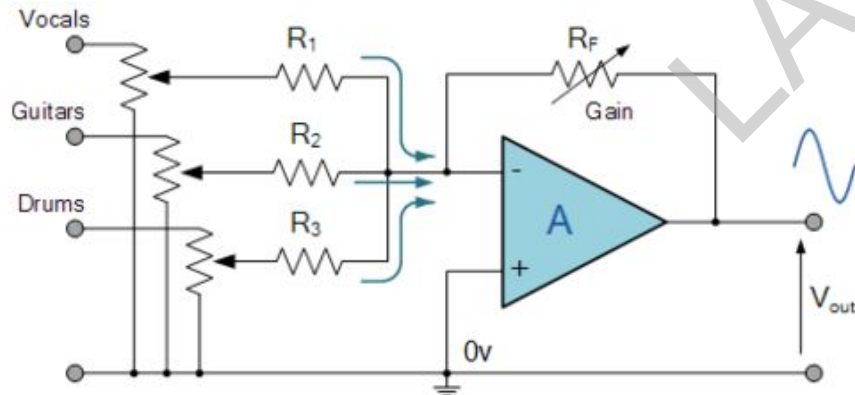
Suma o “Mezcla”



$$I_F = I_1 + I_2 + I_3 = - \left[\frac{V_1}{R_{in}} + \frac{V_2}{R_{in}} + \frac{V_3}{R_{in}} \right]$$

Inverting Equation: $V_{out} = - \frac{R_F}{R_{in}} \times V_{in}$

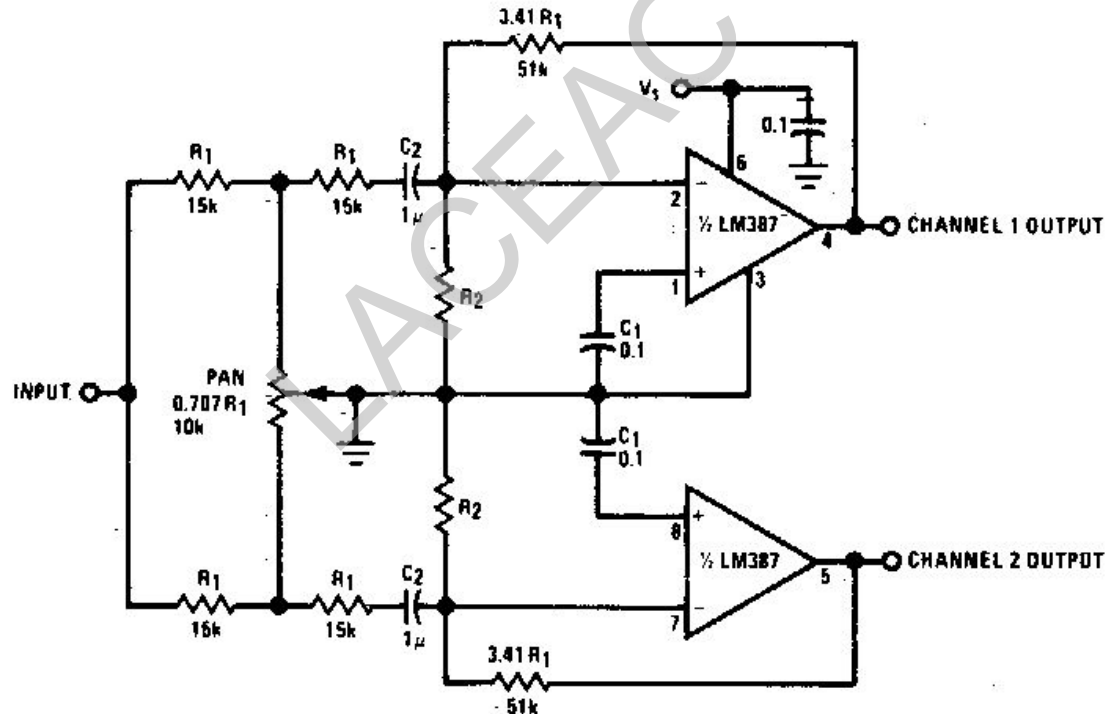
then, $-V_{out} = \left[\frac{R_F}{R_{in}} V_1 + \frac{R_F}{R_{in}} V_2 + \frac{R_F}{R_{in}} V_3 \right]$



Debe tenerse en cuenta que el nivel obtenido por la suma de cada canal no sobrepase el máximo permitido para la señal final de destino.

Suma o “Mezcla”

Circuito para controlar la imagen virtual o circuito de “panning”



EQ



La ecualización consiste en la utilización de filtros para modificar el contenido espectral de una señal, ya sea para modificar su timbre o para eliminar contenido no deseado de la misma. Debe tenerse en cuenta que como todo filtro se introducen en la señal giros de fase correspondientes a los polos y ceros de la transferencia. En el caso de tratarse de filtros pasivos cabe destacar que la única manera de “resaltar” ciertas frecuencias es atenuando el resto.

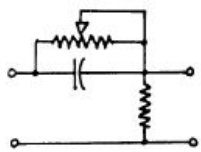


FIG 1B - VARIABLE LOW FREQUENCY DROOP

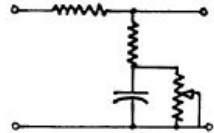
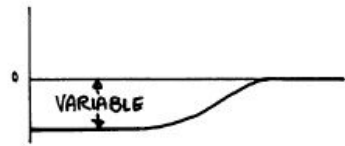


FIG 1A - VARIABLE LOW FREQUENCY SHELF

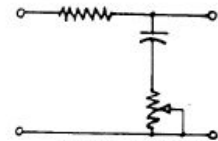
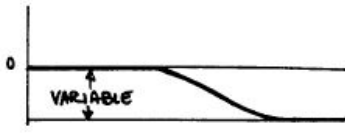


FIG 1D - VARIABLE HIGH FREQUENCY DROOP

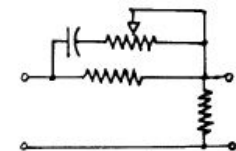


FIG 1C - VARIABLE HIGH FREQUENCY SHELF

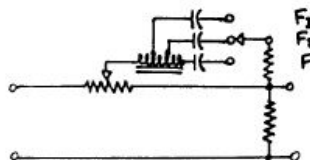


FIG 1E - VARIABLE FREQUENCY PEAK

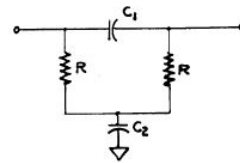
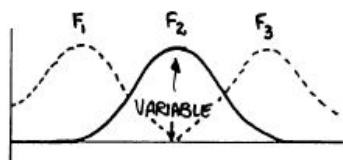


FIG 4 - BASIC NOTCH

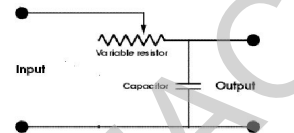
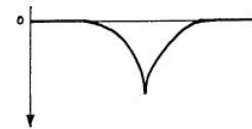
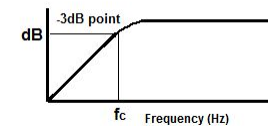
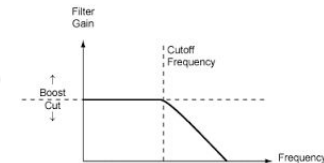


Figure 5: A simple RC high-pass filter.



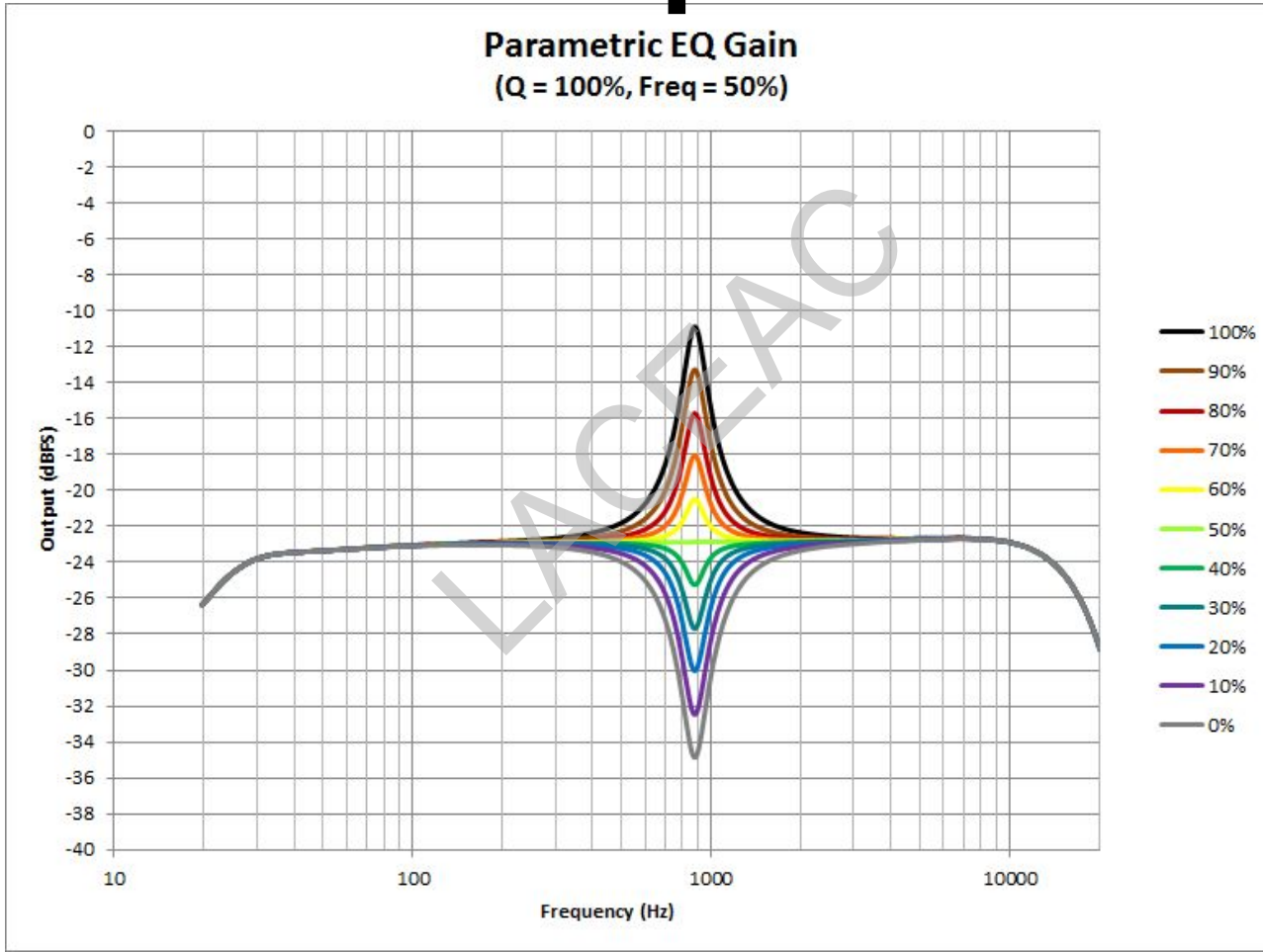
En el caso de tratarse de filtros pasivos cabe aclarar que la única manera de “resaltar” ciertas frecuencias es atenuando el resto.

Ecualizador paramétrico

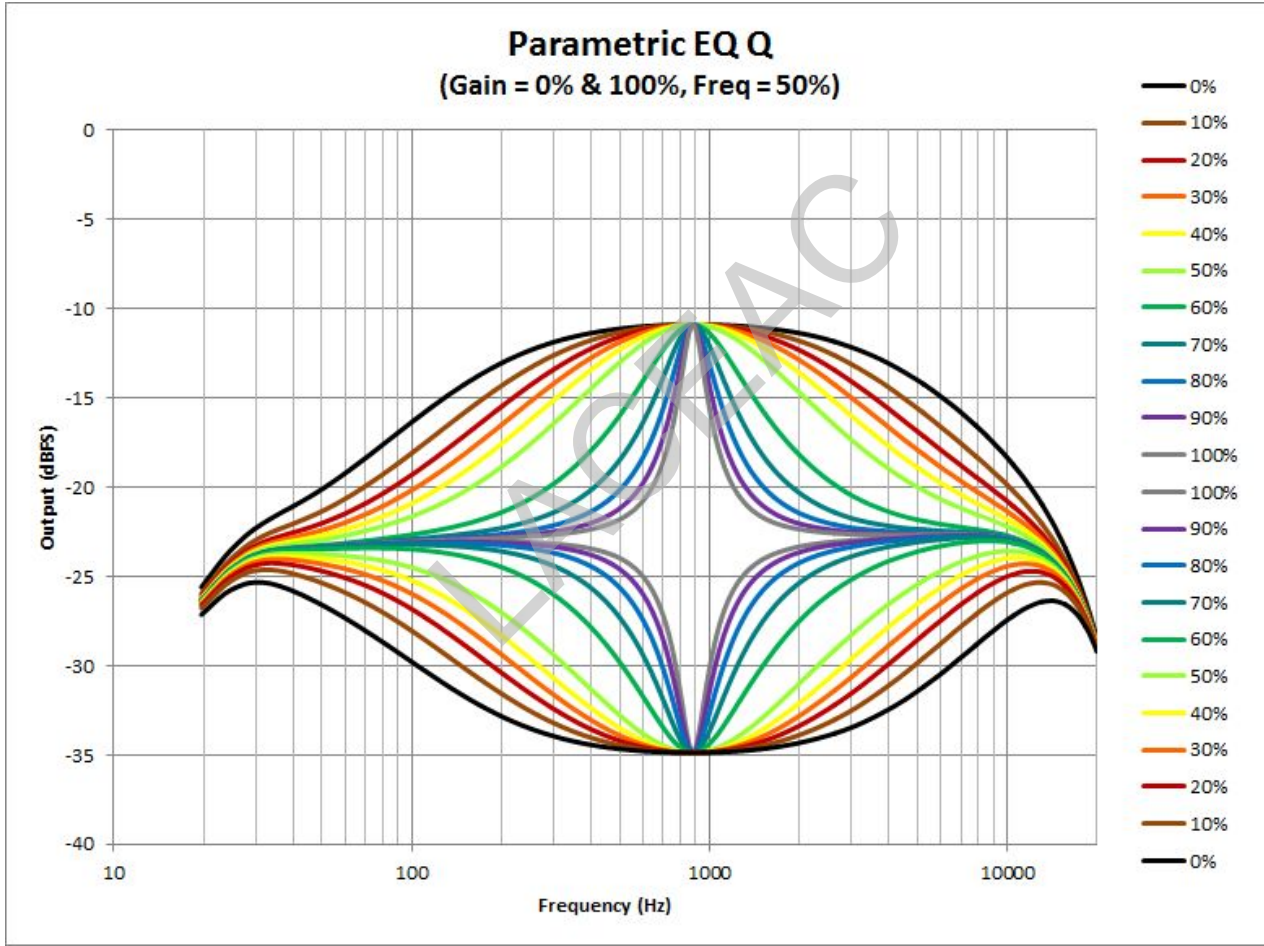


En un ecualizador paramétrico la frecuencia de corte, la ganancia y factor de mérito son variables. Por limitaciones constructivas el rango de operación suele ser limitado.

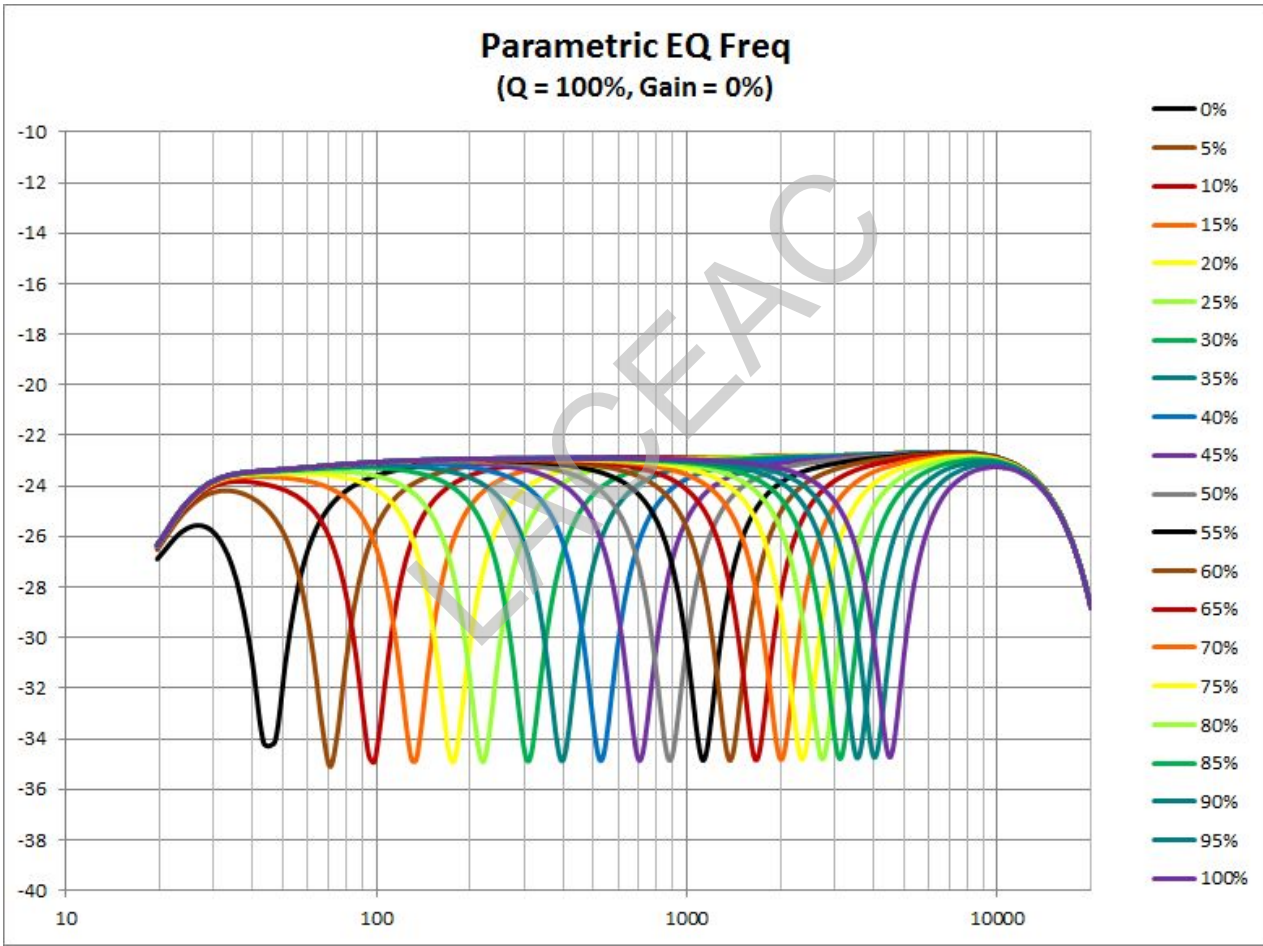
Ecualizador paramétrico



Ecualizador paramétrico



Ecualizador paramétrico



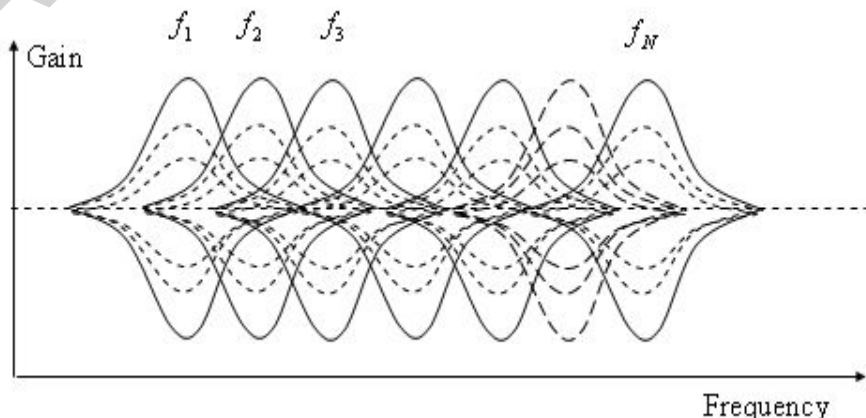
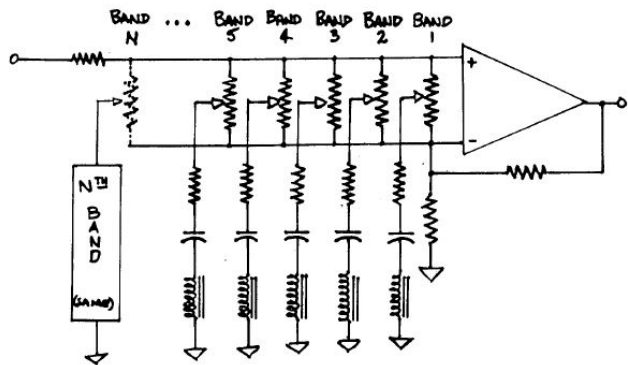
Wah-Wah



Es un filtro de alto Q cuya frecuencia se varía mediante un pedal o automáticamente mediante un detector de envolvente.

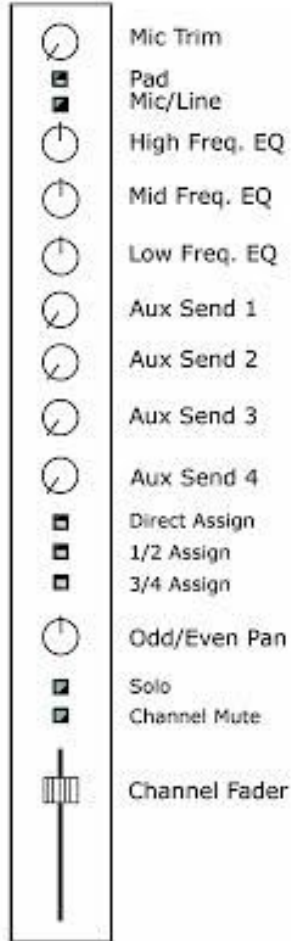
Ecualizador Gráfico

En este tipo de ecualizador cada banda se procesa con filtros de Q y frecuencia fija, por lo general dividiendo el espectro audible en tercios o 2/3 de octava.



Consola o mixer

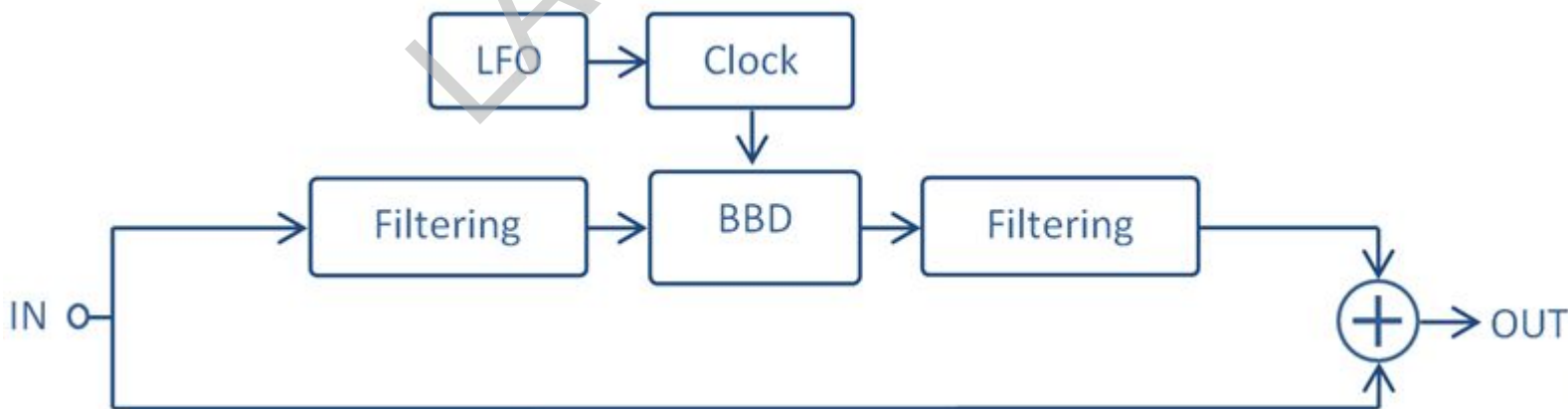
Además de de ganancia y ecualización, las consolas permiten el ruteo y la suma de cada canal a diferentes señales de salida permitiendo la realización de varias mezclas simultáneas y lazos de procesamiento externo entre otras configuraciones posibles.

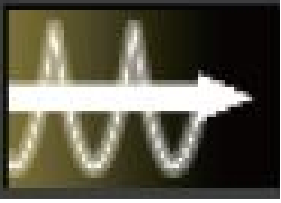




Chorus

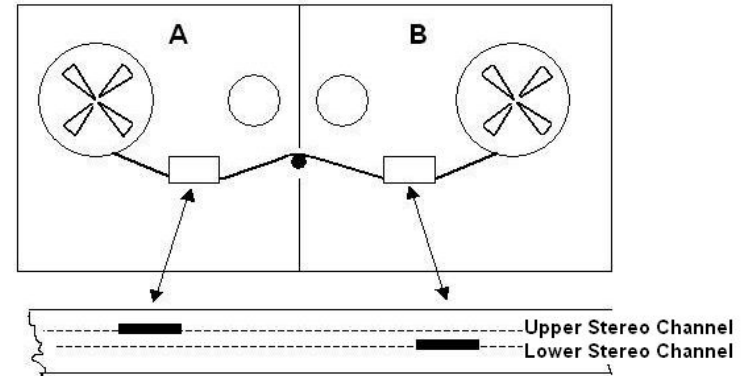
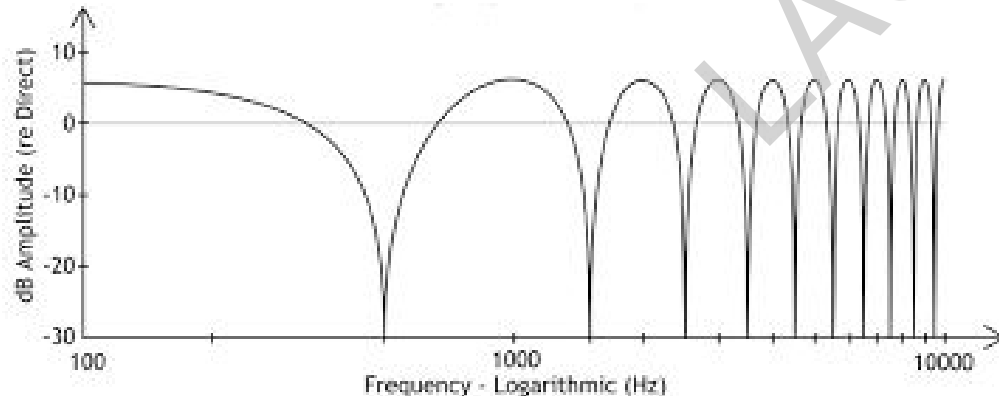
El efecto de chorus es un proceso de modulación que emula el pequeño movimiento en tiempo y afinación que se genera entre 2 o más ejecutantes de un coro cantando al unísono. Para generar este efecto a la señal original se le suma una copia con un delay variable modulado por un LFO de aproximadamente 5 a 40 ms . El delay está implementado mediante la modulación de la frecuencia de clock de una línea de retardo analógica mediante el uso de celdas BBD (bucket brigade device) de manera que las pequeñas variaciones de delay también introducen variaciones de afinación.

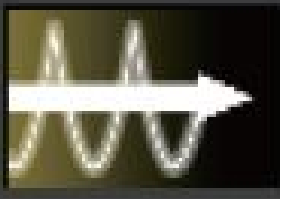




Flanger

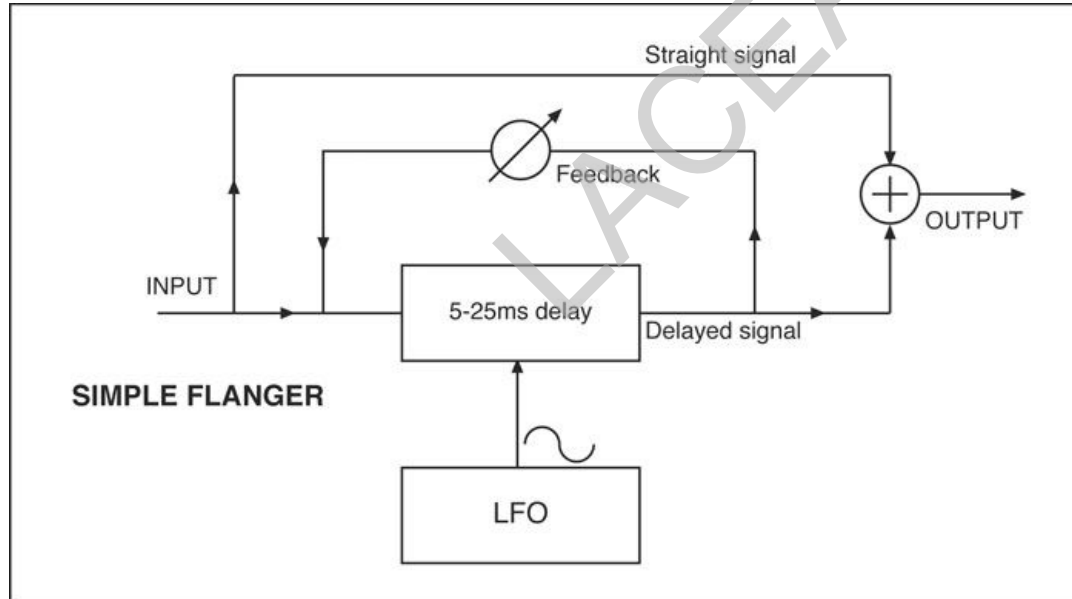
La introducción de un mínimo retardo variable a una copia de la señal producirá una comb filter variable en la suma de las dos señales. En un principio este efecto se lograba reproduciendo una misma señal desde dos cintas y sumandolas. Presionando con el dedo el borde de los carretes (flange) se producen retardos mínimos entre una y otra que no llegan a generar chorus pero si el efecto de flanging.





Flanger

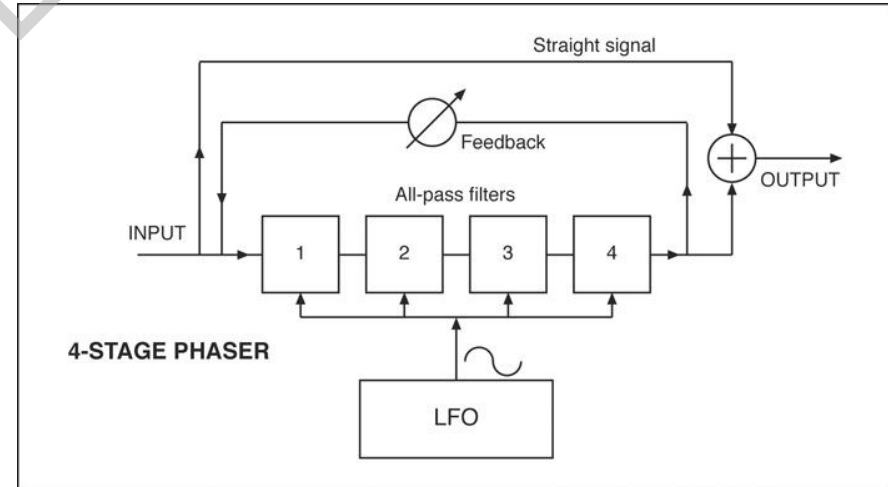
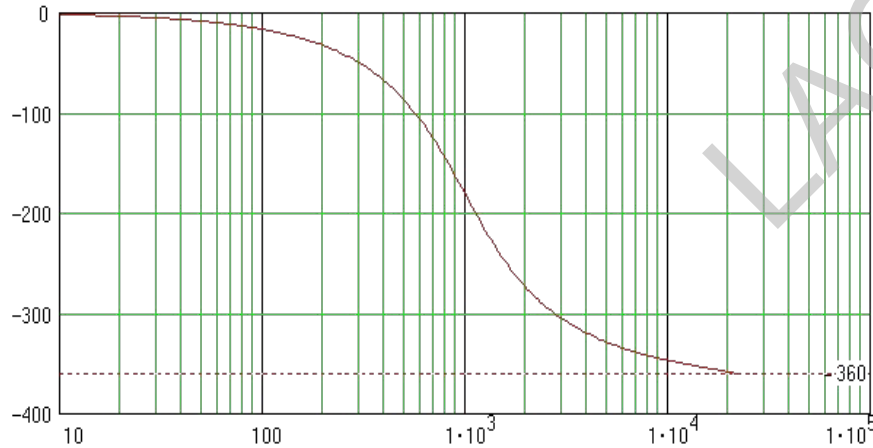
En la implementación electrónica se incluye realimentación para generar un feedback comb filter y emular los diferentes sonidos logrados con los carretes de cinta. El LFO produce el mismo efecto que la aceleración y desaceleración de los carretes. Los tiempos de retardo deberán ser menores a 20 ms.





Phaser

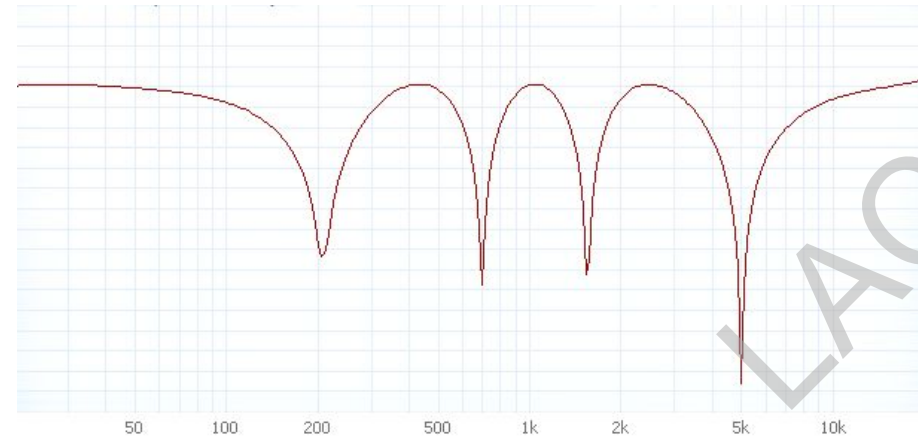
A diferencia del flanger, en el phaser se utilizan un filtros allpass para generar las diferencias de fase entra la señal original y la sumada lo que genera un filtro con cancelaciones solo en aquellas frecuencias que se encuentren en contrafase debido a la respuesta de fase de los filtros all pass. Modulando con LFO se modifica la fase de los filtros pero sin alterar la frecuencia como en los BBD



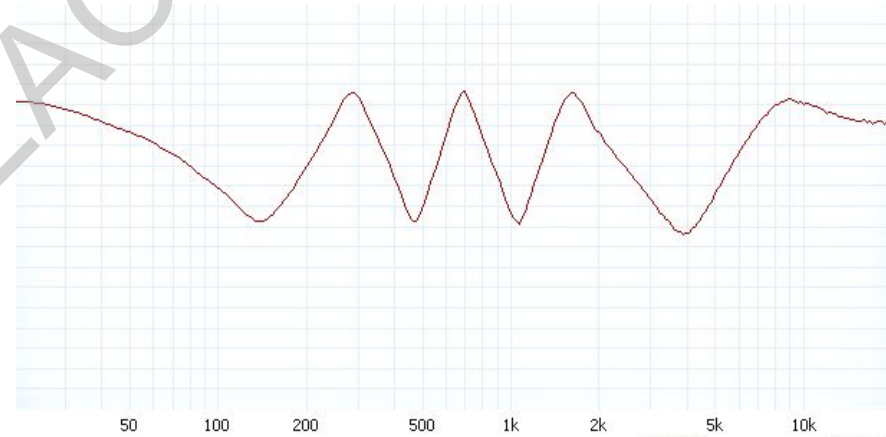


Phaser

Cuanto mayor sea el orden del filtro más notchs se obtendrán en la transferencia final. La cantidad de feedback genera cambios en la forma del filtro final.



Sin feedback

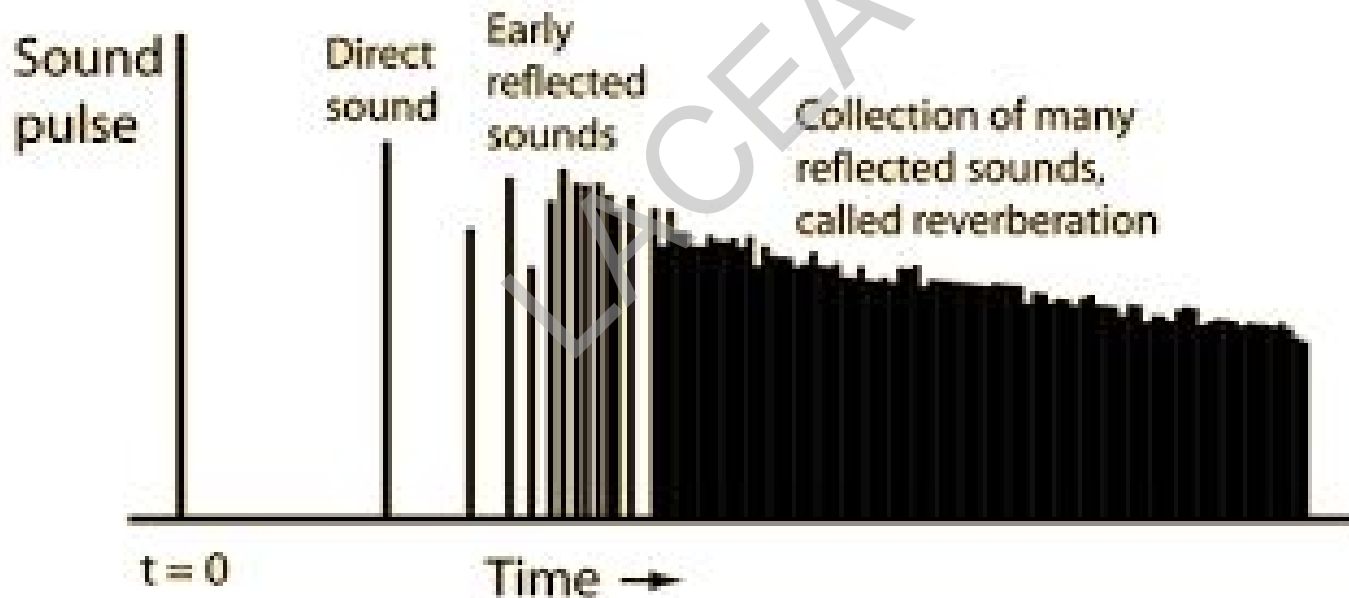


Con un 30% de feedback



Reverb

Este efecto emula el paquete de reflexiones y modos de resonancia generadas por una fuente en un recinto no anecoico.



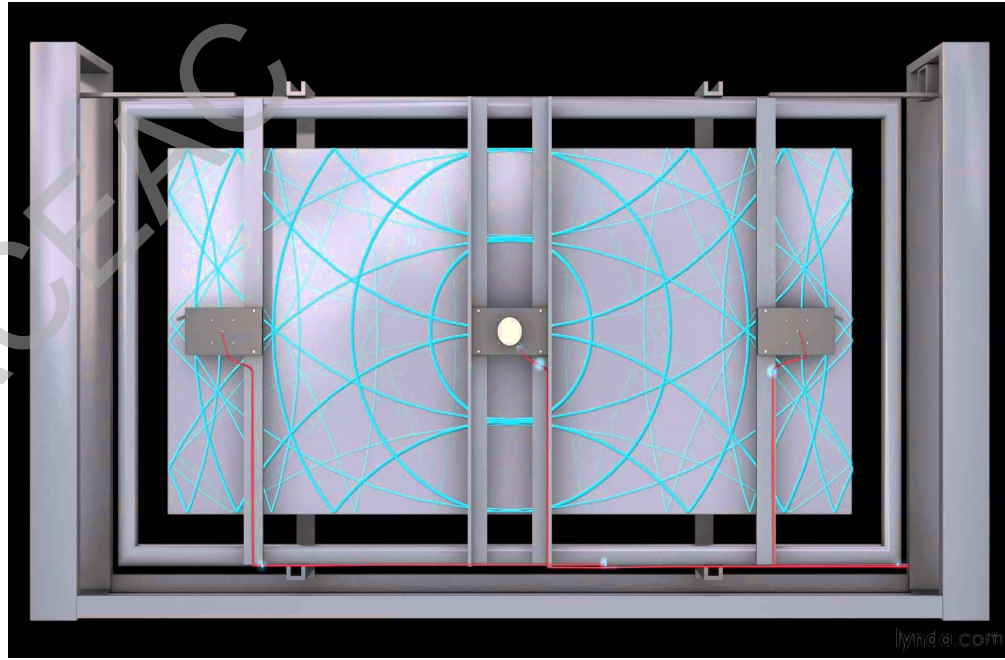
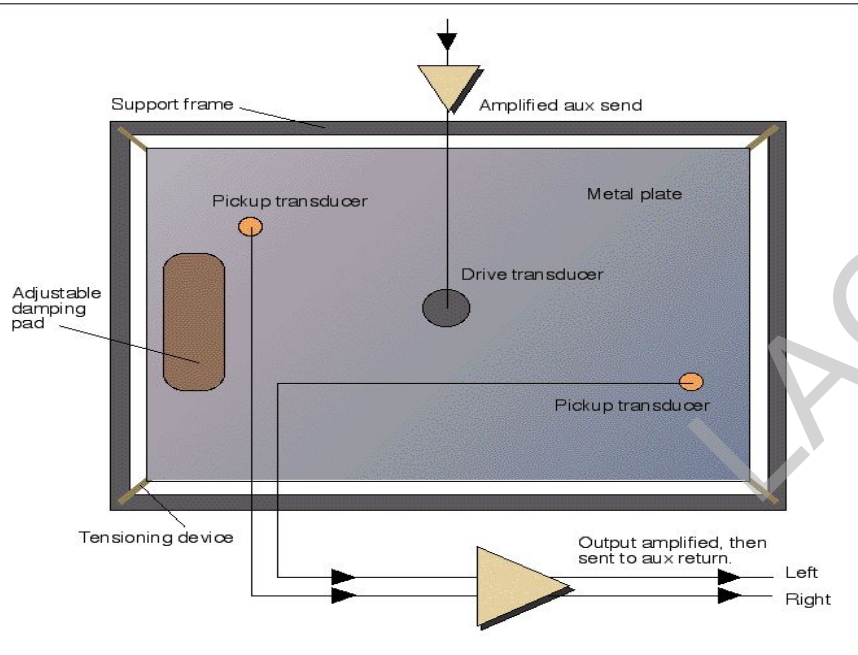
Reverb Chamber

Los primeros procesadores de este tipo consistían directamente de cuartos altamente reverberantes (cámaras) en donde se reproducía la señal a través de un parlante y luego se grababa con uno o dos micrófonos, para mezclarla con la original.



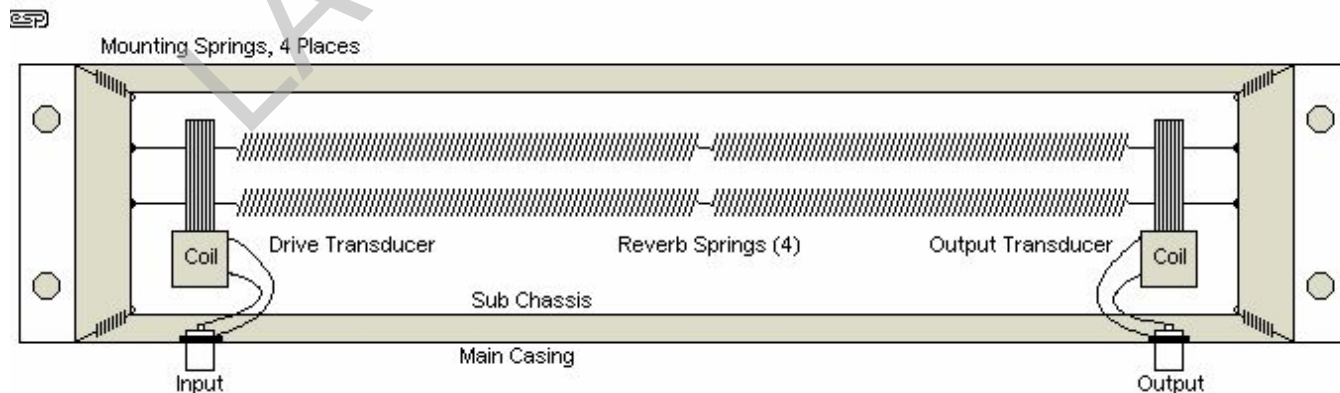
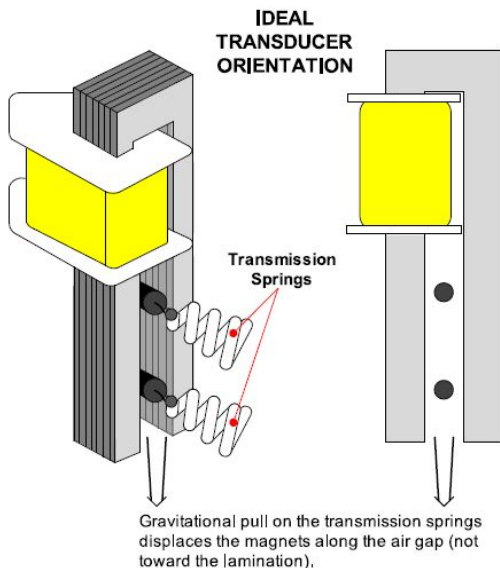
Plate Reverb

Haciendo vibrar una placa de metal con la señal de audio y captando las vibraciones en diferentes puntos de la placa se intenta emular la reverberación de un recinto.



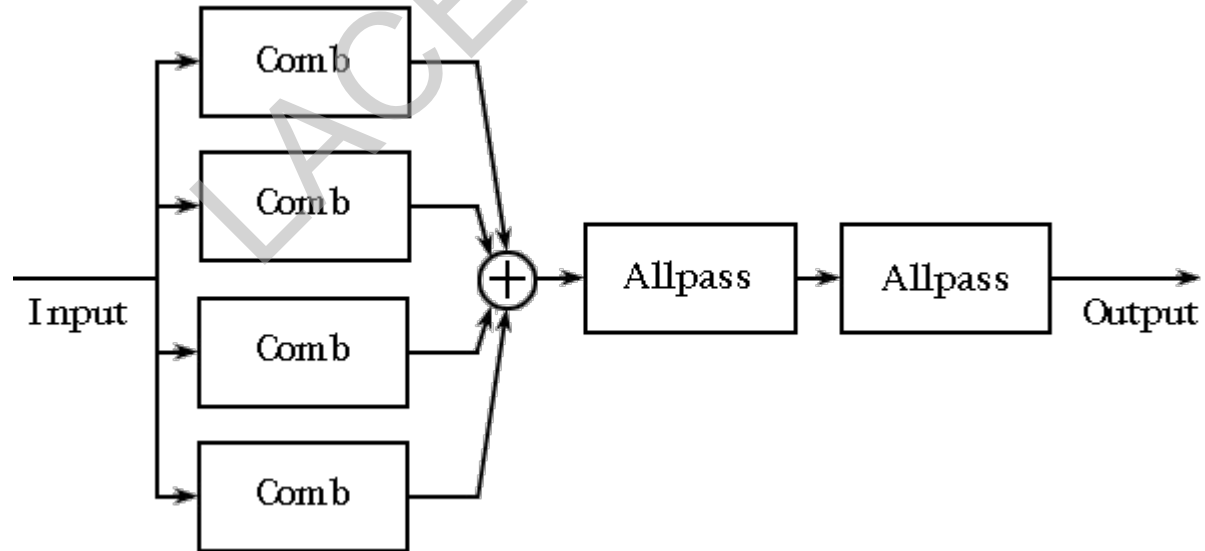
Reverb de resorte

En este formato de reverb un transductor electromecánico hace vibrar a un resorte con la señal de audio. La vibración resultante es captada en el otro extremo por otro transductor.



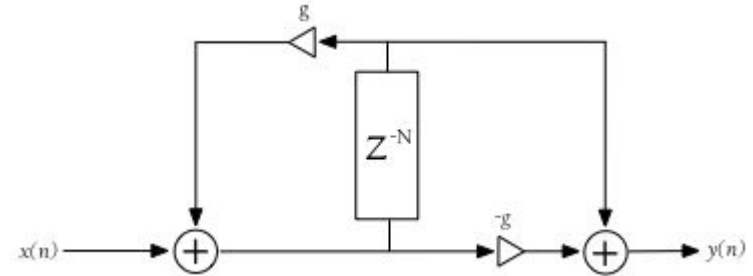
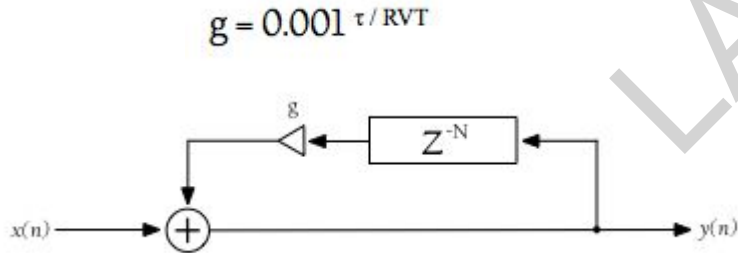
Reverb de Schroeder

El algoritmo desarrollado en los 60 por Manfred Schroeder consiste en un banco de comb filters seguidos por dos filtros allpass. Cada uno de los bloques de comb filter representa un paquete particular de reflexiones. Su implementación práctica hoy en día es mediante el uso procesamiento de señales.



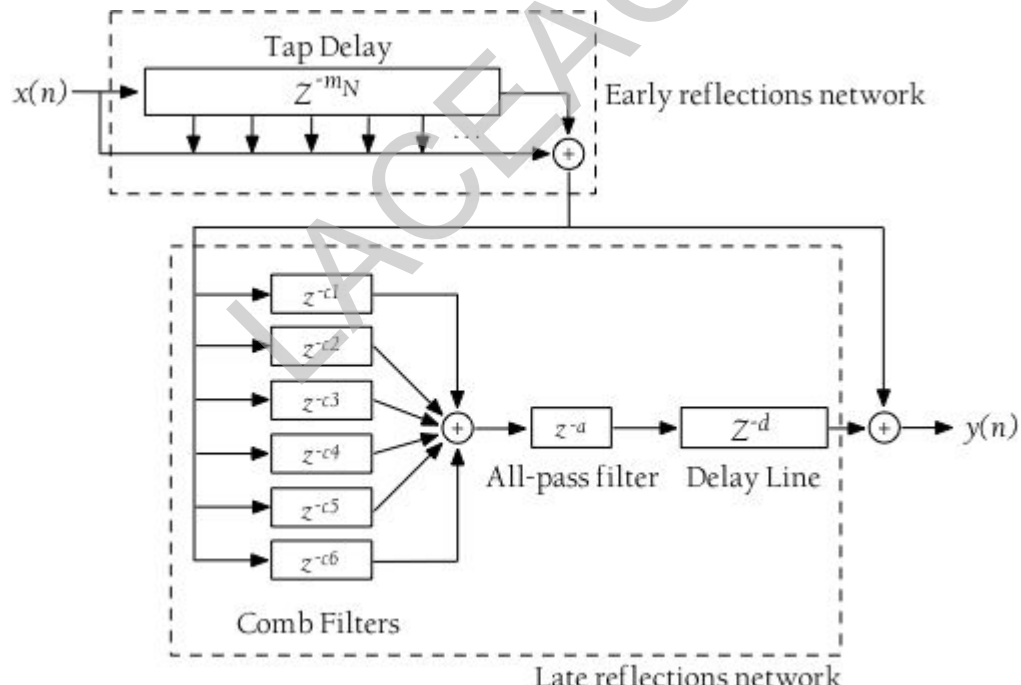
Reverb de Schroeder

Si bien el bloque final es el de un comb filter resulta más sencillo verlo como una copia con retardo de la señal cuya amplitud va disminuyendo exponencialmente con el tiempo de reverberación deseado. Los tiempos de cada banco se eligen utilizando números primos de manera que no se solapen las reflexiones. Los dos filtros all pass se implementan de manera de modificar la fase de las diferentes reflexiones tal como pasaría en un recinto real.



Reverb de Moorer

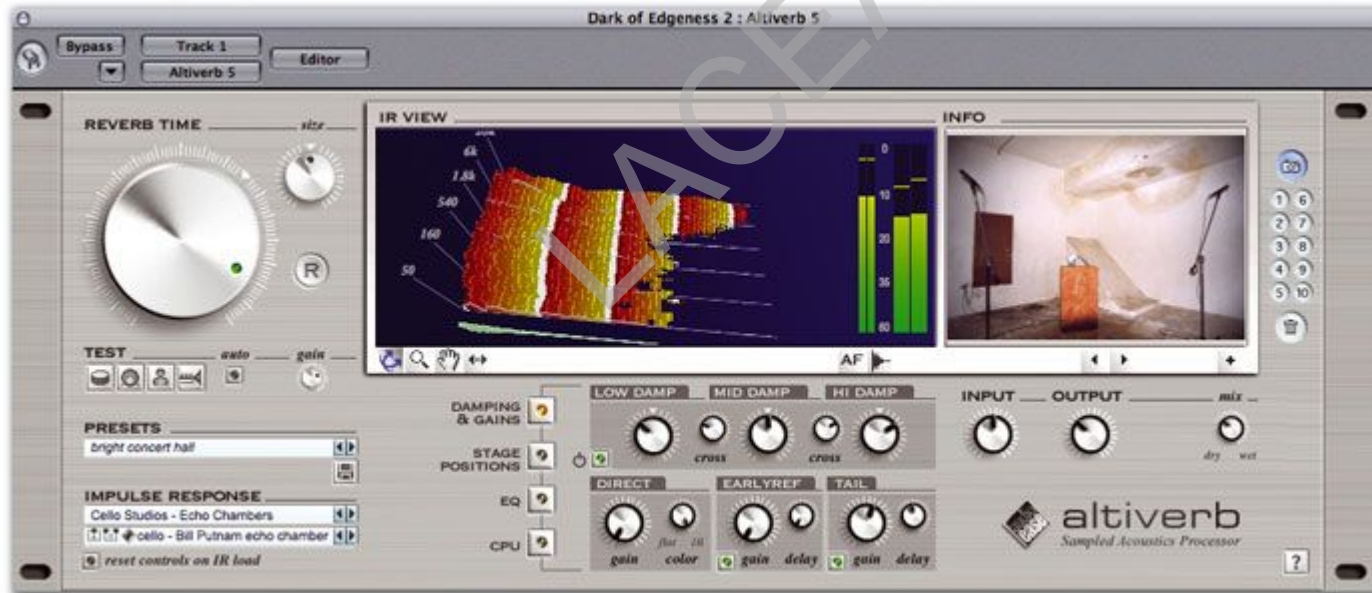
Moorer expandió el algoritmo de Schroeder agregando la emulación de las early reflections tomando pasando la señal por una línea de retardo y tomando la señal de diferentes puntos. También introdujo filtros pasabajos en los lazos de los comb filter para emular la absorción del aire a frecuencias altas



Reverb de Convolución

Es el análogo en el procesamiento de señales de un reverb chamber. Si se posee la respuesta al impulso de un recinto, haciendo la convolución de la misma con una señal de audio, se obtiene una señal “equivalente” a la que se hubiera producido en ese punto del recinto al emitir la señal.

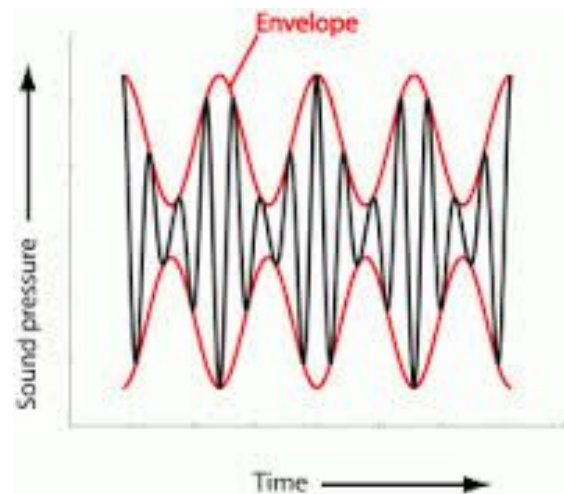
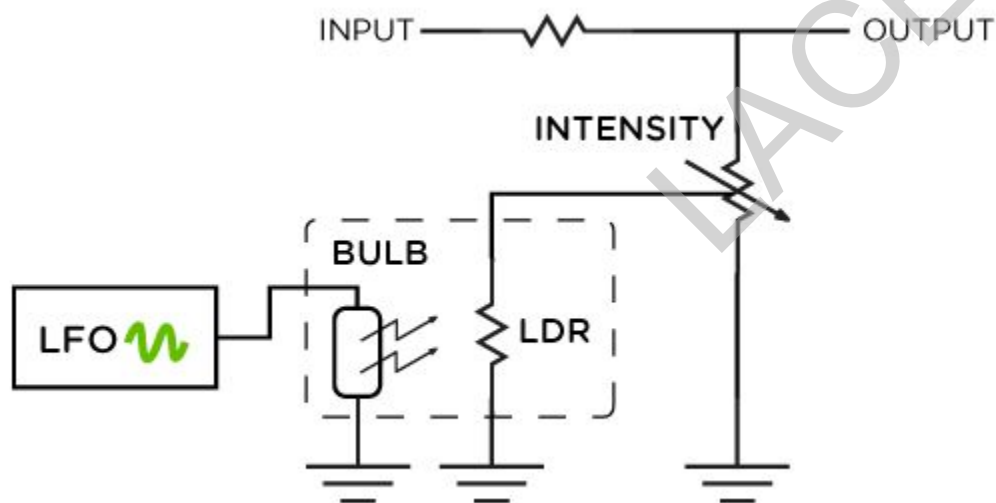
$$x(t) \longrightarrow \boxed{h(t)} \longrightarrow y(t) = h(t) * x(t)$$





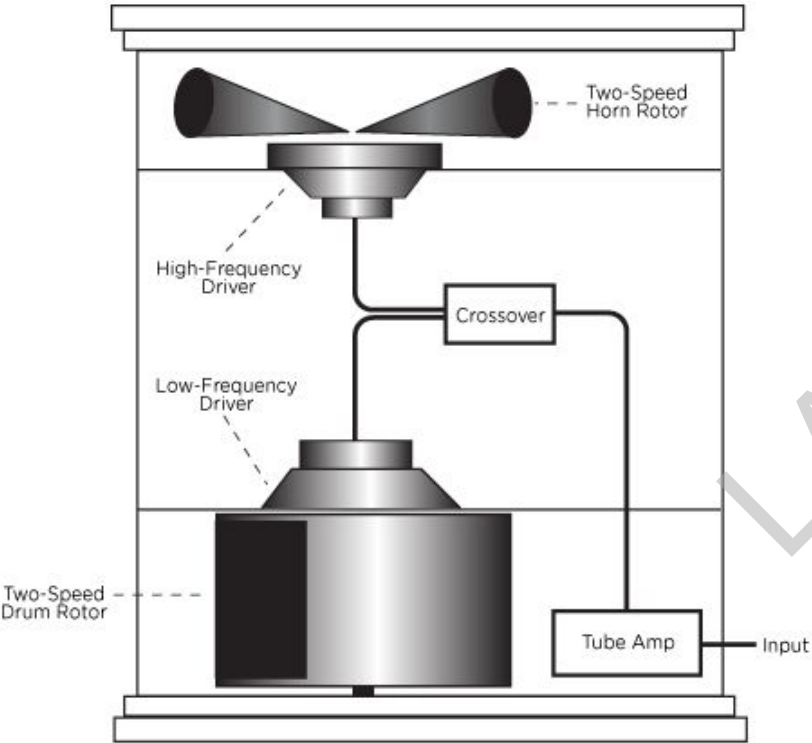
Tremolo

Este procesador afecta la dinámica de la señal, controlando su atenuación por medio de un LFO.





Rotary Speaker



Originalmente utilizado en órganos Hammond, este sistema de parlantes rotatorios genera además de tremolo, vibrato debido a las variaciones de afinación generadas por el efecto doppler.

FIG 1. SCHEMATIC DIAGRAM OF LESLIE® TWIN-ROTOR SPEAKER SYSTEM



Rotary Speaker

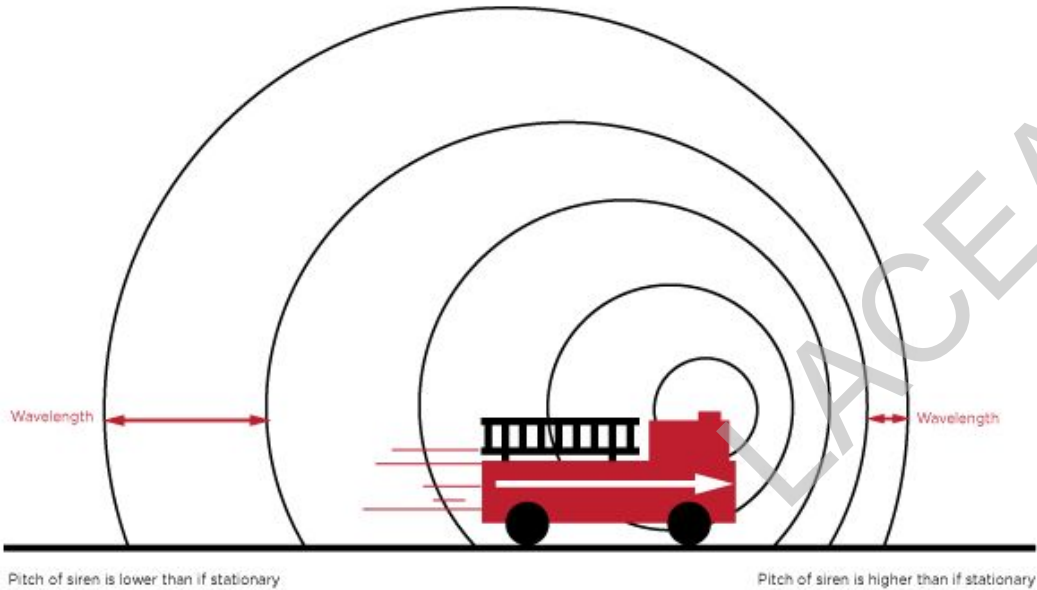


FIG 2. THE DOPPLER EFFECT FOR A MOVING SOUND SOURCE

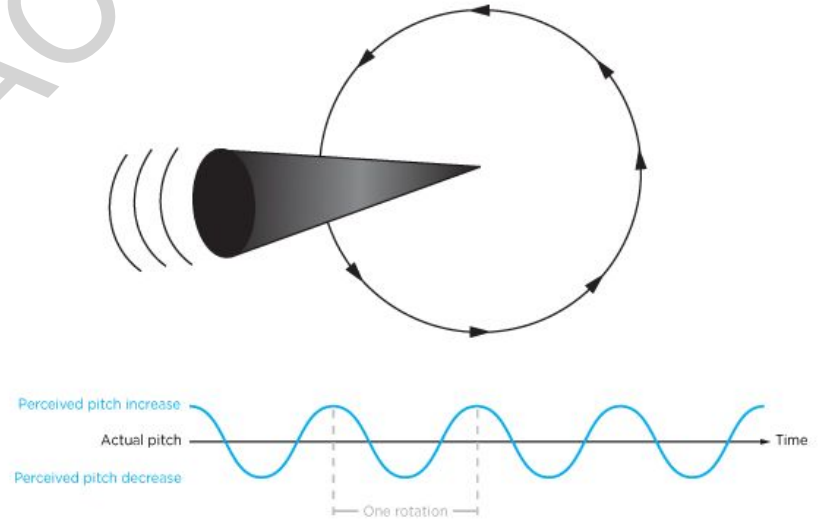


FIG 3. DOPPLER EFFECT OF ROTATING HORN SPEAKER

Delay

Originalmente se implementaba en una cinta sin fin, donde una cabeza de grabación graba un segmento en la cinta y es leída por varias cabezas de reproducción. la distancia entre los cabezales de reproducción y la velocidad de la cinta generan el retardo buscado.

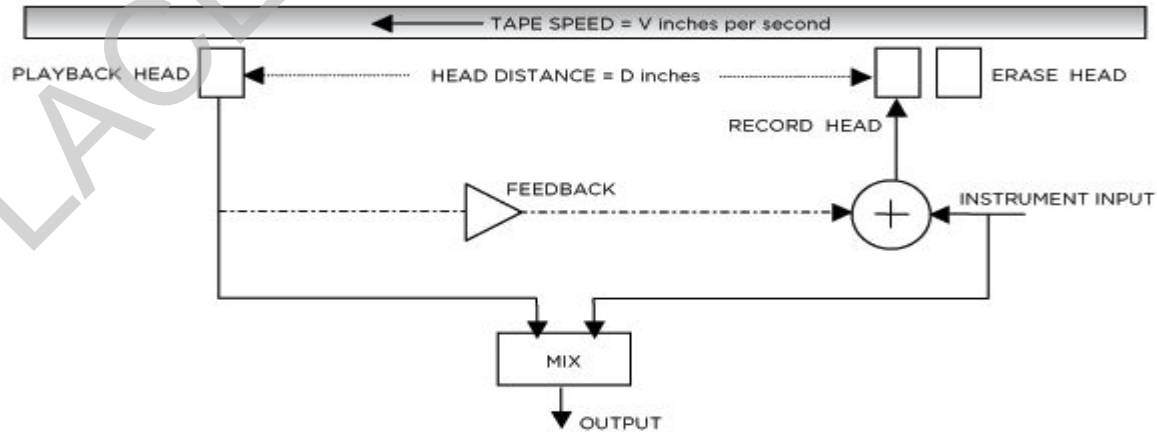
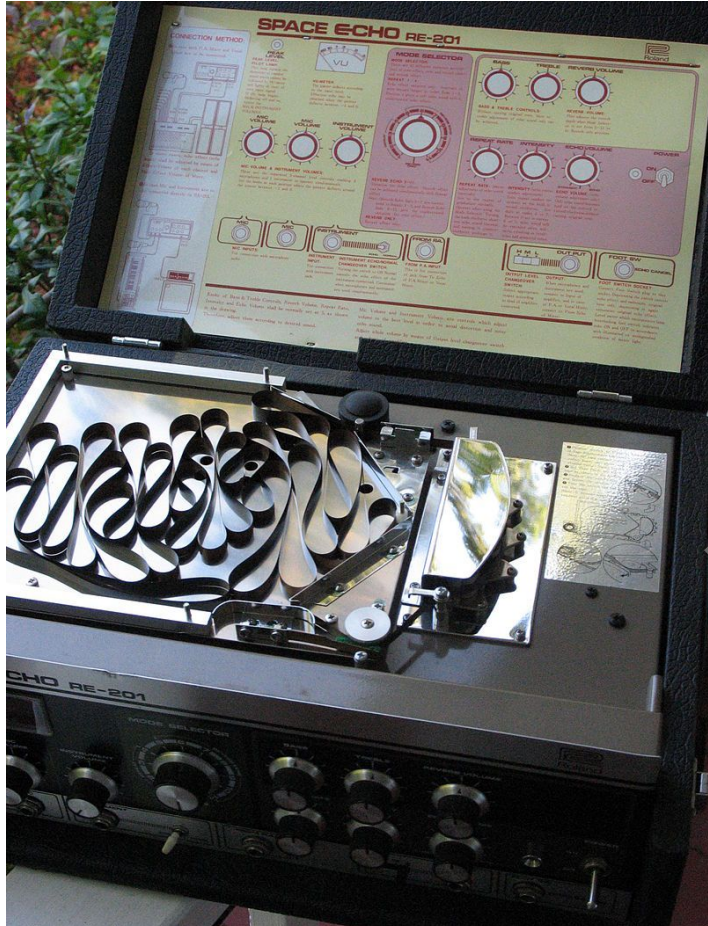


FIG 1. TAPE ECHO BLOCK DIAGRAM

$$\text{Delay Time} = (\text{HEAD DISTANCE}) / (\text{TAPE SPEED}) = D/V$$

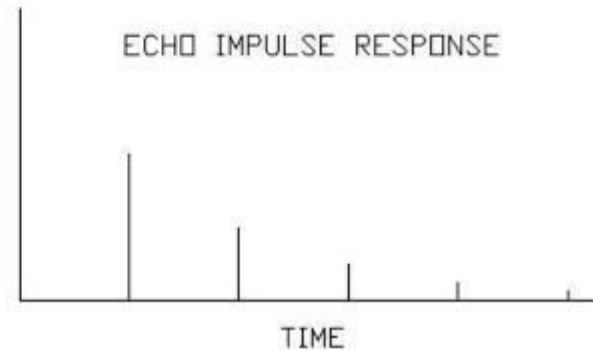
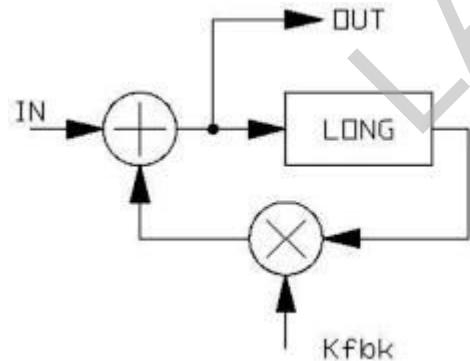




Delay

Este efecto consiste en generar copias con retardo de la señal original de manera de escuchar un eco. Utilizando BDD se implementan líneas con retardo programable.

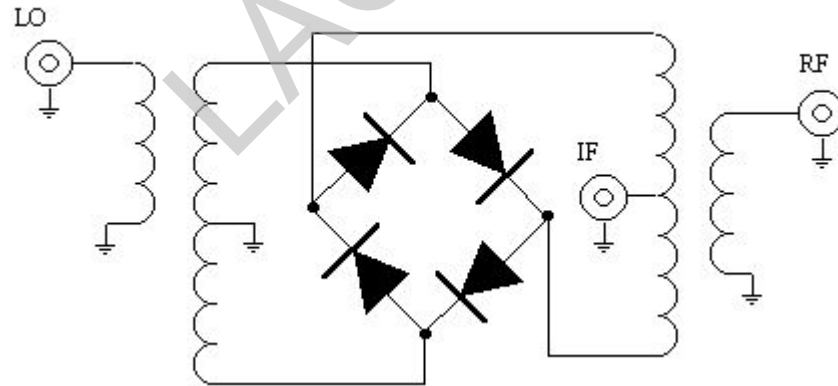
Mediante el uso de feedback se logra controlar la cantidad de repeticiones regulando la atenuación de las mismas.





Ring Modulator

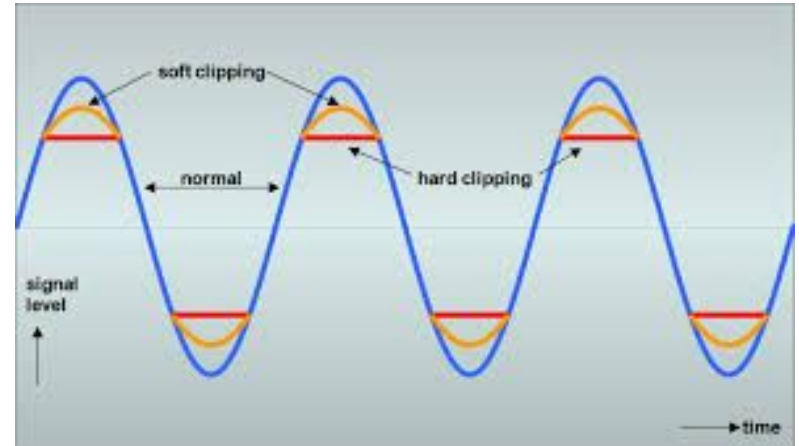
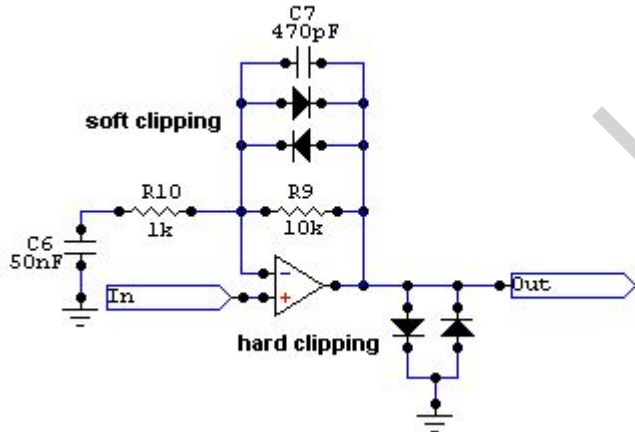
Este procesador funciona como un multiplicador analógico generando las componentes de heterodinación de las dos señales. Aplicado a la señal de audio genera un sonido generalmente “metálico”. Este principio se utilizó, filtrando algunas componentes en especial, para lograr los diferentes sonidos en los primeros sintetizadores analógicos.





Distorsión

Inicialmente este efecto se lograba haciendo recortar las válvulas del preamplificador o de salida de un equipo de guitarra. Actualmente se logra haciendo recortar la señal de salida por la polarización del circuito (fuzz) , mediante un circuito con transferencia alineal (overdrive) o amplificando la señal y recortándola con diodos(distortion).



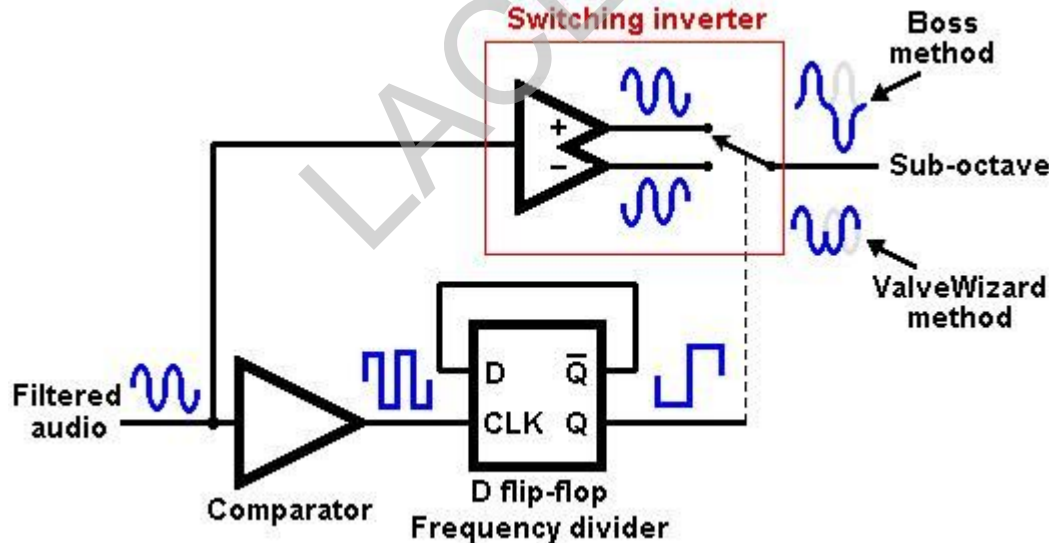
Octaver

Utilizando el concepto del multiplicador analogico existen procesadores que obtienen a partir de una señal de audio, otra señal similar cuyas componentes están desplazadas en una relación musical con respecto a la original.



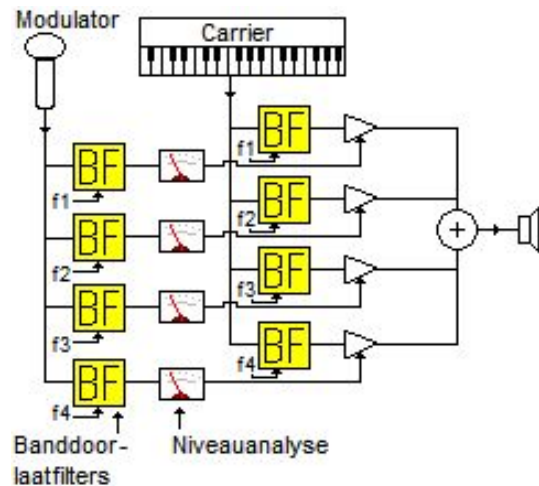
Octaver

Para generar una octava por debajo de la fundamental se recurre a un comparador para obtener una señal cuadrada de la frecuencia fundamental y se la divide en un flip-flop. Luego esa señal es utilizada para conmutar entre la señal original y una copia invertida.



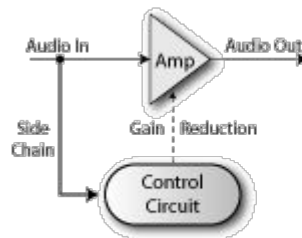
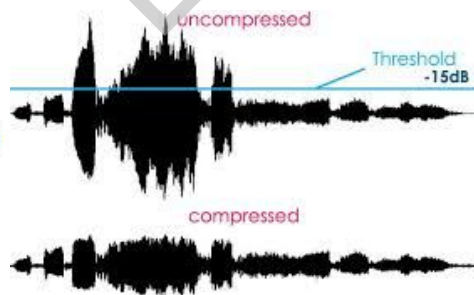
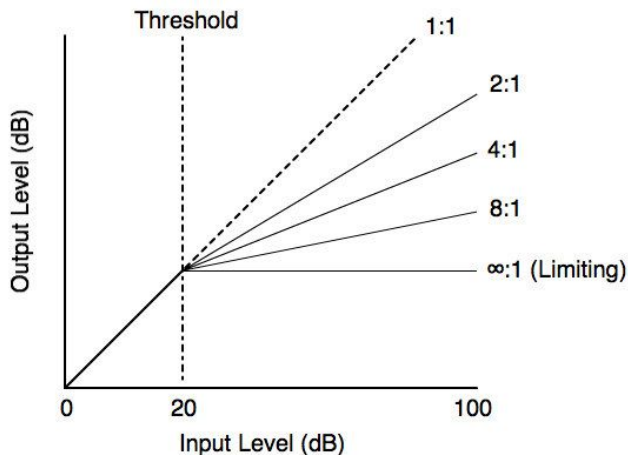
Vocoder

El vocoder, originalmente pensado para transmitir información de voz reduciendo el ancho de banda, procesa la señal de entrada por una serie de filtros pasabanda y luego por seguidores de envolvente. Cada una de las señales de los seguidores de envolvente es enviada al decodificador que utiliza la información y la aplica en filtros de reconstrucción para sintetizar la señal original.

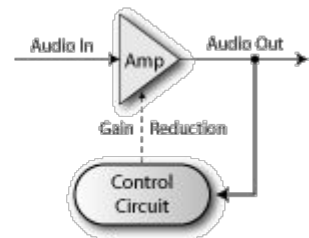


Compresor dinámico

Este procesador atenúa proporcionalmente la señal de entrada a partir de un umbral predeterminado. Utilizando un VCA y un circuito de control pueden lograrse diferentes radios de compresión, limitadores así como también expansores donde la señal es amplificada por encima del umbral o atenuada por debajo de este.



Feed-forward Design



Feedback Design

Gate

Es una aplicación particular de los procesadores dinámicos donde la señal se atenúa a -infinito por debajo del umbral.

