

Effetti e processori di segnali

Massimiliano Salfi

salfi@dmf.unict.it

Nozioni generali

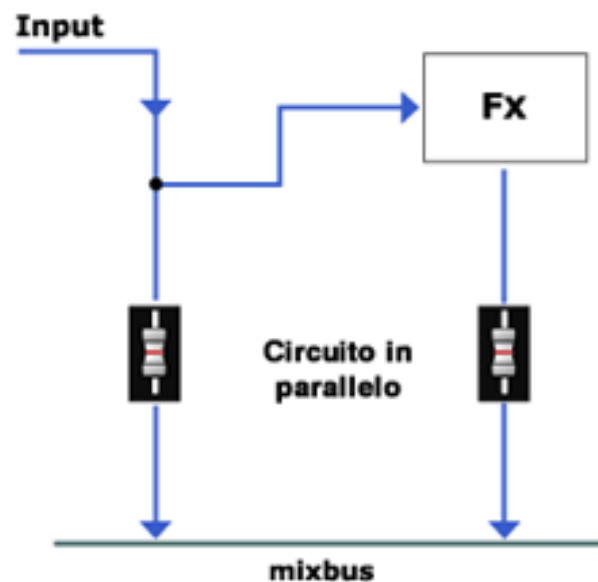
Le apparecchiature utilizzate per elaborare i segnali audio per varie finalità si dividono in due categorie:

- gli effetti veri e propri;
- i processori di segnale.

Nozioni generali

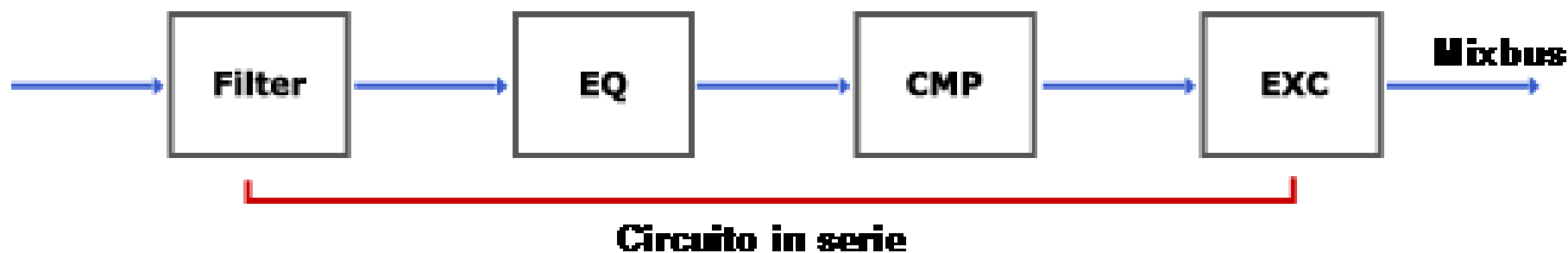
Alla prima categoria appartengono tutti i moduli che realizzano una manipolazione su una parte del segnale. All'interno il segnale viene separato in due: una parte raggiunge direttamente l'uscita, mentre l'altra passa attraverso il circuito per essere manipolata. All'uscita del modulo un miscelatore permette di riunire i due segnali, uno non manipolato (dry - asciutto) e uno manipolato (wet - bagnato).

La caratteristica degli effetti consiste nel fatto che il segnale asciutto e quello bagnato vengono sommati in parallelo.



Nozioni generali

Alla seconda categoria, invece, appartengono i moduli che realizzano una manipolazione sull'intero segnale. Un tipico schema di funzionamento è il seguente:



Nozioni generali

Attualmente il mercato è praticamente sommerso da un'infinità di effetti diversi con le finalità più impensate.

Tutti gli effetti citati in questa sezione possono essere realizzati attraverso:

- circuiti elettronici;
- circuiti digitali che applicano determinati algoritmi;
- emulazione software.

Nozioni generali

I circuiti elettronici prelevano il segnale che viene loro fornito in ingresso e lo manipolano facendolo passare attraverso opportuni circuiti che ne modificano le caratteristiche (come ad esempio l'ampiezza o il contenuto in frequenza).

La qualità del modulo realizzato, in questo caso, dipende dalla qualità dei singoli componenti elettronici (resistenze, condensatori, induttanze, connettori ecc.) e dalla qualità del progetto del circuito.

Nozioni generali

Nei circuiti digitali il segnale in ingresso viene campionato e memorizzato in una memoria digitale (RAM).

Successivamente un circuito digitale (composto da circuiti integrati) esegue operazioni matematiche sui dati memorizzati secondo un algoritmo che simula una situazione reale.

L'emulazione software prevede la scrittura di algoritmi implementati attraverso linguaggi di programmazione che, elaborando i campioni numerici che rappresentano il suono in ingresso, riproducono l'effetto finale (sempre sotto forma numerica) da inviare alla scheda audio del PC per l'ascolto dopo la conversione da segnale digitale in segnale analogico.

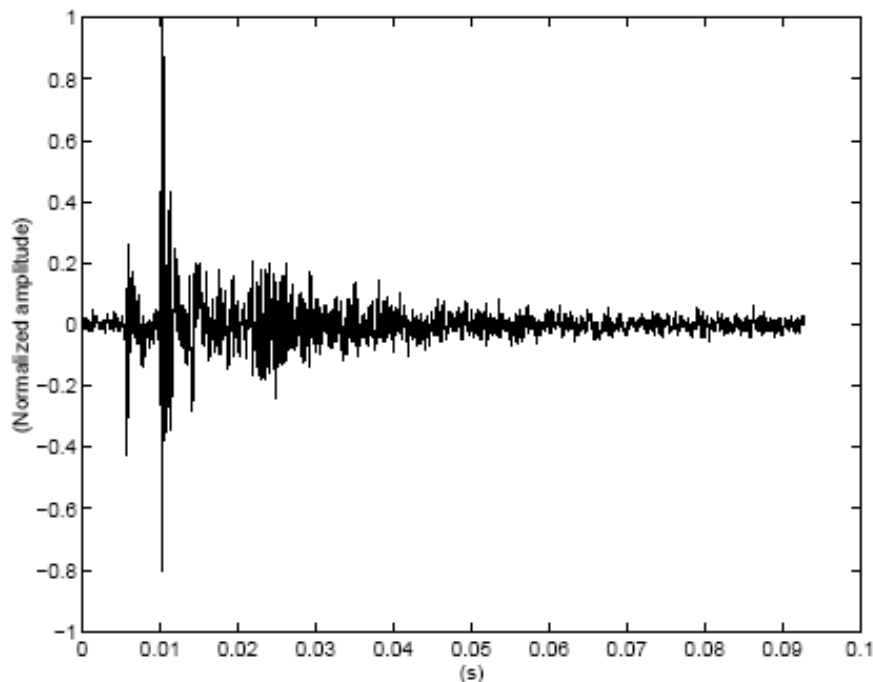
Effetti: il riverbero

Per riverbero intendiamo il suono che rimane in un ambiente quando il segnale diretto si è esaurito.

Per immaginarlo pensiamo ad un esempio macroscopico: un battito di mani all'interno di una cattedrale. Dopo il battito, il suono diretto si esaurisce quasi subito, mentre il suono originato dalle riflessioni sulle superfici che incontra, va avanti per diversi secondi (potrebbe arrivare perfino ad una quarantina di secondi) estinguendosi lentamente.

Effetti: il riverbero

Supponiamo dunque di sollecitare un ambiente riverberante con un segnale impulsivo e di acquisire il segnale presente, come conseguenza della sollecitazione prodotta, in corrispondenza di un punto nell'ambiente (ad esempio mediante un microfono). La risposta dipenderà dalle posizioni relative della sorgente di segnale e del ricevitore. Un tipico esempio dell'andamento nel tempo di una risposta impulsiva ambientale è illustrato nella seguente figura:



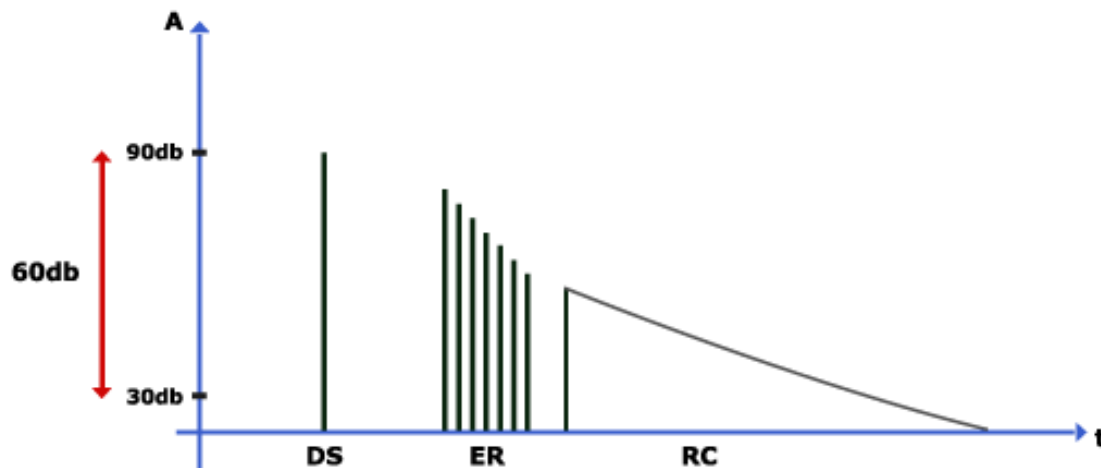
Effetti: il riverbero

Dopo circa 7 ms, prima dei quali viene solamente registrato del rumore di fondo, arriva al punto di ricezione il *segnale diretto*.

Successivamente cominciano ad arrivare le *prime riflessioni* provenienti dalle pareti riflettenti dell'ambiente, non tutte di ampiezza necessariamente minore a quella dell'impulso diretto.

Con l'avanzare del tempo, alle prime riflessioni si uniscono le riflessioni di ordine superiore o *riflessioni successive* che perdurano fino a quando le pareti dell'ambiente e l'attenuazione dell'aria non riducono la potenza del segnale a un valore trascurabile.

Effetti: il riverbero



La figura mostra l'ampiezza delle varie riflessioni e gli istanti di tempo in cui si verificano. Il primo suono che raggiunge l'ascoltatore è sempre il segnale diretto (Direct Signal) essendo questo il minimo percorso effettuato dal suono. Dopo una breve pausa denominata ritardo iniziale (pre-delay) arrivano le prime riflessioni (early reflections) che sono quelle che hanno incontrato una sola superficie prima di arrivare all'ascoltatore. Infine arrivano le ultime riflessioni (late reflections) che sono quelle che hanno incontrato più di una superficie. Queste arrivano sovrapponendosi l'una con l'altra generando un suono mediamente continuo.

Effetti: il riverbero

Una misura particolarmente significativa delle caratteristiche riverberanti di un ambiente è il *tempo di riverbero ai 60 dB*, denotato con RT_{60} , ovvero il tempo in secondi che trascorre affinché l'involuppo dell'energia della risposta impulsiva ambientale si riduca di 60 dB.

Percezione del riverbero

E' importante sottolineare il ruolo fondamentale del riverbero nella percezione degli eventi sonori in ambienti chiusi: ci si trovi in una piccola stanza o in una sala da concerto, l'insieme delle risonanze e degli echi che accompagnano il suono puro influisce in modo fondamentale sulla nostra percezione del timbro e dell'ambiente che ci circonda.

Tuttavia, una registrazione condotta all'interno di un ambiente riverberante risulta pessima nella maggioranza dei casi, soprattutto perchè non appena i musicisti diventano più di uno, fenomeni di *cross-talk* tra uno strumento e l'altro andranno a rimescolare le tracce registrate.

Questo obbliga a rendere una sala di registrazione la più anecoica possibile ed a minimizzare l'influenza sulla singola traccia di qualunque segnale esterno.

Percezione del riverbero

Il riverbero contribuisce in modo fondamentale alla caratterizzazione di un evento sonoro. Le caratteristiche dell'evento sonoro che maggiormente risentono del tipo di riverbero sono:

- il *volume* del suono diretto;
- il *colore* del suono;
- il *timbro*;
- il *tappeto acustico* che si sovrappone al suono diretto, ovvero la percezione di uno “sfondo” al suono diretto;
- l'insieme degli *echi* che vanno ad accodarsi al suono diretto.

Percezione del riverbero

Generalmente, si assume di suddividere la percezione temporale di un evento sonoro basandosi sulla *costante di integrazione dell'orecchio*, di solito fissata in 80 ms (a seconda del soggetto può variare nell'intervallo 20-100ms). In base a questo modello, valgono le seguenti considerazioni di principio:

1. a partire dall'istante di percezione del segnale diretto, tutti gli echi che giungono all'orecchio entro 80 ms vanno a caratterizzare volume, colore e timbro del suono;
2. le caratteristiche del tappeto acustico dipendono in larga parte dagli echi attenuati che giungono dopo 80 ms. Di fatto, durante l'ascolto spesso il tappeto è mascherato dal segnale diretto, e viene perlopiù valutato durante le pause;
3. ripetizioni del segnale diretto, che giungono dopo un tempo superiore alla costante di integrazione dell'orecchio, vengono percepite come eventi distinti, o echi veri e propri.

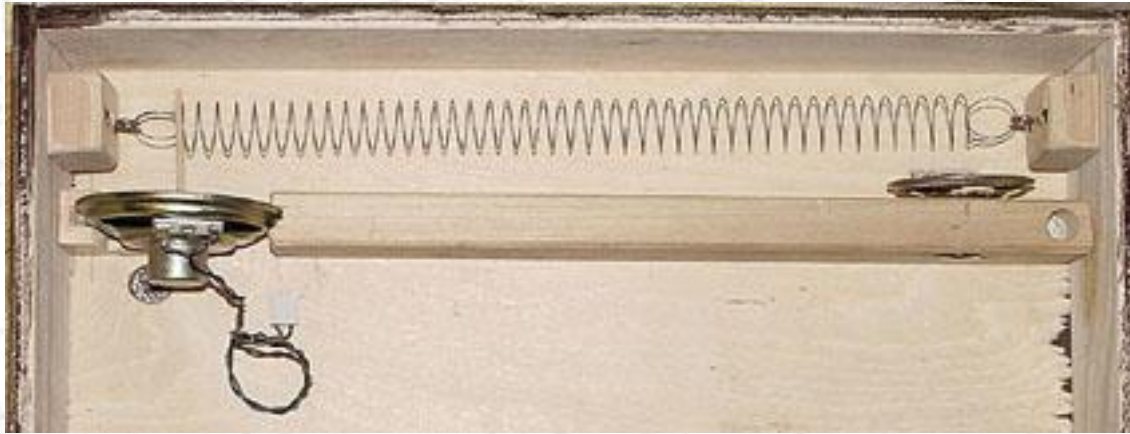
Riverbero a molla

Il riverbero a molla (o "spring reverb") utilizza il movimento della vibrazione di una molla per convertire il segnale in energia elettrica.

Per simulare l'effetto del riverbero, infatti, viene impiegata una molla all'interno di una cavità ai cui estremi vengono posti due trasduttori che applicano alla molla il segnale audio. Un microfono viene impiegato per la ripresa del suono così generato.

I riverberi a molla sono le unità di riverbero più economiche che si possono trovare sul mercato e per anni sono stati il tipo di riverbero che si trovava generalmente sugli amplificatori per chitarra (ancora oggi alcuni modelli di tipo economico ne fanno largo uso). In essi, una manopola regola la quantità di ritorno del riverbero che viene sommato al segnale originale.

Riverbero a molla



Oltre al fatto che non è una simulazione molto realistica, il problema più serio del riverbero a molla è che questo aggiunge spesso molto rumore al segnale e che può andare facilmente in sovraccarico. Il sovraccarico si manifesta quando un amplificatore che utilizza un riverbero a molla riceve un forte scossone, come ad esempio può capitare facilmente su un palco durante un live. Nel caso di amplificatori valvolari, ciò può far saltare le valvole.

Riverbero plate

Il plate reverb utilizza una larga lamina d'acciaio sospesa verticalmente all'interno di un'intelaiatura. Su di essa vengono applicati due trasduttori: uno che trasmette il segnale di ingresso, l'altro che preleva la vibrazione così generata. Posizionando in punti diversi i due trasduttori è possibile variare le caratteristiche dell'effetto.



Riverbero plate

Il plate reverb ha una risposta più fedele del riverbero a molla, soprattutto alle alte frequenze, e genera un suono che ha la caratteristica di essere molto piacevole all'orecchio. Per questo motivo è ancora la forma di riverbero analogico preferita da molti musicisti professionisti.

Il vero svantaggio del plate reverb sta nel suo costo e nel suo ingombro. I plate reverb possono misurare vari metri e devono essere perfettamente isolati. Ciò non è particolarmente pratico per la maggior parte degli studi e certamente non può essere preso in considerazione l'utilizzo del plate reverb in situazioni live, motivo per cui oggi ormai vengono utilizzati quasi esclusivamente sistemi digitali.

Un tipo particolare di plate reverb è il cosiddetto "foil reverb", che si basa sugli stessi principi ma utilizza una sottile sfoglia d'oro al posto della lamina d'acciaio.

Riverbero digitale

Fino all'avvento del riverbero digitale, la maggior parte degli ingegneri del suono si preoccupavano ben poco (nel senso che non potevano modificarlo più di tanto) del modo in cui il riverbero modificava l'involuppo del suono originale. In effetti, il parametro utile era uno solo: il riverbero utilizzato, o piaceva o non piaceva.

Dopo la rivoluzione digitale, invece, gli ingegneri sono stati praticamente costretti a studiare le relazioni tra il suono "pulito" originale e le pareti riflettenti (virtuali). Le unità di riverbero dell'ultima generazione, infatti, praticamente sono tutte digitali impiegando algoritmi di simulazione molto sofisticati (la cui realizzazione è resa possibile grazie al continuo aumento della potenza di calcolo disponibile).

Riverbero digitale

Di seguito viene riportata una lista dei controlli fondamentali:

- *Pre Delay*: consente di modificare il tempo del Pre Delay.
- *Early Reflections*: durata delle prime riflessioni.
- *Decay*: durata del decadimento delle ultime riflessioni.
- *Mix*: la percentuale tra segnale asciutto e bagnato.
- *Dimensioni della stanza*: spesso i valori sono riferiti alle forme-dimensioni degli ambienti (hall, room, chamber, cathedral, spring/plate).
- *HF Ratio*: le alte frequenze sono le prime ad essere attenuate durante le riflessioni. Questo controllo permette di simulare le capacità di assorbimento delle superfici.
- *Stereo width*: allarga o restringe l'immagine stereo del riverbero.

Riverbero digitale

Alcune unità permettono di definire un tempo di decadimento diverso a seconda della frequenza. In alcune unità molto sofisticate è perfino possibile decidere il posizionamento dei microfoni all'interno della stanza simulata.



Cenni sugli algoritmi utilizzati

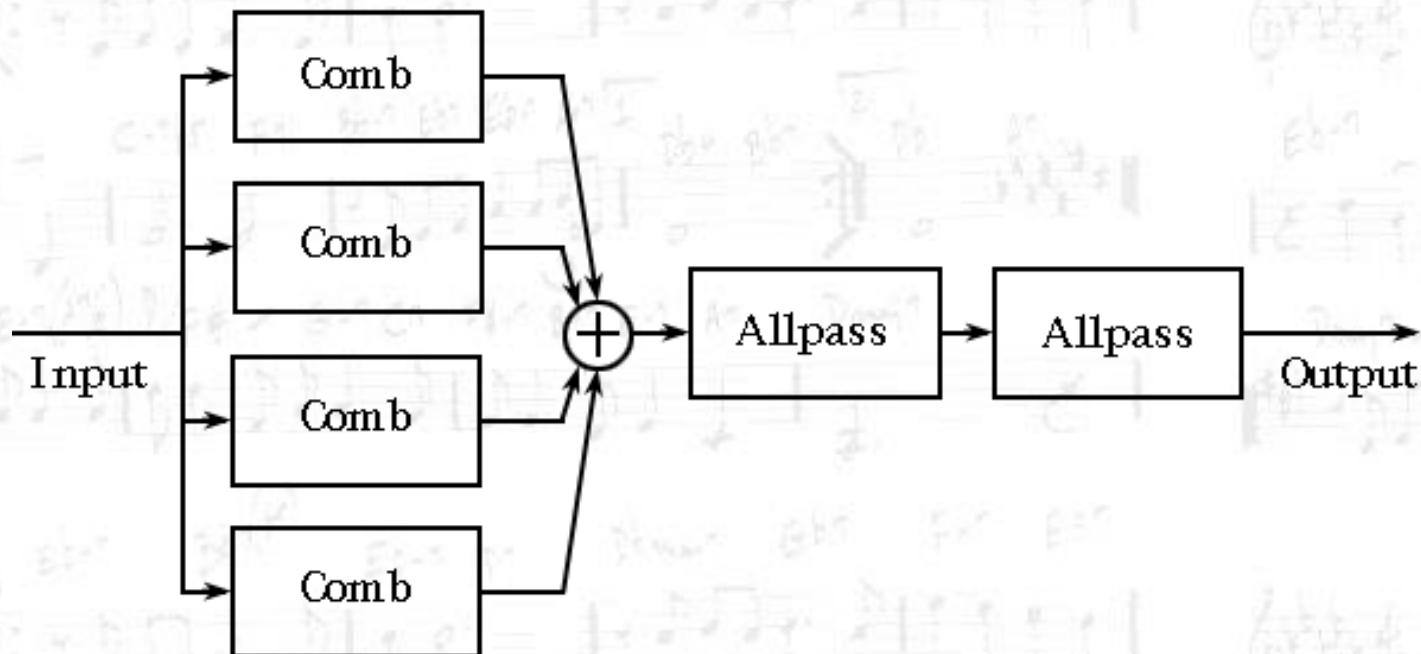
Le unità di riverbero realizzate al giorno d'oggi utilizzano algoritmi piuttosto complessi per i quali non scenderemo oltremodo nei dettagli. In questo contesto, ci limiteremo ad analizzare un esempio molto elementare il quale dà l'idea su come funzionino le unità più semplici.

I primi algoritmi di riverbero digitali cercavano di imitare le riverberazioni naturali di una stanza utilizzando due tipi di filtri a risposta di impulso infinita ("infinite impulse response", o IIR), in modo che l'output andasse a scemare gradualmente. Uno di questi filtri è il cosiddetto "comb filter", il quale deve il nome alla particolare risposta in frequenza, che ricorda quella di un impulso che rimbalza tra due pareti.

L'altro filtro principale utilizzato è un "allpass filter", che incide solo sulla fase del segnale.

Cenni sugli algoritmi utilizzati

Il primo a realizzare unità di riverbero digitali fu Schroeder e una delle sue famose unità di riverbero utilizza quattro comb filters e due allpass filters, come è possibile vedere nel diagramma mostrato di seguito, estremamente primitivo, ma che fornisce un'idea schematica su come possa funzionare una unità di riverbero.



Effetti: il delay

Un delay aggiunge repliche del segnale distanziate nel tempo, generando un 'effetto eco'. La linea di ritardo deve assicurare un ritardo non inferiore agli 80 ms, tempo al di sotto del quale non è assicurata la percezione distinta di due suoni identici.

Inizialmente veniva generato utilizzando un registratore analogico, sfruttando la distanza tra la testina di riproduzione e quella di registrazione: mandando l'uscita del canale sinistro all'ingresso del canale destro e viceversa, e lavorando sulla velocità del nastro, si riusciva a ottenere un effetto delay versatile e, per l'epoca, rivoluzionario.

L'era digitale ha semplificato molto la realizzazione di questo effetto, consentendo inoltre di introdurre innovazioni interessanti come il ping pong delay (le repliche sono alternate sui canali destro e sinistro) e il multi-tap (le repliche si susseguono con tempi diversi creando effetti di dissolvenza).

Effetti: il delay

Nella pratica musicale il tempo di delay viene spesso posto pari al tempo di una battuta. In questo modo le repliche vanno a tempo con la musica, creando un effetto che contribuisce a riempire il suono.

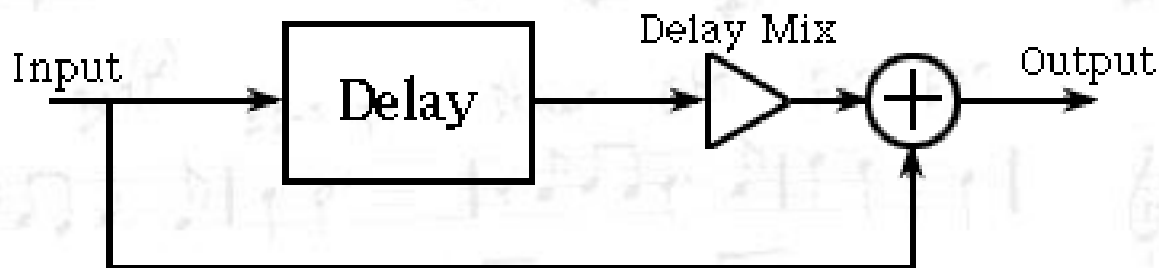
Per calcolare il tempo di delay (in millisecondi) necessario per un pezzo di n battute al minuto (o bpm - beats per minute) possiamo ricorrere alla seguente formula:

$$\text{tempo di delay (ms)} = 60000 \text{ (ms)} / n \text{ (bpm)}$$

Cenni sugli algoritmi utilizzati

Echo slapback

Un delay prende un segnale audio e lo riproduce dopo il tempo di delay. Il tempo di delay può variare tra alcuni millisecondi e alcuni secondi:

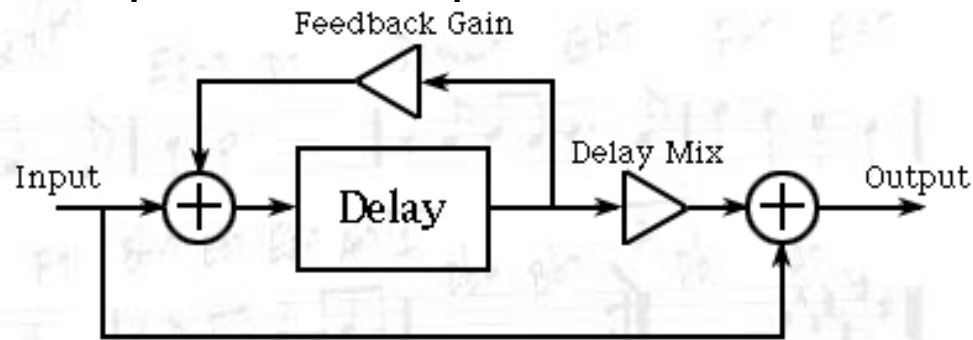


Il delay raffigurato produce una singola ripetizione distinta dell'input, per cui in questo caso si parla di "slapback echo". Il tempo di ritardo che consente di udire una ripetizione distinta, ossia come echo e non come riverbero, è in genere tra i 30 e i 100 millisecondi, a seconda dell'ascoltatore (spesso maggiore). Un tempo medio che si applica alla maggior parte delle persone, e che viene in genere preferito dagli ingegneri in studio, è di circa 80 ms.

Cenni sugli algoritmi utilizzati

Feedback delay

Avere l'effetto di un singolo echo può essere limitante, per cui le unità di delay spesso hanno anche un controllo di "feedback" (a volte detto "regeneration") che prende l'output del delay e lo manda indietro all'input, come è possibile vedere nel seguente diagramma:

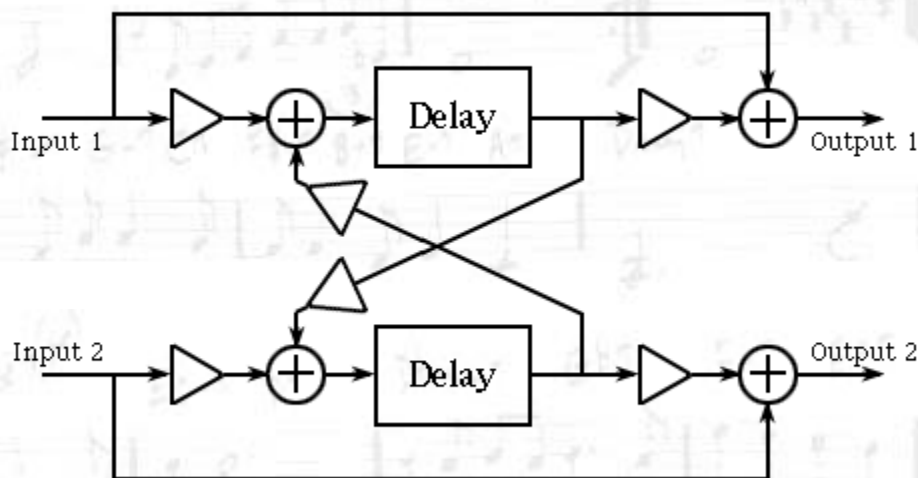


In questo modo è possibile far ripetere il suono varie volte di seguito, diminuendone il volume ogni volta che questo viene riprodotto (se il valore di "gain" del feedback è minore di 1) o lasciandolo invariato all'infinito (se il feedback gain è pari a 1). La maggior parte dei delay non lasciano la possibilità di impostare il feedback gain ad 1, ma solo a valori minori.

Cenni sugli algoritmi utilizzati

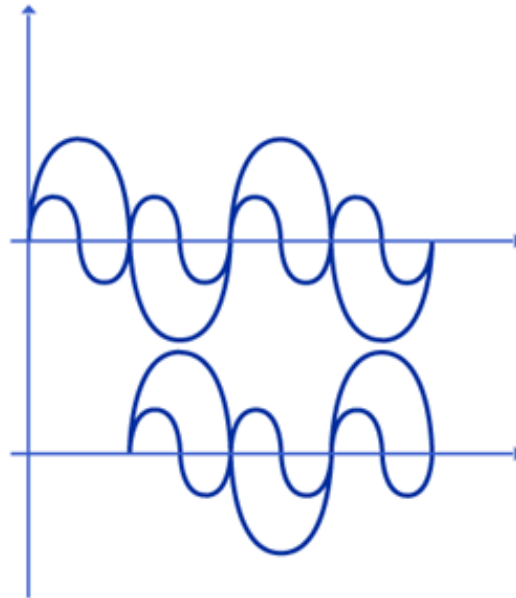
Ping-pong delay

Il ping-pong delay produce un suono rimbalzante, dove i rimbalzi tipicamente avvengono tra il canale destro e il canale sinistro di un segnale stereofonico. Il ping-pong delay utilizza due delay distinti, ognuno con il proprio input (naturalmente si può inviare il medesimo segnale a entrambi gli input). Invece di reinviare l'output all'input corrispondente, la linea di feedback di ogni delay manda il segnale al canale opposto, prima del modulo di delay. I due segnali di output, creano così il classico effetto di "rimbalzo" del suono.



Effetti: il phaser

Questo effetto combina il segnale originario e una sua versione ritardata in cui il ritardo viene modulato (ciò significa che varia continuamente e l'andamento della variazione è definito da una funzione come per esempio una senoide). Vediamo cosa succede in una tale situazione, considerando due armoniche di un segnale arbitrario:



Effetti: il phaser

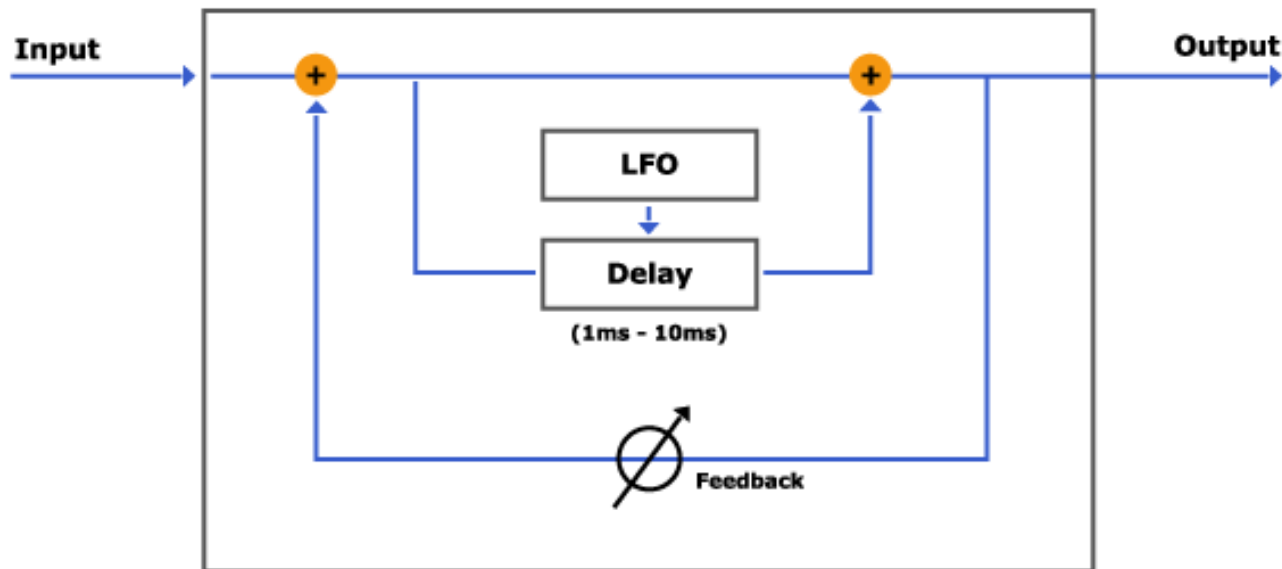
La seconda forma d'onda è identica alla precedente, ma ha un ritardo variabile che al massimo è pari a mezza semionda. Dunque immaginiamo la seconda forma d'onda oscillare sull'asse orizzontale tra 0 e la posizione in cui si trova in figura.

Quando si trova sullo 0, le due forme d'onda sono in fase e riscontriamo un rinforzo di tutte le frequenze componenti il segnale. Quando si trova nella posizione ritardata, notiamo una cancellazione della prima armonica e un rinforzo della seconda. Dunque il contenuto in frequenza del segnale originario è stato modificato.

Tutte le posizioni intermedie agiscono in misura diversa sia sulla prima che sulla seconda armonica. Riassumendo, l'effetto phasing consiste nel sommare al segnale originario una sua replica ritardata in cui il tempo di ritardo è modulato secondo una determinata forma d'onda.

Effetti: il phaser

Possiamo simulare l'effetto phasing utilizzando due microfoni per prelevare lo stesso segnale. Tenendo un microfono fisso mentre l'altro viene ciclicamente avvicinato e poi allontanato dalla sorgente sonora otteniamo due copie dello stesso segnale una ritardata rispetto all'altra. Il movimento avanti e indietro del secondo microfono simula l'operazione di modulazione del tempo di ritardo. La figura seguente mostra lo schema logico di un phaser:



Effetti: il phaser

Il segnale di ingresso viene diviso in due parti: la prima raggiunge l'uscita senza essere manipolata, mentre la seconda viene fatta passare attraverso un delay e poi miscelata al segnale di ingresso. Il tempo di delay è controllato da un circuito LFO (Low Frequency Oscillator - Oscillatore a bassa frequenza). Tale circuito consiste in un oscillatore in grado di generare forme d'onda (generalmente sinusoidali) a bassa frequenza (1 Hz o anche meno).

Tali oscillatori vengono di solito impiegati per controllare i parametri di altri effetti come nel presente caso in cui il LFO modula il tempo di ritardo (per esempio modulando con una senoide di 1Hz i due segnali rientrano in fase ogni secondo) tra i due segnali. Possiamo notare che una parte del segnale destinato all'uscita viene prelevata e rispedita in ingresso. Questo artificio viene impiegato in tanti altri tipi di effetti e ha il risultato di amplificare ulteriormente l'effetto applicato.

Effetti: il phaser

I controlli tipici di cui viene dotato un effetto phaser sono i seguenti:

- *Rate*: la velocità di variazione del tempo di delay (è la frequenza del modulatore LFO - la velocità con cui si sposta un microfono rispetto all'altro).
- *Mix*: miscela il segnale originario e quello manipolato.
- *Feedback*: controlla la quantità di phasing applicata.

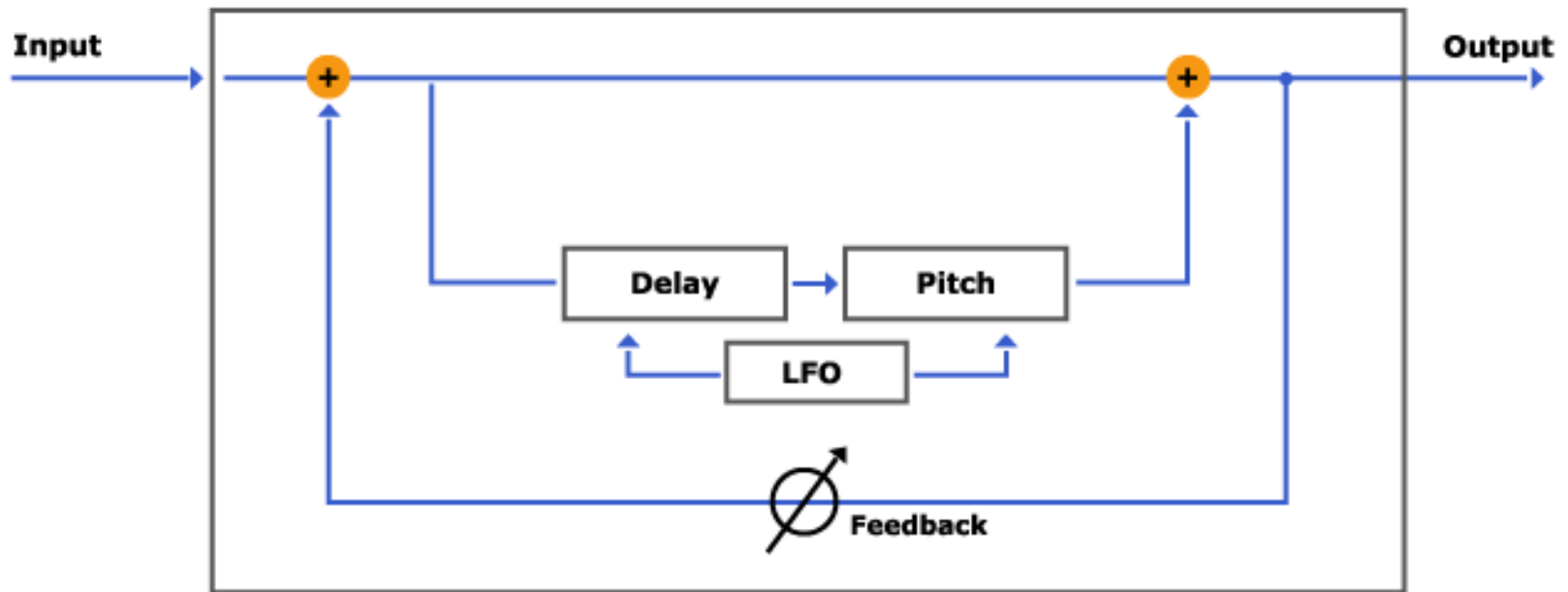
Effetti: il flanger

Estende l'effetto phasing aggiungendo anche un pitch shifter, ossia un circuito in grado di aumentare o diminuire la tonalità del segnale (l'esempio classico di pitch shifting è quello in cui si accelera o si rallenta lo scorrimento di un nastro magnetico).

Per dare una spiegazione pratica di questo fenomeno pensiamo ad una sinusoide avente una certa frequenza, registrata su di un nastro magnetico. Aumentando la velocità del nastro avremo come risultato che la sinusoide viene riprodotta più velocemente e ciò equivale alla generazione di una sinusoide a frequenza maggiore.

Effetti: il flanger

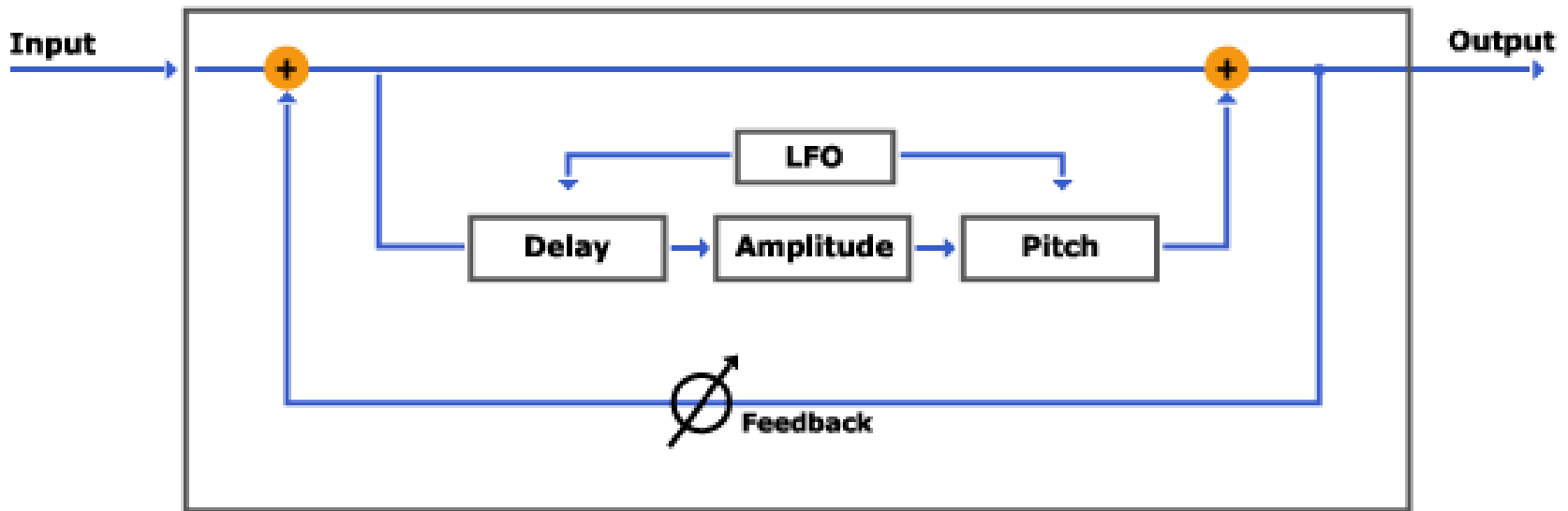
Lo schema logico è illustrato nella figura seguente:



In esso si nota che il LFO pilota sia il modulo delay che quello pitch shifter.

Effetti: il chorus

Può essere pensato come una estensione rispetto al Flanger, aggiungendo un modulo che introduce variazioni di ampiezza sul segnale manipolato:



Cenni sugli algoritmi utilizzati

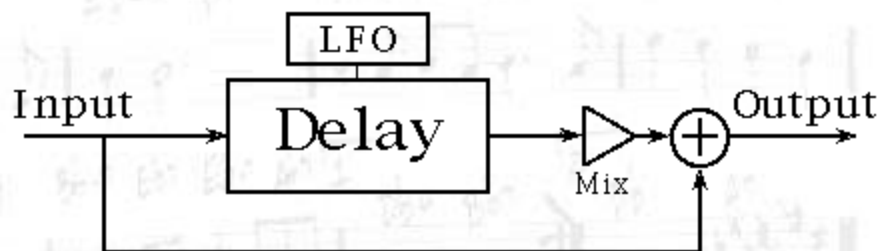
Così come un coro in un gruppo di cantanti, l'effetto di "chorus" fa in modo che un singolo strumento suoni come se in realtà ci fossero vari strumenti suonati insieme.

Il chorus rende in genere un suono più ricco e più presente.

L'algoritmo su cui è basato il chorus è molto semplice: così come due cantanti in realtà non cantano mai veramente all'unisono, nel chorus viene generato un ritardo tra il suono originario e alcune sue copie. In aggiunta, il pitch viene leggermente modificato in modo da dare maggiore ricchezza all'insieme, e ancora una volta donando maggiore naturalezza all'effetto generato.

Cenni sugli algoritmi utilizzati

Il delay viene generato semplicemente tramite una linea di delay. L'effetto di "detune" viene generato trasformando la semplice linea di delay in una linea di delay a lunghezza variabile. "Lunghezza variabile" significa che il delay time cambia nel tempo. Per far sì che il delay time cambi nel tempo, viene utilizzato un filtro LFO che fa variare una forma d'onda sinusoidale, la quale controlla il suono del chorus:



Tipicamente, per un chorus standard al suono originale viene aggiunta una replica ritardata di un valore intorno ai 5 ms. Per rendere più verosimile l'effetto, nel tempo sono state aggiunte delle varianti all'algoritmo descritto affinché venisse variata anche l'ampiezza (dal momento che in un coro, un gruppo di cantanti oltre a non cantare perfettamente all'unisono e con la stessa intonazione, non hanno mai la stessa intensità).

Effetti: il tremolo ed il vibrato

Tremolo

Applica al segnale di ingresso modulazioni di ampiezza. Un LFO controlla la modulazione. La frequenza del LFO controlla la rapidità della modulazione, l'ampiezza controlla l'escursione di volume applicata.

Vibrato

Applica al segnale di ingresso modulazioni di tono (frequenza). In questo caso un LFO modula la frequenza del segnale.

Processori: il distorsore

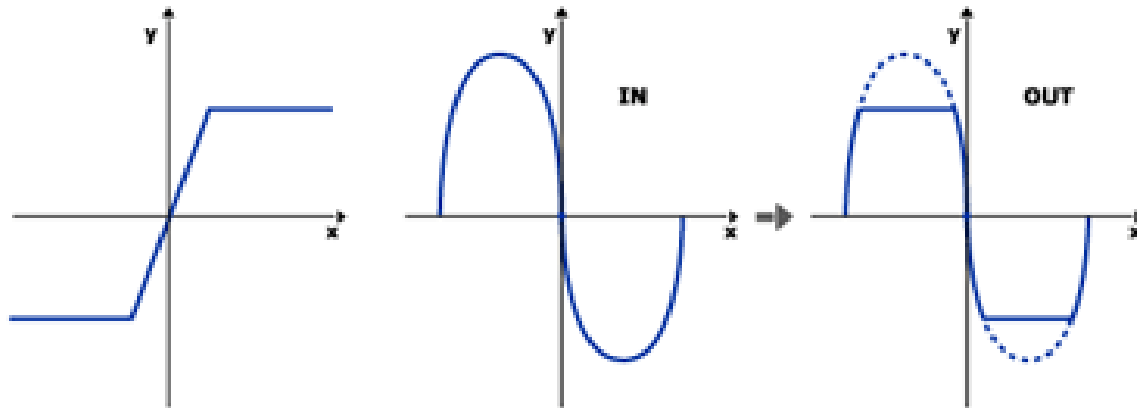
Ogni amplificatore possiede una soglia massima consentita per il segnale di ingresso, superata la quale si incorre nel fenomeno chiamato saturazione.

Questo significa che quando il segnale di ingresso è minore della soglia, l'amplificatore funziona correttamente e riproduce in uscita la forma d'onda amplificata, quando però il segnale di ingresso supera tale soglia, l'amplificatore ha raggiunto il suo massimo e non è in grado di amplificare ulteriormente la forma d'onda.

Ciò si traduce in un'uscita costante pari al massimo consentito per l'amplificazione per tutto il tempo che il segnale di ingresso rimane al di sopra della soglia. Non appena il segnale di ingresso ridiscende al di sotto della soglia, l'amplificatore ricomincia a funzionare correttamente.

Processori: il distorsore

La figura seguente illustra la curva di amplificazione di un amplificatore e la sua azione su un segnale di ingresso di tipo sinusoidale che presenta dei massimi al di sopra della soglia.



Processori: il distorsore

In uscita abbiamo, quindi, un segnale 'saturato'. La saturazione introduce una brusca variazione del segnale che non segue più il suo andamento sinusoidale naturale e questo significa che il nuovo segnale contiene nuove frequenze più alte di quella originaria.

Infatti abbiamo detto più volte che qualsiasi segnale complesso è riconducibile alla somma di sinusoidi a diverse frequenze (e fasi). Più brusche sono le transizioni presentate dal segnale, più frequenze sono necessarie per riprodurlo in termini di sinusoidi. Guardando ora la sinusoide saturata di figura, ci accorgiamo che sono state introdotte delle brusche transizioni e dunque nello spettro devono essere comparse delle nuove frequenze e sono queste che generano il suono tipico della distorsione.

Processori: il distorsore

Dunque la distorsione allo stato puro si ottiene alzando il guadagno di un preamplificatore in modo che parte del segnale che poi andrà all'amplificatore finale superi in alcuni punti il proprio valore di soglia.

Un amplificatore valvolare, ad esempio, è in grado di generare un bellissimo suono di distorsione. Tuttavia in commercio esistono diverse unità che simulano la saturazione, anche se la qualità dell'effetto sarà diversa.

Processori: l'exciter

Questo processore introduce leggere saturazioni sul segnale di ingresso.

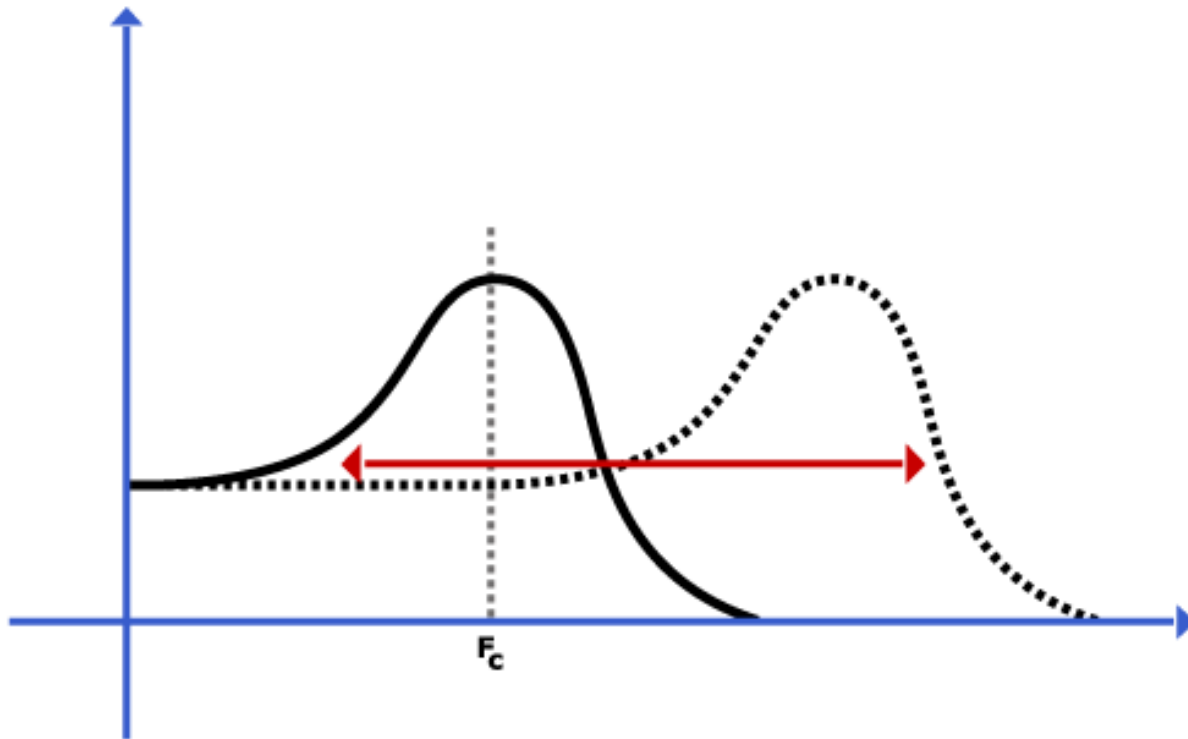
Come detto, una saturazione genera nuove armoniche dipendenti dal contenuto in frequenza del segnale di ingresso. Quindi l'exciter è in grado di generare alte frequenze a partire da segnali che ne difettano.

E' quello che succede, ad esempio, con alcune voci che, per quanto intonate, in fase di missaggio mancano di 'mordente'. Il processore è in grado di conferire a queste voci caratteristiche come la brillantezza e la definizione. A volte un exciter viene impiegato su un intero mix al fine di equilibrarne il contenuto in frequenza.

Un altro utilizzo è nel campo radio-televisivo: talvolta le pubblicità vengono trattate con un exciter in modo da risaltare maggiormente l'audio rispetto ai suoni della normale programmazione.

Processori: il wah-wah

Questo processore viene applicato principalmente alle chitarre elettriche e acustiche. Consiste in un filtro passa basso che presenta un picco in corrispondenza della frequenza di taglio.



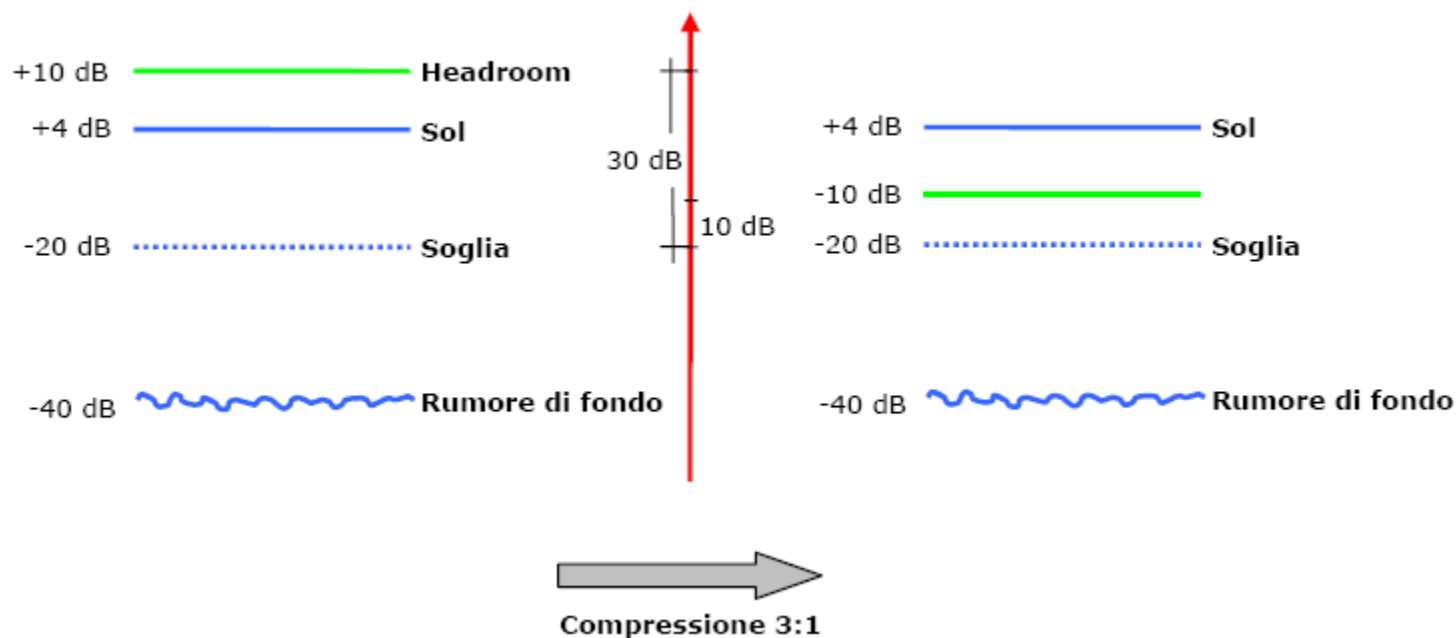
Processori: il wah-wah

Di solito la frequenza di taglio viene modificata grazie ad un pedale il quale aziona un potenziometro, ma talvolta viene modulata mediante un LFO o addirittura dall'ampiezza del segnale di ingresso.

In quest'ultimo caso, quando una corda viene pizzicata, il segnale si trova nella fase di attacco e dunque ha l'ampiezza maggiore. Ciò si traduce in una frequenza di taglio elevata. Man mano che l'involuppo del suono decade, diminuisce anche la frequenza di taglio. Questa traslazione della frequenza di taglio genera il suono tipico del Wah-Wah.

Processori: il compressore

È sicuramente il processore più importante. Il compressore agisce sulla dinamica del segnale di ingresso, riducendone l'ampiezza quando questa supera una certa soglia. La riduzione viene espressa con un rapporto, per esempio 3:1. Ciò significa che quando il segnale supera la soglia, la parte di segnale al di sopra di questa viene ridotta a 1/3:



Processori: il compressore

Nella figura precedente la linea verde sulla sinistra rappresenta il segnale che si presenta all'ingresso del compressore. Le ampiezze di riferimento sono misurate in dB_u e possiamo notare che il segnale ha una dinamica di 50 dB.

La figura mostra anche la soglia scelta per l'azione del compressore e cioè -20 dB.

Nella figura di destra vediamo il risultato di una compressione 3:1. La parte di segnale al di sotto della soglia è rimasta invariata, mentre la parte superiore (vedi linea verde) è stata ridotta a 1/3 e dunque la parte di dinamica superiore alla soglia che era di 30 dB si è ridotta a 10 dB. La dinamica complessiva è dunque stata ridotta da 50 dB a 30 dB.

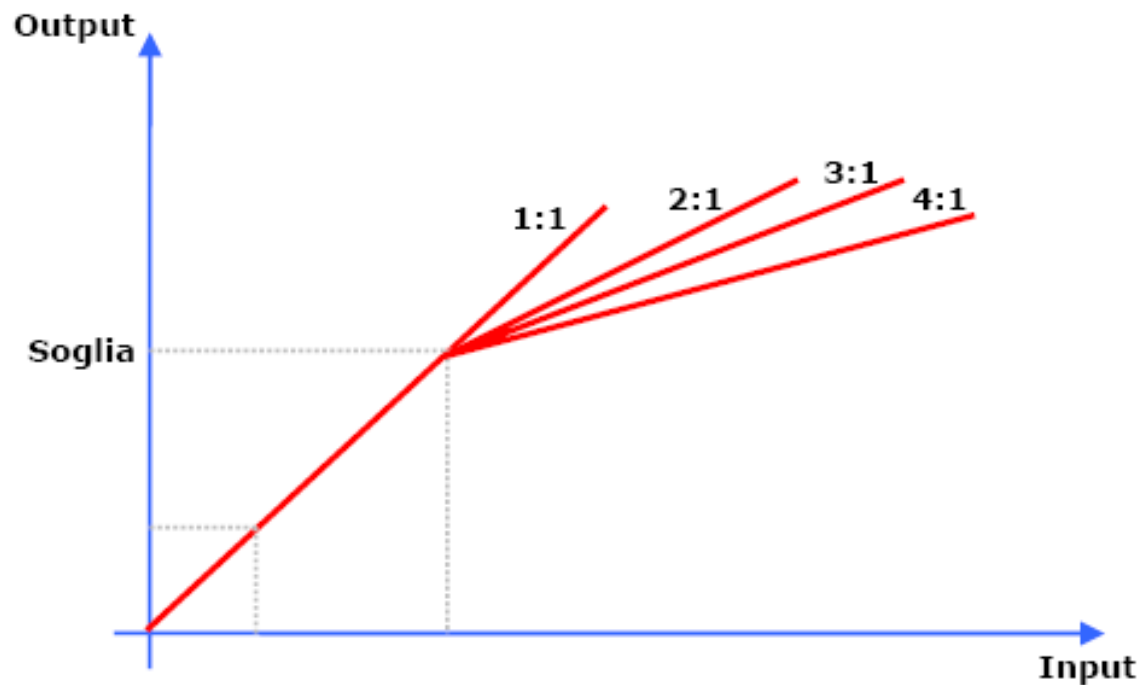
Processori: il compressore

Vediamo ora nel dettaglio i controlli del compressore:

1. *Threshold (Soglia):* Questo valore è espresso in dB e determina la soglia oltre la quale il compressore entra in azione.
2. *Ratio (Rapporto):* Quantifica la riduzione di ampiezza del segnale al di sopra della soglia. Alcuni rapporti tipici sono:
 - *1:1* - Assenza di compressione, il segnale di uscita è lo stesso del segnale di ingresso.
 - *2:1* - Il segnale al di sopra della soglia viene dimezzato. Se il segnale supera la soglia di 10 dB il suo valore verrà ridotto a 5 dB sopra la soglia.
 - Altri valori sono 3:1, 4:1 ecc. Per valori superiori a 10:1 il compressore si comporta praticamente come un limitatore .

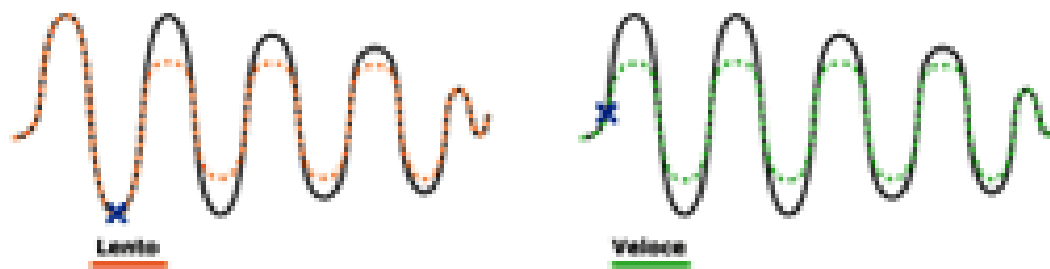
Processori: il compressore

Nella figura seguente viene mostrata la curva di compressione di un compressore per diversi valori del rapporto di compressione:



Processori: il compressore

3. *Attack time (Tempo di attacco): Indica il tempo impiegato dal compressore per entrare in azione dopo che il segnale ha superato la soglia e viene indicato in millisecondi. Nella figura seguente vengono paragonate due situazioni con tempo di attacco corto e lungo:*



Lasciare un tempo di attacco lungo significa che il segnale che ha superato la soglia, finché non è passato il tempo di attacco, non viene compresso. Esaurito il tempo di attacco, il compressore riduce l'ampiezza del segnale: questo ha la conseguenza di evidenziare la parte iniziale dei suoni.

Processori: il compressore

4. *Release time (Tempo di rilascio): è identico al precedente, ma si riferisce al tempo impiegato dal compressore per disinserirsi. In alcuni modelli questi due parametri vengono tarati in fase di costruzione e non è possibile modificarli.*
5. *Gain (guadagno): tra i parametri disponibili, spesso esiste anche una regolazione di gain (o gain-adjust) per adeguare il volume dopo la compressione. Infatti, usando una compressione abbastanza alta, il livello d'uscita potrebbe diventare molto basso. In questo caso sarebbe assurdo alzare il volume del canale del mixer.*

Processori: il compressore

In definitiva per regolare in maniera efficace un compressore, si lavora sul parametro gain per portare a un livello udibile le parti molto soft. A questo punto per non far distorcere le parti più "heavy", si setta la soglia dalla quale si vuole iniziare a comprimere (dipende dalle esigenze) con il relativo rapporto.

Per un rullante o una cassa, che un buon batterista in genere impara a suonare a un livello omogeneo nel corso del pezzo, si dovrà intervenire poco sui parametri di threshold e ratio, mentre bisogna settare il tempo di attacco a un valore basso (circa 10/20 ms) perché i suoni percussivi sono immediati per natura. Evitare di settare il tempo di attacco ad un valore più basso, altrimenti si comprimerà anche l'attacco iniziale, col risultato di privare il colpo della sua parte più importante.

Per comprimere la voce di un cantante (che alterna parti soft e parti forti), bisognerà aumentare i tempi di attacco e release (per dare un andamento più naturale), ed incrementare la ratio di compressione. Tutto dipende dalla differenza fra le parti extrasoft e quelle fortissime: maggiore è questa differenza, maggiore sarà il lavoro del compressore per livellare il tutto.