

Fondamenti di signal processing

(trad. RANE, Dennis Bohn, *Signal Processing Fundamentals*, note 134)

- Il suono
- Il crossover
- L'equalizzatore
- I controller della dinamica

Le grida da sentire...

“Nello spazio, nessuno può sentire le tue grida...” - perché non c'è aria o un altro mezzo di trasporto per le onde sonore. Il suono necessita infatti di un mezzo per viaggiare, cioè una sostanza attraverso la quale possa trasferirsi da un punto all'altro; gli serve qualcosa che lo trasporti. Quel qualcosa può essere di tipo solido, liquido o gassoso.

“Essi ti possono sentire anche sott'acqua...” - L'acqua è un mezzo, l'aria anche. Le pareti di una discoteca sono un mezzo. Il suono viaggia nell'aria grazie alla variazione molto veloce della pressione locale rispetto il suo normale valore (*pressione atmosferica*). Il suono è un disturbo del mezzo circostante. Una vibrazione che si sprigiona dalla fonte, creando una serie di anse ad alta pressione ed a bassa pressione... *alta pressione... bassa pressione... alta... bassa...*

Questi cicli di zone a pressione alterna si muovono nel mezzo finché non dissipano la propria energia, vengono riflessi dalle superfici (le pareti della discoteca) o passano attraverso i contorni, oppure vengono assorbiti – normalmente accade una combinazione di tutte e quattro le cose.

Se lasciato libero di correre, il suono viaggia all'esterno, ma non per sempre. L'aria (o qualsiasi altro mezzo) ruba infatti parte della potenza sonora mentre il suono l'attraversa. È *il dazio da pagare per passare oltre: il mezzo assorbe l'energia*. Questa perdita di energia si manifesta come una riduzione della *spinta* (o *loudness*, come si voglia chiamare) del suono percepito mentre questo si allontana dalla propria sorgente (il termine *loudness* è utilizzato per descrivere quanto è sostenuto il suono di momento in momento). *Il loudness del segnale si riduce ad un quarto per ogni raddoppio della distanza dalla fonte*. Ciò significa che allontanandosi del doppio della distanza, la spinta del suono risulta circa 6dB inferiore. [Questa caratteristica del suono è nota come *legge del quadrato inverso*, poiché la diminuzione è inversamente proporzionale al quadrato della distanza percorsa – ad esempio, due volte la distanza equivale a $\frac{1}{4}$ nella diminuzione della spinta, e così via.]

Come si *crea* il suono e come lo si *cattura*? Per fare ciò utilizziamo entrambe le due facce di una stessa, *elettromagnetica*, medaglia. L'elettricità ed il magnetismo infatti sono parenti: se si fa passare una bobina di conduttore attraverso un campo magnetico, viene generata dell'elettricità all'interno della bobina stessa. *Gira la medaglia e ancora*: se si fa passare elettricità attraverso una bobina di conduttore, viene generato un campo magnetico. Se si muove un magnete, si ottiene un voltaggio; se si applica un voltaggio, si crea un magnete – questo è il principio di ogni oggetto di natura *elettromeccanica*.

I microfoni ed i diffusori sono oggetti elettromeccanici. Nel loro cuore c'è una bobina di conduttore (il *voice coil*) ed un *magnete*. Quando un oratore parla, le sue parole causano la generazione di vibrazioni sonore che dalla propria bocca viaggiano verso l'esterno. Parlando su un microfono a *bobina mobile* (meglio noto come microfono *dinamico*) si fa in modo che questa bobina vibri all'interno di un campo magnetico. Si generano così una tensione ed un flusso di corrente proporzionali al suono sorgente – *il suono è stato quindi catturato*. Dall'altra parte della catena, si

applica una tensione al voice coil del diffusori, causando un flusso di corrente che produce un campo magnetico tale da muovere il cono in maniera proporzionale al segnale audio applicato – *il suono è stato così ricreato*.

Il microfono traduce il suono in un segnale elettrico, viceversa, il diffusore traduce un segnale elettrico in un suono. L'uno cattura, l'altro genera. Quel che sta nel mezzo è solo un dettaglio.

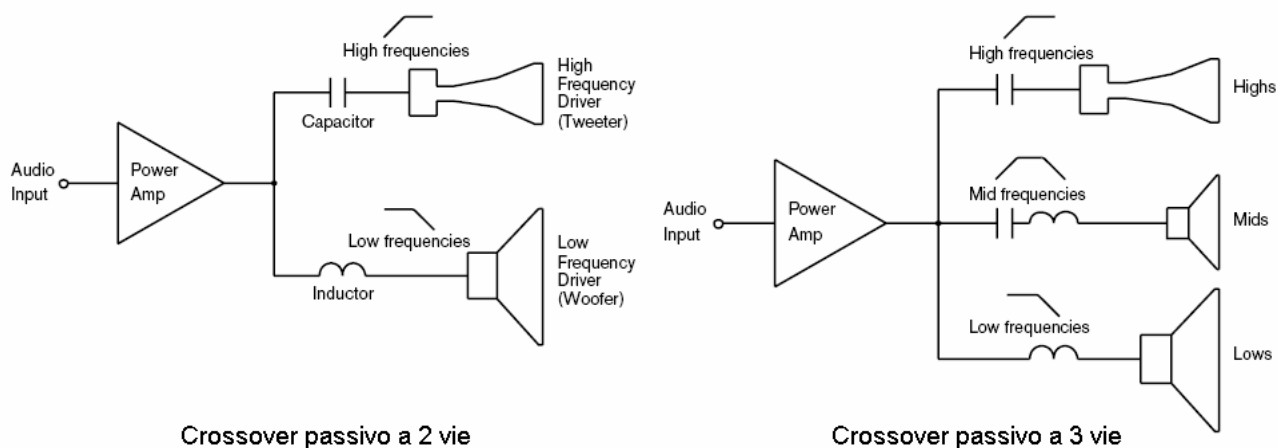
E, nel caso ce lo stessi chiedendo, la risposta è sì: un microfono potrebbe diventare un diffusore (anche se con un suono *molto flebile e metallico*), e un diffusore potrebbe diventare un microfono (basta *GRIDARE VERAMENTE FORTE!!!!*)

Una semplice divisione

Per un diffusore, il crossover rappresenta un male necessario. Se vivessimo dentro un universo differente, con un diverso set di leggi fisiche alla base, potremmo probabilmente avere quello che desideriamo: un diffusore che faccia tutto. Uno speaker cioè che riproduca tutte le frequenze ugualmente bene, senza alcuna distorsione, ad un livello di spinta adeguato per qualsiasi applicazione. Beh, purtroppo noi viviamo in questo mondo, non in un altro, ed il nostro sistema fisico non ci permette tali stravaganze. La cruda realtà è che nessun diffusore può fare tutto. Ne abbiamo bisogno di almeno due, o di più, se ce li possiamo permettere. *Woofers* e *tweeters*. Un grande woofer per le frequenze basse ed un piccolo tweeter per le alte. Questo è noto come *sistema a 2 vie*. Però, se si hanno due diffusori diversi, è necessario dirottare (o *crossoverare*) le frequenze giuste verso ciascuno dei due.

Passivo

Il crossover di livello più semplice è una rete *passiva*. Una rete passiva è quella che non necessita di una alimentazione per funzionare – se ha un cavo di alimentazione, o gli servono delle batterie, allora non è più un circuito passivo. La più semplice rete passiva di crossover consiste di soli due componenti: un *condensatore* collegato al driver in alta frequenza ed un *induttore* (noto come *coil*) collegato al driver in bassa. Un condensatore è un componente elettronico che lascia passare le alte frequenze (quelle che rientrano nella regione propria passa-banda) e blocca le frequenze più basse (quelle al di sotto della stop-band). Un induttore fa esattamente il contrario: lascia passare le basse frequenze e blocca quelle alte. Ma mentre le frequenze cambiano, nessun componente è in grado di reagire istantaneamente. Lo fanno in modo graduale: cominciano lentamente a lasciar passare (o bloccare) le rispettive frequenze. Il tasso o *rate* con il quale ciò accade è detto *pendenza di crossover* (o crossover slope) e viene misurata in dB/ottava. La pendenza aumenta o diminuisce per tot dB/ott. Nel caso più semplice ogni componente dà una pendenza di 6dB/ott (e questo è una caratteristica fisica di fatto nel nostro universo). Ancora, al livello più semplice, se aggiungiamo



ulteriori componenti la pendenza aumenta a passi di 6dB/ott, generando crossover a 12dB/ott, 18dB/ott, 24dB/ott e così via. Il numero di componenti, o di incrementi di 6dB/ott, è detto *ordine del crossover*. Quindi, un crossover del 4° ordine ha almeno quattro componenti, e produce pendenze di 24dB/ott. Normalmente più elevata è la pendenza, meglio è per la maggior parte dei driver, siccome i diffusori si comportano bene solo in una regione ben delimitata in frequenza; oltre questo intervallo, suonano molto male. Perciò pendenze alte nel crossover evitano che le frequenze non gestibili dal driver arrivino al driver stesso.

È possibile combinare condensatori e induttori in varie modalità per realizzare un terzo percorso che elimini sia le regioni più alte che quelle più in basso in frequenza, così da formare una sezione di crossover a *media frequenza*. Quest'altra tipologia di crossover è detta *sistema a 3 vie*. La sezione media forma un filtro passa-banda, perché si lascia attraversare solo da una precisa banda (intervallo) in frequenza. Si noti dal diagramma che i termini passa-banda in alta frequenza e passa-banda in media frequenza sono spesso indicati più semplicemente come *high-pass* e *low-pass*. Un sistema a 3 vie permette quindi di ottimizzare ciascun driver per una banda di frequenza più limitata, producendo così una sonorità globale più precisa e definita.

Problemi

L'unico grande problema è che un cabinet passivo (o una coppia di cabinet) non suonerà sufficientemente spinto e chiaro abbastanza in spazi molto ampi. Se l'impianto audio serve per una camera da letto o un garage, un sistema passivo va più che bene – forse anche meglio. Ma normalmente le necessità sono ben diverse. Se si cerca di diffondere audio in aree molto estese, cercando di mantenere un suono uniforme dappertutto, ci si accorge immediatamente del problema. E non c'è bisogno degli stadi per accorgersene, basta già un club di dimensioni normali. È davvero difficile produrre la spinta richiesta utilizzando box passivi. La vita sarebbe molto più semplice se ciascuno degli ascoltatori potesse avere in testa un bel paio di cuffie, collegate a preamp come i RANE HC6 o HC4, disposti un po' su tutta l'audience. Così si lascerebbe a tali dispositivi il duro compito di far scegliere a ciascuno il livello sonoro che più gli aggrada. Ma la vita è dura, e l'uso di amplificatori per cuffia è per forza limitato al recording e a settori applicativi più ristretti.

I diffusori monitor, d'altro canto, sono probabilmente dotati di crossover passivi. E ancora, il problema sta sulla distanza e la spinta. I monitor sono normalmente vicini e con volume non esageratamente elevato – se sparassero forte rientrerebbero in feedback sui microfoni o se ne sentirebbe l'uscita insieme al mix principale – non va bene. I diffusori monitor sono simili a quelli hi-fi, dove il progetto di tipo passivo domina – proprio perché dedicati ad aree d'ascolto molto limitate. È molto semplice coprire una piccola area d'ascolto con un suono bello e definito anche a livelli da spaccare le orecchie. Ma se si riporta lo stesso sistema in un locale di dimensioni normali, questo stesso impianto suonerebbe stridulo, senza corpo né vita. Non solo non si otterrebbe la spinta adeguata, ma ci si potrebbe trovare a dover sfruttare i benefici offerti dal rimbalzo sonoro sulle pareti vicine, per rinforzare il tutto e convogliare meglio il suono nella direzione voluta. In aree molto larghe queste pareti sono troppo lontane per beneficiare chiunque.

Ma allora perché non piazzare un *mucchio* di box passivi? Si può, eccome, e qualcuno lo fa anche. In ogni caso, per ragioni che vedremo, la cosa funziona solo per una coppia di cabinet. Anche così, comunque, non si riuscirà ad ottenere livelli sufficienti per ambienti grandi. Più di questo, con sistemi di tipo passivo, non è possibile fare.

Se si necessita di molti cabinet, allora il crossovering attivo diventa necessario. Per ottenere una buona copertura su un determinato range di frequenze si devono impilare driver adatti a quelle stesse frequenze. Questo previene l'utilizzo di box passivi perché ciascuno contiene almeno un driver in alta e un driver in bassa frequenza. È molto facile mettere insieme un impianto quando ciascun cabinet copre solo un ben determinato intervallo di frequenze. Ad esempio, per ottenere un sistema a 3 vie dal suono pieno, preciso, ed in definitiva con un ascolto ottimale, saranno necessari

diffusori in bassa frequenza (quelli più grossi), poi box di media grandezza per le medie frequenze ed infine box più piccoli per le sole regioni alte. Tali cabinet saranno impilati – o appesi, o entrambe le cose – in una sorta di *array*. Un array di diffusori è la forma migliore per il posizionamento di ciascun set di diffusori per realizzare la combinazione più opportuna tra copertura e sonorità globale. Sicuramente si sarà osservato che esistono molte tipologie di array. Essi possono essere alte torri, larghe pareti o varie forme ad arco o a poliedro. L'unico modo per ottenere un risultato efficiente è quello di utilizzare crossover attivi.

Alcuni sistemi di dimensioni minori combinano box attivi e passivi. Anche all'interno di un singolo cabinet è spesso comune trovare un crossover attivo usato per separate le basse e le medie frequenze, mentre una rete passiva integrata è utilizzata per il solo driver in alta frequenza. Ciò è particolarmente comune per i supertweeter che operano sull'ultima ottava audio. D'altro lato, un crossover attivo viene spesso scelto per aggiungere un subwoofer ad un sistema passivo a due vie.

Tutte le combinazioni sono possibili, ma ogni volta che c'è un crossover passivo, nascono problemi proprio per causa sua.

Uno di questi problemi è la perdita di potenza. Una rete passiva dissipa una quantità considerevole di potenza. La potenza ulteriore che serve per far suonare più forte i driver, purtroppo fa bollire i componenti e si traduce in calore all'interno del cabinet, non in suono. Quindi, unità passive richiedono di implementare un amplificatore più potente. Un altro paio di problemi legati alle reti passive ha a che fare con la loro *impedenza*. L'impedenza riduce il trasferimento di potenza; è come una resistenza, ma è in funzione della frequenza. Per fare in modo che la rete passiva lavori al meglio, l'*impedenza della fonte* (cioè l'impedenza dell'uscita dell'amplificatore più quella del cablaggio) dev'essere il più possibile vicina a zero e non dipendente dalla frequenza, e l'*impedenza del carico* (la caratteristica del diffusore) deve rimanere fissata e non dipendente dalla frequenza (spiacenti, non in questo universo: forse solo su quello di *Star Trek*). Poiché tutto ciò non è possibile, la rete passiva deve risultare una soluzione compromesso, semplice, ad un problema complesso. Di conseguenza, il comportamento del crossover cambia con il cambiare della frequenza – cosa che *non* si vuole per avere un buon sistema audio.

Un'ultima considerazione per rendere le cose ancora peggiori. Esiste un'entità chiamata *back-emf* (o forza contro-elettromotrice) che contribuisce ulteriormente ad impoverire le prestazioni sonore di un sistema. Questo è il fenomeno che accade quando, dopo che il segnale è terminato, il cono del diffusore continua a muoversi, facendo sì che il voice coil si muova attraverso il campo magnetico (che adesso agisce come un microfono), creando una *nuova* tensione che cerca di ripercorrere all'indietro il cavo fino all'uscita dell'amplificatore! Se si permette al diffusore di agire così, questo si mette a rimbalzare in modo scomposto come un pesce morente. Non suona di certo bene! L'unica maniera per bloccare la forza contro-elettromotrice è di fare “vedere” al diffusore un cortocircuito, cioè, qualcosa il più vicino a zero ohm guardando verso la sorgente – cosa che *non succede* se c'è una rete passiva piazzata tra il diffusore e l'amplificatore.

Il tutto senza ricordare che gli induttori saturano ad alti livelli di segnale causando distorsione – altra ragione per cui non si riesce ad ottenere la spinta che si vorrebbe. Oppure il peso e le dimensioni dei grossi induttori richiesti per avere una buona risposta sulle basse frequenze. O ancora, il fatto che è praticamente impossibile ottenere pendenze di crossover estremamente ripide in modo passivo, pregiudicando la risposta. O che gli induttori sono il modo più azzeccato per captare disturbi da stazioni radio locali, TV, sistemi d'emergenza o cellulari, e per mixare gioiosamente il tutto dentro il vostro sistema audio. Così è la vita, quando si ha a che fare con diffusori passivi.

Attivo

Una rete di crossover attiva richiede un'alimentazione per funzionare e di solito viene offerta in un dispositivo da una sola unità rack (anche se sono ormai popolari i *diffusori amplificati* con una rete



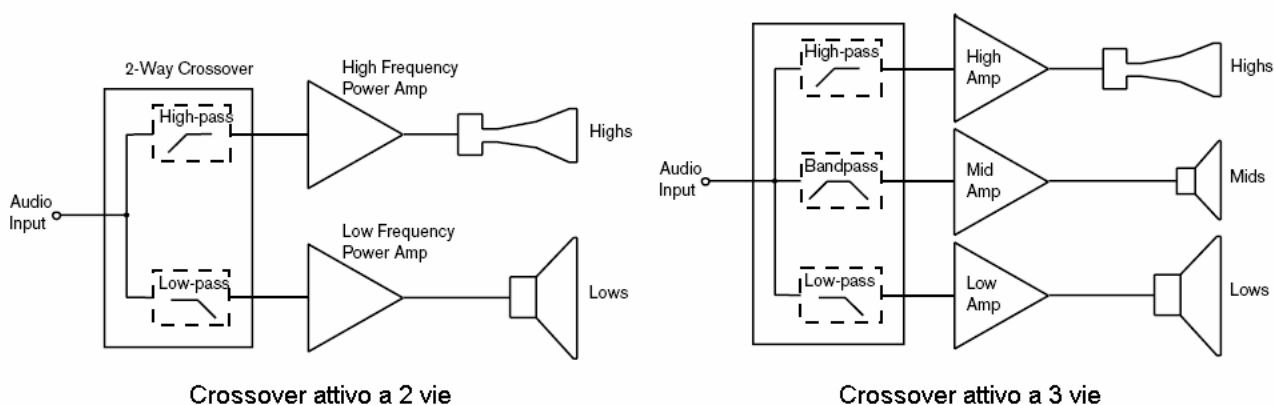
di crossover attiva integrata). Dando un'occhiata ai diagrammi relativi, si nota come i crossover attivi differiscano dai loro cugini passivi. Per un sistema a due vie anziché un amplificatore ora ce ne vogliono due, ma *possono essere molto più piccoli pur mantenendo la stessa spinta risultante*. Quanto più piccoli dipende dal dato di *sensibilità* dei driver (vedere più avanti nel testo). Allo stesso modo, un sistema a tre vie richiede tre amplificatori. Spesso si sentono dire termini come “*bi-amplificato*” e “*tri-amplificato*”, riferiti ai sistemi a 2 e 3 vie.

I crossover attivi curano molti mali che affliggono i sistemi passivi. Poiché i filtri di crossover in sé sono inseriti in modo sicuro all'interno dei loro box, lontano dai problemi del pilotaggio e dell'impedenza di carico di cui soffrono le unità passive, essi possono essere messi nelle condizioni di operare in maniera matematicamente precisa e puntuale.

Pendenze di crossovering estremamente ripide, dolci e ben scolpite sono facilmente realizzabili da una circuiteria di tipo attivo.

Non ci sono problemi di perdita di potenza per l'amplificatore, perché i dispositivi attivi lavorano con i loro alimentatori a bassa tensione. Ed eliminate le inefficienze delle reti passive, gli amplificatori possono raggiungere tranquillamente i livelli di spinta voluti.

Gli scostamenti ed i tremori causati da una forza contro-elettromotrice non sufficientemente attenuata spariscono immediatamente non appena viene eliminata la rete passiva. Quel che rimane è l'impedenza d'uscita caratteristica dell'amplificatore e quella del cavo di collegamento. È qui che nasce il termine *damping factor* o fattore di smorzamento. Lo smorzamento è una misura dell'abilità del sistema nel controllare il movimento del cono del diffusore dopo che il segnale è sparito. Non più pesci morenti.



Siegfried & Russ

I crossover attivi sono chiamati con molti nomi diversi. Dapprima, essi sono a 2 vie o a 3 vie (o anche a 4 e 5 vie). Poi, c'è il tipo di pendenza e l'ordine: 24dB/ott (4° ordine), o 18dB/ott (3° ordine) e così via. Ed infine c'è la topologia del progetto. I due tipi più comuni sono i *Linkwitz-Riley* e *Butterworth*, dai nomi di Siegfried Linkwitz e Russ Riley che per primi proposero questa soluzione, e di Stephen Butterworth che per primo ne descrisse la risposta nel 1930. Fino alla metà degli anni '80 la topologia dominante era quella di Butterworth del 3° ordine (18dB/ott), ma che ancora dava alcuni problemi. Da allora, lo sviluppo della struttura del 4° ordine alla Linkwitz-Riley (condotta originariamente da Rane e Sundholm) risolse tali problematiche, ed oggi sono soluzioni impiegate di tutta normalità. In sostanza ciò significa che *i crossover attivi oggi sono una regola*. Fortunatamente la cosa più difficile nell'uso dei crossover attivi è trovare soldi a sufficienza per acquistarli. Dopodiché, gran parte del lavoro è già stato fatto.

A livello di base, quel che davvero si richiede ad un crossover attivo sono due cose: poter selezionare il corretto punto di crossover e poter bilanciare i livelli delle diverse bande separate. Tutto qui. La prima cosa si fa andando a consultare i datasheet disponibili dal produttore sul tipo di



diffusori scelti, e reinserendo tali valori sul pannello frontale. Immaginiamo, ad esempio, un completo sistema a 2 vie autocostruito. Se il box è fatto in casa, allora entrambi i driver devono essere attentamente selezionati così da avere la medesima *frequenza di crossover* altrimenti ne può scaturire una risposta globale inaccettabile. Il bilanciamento dei livelli è necessario perché i driver in alta frequenza sono molto più *efficienti* dei driver in bassa. Ciò significa che se si invia la stessa quantità di potenza a ciascun driver, uno suonerà più forte dell'altro. Chi è più efficiente suona più spinto. I diversi modi di bilanciare i driver sono sempre ben evidenziati in ogni buon manuale d'uso.

Equalizzatori

Magari abbiamo sentito dire da qualcuno che gli equalizzatori non sono altro che controlli di tono un po' più belli. Ciò è più o meno vero, ed aiuta a spiegare la loro utilità ed importanza. In parole povere, gli equalizzatori permettono di modificare il bilanciamento tonale di qualsiasi cosa si stia controllando. È possibile enfatizzare (*boost*) o diminuire (*cut*) banda per banda solo le frequenze desiderate. Gli equalizzatori sono disponibili in diverse forme e misure, che variano di molto a seconda della tipologia di progetto e la complessità. Si va da una semplice unità a canale singolo con soli 10 controlli ciascuno spazati di un'ottava (*equalizzatore mono a 10 bande*), fino ad un completo box a doppio canale con 31 controlli spazati di 1/3 d'ottava (*equalizzatore stereo a 1/3 ottava*). Esistono modelli di tipo *grafico* con controlli escursivi (*slider*) che permettono di disegnare la risposta in frequenza secondo la forma impostata, ed esistono modelli di tipo *parametrico* con i quali è possibile scegliere la frequenza, l'ampiezza e la larghezza di banda desiderata (i *parametri del filtro* – Vd diagramma) per ciascuna banda disponibile. Alla fine, il modo più semplice e più popolare di fare il lavoro sono i grafici a 1/3 e 2/3 ottava. Essi offrono la miglior combinazione tra controllo, complessità e costo.

Nel prescegliere un equalizzatore grafico, le caratteristiche principali da considerare sono il numero di canali di ingresso/uscita, il numero di bande di attenuazione/enfasi, la spaziatura fra le frequenze centrali di ciascuna banda e l'*accuratezza dell'uscita riferita alla curva disegnata sul pannello frontale*. Fino a poco tempo fa, cioè prima dei recenti sviluppi nella progettazione degli equalizzatori *a risposta reale*, le impostazioni a pannello frontale risultavano in realtà solo una approssimazione della risposta vera e propria operata dall'equalizzazione. Prima degli EQ a risposta reale, l'interazione tra diverse bande adiacenti causava un evidente scostamento della risposta in uscita rispetto alle impostazioni dei fader frontali. Sia che questi filtri fossero descritti come *a Q costante* o *a Q variabile* (Vd. diagrammi), una variazione effettuata in una banda di un certo filtro determinava inevitabilmente una interazione anche con altre bande vicine. Nei primi anni '80, Rane sviluppò il primo progetto a Q costante, per preservare la stessa curva (banda) su un intero intervallo di taglio/enfasi. Di contro, un progetto a Q variabile era caratterizzato da una banda variabile (a causa della modifica della curva di intervento) a seconda della quantità di taglio/enfasi operata. Il progetto a Q costante offriva un grande miglioramento nella risposta in uscita nei confronti delle impostazioni a pannello frontale, e divenne lo schema di progetto più popolare, finché Rane ed altri non svilupparono i primi equalizzatori grafici a risposta reale. Oggi gli EQ grafici a risposta reale sono quelli che dispongono della migliore risposta.

Usare gli equalizzatori

Gli equalizzatori possono davvero fare miracoli in un sistema di diffusione audio. Cominciamo dalla performance dei diffusori. Una dura realtà relativa al mondo dei diffusori a basso costo è che questi, normalmente, non suonano bene come si vorrebbe. Di solito, ciò è dovuto ad una risposta in frequenza non uniforme, o più propriamente, ad una *risposta in potenza* non piatta. Un cabinet ideale è quello caratterizzato da una risposta in potenza completamente dritta e uniforme. Ciò significa che se prendiamo, ad esempio, un segnale di riferimento a 1 kHz e lo utilizziamo per

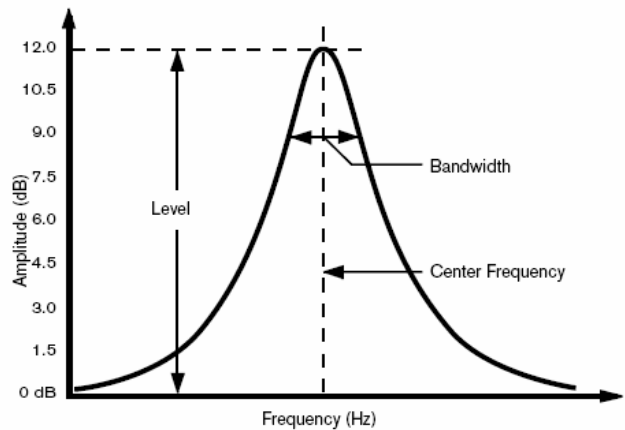


pilotare il diffusore con esattamente un watt di potenza, misurando il loudness (la spinta sonora) mentre si modifica la frequenza del segnale di riferimento nell'intero intervallo utile, si otterrebbe *una misura del loudness uguale in tutte le frequenze*. Purtroppo, anche nel caso dei sistemi di diffusione più costosi, ciò non è mai vero. Gli equalizzatori possono aiutare per compensare queste deficienze. Aggiungendo un po' qui e togliendo un po' là, è possibile ottenere una risposta in potenza accettabilmente uniforme – ed una sonorità di gran lunga più gustosa. È sorprendente come a volte basti una leggera equalizzazione per rendere sufficientemente decente un sistema di diffusione originariamente modesto.

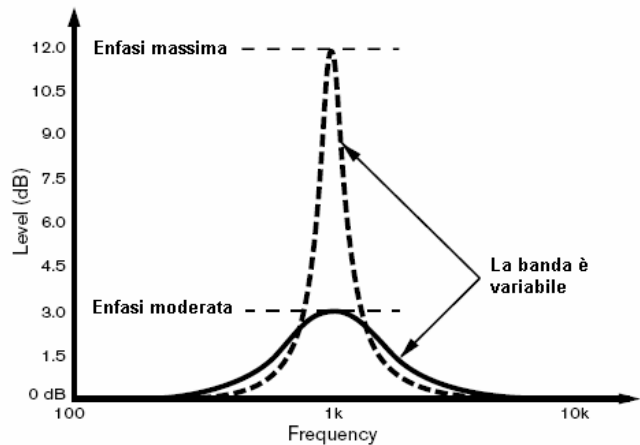
La soluzione migliore quando si ha a che fare con diffusori di basso livello, anche se costa di più, è quella di assegnare un canale d'equalizzazione a *ciascun* diffusore. Come fosse un matrimonio. Si imposta l'EQ, ci si avvita sopra un pannello di copertura per sicurezza, e che nessuno al mondo li separi mai più. (Si impieghi poi un ulteriore equalizzatore per risolvere problemi legati alla risposta dell'ambiente).

E ora la parte più dura, ma anche la più importante: se si effettuano le misurazioni *all'esterno* (senza quindi alcuna riflessione parietale o da soffitto) e *in posizione elevata* (senza riflessioni dovute al pavimento) sarà possibile ottenere una visione molto accurata della risposta del solo diffusore, libera da effetti ambientali. Si avrà perciò una risposta *indipendente dall'ambiente circostante*. Ciò è fondamentale perché, *indipendentemente da dove sarà impiegato il diffusore, esso ha sempre gli stessi problemi*. Naturalmente, ci si deve assicurare che la somma dei costi del diffusore economico e dell'equalizzatore sia sostanzialmente minore del costo di un buon diffusore con risposta piatta. Fortunatamente (sarebbe meglio dire *tristemente*) questo è quasi sempre il caso. Ancora, la verità è che la *maggior parte* dei diffusori non sono piatti. Sono i soli diffusori molto costosi ad essere dotati di una risposta di classe (e forse è proprio per questo che costano così tanto!).

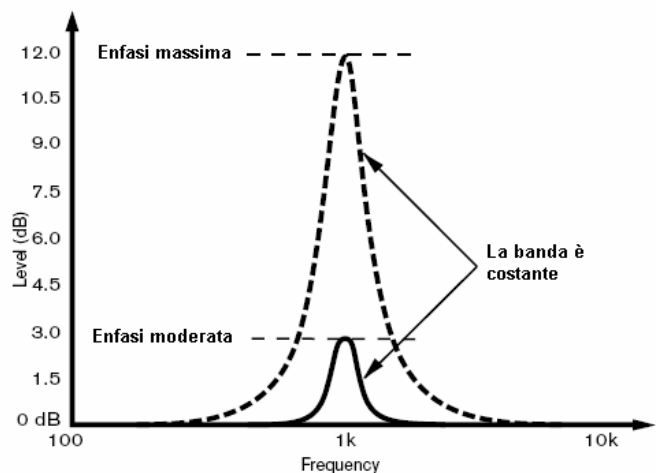
La cosa successiva da fare con gli equalizzatori



I diversi parametri di un filtro



Filtro grafico a Q variabile



Filtro grafico a Q costante

è quella di migliorare il modo con cui ogni ambiente risponde. Ogni stanza, ogni salone risuona in modo differente, è un dato di fatto, per ragioni fisiche. Se si utilizzano le stesse apparecchiature e si suona esattamente la stessa musica nello stesso identico modo, il risultato sarà diverso sala per sala, è garantito. Qualsiasi spazio chiuso reagisce al suono in modalità diverse.

Il suono riflesso è quello che causa i problemi maggiori. Ciò che l'audience ascolta è la combinazione del suono *diretto* (che proviene direttamente dal diffusore di fronte all'ascoltatore) e del suono *riflesso* (che rimbalza su *qualsiasi cosa* prima di giungere all'ascoltatore). E se la sala è sufficientemente ampia, entra in gioco anche il fattore della *riverberazione*, cioè tutto il suono riflesso che, viaggiando da così lontano e relativamente per così tanto tempo, giunge all'ascoltatore in modo sufficientemente ritardato da risultare quasi una seconda o una ulteriore terza fonte sonora, o anche un *echo*, se la sala è *davvero* grande.

Sostanzialmente è un problema di geometria. Ciascuna sala differisce dalle altre per dimensioni; non solo nelle sue misure in lunghezza e larghezza, ma anche nell'altezza del soffitto, la distanza tra gli apparati del sistema e l'area d'ascolto, da ciò che è appeso oppure no, sulle pareti, quante finestre o porte ci sono, e dove. Ogni dettaglio degli spazi influisce sul nostro suono. E quel che dà i nervi è che ci si può fare ben poco. Molti dei fattori che influenzano il nostro suono, guardacaso, non possono essere modificati da noi. Certamente non possiamo modificare le dimensioni, o spostare una porta o una finestra. Ci sono però alcune cose che si possono tentare, e l'equalizzazione è proprio una di quelle. Ma prima di equalizzare sarà il caso di ottimizzare il *come* e il *dove* dovranno essere posizionati i diffusori. Questo è forse il fattore numero uno da considerare. Mantenere i diffusori il più possibile lontano dagli angoli. Eliminare tutte le restrizioni tra i vostri diffusori e la vostra audience, compresi tendoni, apparati e musicisti. Quello che si vuole è che la maggior parte del suono percepito dall'audience provenga direttamente dai diffusori. Se si è fatto un buon lavoro nella scelta e nell'equalizzazione dei propri diffusori, allora già si sa che il suono diretto è buono. Così, quel che rimane da fare è minimizzare il solo suono riflesso.

Successivamente si effettuerà l'equalizzazione per risolvere alcuni dei problemi più pesanti dovuti all'ambiente. Se la sala è eccezionalmente brillante, è possibile pompare un po' di più la regione in bassa frequenza per compensare, oppure attenuare la regione delle alte frequenze. Oppure, se la sala tende a rimbombare, è possibile attenuare le basse per ridurre la risonanza. Un altro modo in cui l'EQ risulta utile ed efficace è quello del controllo delle problematiche legate alle frequenze di *feedback*. Il feedback è quel fischio terribile che grida dai diffusori quando l'audio in uscita da essi viene al tempo stesso captato da uno o più microfoni sul palco, riamplicato e rimandato ai diffusori stessi, e così via. Molto spesso ciò succede quando il sistema sta suonando ad un livello elevato. La cosa ha senso, perché nel caso di erogazione a basso volume, il segnale o non è sufficientemente grande per farsi percepire dal microfono, oppure, se lo fosse, è troppo piccolo per accrescersi. Il problema è quello della realizzazione di un sistema ad anello chiuso con retroazione positiva, del tutto fuori controllo finché qualcosa non si spacca o l'audience scappa via. È quindi opportuno utilizzare l'equalizzatore per tagliare quelle frequenze che vorrebbero ululare: così, non solo si fa in modo che il sistema non squilli, ma soprattutto ci si può permettere di farlo suonare più forte. La frase tecnica per questo è *massimizzare il guadagno di sistema prima del feedback*.

È comunque importante comprendere che non è possibile con l'equalizzatore *risolvere completamente* le problematiche sonore legate all'ambiente, ma è possibile *spostare* l'insorgenza del problema un po' più in là. Si può *riarrangiare* sonicamente le cose, così da *temperare* gli eccessi. Si vince se alla fine il suono risulta migliore. L'equalizzazione in questo aiuta.

Gli equalizzatori sono utili nell'aumentare la presenza di uno strumento o della voce. Con la pratica si imparerà come usare l'EQ per migliorare il suono per la migliore espressione personale: approfondire i bassi, riempire le medie, esagerare gli alti – qualsiasi cosa si voglia. Così come un equalizzatore può migliorare il suono di un diffusore economico, esso può migliorare il suono di un

microfono dozzinale o quello di un qualsiasi strumento musicale. L'equalizzatore può dare quel qualcosa in più.

Vedere il suono

Per rendere facile la misurazione della sonorità di un sistema di diffusione, c'è bisogno di un real-time analyzer (RTA), analizzatore in tempo reale. Un RTA ci permette di vedere la risposta in potenza, non solo del diffusore ma anche, ed è ancora più importante, quella dell'intero sistema. Gli RTA a se' stanti utilizzano una matrice LCD o a LED per mostrare la risposta. Come sorgente di test viene impiegato un generatore integrato di *rumore rosa* (un particolare tipo di rumore filtrato, che contiene tutte le frequenze udibili, ottimizzato per la misurazione dei sistemi audio). Per il campionamento della risposta si utilizza un microfono di misura. Il display evidenzia l'ampiezza in funzione della frequenza. A seconda del costo, il numero di colonne (cioè il numero di frequenze) varia da 10 su centri ad 1 ottava, fino a 31 su centri a 1/3 d'ottava (similmente agli equalizzatori grafici). L'intervallo delle ampiezze e la loro precisione variano con il prezzo. Grazie al crollo dei prezzi dei computer portatili, ormai un setup RTA classico è quello che comprende un box accessorio e un software che gira sul PC. Sono sistemi molto interessanti, con caratteristiche particolari nelle memorizzazioni, nei calcoli e nelle multifunzioni, oltre a fornire un metering SPL molto elaborato. Caldamente raccomandati se il budget lo permette. Come alternativa possibile, comunque contenuta, si può pensare al Rane RA 27, che è a basso costo e semplice da usare. Rane per primo ha realizzato un semplice RTA con la presentazione, nel 1984, proprio dell'RA 27. Oggi, il suo successore, l'RA 30, rimane leader negli RTA economici, affidabili, precisi e facili all'uso.

Controller di dinamica

I *controller della dinamica* o *processori* rappresentano la classe di dispositivi per il signal processing, dedicati all'alterazione del segnale audio basandosi solamente sui suoi *contenuti in frequenza* e nei suoi *livelli d'ampiezza*, da qui il termine "*dinamica*" dacché il processing è completamente dipendente dal tipo di segnale (cioè il tipo di program). I due effetti dinamici più comuni sono i *compressori* e gli *expander*, considerando i *limiter* ed i *noise gate* (o solo "gate") come casi particolari dei primi.

Il *range dinamico* dell'audio che fluisce è il rapporto tra il segnale a livello più elevato (non distorto) e quello più basso (appena udibile), espresso in dB. Normalmente il segnale massimo in uscita è limitato dalle potenzialità degli alimentatori (non è possibile aumentare la tensione oltre quella disponibile), mentre il segnale minimo è fissato dal noise floor (non è possibile ascoltare un segnale con un livello inferiore a quello del rumore residuale). Gli apparati di signal processing analogico a livello professionale possono erogare livelli in uscita di +26dBu, con un noise floor intorno ai -94dBu. Ciò dà un *range dinamico* massimo di 120dB (equivalente all'audio digitale a 20 bit) – numeri impressionanti – ma molto difficili da lavorarvi. Ecco perché sono nati i processori di dinamica.

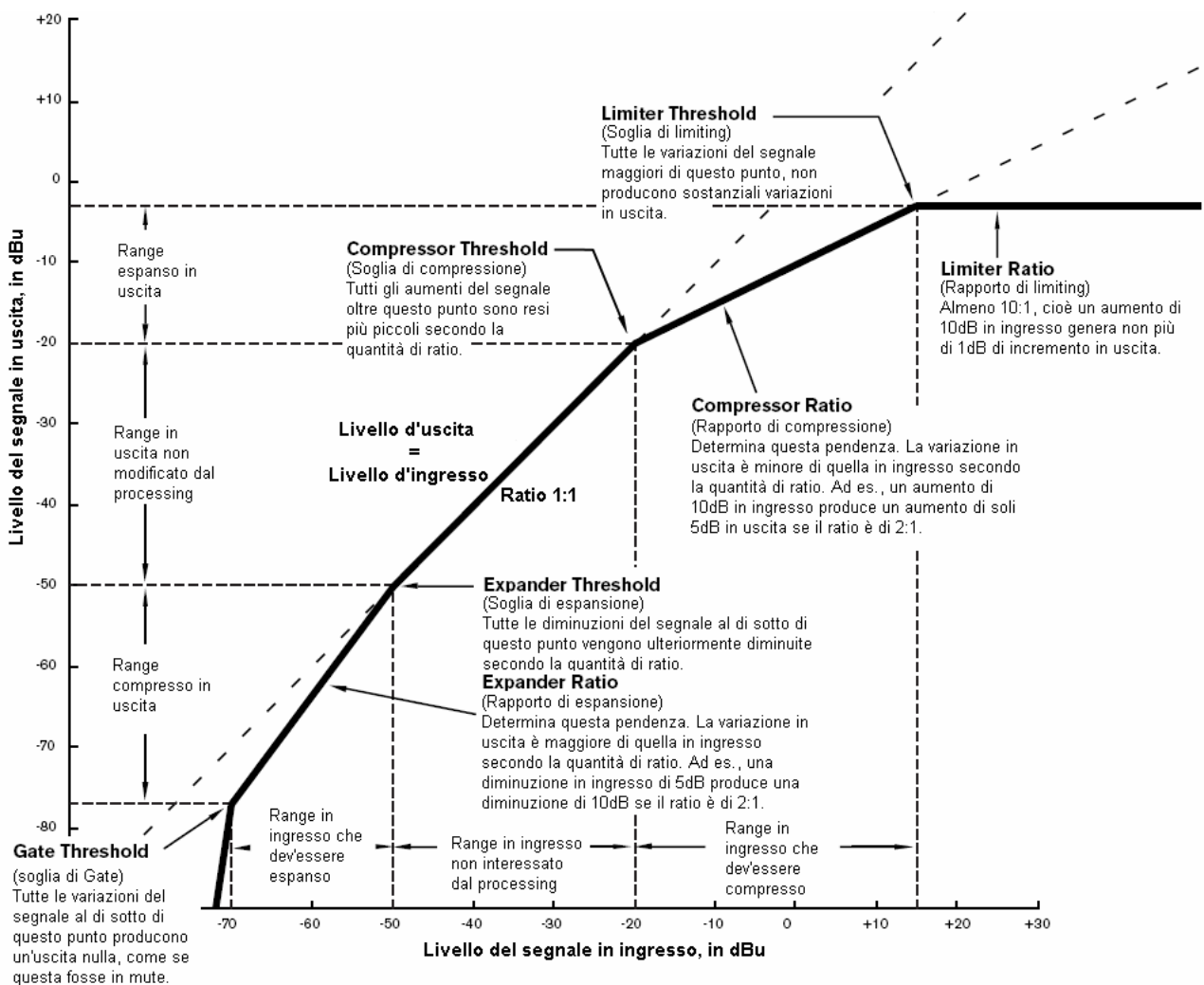
Compressori

I *compressori* sono unità di signal processing impiegati per ridurre (*comprimere*) il range dinamico del segnale che li attraversa. L'utilizzo moderno dei compressori è quello di ridurre solo i segnali più forti *dinamicamente*. Ad esempio, un range dinamico in ingresso di 110dB può passare attraverso un compressore ed uscire con un nuovo range dinamico di 70dB. Questo intelligente oggetto di processing viene realizzato normalmente per mezzo di un VCA (amplificatore controllato in tensione) il cui guadagno è determinato da un controller in tensione che deriva dal segnale stesso in ingresso. Perciò, ogni volta che il segnale in ingresso oltrepassa il punto di soglia (threshold), il controllo in tensione diviene proporzionale al contenuto dinamico del segnale. Questo fa sì che i picchi sulla musica abbassino il guadagno. Prima dell'arrivo dei compressori, un essere umano era

solito ottenere un risultato simile lavorando sul mixer, operando quello che si chiamava *gain riding* (cavalcare il guadagno). Questo tizio letteralmente abbassava il guadagno ogni volta che diventava troppo forte da essere gestito dal sistema.

Si ha necessità di abbassare il range dinamico perché range estremi nella dinamica sono davvero difficili da sopportare da parte dei sistemi per applicazioni audio. Se si aumenta il livello del program in modo che sia forte in media come si vorrebbe, insieme ad esso giungono comunque picchi musicali elevati, che sono vitali per l'*anima* ed il *dramma* della musica, ma comunque troppo ampi da essere gestiti da parte degli amplificatori o i diffusori impiegati. Allora si ha che gli amplificatori vanno in *clip*, o i diffusori vanno *a fine corsa* (cioè raggiungono la loro massima escursione), o entrambe le cose – ed il suono risulta *terribile*. D'altro lato, se si imposta il guadagno di sistema in modo da prevenire l'insorgenza di questi sovraccarichi, il tutto risulta troppo spento e quieto, le voci diventano basse, nessuno può più sentire nulla. Ecco perché c'è il compressore.

L'uso del compressore è abbastanza semplice: si imposta un punto di *threshold* (soglia), oltre il quale tutto dev'essere abbassato di una certa quantità, e poi si seleziona il rapporto (*ratio*) per definire cosa vuol dire "una certa quantità". Tutto l'audio al di sotto del punto di threshold rimane inalterato, mentre tutto l'audio oltre questo punto viene compresso della quantità ratio prevista. L'esempio precedente nel ridurre da 110dB a 70dB richiede un settaggio del valore di ratio pari a 1.6:1 ($110/70=1.6$). La chiave per comprendere il funzionamento dei compressori è quella di pensare sempre in termini di *modifiche nell'incremento in dB oltre il punto di threshold*. Un



L'azione dei Gate/Expander/Compressor/Limiter

compressore rende più piccoli questi incrementi. Dal nostro esempio, per ogni *aumento* di 1.6dB oltre il punto di soglia, l'uscita *aumenterà* solo di 1dB. Se il suono in ingresso diventa più forte di 1.6dB e l'uscita invece sale solo di 1dB, significa che i suoni più forti sono stati resi più quieti.

Alcuni compressori comprendono controlli sull'attacco (*attack*) ed il rilascio (*release*). Il tempo di attacco (*attack time*) è l'intervallo di tempo che passa tra il momento in cui il segnale in ingresso eccede la soglia ed il momento in cui il gain in uscita viene effettivamente ridotto. Il tempo di rilascio (*release time*) è giusto l'opposto – l'intervallo di tempo che passa tra il momento in cui il segnale d'ingresso scende al di sotto della soglia ed il momento in cui il gain in uscita viene effettivamente riassetato. Questi controlli sono molto difficili da impostare e, quando impostati, raramente necessitano di modifiche. A causa di queste difficoltà, e le terribili conseguenze sonore se la taratura non è ottimale, Rane ha predefinito per questi controlli, che coprono una grande varietà di applicazioni musicali o su parlato – una cosa in meno di cui preoccuparsi.

Il sovraccarico sul sistema non è la sola ragione per cui pensare ad un compressore. Un altro utilizzo comune è quello relativo a *fare* il suono. Ad esempio, quando utilizzati in congiunzione con microfoni e pick-up strumentali, i compressori aiutano nel determinare la *timbrica* finale (il tono) grazie alla compressione su frequenze specifiche. Esempi comuni sono “rendere più corposa” la batteria, aumentare il sustain della chitarra, “addolcire” le voci, e “tirar fuori” componenti specifiche dal mix, ecc. È abbastanza straordinario quello che riesce a combinare una lieve compressione.

Expander

Gli *expander* sono unità di signal processing utili ad aumentare (*espandere*) il range dinamico del segnale che li attraversa. Normalmente, gli expander moderni operano solo *al di sotto* del *punto di threshold*, cioè, lavorano solo sull'audio a livello basso. Funzionando così rendono le parti *quiete ancora più quiete*. Il termine *downward expander* o *downward expansion* (espansione verso il basso) descrive proprio questo tipo di applicazione. L'utilizzo più comune è quello per la riduzione del rumore. Ad esempio, mettiamo che un livello di soglia di expander sia posto subito sotto il livello più basso della voce che stiamo registrando, e che il controllo di ratio sia su 2:1. Quel che succede è questo: quando la voce si ferma, il livello del segnale scende più vicino al noise floor. C'è un brusco decremento dal livello più basso del segnale giù fino al livello di rumore residuale. Se il decremento in ingresso è, diciamo, -10dB allora l'uscita dell'expander si attenua di -20dB (infatti, a causa del ratio 2:1, un decremento di 10dB diventa un decremento di 20dB), così si ottiene un miglioramento nella riduzione del rumore, di 10dB. Ora esso è 10dB più silenzioso che non senza l'expander.

Limiter

I *limiter* sono compressori con un valore di *ratio* fissato a 10:1 o superiore. Qui, l'azione dinamica previene il segnale audio dal diventare più grande della soglia impostata. Ad esempio, mettiamo che la soglia sia posta a +16dBu e che un picco musicale arrivi improvvisamente, così da causare un aumento dell'ingresso da 10dB a +26dB, l'uscita aumenterà solo di 1dB, cioè si porterà a +17dB, ovvero rimarrà praticamente costante. I limiter trovano largo uso nell'evitare sovraccarichi nelle apparecchiature e nei supporti di registrazione. Un limiter è il caso limite di una compressione.

Si sente talvolta dire il termine *pompaggio*, parlando di un limiter progettato male o impostato non correttamente. Il termine pompaggio descrive un problema udibile molto evidente quando i limiter lavorano troppo pesantemente. Rimane assicurato che i limiter Rane sono progettati per non avere *alcun* effetto di pompaggio.

Noise Gate

I *noise gate* (o solo *gate*) sono expander con un ratio di espansione downward pari a “infinito”. Sono utilizzati moltissimo per il controllo di rumori indesiderati, così da evitare che microfoni “aperti” e strumenti musicali con pick-up “attivi” introducano suoni estranei nel sistema. Quando il segnale in ingresso scende al di sotto del punto di threshold, il gate blocca l’uscita riducendola a “zero”. Tipicamente, ciò significa attenuare tutti i segnali di circa 80dB. Perciò appena l’audio decade sotto la soglia, il livello dell’uscita diventa il solo rumore residuo del gate. La terminologia comune indica il gate come “aperto” o “chiuso”. Un gate è il caso limite dell’espansione downward.

Così come i limiter progettati male possono causare il pompaggio, i gate progettati male possono causare l’effetto *respiro*. Il termine *respiro* è usato per descrivere un problema udibile dovuto alla capacità di percepire l’innalzamento e l’abbassamento del noise floor, come se l’unità “respirasse”. C’è bisogno di molta cautela, nella progettazione, per definire l’esatto timing così da evitare l’insorgenza dell’effetto *respiro*. Rane lavora sodo per assicurarsi che i propri processori di dinamica non abbiano comportamenti stravaganti.

Un’altra applicazione comune dei noise gate è quella di migliorare il suono degli strumenti musicali, specialmente quelli di tipo percussivo. L’impostazione corretta dell’attacco di un noise gate (attivazione) e del rilascio (disattivazione) aggiunge “pacca”, o “ritaglia” il suono della percussione, rendendolo più pronunciato - questo è il modo con cui Phil Collins ottiene il suo famoso rullante, ad esempio.

Terminologia

Linea bilanciata	il metodo raccomandato per l’interconnessione delle apparecchiature audio. Una linea bilanciata richiede tre conduttori: un paio intrecciati (twisted pair) per il segnale (positivo e negativo) ed una schermatura generale. <i>La schermatura dev’essere collegata agli chassis di entrambe le terminazioni.</i>
Connettori	Le apparecchiature audio ne usano di diverso tipo: <ul style="list-style-type: none"> RCA connettore a pin <i>sbilanciato</i>, normalmente utilizzato su prodotti consumer e alcuni professionali; i connettori RCA sono detti anche <i>phono plug</i>. XLR connettore a 3 pin comune nei sistemi audio. Utile per interconnessioni a <i>linea bilanciata</i>. È spesso indicato come connettore <i>Cannon</i>. ¼” TRS <ol style="list-style-type: none"> 1. Connettore <i>stereo ¼”</i> comprendente i contatti di <i>tip</i> (T, punta), <i>ring</i> (R, anello), e <i>sleeve</i> (S, comune), utilizzato con T = canale sinistro, R = canale destro e S = massa o schermatura. 2. Connettore <i>bilanciato</i> per il collegamento delle linee di segnale positivo & negativo collegate rispettivamente ai contatti di T e R, con S agente come schermatura generale della linea stessa. 3. Connettore di Insert Loop con T = send (mandata), R = return (ritorno) e S = massa (o schermatura). ½” TS Connettore <i>mono ½”</i> comprendente i contatti di <i>tip</i> (T, punta) per il segnale e di <i>sleeve</i> (S, massa e schermatura) per collegamenti a <i>linea sbilanciata</i>.
Decibel	abbr. dB (dal nome di Alexander Graham Bell). Il metodo preferito e più efficace per rappresentare il <i>rapporto</i> tra diversi livelli audio. Essendo un rapporto, <i>il decibel non ha dimensioni o unità di misura</i> . Tutto è relativo. Perciò esso deve essere riferito ad un qualche <i>punto di riferimento a 0 dB</i> . Viene aggiunta una lettera a suffisso per distinguere i diversi punti di riferimento: <ul style="list-style-type: none"> 0 dBu punto di riferimento di 0.775 V +4 dBu riferimento standard nel settore professionale, pari a 1.23 V 0 dBV punto di riferimento a 1.0 V -10 dBV riferimento standard nel settore consumer e per qualche utilizzo professionale, pari a 0.316 V. Le connessioni RCA (phono) operano di norma a -10 dBV.
Range dinamico	il rapporto tra il segnale più forte e quello più debole in un dispositivo o sistema, espresso in <i>decibel</i> (dB).
Headroom	il rapporto in dB tra il livello operativo tipico e lo stato di <i>clipping</i> . Ad esempio, un sistema nominale a +4 dBu che va in clip a +20 dBu ha un <i>headroom</i> di 16 dB.
Livelli	utilizzati nel descrivere i livelli relativi dei segnali audio: <ul style="list-style-type: none"> livello mic segnale nominale proveniente direttamente da un microfono. Molto basso, nell’ordine dei microvolt, che richiede un preamplificatore con almeno 60 dB di guadagno prima di poter essere utilizzato con qualsiasi apparecchiatura a <i>livello linea</i>. Livello linea livello audio standard a +4 dBu oppure a -10dBV. Livello strumentale segnale nominale proveniente da strumenti musicali per mezzo di pick up elettrici. Varia molto, da <i>livelli mic</i> molto bassi a <i>livelli linea</i> molto elevati.
Linea sbilanciata	una interconnessione audio che utilizza una sola terminazione oltre alla schermatura. La schermatura svolge due funzioni: agisce come percorso di ritorno per il segnale (<i>massa</i>) e a previene il rumore nel conduttore (<i>schermatura</i>). È molto vulnerabile a problemi di rumore e ronzii.
Unità di guadagno	L’impostazione del guadagno al valore unitario. Il livello d’uscita è pari al livello d’ingresso.

[a cura di M. Zampieri]

