Manuale per l'uso dei

DaaD

Il metodo A.Q.T.

Audio Quality Test.

Teoria e pratica

Manuale per l'uso dei DaaD

Il metodo A.Q.T.
Audio Quality Test

Teoria e pratica

4ª edizione

Italo Adami
e
Fabio Liberatore

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 - E-mail : info@acusticaapplicata.com

INTRODUZIONE

Qual è un fattore che determina un gran deterioramento qualitativo e quantitativo di un suono all'atto della sua riproduzione?
È l'ambiente d'ascolto.
È questo la fonte di grandi distorsioni.

Azzardiamo una percentuale provocatoria ma non troppo: il 30% di distorsione è causata dalla catena di riproduzione; il 70% dall'ambiente.
Scopo di un trattamento acustico è dimezzare la distorsione ambientale.

Se si considera un segnale test e si eseguono due misurazioni, una all'uscita dei diffusori e l'altra al punto d'ascolto, noteremo quali enormi differenze esisteranno fra il segnale registrato direttamente dai diffusori e lo stesso segnale registrato al punto d'ascolto.
Si evidenzieranno significative differenze sia di bilanciamento tonale, con scarti ad esempio di 6/10 dB fra un'area di frequenza ed un'altra, sia in termini di dinamica, che diminuirà ad esempio di 8/12 dB.

Si rammenta che la scala dei dB non è lineare, ma logaritmica. Pertanto, ad un aumento o diminuzione di, per esempio, 6 dB corrisponde un raddoppio od un dimezzamento della pressione sonora. Quindi se sul vostro fonometro o su un grafico A.Q.T. (Audio Quality Test) leggete una variazione di 6 dB, vuol dire che il segnale si è raddoppiato o dimezzato; se leggete una variazione di 20 dB la pressione sonora è aumentata o diminuita di 10 volte.
Capirete quindi quanto sia importante nel vostro ambiente d'ascolto incrementare la dinamica (articolazione) o ridurre lo scarto tra un'area di frequenza ed un'altra (bilanciamento tonale) anche di un solo dB

Questi dati, così evidenti nel loro peso, testimoniano di quanto sia critico l'anello d'interconnessione finale: l'ambiente d'ascolto.

Non esiste nelle normali catene audio di oggi nessun altro anello in grado di causare una deviazione così grande dal messaggio audio originario. Al confronto la normale, buona qualità dei componenti elettronici e dei cavi introduce nella catena audio variazioni di ordine più piccolo ed assai meno significativo.
Compito di un buon trattamento acustico è quello di far in modo che il segnale audio, generato dai diffusori, possa arrivare all'orecchio dell'ascoltatore il più uguale possibile a se stesso, senza subire devastanti influenze ambientali.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Solo così il messaggio musicale, le caratteristiche della registrazione e della catena audio potranno manifestarsi.

RISONANZE E RIFLESSIONI

Le Risonanze che si producono in una stanza e le Riflessioni Perimetrali precoci sono le cause principali della distorsione sonora di origine ambientale.

Risonanze

I driver dei diffusori producono un movimento a pistone che comprime e decomprime l'aria. Quando la frequenza di questo moto è fra 20 e 20.000 volte al secondo (Hertz!) l'orecchio umano percepisce il suono.
Producono quindi onde di compressione e di rarefazione dell'aria. Questo è il modo con il quale l'energia è trasferita dai diffusori all'ambiente d'ascolto. In un ambiente chiuso, quest'energia non si disperde rapidamente nello spazio come avviene all'aperto, ma urta contro le pareti: in parte è assorbita, ma in buona parte rimbalza. Rimbalza e ancora rimbalza, finché non viene assorbita del tutto. Questi rimbalzi sono nocivi perché interferiscono con i successivi nuovi suoni. La loro durata dipende, per quelli più prolungati, dalle dimensioni della stanza, ed allora queste frequenze "rimbalzanti" si chiamano **risonanze fondamentali**: sono forti, sgradevoli, si eccitano con facilità.

Con due esempi è possibile capire perché si formano.

a) Una vasca da bagno, semipiena d'acqua.

> Un bambino fa schizzetti con piccole onde.
> Spostando avanti e indietro la sua mano, prima o poi può riuscire a trovare un ritmo (frequenza) tale che si forma una grossa onda di va e vieni;
> se la mano continua i suoi (piccoli) movimenti ritmici, l'onda s'ingrossa fino anche a fuoriuscire dalla vasca. La frequenza della mano ha eccitato la risonanza di **quella** vasca: con poca forza gran risultato. Si noti che nel mezzo della vasca il livello dell'acqua tende a rimanere costante: le grandi oscillazioni sono agli estremi. Stessa cosa per il suono: un'adeguata sequenza eccita una risonanza fra due pareti opposte, ed un piccolo woofer muove grandi masse d'aria con gran quantità di suono.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

b) Un sasso legato ad un filo, il cui capo è stretto in mano.

Con piccoli ed appropriati colpetti si fa oscillare il sasso come un pendolo: poca forza, tempismo nei colpetti (cioè frequenza adeguata), con grandi oscillazioni risultanti.

Ecco come si formano le risonanze fondamentali fra le tre coppie di pareti opposte di una stanza.
Le onde di compressione e di rarefazione generate dall'ambiente sommano o sottraggono energia a quelle generate dai diffusori, distorcendole in modo marcato.

Riflessioni

Un diffusore non emette il suono in modo che esso possa arrivare solamente all'orecchio dell'ascoltatore.
Alle frequenze più basse il diffusore irradia a 360 gradi. Le frequenze altissime viaggiano invece in modo fortemente direzionale. Le frequenze comprese fra quelle basse e quelle altissime possiedono un lobo di irradiazione che va da ampio a stretto con l'aumentare della frequenza. Stante questa situazione, parte di un suono che esce dal diffusore va direttamente all'orecchio dell'ascoltatore. In un ambiente chiuso un'altra parte va a rimbalzare sulle pareti, prima di arrivare all'ascoltatore, con un ritardo temporale rispetto al segnale diretto.
In questo momento, il punto della parete dove avviene la riflessione, si comporta come un vero diffusore che emette un suono da un'altra posizione, con un'energia più bassa (perché in parte viene assorbita dal muro) e con un certo ritardo temporale (perché ha fatto un tragitto più lungo) rispetto al diffusore vero e proprio.
Quando questo ritardo temporale è inferiore ai 25 millisecondi. si ha il cosiddetto fenomeno di "fusione del suono".
Il nostro cervello non distingue come differenti due suoni che gli arrivano in un lasso di tempo di 25 millisecondi. Invece di individuare il suono che viene dal diffusore e il suono che viene dalla parete, percepirà un solo suono che si colloca fra diffusore e parete e che è meno netto e preciso. Il nostro cervello ha fuso i due suoni.
Su quest'effetto, indagato da Haas, si fonda tutta la stereofonia, quando cioè suoni uguali o diversi vengono emessi da due diffusori.
Un segnale monofonico emesso da due diffusori impegna in egual modo i due canali. Il suono che fuoriesce dal canale destro è identico a quello di sinistra. Per effetto della "fusione del suono", ci sarà un'immagine sonora collocata solamente al centro della scena sonora.
La stereofonia prevede anche contenuti sonori diversi per ognuno dei due canali.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Poiché questi segnali arrivano all'orecchio nello stesso momento (si sta infatti seduti a uguale distanza dai due diffusori!), non avvertiamo le reali differenze esistenti fra i due canali, ma, grazie al fenomeno di fusione del suono, potremo percepire un'immagine virtuale non dislocata esclusivamente al centro, ma che va da destra a sinistra, più a destra o più a sinistra, riempiendo tutto lo spazio al di dietro dei diffusori a formare una vera scatola sonora.

L'effetto "fusione del suono" è determinante per l'esistenza della stessa stereofonia, ma diventa il lato fortemente negativo della medaglia, quando entrano in gioco le riflessioni perimetrali precoci e cioè tutte le volte che si ha la presenza di un suono in un ambiente chiuso.

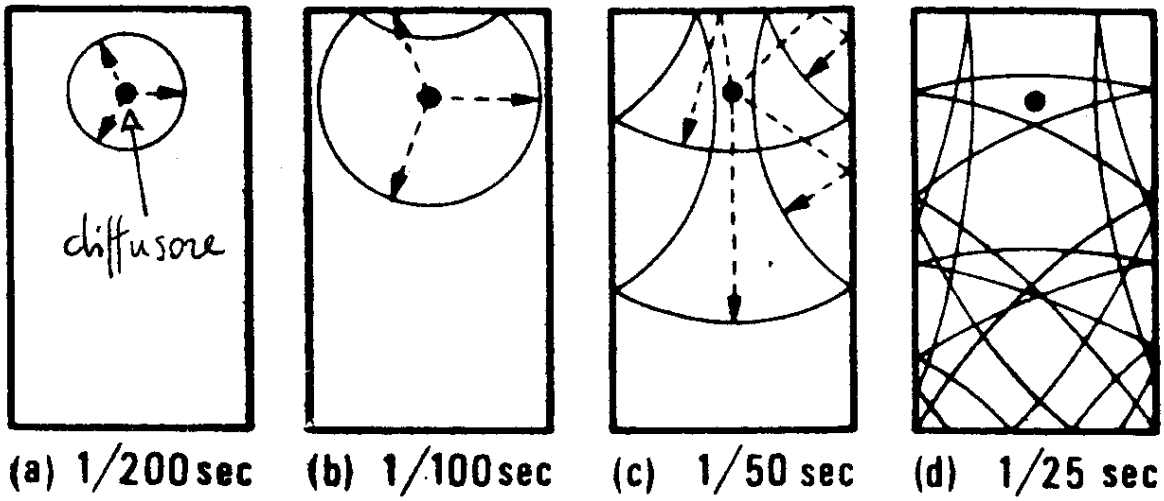
Le riflessioni precoci sono tutte quelle riflessioni, dotate di alta energia, che arrivano all'orecchio con un ritardo temporale inferiore ai 25 millisecondi rispetto al segnale proveniente direttamente dai diffusori.
Se un suono arriva all'orecchio con un ritardo superiore, inizia ad essere considerato dal sistema orecchio-cervello come un suono differente e viene distinto dal segnale primario. È a questo momento che s'inizia ad avvertirlo come un eco e cioè come un suono distinto, temporalmente successivo al suono iniziale.
Una stanza di civile abitazione non ha normalmente dimensioni tali da poter permettere di avvertire l'eco.
Tutte le riflessioni a più alta energia (e cioè quelle che arrivano all'orecchio solo dopo una o due riflessioni e che quindi hanno ceduto poca energia alle pareti, proprio perché hanno rimbalzato poco) presenti in una normale stanza domestica, arrivano all'orecchio nel periodo di fusione del suono.
In un ambiente chiuso, con 2 diffusori che emettono un segnale, esistono 8 riflessioni primarie: 4 sulle pareti laterali, più due sul soffitto, più due sul pavimento.
Ci sono poi una moltitudine di riflessioni secondarie su ogni superficie.
Tutte queste riflessioni interferiscono con la dinamica e con il bilanciamento tonale del messaggio sonoro originale, stravolgendolo sia in termini spaziali che temporali.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

IL TRATTAMENTO ACUSTICO

Il trattamento acustico di un ambiente chiuso deve mirare a restituire al suono i suoi caratteri originali, impedendo alle influenze ambientali di agire pesantemente su di esso.
In un buon ambiente d'ascolto le risonanze sono controllate e non concentrate in un'unica area di frequenze. Le riflessioni precoci a più alta energia vengono trattate affinché i loro effetti negativi vengano minimizzati. La pressione acustica, che normalmente è più forte negli angoli e a ridosso delle pareti, è più uniformemente distribuita in tutta la sala.
L'energia sonora deve essere mantenuta in modo diffuso, in maniera cioè da non essere concentrata in ben determinati punti della stanza o in particolari aree di frequenza.
I tempi di riverbero a tutte le frequenze devono essere funzionali all'ascolto musicale.
L'acustica di una sala ben trattata è confortevole, ma viva; è controllata, ma naturale.

Figura 1 - Propagazione di un impulso a bassa frequenza



www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

COME FARE UN TRATTAMENTO ACUSTICO FUNZIONALE ALL'ASCOLTO STEREOFONICO

Un piano di trattamento acustico deve considerare tre aspetti:

A) Posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto
B) Risonanze
C) Riflessioni precoci

A) Il posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto

L'aria contenuta in una stanza reagisce in modo differente a seconda della posizione delle fonti di perturbazione (diffusori). Perciò i modi di risonanza e le riflessioni variano, in termini quantitativi e qualitativi, in funzione della disposizione dei diffusori.
Anche il punto d'ascolto risente della sua collocazione all'interno della sala, in quanto ogni punto "vede" la risposta acustica della sala a modo suo, dando preferenza a certe aree di frequenza e togliendone ad altre.
Non è esagerato dire che il punto d'ascolto è un vero e proprio "punto di vista acustico".
È quindi importante cercare la migliore collocazione per i diffusori e per il punto d'ascolto.
È comunque possibile ottenere dei risultati più che accettabili anche quando non si può agire liberamente nella sala per ricercare le migliori postazioni per punto d'ascolto e diffusori, a patto però che si possa effettuare un trattamento acustico più massiccio di quanto sarebbe stato necessario con un valido posizionamento dell'impianto.
Sostanzialmente esistono tre metodi per ricercare la corretta posizione dei diffusori e del punto d'ascolto.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

1) La regola dei terzi, la regola dei quinti ed altre.

Le cosiddette regole dei terzi e dei quinti sono metodiche empiriche. Sono applicabili ad ambienti rettangolari e possono essere utilizzate separatamente o assieme. Si divide la larghezza e la lunghezza della stanza per tre e/o per cinque. Si trovano così dei valori che indicano le distanze migliori a cui diffusori e punto d'ascolto possono essere collocati.

Esempio: sala 7x5

- Regola dei terzi: diffusori a 2.3 m. dalla parete di dietro e a 1.6 m. dalla laterale. Punto d'ascolto a 2.3 m. dalla parete alle spalle e, ovviamente, al centro.
- Regola dei quinti: diffusori e punto d'ascolto a 1.4 m. dalla parete retrostante e diffusori a 1 m. dalla laterale.
- Regola terzi/quinti: consiste nel prendere in considerazione alcuni punti determinati dalla regola dei terzi ed altri dalla regola dei quinti. Nel nostro caso potrebbe andare bene il posizionamento con i diffusori a 2.3 m. dalla parete retrostante, 1 m. dalla laterale, con il punto d'ascolto a 1.4 m. dalla parete di dietro.

Oltre a queste regole empiriche, ne esistono altre, molto importanti, che devono essere tenute in considerazione in qualsiasi circostanza:

- La distanza dei diffusori dalla parete laterale e da quella di fondo non deve essere la stessa, ma deve differire di almeno 30 cm.
- I diffusori e il punto d'ascolto devono formare un triangolo equilatero od un triangolo leggermente isoscele, con i due lati più lunghi a far vertice al punto d'ascolto
- I diffusori devono essere sistemati in modo che il fronte sonoro sia omogeneo. Cioè, si devono posizionare in modo che essi siano simmetrici alla stanza, equidistanti dalle pareti laterali e di fondo. Questa simmetricità va ricercata anche rispetto agli infissi e ai mobili più grandi.
- Il punto d'ascolto deve avere spazio alle spalle in modo che vi sia il più ampio campo riverberato e minimizzare anche gli effetti delle riflessioni precoci posteriori.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

2) Posizionamento "ad orecchio"

Paziente opera di ricerca effettuata ascoltando il sistema disposto in varie posizioni, apprezzandone i risultati sonori tenendo in considerazione soprattutto gli effetti sull'immagine sonora e la risposta dei transienti a bassa frequenza (es. colpi di timpano). Si dovrà usare un brano musicale ben conosciuto, del quale si cerca di ricostruire un'immagine che possiede estensione laterale e in profondità, le cui immagini virtuali, soprattutto a centro scena, siano ben focalizzate.

3) Ricerca del miglior posizionamento con software specifici

Esistono in commercio vari software per il calcolo del miglior posizionamento del punto d'ascolto e dei diffusori. Con l'utilizzo del computer si tenta di vincolare le numerose variabili in gioco. È questa probabilmente la strada più valida per una seria soluzione del problema; si può partire dalla posizione suggerita dal software per poi verificarla con l'ascolto e con la misurazione nel punto d'ascolto della reale "qualità" percepita, con il metodo Audio Quality Test implementato nel software Sound Analyzer di Acustica Applicata descritto da pag. 19.

B) Risonanze
Il trattamento delle risonanze con i DAAD

(NOTA BENE: per "anteriore" e "posteriore" intendiamo "davanti" e "dietro" l'ascoltatore rivolto verso i diffusori).

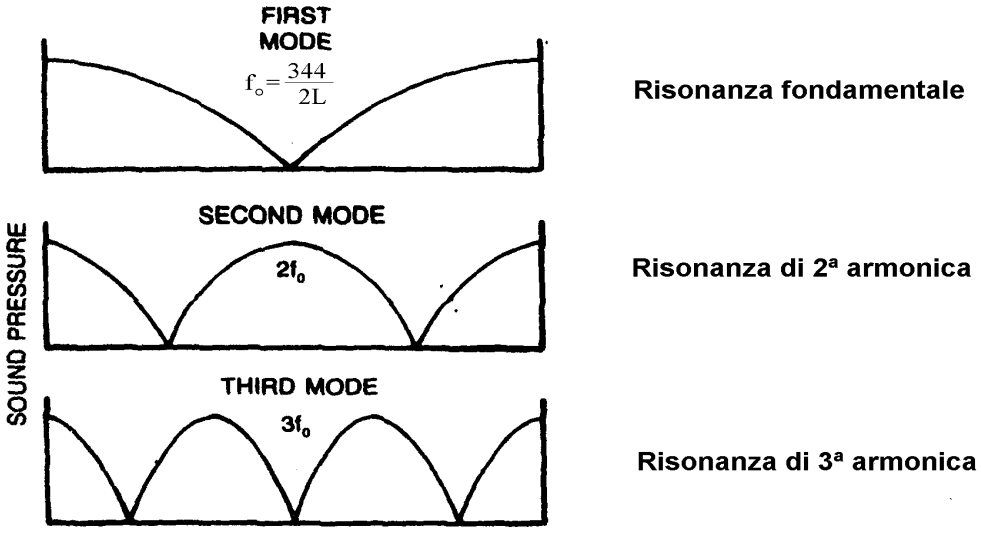
Per trattare le risonanze è necessario sapere quali sono.
Il dato da cui si parte sono le dimensioni della stanza.
Poniamo di avere una sala 5.5 x 3.7 x 3 m.

Abbiamo già posto attenzione sul fatto che le risonanze principali che dobbiamo combattere sono quelle assiali.
Per trovarle bisogna dividere la metà della velocità del suono (172 m/s) per la dimensioni della stanza (figura 2).
In questo modo si trova la risonanza fondamentale. Per trovare gli altri modi o multipli della risonanza fondamentale si moltiplica il valore della risonanza fondamentale per 2, per 3, per 4, ecc.
Per praticità considereremo solamente le risonanze inferiori ai 150 Hz.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Note : vi ricordiamo che la velocità di propagazione del suono, a 0°C e 760mmHg di pressione atmosferica, è stata calcolata come : V=331,45+0,607T, dove T rappresenta la temperatura ambiente in gradi centigradi . Risulta quindi un aumento di velocità di circa 0,6 metri al secondo per ogni grado di temperatura; lasciando perdere i parametri anche di densità dell'aria, si è arrivati così a definire la velocità del suono a 21C° in 344 metri al secondo.

Figura 2



La dimensione 5.5 m. avrà la risonanza fondamentale a 31.2 Hz (172:5.5); quella di seconda armonica a 62.4 (31.2x2); quella di terza 93.6 (31.2x3); quella di quarta 124.8 Hz (31.2x4), e così via.
La dimensione 3.7 m. avrà: 46.4; 92.8; 139.2 Hz.
La dimensione 3 m. avrà: 57.3; 114.6 Hz
Adesso sappiamo quali sono le frequenze risonanti sotto i 150 Hz.
Prima di capire **dove** si deve andare a trattare, osserviamo i valori ottenuti e facciamo una riflessione.
Mettiamo in fila i dati in ordine crescente: 31.2; 46.4; 57.3; 62.4; 92.8; 93.6; 114.6; 124.8; 139.2.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Si vedrà che esistono intervalli abbastanza simili fra le frequenze in gioco: le risonanze sono abbastanza ben distribuite. Ciò vale per tutte le frequenze, salvo che a 90 Hz, dove abbiamo la risonanza di seconda armonica della coppia di pareti 3.7 m. molto vicina a quella di terza armonica della coppia di pareti 5.5 m.
In quest'area di frequenze le due risonanze si sommano andando a determinare un "boom" più forte.

Dove sono i punti di maggior pressione sonora delle risonanze ?
Tutte le risonanze sono sempre particolarmente forti negli angoli. Trattando perciò gli angoli si interviene sempre e comunque su qualsiasi tipo di risonanza.

La risonanza fondamentale ha i punti di maggior pressione all'inizio ed alla fine della dimensione che la determina (quindi a ridosso delle pareti parallele). Ha il punto di minor pressione a metà della lunghezza della parete.
La risonanza di seconda armonica ha i punti di maggior pressione all'inizio, alla fine e nell'esatto mezzo. I punti di minor pressione sono ai quarti della dimensione.
La terza armonica ha quattro picchi che si trovano dividendo per tre la dimensione. I due estremi dei tre segmenti ottenuti sono quelli a maggiore pressione. I loro punti centrali sono invece quelli a minore intensità.

Torniamo al nostro esempio.

Consideriamo la parete 5.5 m., che avrà un inizio (0 m.) e una fine (5.5 m.). Per la risonanza fondamentale, i punti a maggior pressione saranno 0 e 5.5 mentre quello a minor pressione sarà 2.75 m.
Per la seconda armonica, i punti di maggiore intensità saranno 0, 2.75, 5.5 m. mentre i punti a minor intensità saranno 1.375 e 4.125 m.
Per la terza armonica avremo picchi a 0, 1.83, 3.6, 5.5 m.
I punti di minor intensità saranno 0.91, 2.75, 4.59 m.

Trattando la nostra sala 5.5x3.7x3 m. metteremo i DAAD in tutti gli angoli per ridurre l'intensità di tutte le risonanze e dovremo trattare la terza armonica dei lati 5.5 m. e la seconda dei lati 3.7 m. mettendo i DAAD esattamente nei punti 1.83 m. e 3.6 m. delle pareti 5.5 m. e/o nei punti 1.85 m. delle pareti 3.7m.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Quali DAAD usare?

I DAAD sono trappole acustiche a larga banda (cioè non agiscono solamente in un ristretto range di frequenze) che hanno un taglio a bassa frequenza corrispondente al diametro della trappola. Poiché hanno un lobo che diffonde le frequenze superiori ai 400 Hz, il taglio alle frequenze superiori è determinato dal grado di rotazione della trappola. Per il momento, per maggior chiarezza, considereremo i DAAD solo per quanto riguarda il loro taglio in basso, rimandando gli aspetti legati alla diffusione a dopo.

Questi i tagli a bassa frequenza dei DAAD nei vari diametri:

- DAAD 4 : 55 Hz
- DAAD 3 : 80 Hz
- DAAD 2 : 110 Hz
- STUDIO DAAD : 110 Hz
- ECO DAAD : 300 Hz

L'altezza e la forma dei DAAD modificano la quantità e non la qualità del suono assorbito.

Saputo questo e sapute le caratteristiche in frequenza delle specifiche risonanze di ogni sala, è ora semplice scegliere la posizione e il tipo di DAAD più adatti a ogni singola circostanza.

La nostra stanza 5.5x 3.7x3 vedrà l'impiego dei seguenti DAAD:

Domanda: saranno necessari dei DAAD 4 negli angoli?
Risposta: la risonanza fondamentale della parete lunga è a 31.2 Hz. Nessun DAAD assorbe in modo efficace una frequenza così bassa. Perciò si potranno trattare le risonanze della parete 5.5 solo a partire da quelle di seconda armonica (62.4 Hz). Per trattare una risonanza a 60 Hz sono sufficienti dei DAAD 4.
Verranno collocati negli angoli in modo da essere efficaci anche per le altre risonanze. Si preferisce usare i DAAD di diametro più grande posizionandoli agli angoli retrostanti all'ascoltatore. È questa la sede più idonea per il trattamento delle frequenze più basse.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Gli angoli anteriori (la più importante sede di trattamento) potranno essere occupati da un DAAD 4 (che si occupa di tutte le risonanze a partire dalla seconda armonica), più da un DAAD 3 (che si occupa delle risonanze superiori agli 80 Hz come quelle di a 92.8, 93.6,114.6,124.8, 139.2 Hz), più un DAAD 2 (che agisce per risonanze sopra i 110 Hz).
Poiché abbiamo un boom intorno ai 90 Hz, useremo uno o due DAAD 3 per il trattamento della seconda armonica di 3.7 m. e/o della terza di 5.5 m.
A questo punto gran parte delle frequenze risonanti avrà acquistato maggiore articolazione ed equilibrio.

Poniamo, sempre a scopo esemplificativo, di fare una rilevazione strumentale nella nostra sala e di verificare un residuo risonante a 185 Hz. Osserveremo che 185 Hz corrisponde alla quarta armonica delle pareti 3.7 m.
Per attenuarla andremo a sistemare un DAAD 2 (siamo a 185 Hz) nei punti 0.92 e/o 1.85 e/o 2.78 della parete 3.7 m.

Un corretto trattamento delle risonanze si esplica quindi solo se si collocano le giuste trappole nei posti giusti.
Gli angoli sono sempre "posti giusti", ma quando si dispongono i DAAD lungo le pareti della stanza è necessario fare attenzione ed agire con precisione per collocarli nei punti di maggiore pressione.

Quando le trappole acustiche vengono messe lungo le pareti si opera un intervento selettivo. Se si sbaglia posizione capita facilmente di intervenire, invece che nei punti a maggior pressione, su quelli a minor pressione accentuando così le differenze in ordine al bilanciamento tonale e quindi ottenendo un risultato negativo.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

C) Trattamento delle riflessioni precoci

In genere, in una stanza di dimensioni usuali, le riflessioni precoci (entro 25 millisecondi) sono quelle che arrivano all'ascoltatore dopo uno o due rimbalzi sulle pareti.
Le riflessioni primarie (un solo rimbalzo sul muro) sono quelle più deleterie perché possiedono notevole energia.
Molte riflessioni secondarie (quelle che dopo due rimbalzi sulle pareti arrivano all'ascoltatore) rientrano anch'esse nel periodo di fusione del suono, ma in molti casi hanno punti di riflessione coincidenti o vicini a quelli delle riflessioni primarie, delle quali sono anche un po' meno forti.
Perciò in questa sede daremo molta più importanza pratica alle riflessioni primarie, meno importanza pratica a quelle secondarie anche se precoci.

Ricerca dei punti di riflessione primaria

In una stanza con quattro pareti, un pavimento ed un soffitto, dove suona un sistema di riproduzione che emette con due diffusori, ci sono 12 punti di riflessione primaria. Due sulla parete anteriore all'ascoltatore (dietro ai diffusori), quattro sulle pareti laterali, due sulla parete posteriore, due sul pavimento e due sul soffitto.
Le riflessioni che ci interessa trattare sono principalmente quelle delle pareti. Perché? Per ragioni pratiche: sul pavimento e difficile poter mettere DAAD, al massimo un tappeto molto spesso; al soffitto raramente si possono mettere i DAAD.....

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

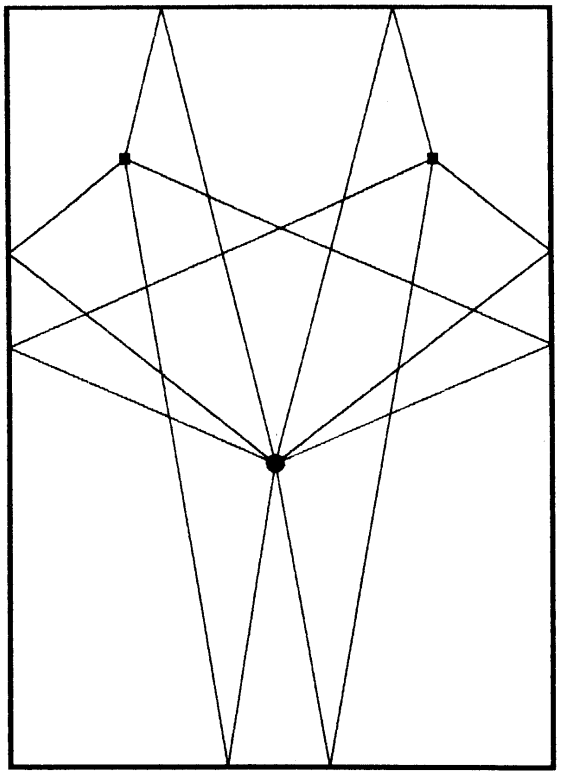


Figura 2 - Riflessioni perimetrali primarie

Le riflessioni anteriori

Avvengono in due punti della parete retrostante ai diffusori. Con diffusori dinamici che non emettono acuti dal retro, hanno principalmente un forte contenuto di basse frequenze (non è così con diffusori dipolari). Danno un contributo negativo in termini di appiattimento della scena sonora, di mancanza di intelligibilità, di articolazione e di focalizzazione.

Le riflessioni laterali

Sono quattro, due a destra, due a sinistra. Ogni diffusore ha infatti una riflessione sulla parete omolaterale e una sulla parete controlaterale.
La riflessione laterale omolaterale contribuisce all'allargamento artificiale della scena sonora ed è causa, quando è molto forte, del cosiddetto "buco nel mezzo" dell'immagine sonora e cioè, nei casi più gravi, dell'assenza di suono dal centro (il suono si sente uscire dai diffusori) o, nei casi più lievi, di immagine dilatata al centro della scena sonora.
La riflessione laterale controlaterale restringe l'immagine sonora e crea confusione. Secondo alcuni è addirittura la riflessione più perniciosa.
Abbiamo infatti un suono che esce ad esempio dal diffusore di destra, va ha rimbalzare sulla parete di sinistra, e quindi arriva, con un piccolo ritardo di tempo e con una certa energia, all'orecchio dell'ascoltatore dalla parte opposta di dove dovrebbe, confondendosi oltretutto con il segnale del diffusore di sinistra.
Ciò è quanto di peggio possa accadere ad un suono stereofonico, il quale così perderà per strada gran parte delle sue prerogative.
Il contenuto spettrale delle riflessioni varia molto in funzione della direttività e del posizionamento dei diffusori. In genere le frequenze in gioco sono appartenenti più che altro all'area dei medi e della parte alta della zona del calore.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

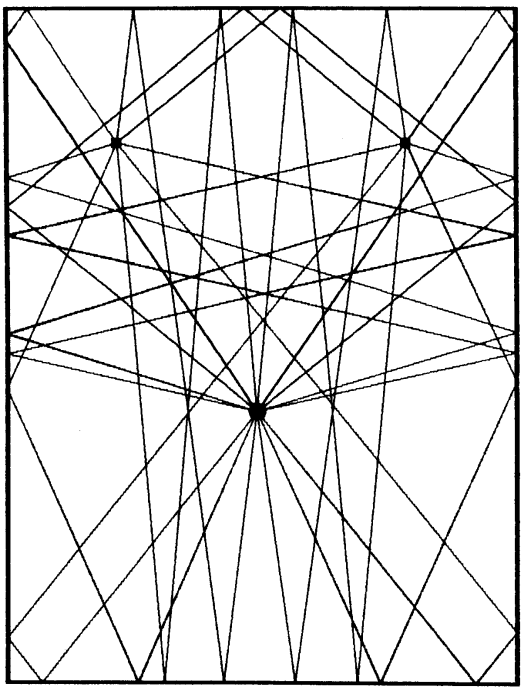


Figura 3 - Riflessioni perimetrali secondarie

Le Riflessioni posteriori

Avvengono in due punti della parete alle spalle dell'ascoltatore. Creano problemi di bilanciamento tonale soprattutto alle frequenze più alte.

Trovare i punti di riflessione primaria è molto semplice.

Si userà un metodo lungamente usato nei secoli scorsi dai progettisti dei migliori teatri.

La luce ha lo stesso comportamento del suono quando rimbalza su una superficie riflettente: l'angolo di entrata è uguale a quello in uscita.

Per questo, per trovare con esattezza i nostri punti di riflessione, useremo una fonte luminosa.

Metteremo una striscia riflettente sulle pareti laterali, sulla parete anteriore e sulla parete posteriore.

Seduti al punto d'ascolto, punteremo la nostra lampadina accesa, ad esempio, sulla parete laterale. Quando il riflesso luminoso della luce della nostra lampadina andrà ad illuminare il diffusore avremo trovato un punto di riflessione primaria. Se puntiamo la lampadina sulla parete di destra e si illumina il diffusore di destra avremo individuato il punto della riflessione primaria omolaterale. Se si illumina il diffusore di sinistra avremo il punto di riflessione controlaterale. Poi dovremo fare l'operazione per l'altra parete laterale e troveremo gli altri due punti di riflessione laterale.

Per le riflessioni anteriori adotteremo lo stesso metodo, puntando la lampadina sulla striscia alla parete dietro i diffusori.

Per le riflessioni posteriori, punteremo la lampadina sulla striscia disposta sulla parete alle nostre spalle. Se vorremo le riflessioni primarie del soffitto dovremo sistemare una striscia sul soffitto e cercare con il fascio di luce della lampadina, il punto del soffitto che fa illuminare il diffusore.

Un metodo analogo consiste nel mettere la fonte luminosa (ad esempio una candela accesa) sul diffusore, e l'occhio dell'ascoltatore vedrà sulla striscia riflettente i punti di riflessione primaria.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Acustica Applicata ha elaborato un metodo ancora più semplice e completo per cercare i punti di riflessione primaria, i punti di riflessione secondaria e per conoscere i percorsi di suono riflesso che rientrano nel periodo di fusione del suono.
Si tratta di un programma per PC, che calcola le riflessioni primarie e secondarie con grande precisione e dando un'immagine generale dell'attività delle riflessioni precoci in una data stanza.
Per usufruire di questa possibilità è necessario sapere con precisione le dimensioni della stanza, il preciso posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto, poiché sappiamo che i punti di riflessione cambiano al variare della posizione dei diffusori e/o del punto d'ascolto.
Il programma individua i percorsi delle riflessioni precoci e fornisce una pianta in scala attraverso la quale è facile risalire all'applicazione pratica in ambiente.

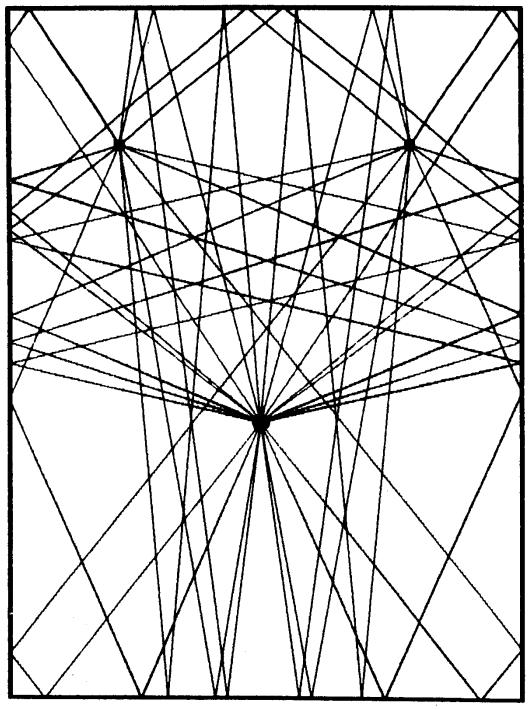


Figura 4 - Riflessioni perimetrali primarie + secondarie

Trattamento delle riflessioni

Scopo del trattamento è quello di sottrarre energia alle riflessioni precoci in modo che esse giungano nulle o molto indebolite all'orecchio dell'ascoltatore.
Per ottenere questo è sufficiente usare una trappola alta come il diffusore o dell'altezza dell'ascoltatore, posta esattamente nel punto di riflessione.
In considerazione delle frequenze in gioco, sono sufficienti trappole che agiscono da 120 Hz in su (può far eccezione il trattamento delle riflessioni posteriori). Perciò, il più delle volte, trappole come i DAAD 2 saranno sufficienti ad un buon trattamento. In presenza di riflessioni molto forti si dovranno però usare delle trappole quantitativamente più efficienti (DAAD 3).

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Come avviene per il trattamento delle risonanze, anche il trattamento delle riflessioni può essere fatto male, se le trappole non vengono poste nei punti di riflessione precoce, ma vanno ad occupare porzioni di parete, sedi di punti di riflessione ritardate (molti rimbalzi nei muri) e di debole energia.

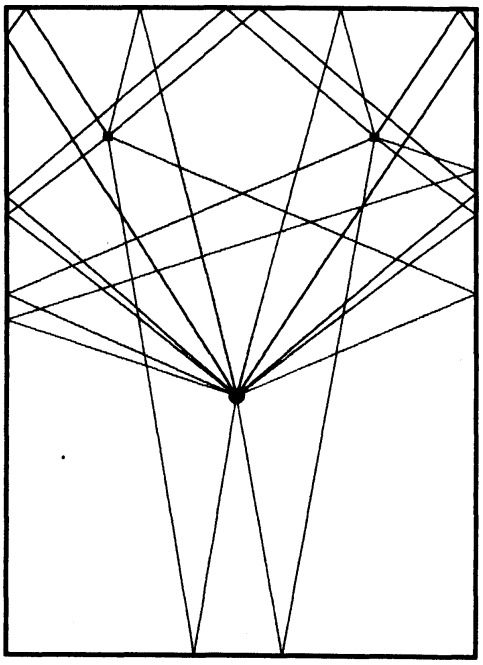


Figura 5 - Riflessioni perimetrali inferiori ai 9 m. (ambiente 7x5 m.)

Le riflessioni che arrivano all'ascoltatore, dopo il periodo di fusione del suono o che arrivano deboli, sono infatti utili ad un ascolto confortevole e non devono essere distrutte. Questo è il motivo per cui i DAAD hanno un lobo diffondente.

Opportunamente ruotato, un DAAD serve per ritardare il suono riflesso, mantenendo l'energia in ambiente, non in modo concentrato, ma in maniera diffusa.

Facciamo un esempio:

Nei nostri piani di trattamento è possibile notare che un DAAD, posto nel punto di prima riflessione laterale omolaterale, ha i lobi assorbenti che guardano lo speaker.

In questo modo il suono, che va a rimbalzare sul muro, viene trattato a larga banda, perché non si desidera che nulla di esso arrivi all'ascoltatore nel periodo di fusione (del suono). Il lobo diffondente guarda invece la parte posteriore della sala. Su questa superficie andranno a rimbalzare i suoni che provengono, dopo numerose riflessioni, dalle pareti laterali e dalla parete posteriore. Questa superficie diffondente farà sì che l'energia venga "rimessa in gioco" e cioè riflessa nuovamente in modo funzionale all'ascolto musicale.

Questa possibilità di rotazione offre un potente mezzo di controllo, di taratura e di variazione del suono di una stanza anche perché le riflessioni primarie, con il loro effetti sommatori e cancellatori, sono finalmente oscurate.

È per tutto ciò che **con i DAAD è possibile ottenere un ambiente d'ascolto vivo, ma controllato.**

Se si evitano gli errori da cattivo posizionamento delle trappole di cui abbiamo ac-

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

cennato, non si otterrà una stanza sorda dal suono secco. Si riuscirà invece ad avere un suono corretto, articolato e vivo.

Recenti studi hanno dimostrato che gran parte della corretta riproduzione sonora, si gioca in quel breve lasso di tempo che segue il transiente d'attacco. Quello che avviene nei primi 25 millisecondi determina alcune qualità sonore (focalizzazione, bilanciamento tonale, ecc.); il ritardo temporale compreso fra 25 e 60 millisecondi è determinante per le sensazioni di ambienza, per proiettare l'ascoltatore nella dimensione sonora della registrazione. I complessi fatti acustici che avvengono all'interno di questi due periodi determinano per circa il 70% la qualità del suono finale (il rimanente 30% è dovuto alla qualità del suono diretto e cioè del sistema di riproduzione sonora).

Perciò, nel progettare i **DAAD**, si è tenuto in considerazione che una moderna trappola acustica deve essere in grado di aggredire le riflessioni precoci e le risonanze, contemporaneamente deve conservare l'energia acustica con ritardo da 25 a 60 millisecondi diffondendola nella sala d'ascolto.
I **DAAD** assicurano il più efficace trattamento delle basse frequenze e trasformano le misure reali di una data sala d'ascolto in dimensioni virtualmente più ampie. Gli ambienti trattati con **i DAAD** possiedono un'acustica viva, ma controllata. Il "soundstage" si apre e si arricchisce in profondità. I singoli strumenti divengono vivi, tangibili, ricchi di plasticità.
Questi risultati sono resi possibili dall'impiego di nuove forme e di nuovi materiali.

I **DAAD** sono in lamierino stirato microforato e in legno massello.
L'interno è in vari tipi di materiale che assicurano alta efficienza di assorbimento acustico; il DAAD è ignifugo e anallergico.
L'insieme della trappola è opportunamente calcolato per convertire l'energia acustica in calore e sorda vibrazione.
La superficie esterna, con la sua particolare struttura, ha la doppia funzione di diffondere il suono senza colorarlo e di creare particolari condizioni pressorie all'interno della trappola stessa, rendendola efficace anche alle frequenze più basse.
Il design è indubbiamente nuovo e accattivante, nato da un pool di architetti ed arredatori, che hanno voluto valorizzare le forme piuttosto che nasconderle.
DAAD è un marchio registrato di Acustica Applicata - Italy.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

I DATI NECESSARI PER FARE UN PROGETTO DI TRATTAMENTO ACUSTICO.

Da tutto ciò che abbiamo visto fino ad ora si deduce che per fare un piano di trattamento sono necessari:

1) Forma e dimensioni della stanza (anche l'altezza).
2) Distanza dei diffusori e del punto d'ascolto dalle pareti.

Sono utili inoltre:

3) Posizione e tipo dei mobili e degli infissi.
4) Impressioni d'ascolto dell'utente (suono aspro, bassi confusi, eccesso di bassi, immagine stretta, mancanza di focalizzazione, ecc.).

L'Audio Quality Test (A.Q.T.): elementi di valutazione

E' stato calcolato che ascoltando un impianto stereofonico in una stanza di dimensioni usuali, l'ascoltatore viene investito da circa il 20% di suono proveniente direttamente dai diffusori e da un 80% di suono proveniente "dalla stanza", cioè dal suono che uscendo dagli altoparlanti arriva all'ascoltatore dopo aver subito uno o più rimbalzi in ambiente.
La percentuale riportata varia in funzione delle dimensioni della stanza e in funzione della distanza fra diffusori e ascoltatore: le variazioni sono nell'ordine del 3%. In ogni caso il suono riflesso rimane preponderante rispetto a quello diretto.

Non si equivochi: queste percentuali non indicano la proporzione tra la distorsione apportata dal sistema di riproduzione e quella dell'ambiente. Non si dice che un cavo, un'elettronica od un diffusore, ad esempio, producono una distorsione del 20% mentre la stanza del 80%, ma si afferma che il suono di un impianto, a prescindere dai suoi componenti e dalle sue caratteristiche, viene avvertito per il 80% in via riflessa e per il 20% in via diretta.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Per ottenere un corretto ascolto stereofonico, proprio per la natura stessa della stereofonia, è necessario fare in modo di variare questo sfavorevole rapporto fra suono diretto e suono riflesso a favore del suono diretto.
Molti pensano erroneamente che suono diretto sia sinonimo di suono "scatolato". E' vero il contrario: quando all'orecchio dell'ascoltatore arriva una percentuale più alta di suono diretto, il suono stesso si svincola, si libera dal cabinet dei diffusori, diviene aperto e distribuito nello spazio del fronte sonoro (quella parte della stanza che va dalla linea immaginaria che congiunge i due diffusori sino alla parete retrostante i diffusori), a volte dando persino la sensazione di andare oltre, quasi a superare i limiti fisici della stanza medesima.
Un moderno trattamento acustico deve liberare il suono stereofonico dai limiti impostigli dalla stanza.

La stereofonia si fonda sulla caratteristica del nostro cervello di recepire due diversi suoni proposti in un determinato lasso di tempo (25 millisecondi) come un sol suono, a cui il cervello attribuisce una diversa collocazione spaziale in funzione del rapporto esistente fra l'intensità e la distribuzione temporale dei due suoni.

In altre parole, se ci trovassimo all'aperto, se due diffusori fossero esattamente equidistanti da noi, se dal diffusore di destra e da quello di sinistra uscisse un suono a 1.000 Hz di intensità 80 db, non sentiremmo due suoni distinti da ciascun diffusore, ma un unico suono che si collocherebbe esattamente nel mezzo fra i due.
Se dal diffusore di destra uscisse un suono a 70 db avvertiremmo egualmente un unico suono, ma più spostato a sinistra.
Quando l'ambiente aggiunge o sottrae qualcosa al suono proveniente dai diffusori e lo fa nei 25 millisecondi successivi all'emissione diretta, questo sottile e delicato equilibrio fra i due diffusori si rompe. Così il nostro precedente suono centrale, in presenza di forti riflessioni dietro la testa dell'ascoltatore, si sposterà verso di noi. Si collocherà sempre centralmente, ma i suoi contorni saranno indefinibili nel caso di forti riflessioni laterali. L'intera immagine si sposterà di lato in presenza di riflessioni laterali più forti da un lato per effetto, ad esempio, di una collocazione asimmetrica dei diffusori.
Per ascoltare realmente in stereofonia è necessario che il trattamento acustico della stanza, la ricerca della collocazione dei diffusori e del punto d'ascolto siano tali da ridurre la percentuale del suono riflesso a favore del suono diretto.
A.Q.T. è un test in grado di fornire informazioni molto interessanti al proposito.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Mostra immediatamente l'andamento del bilanciamento tonale e il grado di articolazione musicale.
Osservando un A.Q.T. si possono "vedere" le caratteristiche salienti del suono di un sistema hi-fi in una determinata sala: si può capire se sono presenti quei parametri acustici di base che consentono una riproduzione stereofonica corretta.
L'obiettivo è infatti quello di ottenere dal sistema esaminato un "corretto assetto di base", su cui lavorare successivamente per aggiungere più che legittimi elementi di gusto personale riservati alla sfera individuale, alla sensibilità, alle necessità d'ascolto dell'utente.
Nel mondo della riproduzione sonora l'elemento di valutazione personale, completamente scisso da qualsiasi aggancio di riscontro scientifico, è stato fino ad oggi l'elemento predominante. Questo non va bene: è nostra opinione che il gusto personale possa dire la sua solo entro i limiti di una correttezza del suono, nello stesso modo nel quale uno scrittore ha lo stile che preferisce ma solo entro i limiti di una correttezza grammaticale.
Un efficace utilizzo dell'A.Q.T. conduce per vie rigorose, non legate a certe follie di un'anarchica interpretazione individuale, seppur lasciando ampio spazio al gusto personale ed anzi valorizzandolo, alla soglia della **CORRETTA RIPRODUZIONE STEREOFONICA.**
L'utilizzatore noterà fin dai primi momenti come esista una correlazione stretta fra quanto rilevato dal Test e ciò che è avvertibile ad orecchio; in effetti l'A.Q.T. è un rarissimo esempio di un test strumentale che non entra in contraddizione con l'esperienza diretta d'ascolto. Un A.Q.T. migliore corrisponde sempre ad un ascolto migliore. In questo senso l'A.Q.T. è un ottimo strumento d'apprendimento e di maturazione dell'esperienza d'ascolto.
Dopo le prime esperienze sul campo l'utilizzazione e l'interpretazione dell'A.Q.T. diviene semplice e familiare: è importante non scoraggiarsi alle prime battute.
A tal fine desideriamo mettere in guardia rispetto ad alcuni errati comportamenti iniziali, abbastanza diffusi e spesso non gratificanti, e desideriamo fornire alcuni suggerimenti pratici.
Ad un primo esame il grafico A.Q.T. va osservato come si osserva una fotografia di un panorama, cercando di coglierne l'aspetto generale senza soffermarsi subito sui particolari.
L'aspetto generale del grafico è sempre la cosa più indicativa. Ci mostra il comportamento dell'andamento tonale e il grado di articolazione musicale.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

VALUTAZIONE DEL BILANCIAMENTO TONALE

Si osservi l'andamento della cresta del grafico o si selezioni l'apposita finestra del nostro programma, **SOUND ANALYZER**: la linea continua rappresenta l'andamento del bilanciamento tonale da 20Hz a 2000 Hz.
Benché il segnale sia lineare per tutta la durata del test, in un ambiente chiuso è praticamente impossibile ottenere una curva altrettanto lineare.
L'obiettivo è quello di raggiungere un andamento caratterizzato da variazioni "morbide" fra i livelli di frequenze limitrofe.

In ambienti non trattati, si osserva spesso un grafico ad andamento puntuto come se fosse il disegno di un'impervia catena montagnosa. Bisogna raggiungere invece il risultato di un grafico che assomigli al profilo di morbide colline Senesi.

Nel primo caso (catena montagnosa) si osservano differenze di parecchi dB (8-12) fra frequenze vicine. Ad esempio + 6 dB a 200 Hz, - 4 dB a 220 Hz, + 8 dB a 250 Hz, + 2 a 270 Hz, ecc.. Nel secondo caso (le morbide colline) possono esservi differenze di molti dB fra frequenze lontane (ad es. fra 100 e 450 Hz), ma contenute in 2-4 dB fra quelle vicine prima citate.

Il primo caso è tipico del suono incoerente ed inconsistente. Le immagini virtuali non hanno stabilità, pulsano o scivolano al variare delle note. E' problematico trovare un livello di volume stabile perché, con repentini cambiamenti, il sistema sembrerà suonare ora piano e subito dopo troppo forte, e viceversa.
Le voci potranno essere ora nasali, ora cupe, ora stridule. I bassi gonfi o inconsistenti. Gli alti trapananti o assenti.

Nel secondo caso il suono è coerente e fermo. Equilibrato e stabile.
Per poter passare dal grafico tipo catena montagnosa a quello tipo colline senesi bisogna fare due cose:

- cercare una migliore collocazione del punto d'ascolto e dei diffusori e in subordine fare un trattamento acustico della stanza.

E' nostra opinione che il bilanciamento tonale sia particolarmente dipendente dal posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto, mentre l'articolazione musicale sia straordinariamente legata al grado di trattamento acustico.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Molti casi di cattiva risposta nel bilanciamento tonale sono stati ben risolti solamente con un accurato riposizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto.
Spesso l'utilizzazione di trappole acustiche a larga banda efficaci anche alle basse frequenze favorisce l'ottima soluzione del problema. Solamente nei casi più ribelli è necessario intervenire anche con la correzione acustica mirata-selettiva.
Ad ogni modo, la prima cosa da fare, muovendosi alla ricerca delle "colline senesi", è spostare punto d'ascolto e diffusori controllando i risultati di ogni step con l'A.Q.T..

Bilanciamento tonale sotto i 100 Hz:

Sul grafico bisogna osservare se esiste un boom risonante (una specie di onda ad alta energia che si eleva al centro di due aree di frequenza più depresse della media).
Il boom risonante è un evento fastidioso (forse il più deleterio) che spesso accade per sommazione di due risonanze intorno ad una stessa frequenza. Si combatte cercando di creare un diverso rapporto spaziale fra diffusori e le coppie di pareti parallele della stanza, cercando di evitare l'equidistanza fra la parete dietro ai diffusori e quelle laterali.
Nel caso che il grafico evidenzi dei bassi inferiori (sotto i 50 Hz), più forti di quelli superiori (50-100 Hz), è necessario spostare più in avanti il punto d'ascolto andando maggiormente all'interno della stanza. Muovere il punto d'ascolto verso la parete retrostante nel caso sia necessario un rinforzo dei bassi inferiori.
Lo spostamento dei diffusori in avanti o indietro provoca lo stesso risultato.
Ma poiché è necessario che punto d'ascolto e diffusori formino un triangolo equilatero o un triangolo lievemente isoscele, spesso i due effetti non possono essere sommati e va invece trovato un equilibrio fra stanza e triangolo diffusori-punto d'ascolto, considerando questo triangolo come un tutt'uno.

Bilanciamento tonale della zona del calore:

Fino a 200 Hz il bilanciamento tonale della zona del calore risente parecchio di ciò che accade alle frequenze più basse e risente parecchio degli effetti delle riflessioni anteriori (ovvero quelle che provengono dalla parete dietro ai diffusori).
In presenza di una cattiva risposta del bilanciamento tonale in questa area di frequenze è necessario distanziare maggiormente i diffusori dalla parete retrostante

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

e/o trattare le riflessioni primarie anteriori. Nello spostare i diffusori non va mai dimenticato quanto detto poc'anzi:

- è necessario considerare il triangolo diffusori-punto d'ascolto come un tutt'uno. E' possibile altresì variare la grandezza del triangolo in funzione delle necessità per mantenere un equilibrio fra le diverse esigenze.

Fra i 200 e 300 Hz inizia a farsi sentire la pesante presenza delle riflessioni laterali.
Per migliorare la situazione è indicato distanziare maggiormente i diffusori dalle rispettive pareti laterali, stringendo il triangolo e quindi avvicinando il punto d'ascolto.
Alcune volte, repentine variazioni del bilanciamento tonale in quest'area (e nella prima parte delle frequenze medie inferiori), sono da imputarsi a fenomeni di cancellazione, causati da un'asimmetrica collocazione dei diffusori (anche di pochi cm.) rispetto alla distanza dalle rispettive pareti laterali.
Perciò si raccomanda il maniacale controllo dell'esattezza nell'uguaglianza delle distanze fra pareti laterali e diffusori omolaterali, fra diffusori e parete retrostante e nella distanza fra diffusori e punto d'ascolto (più si è vicini ai diffusori, e cioè più si soggiace al campo di emissione diretto dei diffusori, più queste misurazioni devono essere estremamente curate).

Bilanciamento tonale dei medi inferiori:
Da 300 a 500 Hz le riflessioni laterali continuano a influire in modo marcato. Per linearizzare la risposta è molto indicato il trattamento acustico con trappole a larga banda e la ricerca di un diverso orientamento dei diffusori. Spesso una più

accentuata rotazione verso l'ascoltatore è la via più immediata per ottenere una risposta più lineare delle frequenze in questione.

Per una buona risposta fra 500 e 1000 Hz è necessario porre attenzione alla distanza fra ascoltatore e parete retrostante. Spesso un ascolto troppo ravvicinato alla parete posteriore, per effetto delle riflessioni primarie posteriori, crea gravi problemi di bilanciamento soprattutto alle frequenze più alte, ad iniziare appunto dalle medie inferiori per proseguire con le medie e con le alte.
Una posizione distanziata dalla parete alle spalle dell'ascoltatore è sempre la più consigliabile, anche per garantirsi i vantaggi derivanti dalla presenza di un discreto campo riverberato (sensazione di ambienza) dietro l'ascoltatore.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

A grandi linee abbiamo indicato come muoversi in presenza dei problemi di bilanciamento tonale evidenziati con l'A.Q.T..

Nuovamente riteniamo necessario sottolineare che i migliori risultati possono essere ottenuti controllando con l'A.Q.T. ogni modifica apportata, muovendosi passo dopo passo. Pur essendo l'A.Q.T. un test non in grado di valutare le raffinate differenze fra un componente e l'altro (elettroniche, cavi) rivelerà chiaramente gli effetti di uno spostamento di pochi cm. dei diffusori o del punto d'ascolto.
Non ci si stupisca neppure del fatto che migliorando la risposta in una determinata area di frequenze, attraverso la modifica della posizione ad esempio del punto d'ascolto, si possa ottenere un peggioramento di un'altra area: ciò è logico e normale.

L'importante è ottenere l'equilibrio "più avanzato" del grafico nel suo complesso.

Audio Quality Test (A.Q.T.) è un test che serve per "fotografare" il comportamento del sistema diffusori-ambiente: alle frequenze basse (da 20 a 50 Hz e da 52 a 100 Hz), nella zona del calore (102-300 Hz), alle frequenze medie inferiori (da 304 a 1000 Hz).

Per effettuarlo sono necessari:
- *Sound Analyzer software di Acustica Applicata*
- *Un fonometro posizionato sulla curva di ponderazione 'C', tarato per il volume sonoro abitualmente utilizzato, ed in posizione "fast".*
- *Il CD Sound Analyzer A.Q.T. di Acustica Applicata.*

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

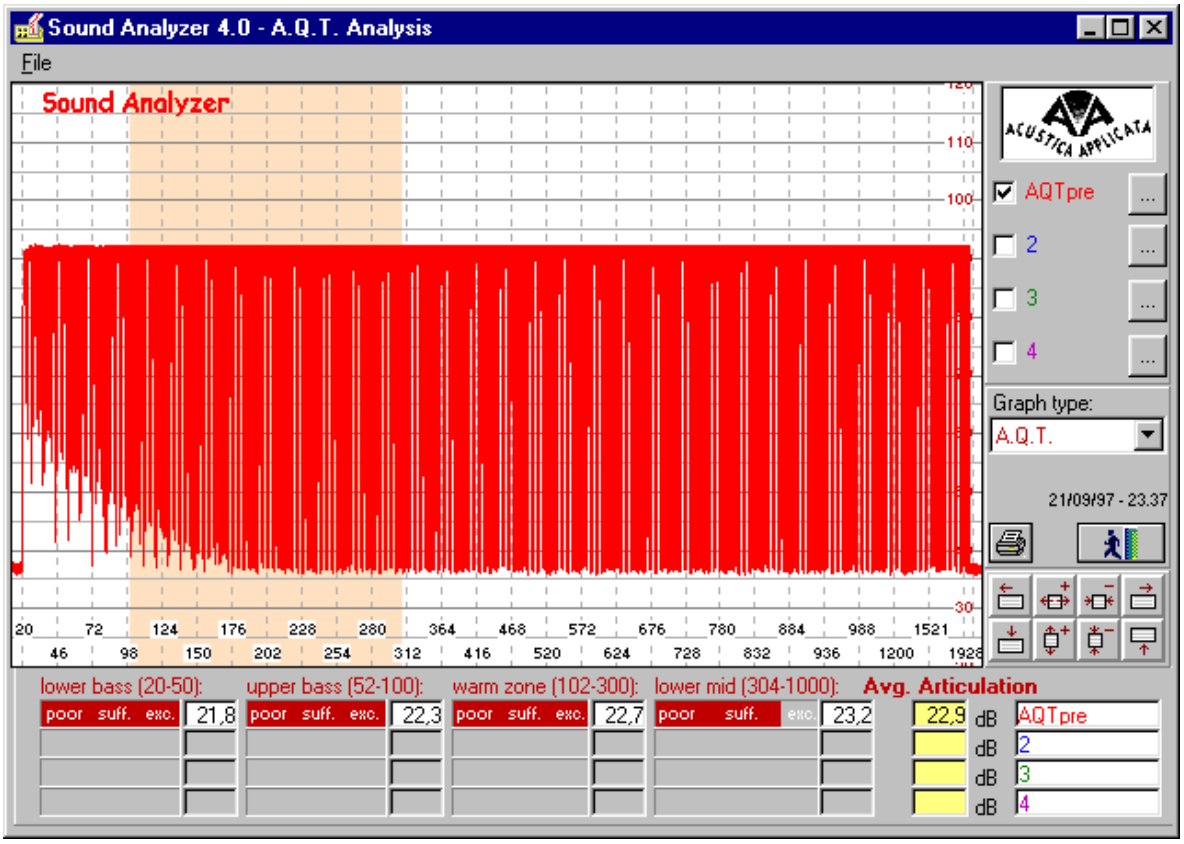


Figura 7 - A.Q.T. all'uscita del preamplificatore

Se si effettua la registrazione dell'A.Q.T. all'uscita del preamplificatore, si può osservare una risposta perfetta: lineare, piatta, assolutamente priva di picchi o avvallamenti. (figura 7).

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

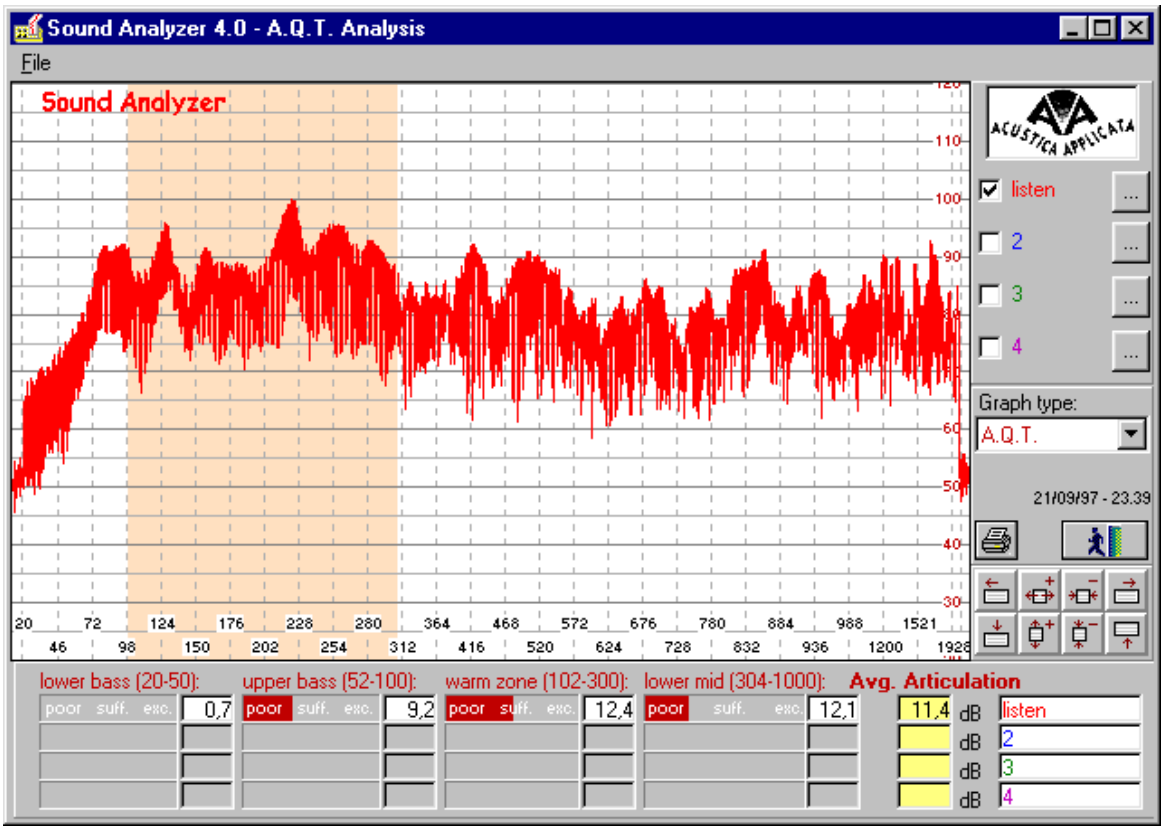


Figura 8 - A.Q.T. nella posizione d'ascolto

Se si fa la registrazione al punto d'ascolto di una stanza priva di trattamento acustico, si otterrà invece un grafico con ondulazioni più o meno ripide ed accentuate e si vedrà il diverso comportamento della dinamica al variare della frequenza (figura 8).

VALUTAZIONE DELL'ARTICOLAZIONE MUSICALE

Il Sound Analyzer Program effettua e mostra automaticamente il calcolo dell'articolazione media e del bilanciamento tonale. Offre inoltre una valutazione qualitativa dell'articolazione e del bilanciamento, divisa per le quattro aree di frequenza: 20/50 Hz = Frequenze ultra-basse, 52/100 Hz = Frequenze basse, 102/300 Hz = Zona del calore, 304/1000 Hz = Frequenze medie inferiori.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Il dato sull'articolazione media è certamente il valore più significativo per valutare le qualità di riproduzione di un sistema diffusori-sala d'ascolto e per misurarne i miglioramenti in presenza di interventi di trattamento acustico.

Articolazione vuol dire informazione, penetrazione del messaggio sonoro, disponibilità alla variazione dinamica. E' l'opposto della "monotonia dinamica" (si pensi al tipico tum-tum del juke box).

Vorremmo dire che l'articolazione porta con sé due componenti del messaggio sonoro apparentemente in contraddizione, due componenti che sono la musica stessa: il "punch" e l'immergersi nell'astratto musicale. Il "punch" è sinonimo di dinamica, di partecipazione viscerale e corporale; l'immergersi intellettualmente nell'astratto musicale deriva dalla penetrazione profonda del messaggio musicale stesso, che è consentita solamente se tutta la musica, e non solo una parte di essa, arriva al nostro cervello.

Nell'A.Q.T. una frequenza viene emessa dai diffusori seguita da un breve periodo di silenzio. Se l'ambiente trattiene troppo un suono facendolo rimbalzare qua e là, implacabilmente ci sarà un oscuramento, in parte o in toto, della frequenza successivamente emessa dal diffusore. Ecco che parte del messaggio musicale viene perduto e la vibrazione dinamica viene notevolmente affievolita.
Un buon ambiente d'ascolto deve consentire l'articolarsi, il susseguirsi rilassato e complesso della musica.
Nel leggere il grafico dell'articolazione si deve portare attenzione al fatto che devono osservarsi alte onde che rapidamente salgono e altrettanto rapidamente ridiscendono.
Se ridiscendono vuol dire che, eccitata a quelle frequenze, la stanza offre un buon grado di silenziosità fisiologico all'ascolto musicale; ma se manca una buona escursione delle onde del grafico, vuol dire che per tutto il periodo che l'energia sonora è persistita a livello eccessivamente alto, non è potuto arrivare all'ascoltatore un pezzo del nuovo messaggio sonoro, mascherato dalla prolungata memoria acustica dell'ambiente.

Più si sale in frequenza, maggiormente è necessario un alto livello di articolazione musicale. Se 8 dB di articolazione sono un buon risultato per le frequenze sotto i 100 Hz, certamente non lo sono per i 300 o per 500 o per gli 800 Hz. Da ciò la diversa scala di valutazione per le quattro finestre di raffronto qualitativo contenute nel Sound Analyzer 4.0.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

La nostra esperienza, anche in sale ben trattate, indica che ottenere dei valori superiori ai 10 db di dinamica sotto i 50 Hz è praticamente impossibile. E' molto difficile ottenere dei valori superiori ai 12 db fra 50 e 100 Hz. E' invece possibile ottenere elevati valori di dinamica sopra i 100 Hz, in una zona altamente importante per la riproduzione sonora e che, ricca di informazione, ha necessità di avere grande articolazione.
La zona del calore e quella dei medi inferiori risentono moltissimo dei problemi acustici legati alle risonanze e alle riflessioni.

La nostra casistica dimostra, in chi ha utilizzato le nostre metodiche di indagine, che gran parte dei problemi sonori lamentati sono da imputarsi alla zona del calore e della prima porzione dei medi inferiori (da 100 a 500 Hz). Migliorando drasticamente l'articolazione e il bilanciamento tonale in questo range di frequenze si ha un notevolissimo miglioramento del suono.
E' quindi su queste aree di frequenza che ci si deve concentrare per ottenere intensi miglioramenti e significativi risultati.

Per migliorare l'articolazione è indispensabile abbassare i tempi di riverbero (la cosa è più facile se si utilizzano trappole a larga banda nel giusto numero e nelle giuste posizioni).
Entro certi limiti più numerose sono le trappole acustiche in un ambiente, più il valore dell'articolazione diventa buono. Ma oltre questi limiti il valore dell'articolazione rimane pressoché costante, anche aumentando il numero delle trappole acustiche. Il loro numero ottimale varia in rapporto con le dimensioni del locale.

Utilizzando l'A.Q.T. è spesso possibile osservare alcune zone particolarmente carenti di articolazione (il disegno delle onde è indistinto, l'articolazione è misurabile in 2/4 dB). Queste aree sono dette di compressione e derivano da fenomeni di cancellazione: eccessivo riverbero più il sommarsi algebrico di frequenze di segno opposto. Un trattamento acustico con trappole a larga banda riporta entro limiti accettabili l'estensione e il numero di queste aree.
L'importante è ridurre l'estensione delle aree difettose e fare in modo che il fenomeno riguardi un numero limitato a poche frequenze limitrofe.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

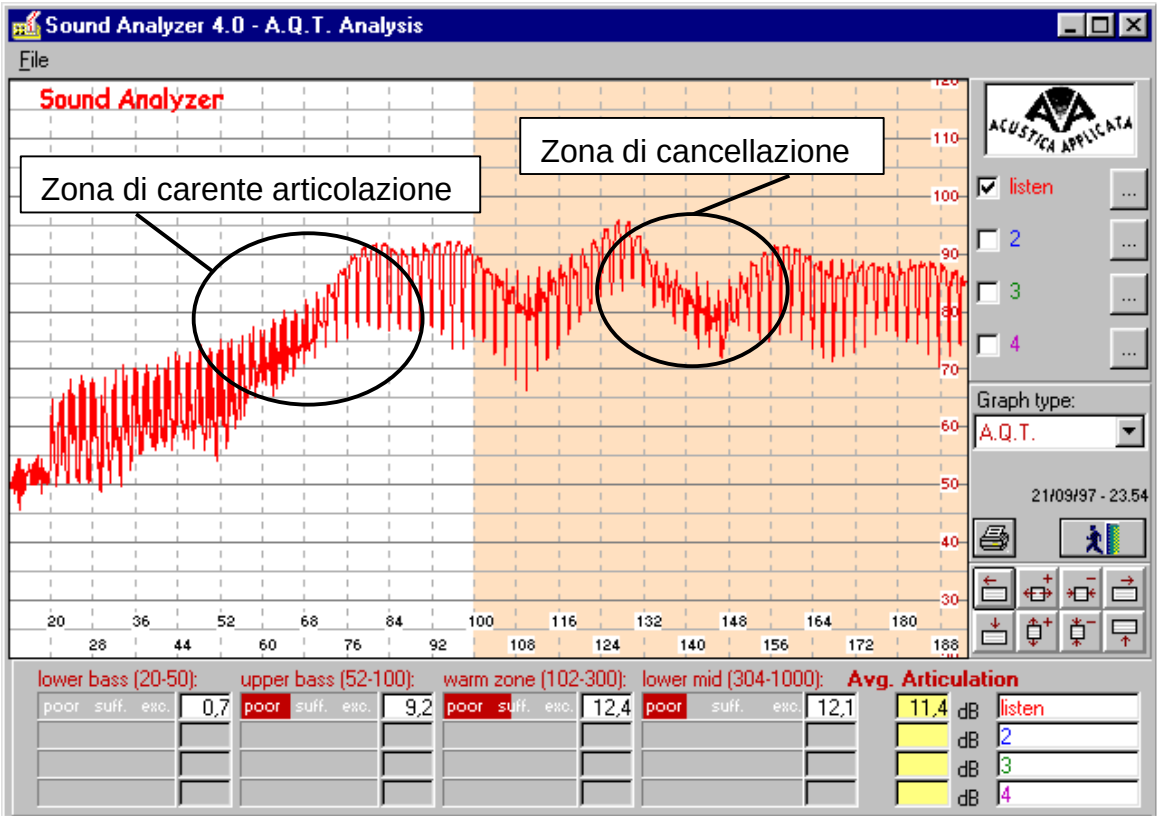


Figura 9

Molti utilizzatori dell'A.Q.T. si soffermano eccessivamente sulle compressioni di dinamica (articolazione), anche quando il grafico offre un alto grado di articolazione media ed i punti di compressione sono parecchio circoscritti, e non più di due o tre. E' uno sbaglio, perché nell'utilizzo dell'A.Q.T. non va mai perso di vista l'aspetto generale: è preferibile avere un alto livello di articolazione media con pochi punti di compressione, piuttosto che un'assenza di punti di compressione con un'articolazione media inferiore. (Figura 9)

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

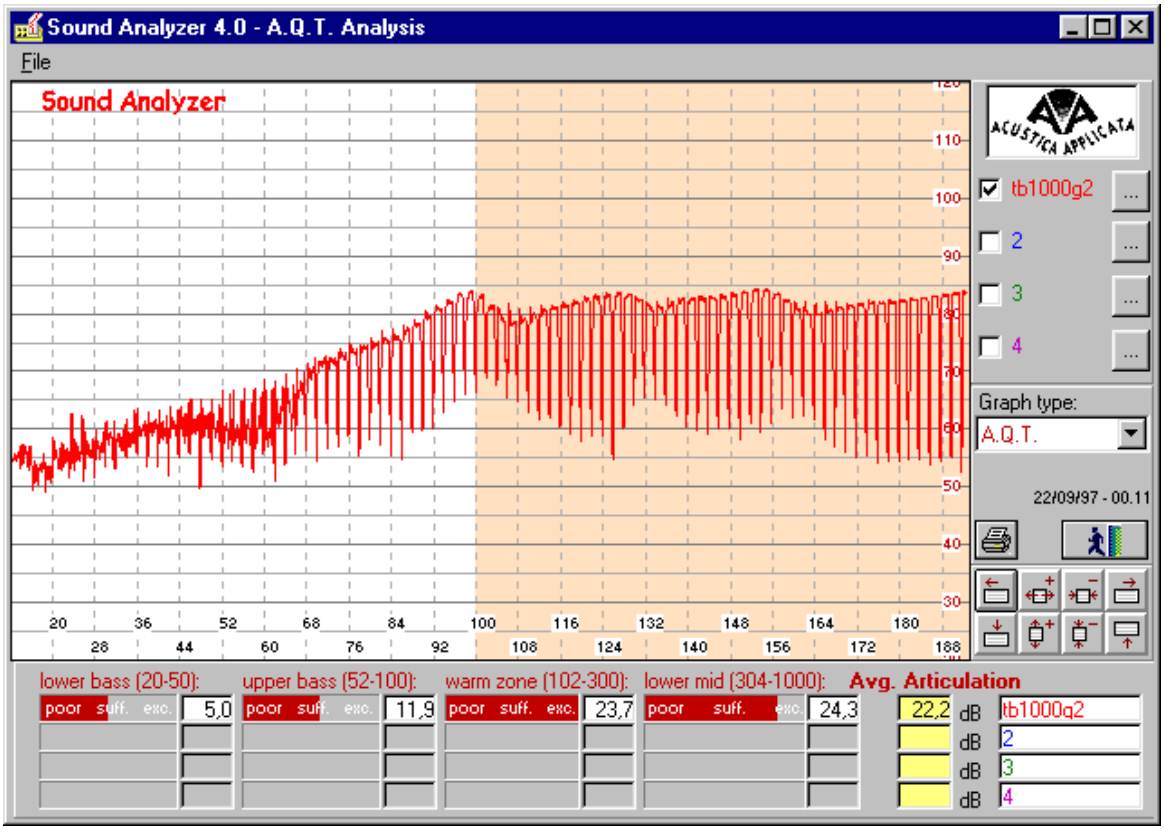


Figura 6 - A.Q.T. dopo trattamento acustico

RAPPORTO FRA BILANCIAMENTO TONALE ED ARTICOLAZIONE MUSICALE

La netta distinzione fra bilanciamento tonale ed articolazione musicale è stata fatta a scopo prevalentemente didattico.
Nella pratica quotidiana si vedrà che al migliorare dell'uno corrisponderà un miglioramento dell'altra e viceversa.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Ribadiamo che:

1) il posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto è più influente sul bilanciamento tonale
2) il trattamento acustico provoca marcati miglioramenti dell'articolazione musicale

...ma introducendo un determinato numero di trappole a larga banda in una stanza, si vedrà come il grafico A.Q.T., pur mantenendo costante il valore dell'articolazione musicale media, varierà in funzione del posizionamento delle trappole nella stanza stessa; varieranno sia il bilanciamento tonale sia la collocazione sul grafico del miglioramento dell'articolazione musicale.

Esistono alcune regole per la collocazione delle trappole acustiche (vedi il Trattamento delle risonanze con i DAAD - pag. 9) sia per il trattamento delle risonanze fondamentali che per quello delle riflessioni.
Per trovare le tipologie di trattamento più efficaci si faccia riferimento alla parte citata e si effettuino rilievi A.Q.T. ad ogni successivo "step" di modifica.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

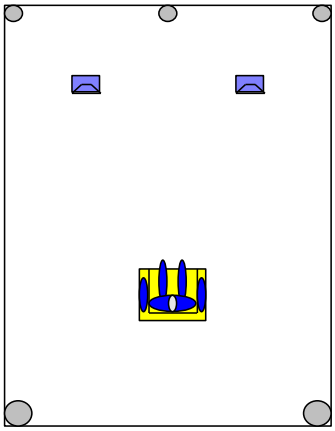


Figura 11

SOLUZIONI PRATICHE AI PROBLEMI PIÙ FREQUENTI

Bassi confusi e risonanti, melma acustica
(figura 11)

Causa:
Sommarsi di risonanze in ristrette aree di frequenza.
Tempi di decadimento troppo lunghi alle frequenze della zona del calore.
Diffusori troppo vicini agli angoli o equidistanti dalle pareti laterali e di fondo o troppo vicini alla parete di fondo
Soluzione:
Trattare le risonanze negli angoli e dove occorra. Allontanare i diffusori dalla parete retrostante o dagli angoli.

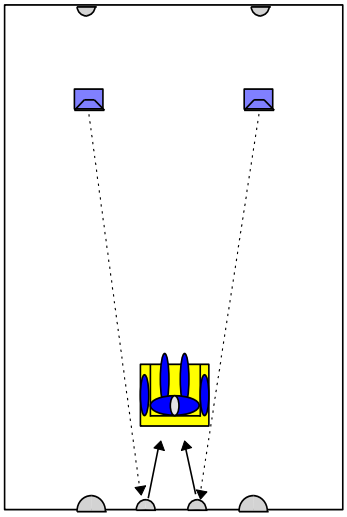


Figura 12

Suono aspro
(figura 12)

Causa:
Eccesso di alte frequenze causato da carenze in gamma bassa o da riflessioni posteriori molto forti (tipicamente quando il punto d'ascolto è un divano addossato alla parete) o da eco fluttuante.
Soluzione:
Trattare le riflessioni posteriori e/o allontanare il punto d'ascolto dalla parete posteriore; mettere una trappola acustica sulla parete anteriore e sulla parete posteriore nei punti di proiezione ortogonale dei diffusori su queste pareti.
Avvicinare i diffusori alla parete di fondo.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

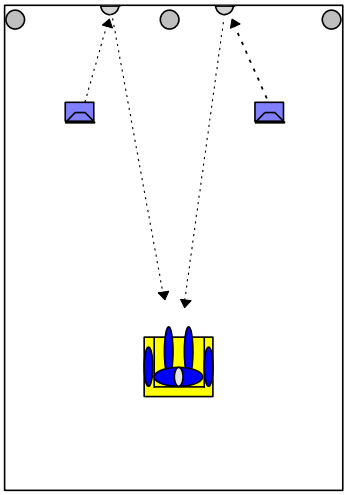
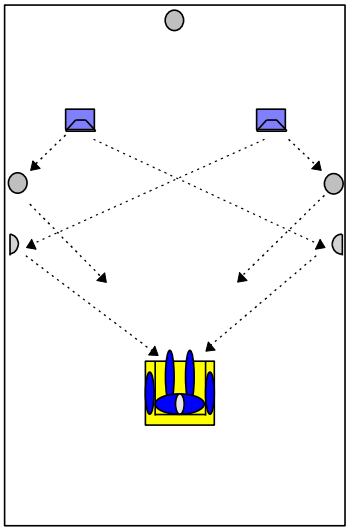


Immagine schiacciata
(figura 13)

Causa:
Forti riflessioni anteriori.
Punto d'ascolto troppo lontano.
Soluzione:
Trattamento delle riflessioni anteriori.
Avvicinare il punto d'ascolto.

Figura 13

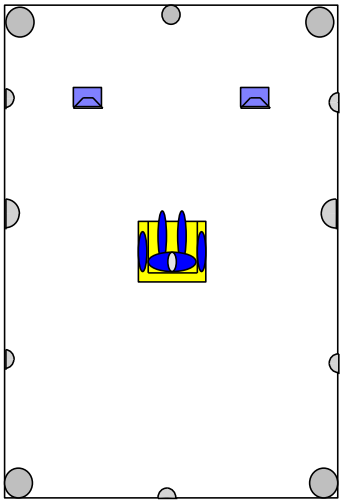


Buco al centro dell'immagine, mancanza di focalizzazione
(figura 14)

Causa: Riflessioni primarie laterali troppo forti.
Punto d'ascolto troppo ravvicinato.
Soluzione:
Trattamento della riflessione laterale omolaterale e/o di quella controlaterale.
Allontanamento del punto d'ascolto.

Figura 14

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com



Stanza che si satura a bassi volumi, mancanza di dinamica
(figura 15)

Causa:
Eccesso di riverbero: nella stanza persiste troppa energia sonora, che non fa in tempo a smorzarsi.
Soluzione:
Trattamento acustico per avere tempi di decadimento più corti cioè più rapidi, mantenendo viva l'acustica della stanza.

Figura 15

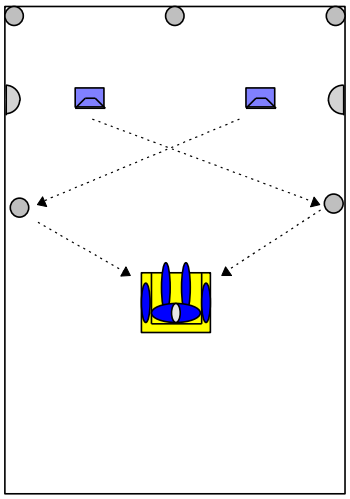


Immagine stretta
(figura 16)

Causa:
Riflessioni laterali e posteriori troppo forti.
Assenza di trattamento agli angoli anteriori.

Soluzione:
Trattamento delle riflessioni precoci e degli angoli anteriori.

Figura 16

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

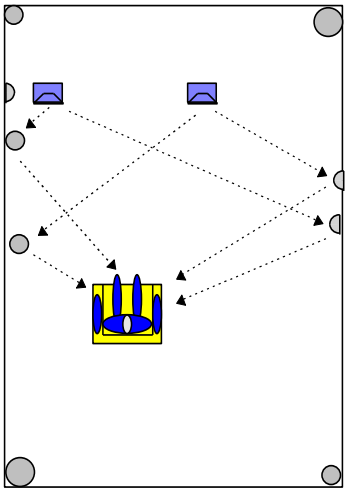


Figura 17

Immagine sbilanciata
(figura 17)

Causa:
Cattivo posizionamento dell'impianto
Cattivo trattamento acustico.
Soluzione:
Disporre i diffusori in modo che il fronte sonoro sia omogeneo.
Riequilibrare le differenze con un opportuno trattamento acustico diversificato per le riflessioni laterali, cercando di ristabilire una simmetria acustica.

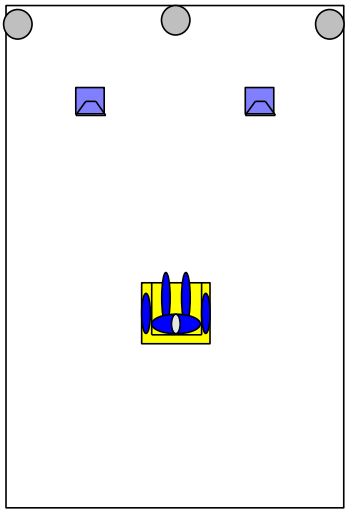


Figura 18

Mancanza di un'accettabile immagine sonora
(figura 18)

Causa:
Insufficiente trattamento delle riflessioni precoci specie di quelle provenienti dal centro della parete posteriore ai diffusori.
Cattivo posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto.
Soluzione:
Colonna da due DAAD 3 al centro della parete retrostante ai diffusori.
Trattamento degli angoli anteriori e delle riflessioni laterali e anteriori.
Ricerca di un miglior posizionamento del sistema attraverso piccoli spostamenti in larghezza e in profondità dei diffusori.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Piccoli sbilanciamenti tonali (suono troppo brillante o troppo smorto) in presenza di trattamento acustico con i DAAD

Causa:
Non accurata taratura del sistema di trattamento acustico.
Soluzione:
Procedere alla taratura fine mediante piccole rotazioni dei DAAD.
Non agire su tutti i DAAD assieme, ma prendendo in considerazione di volta in volta le colonne simmetriche, cioè con uguale funzione (le due colonne per le riflessioni laterali omolaterali o quelle per le riflessioni anteriori, ecc.)
Conviene iniziare a tarare le colonne degli angoli anteriori, poi quelle della parete anteriore, poi quelle delle pareti laterali; infine quelle dietro l'ascoltatore.

Suono secco, povero, troppo asciutto in presenza di trattamento acustico con i DAAD

Causa:
Cattivo posizionamento dei DAAD.
Soluzione:
Ridisporre i DAAD in modo corretto e non a caso.

Inefficacia dei DAAD

Causa:
Problemi delle elettroniche o dei diffusori.
Cattive registrazioni.
Errata valutazione sul tipo di DAAD utilizzati.
Cattivo posizionamento dei diffusori o del trattamento acustico.
Numero troppo scarso di DAAD utilizzati rispetto ai problemi acustici dell'ambiente.

Soluzione:
Controllare elettroniche e diffusori. Usare buone registrazioni (se ad esempio una registrazione ha dei pessimi bassi, non è possibile pensare che i DAAD possano abbellirli; possono solamente contribuire a restituirli così come sono).
Adoperare i DAAD del giusto diametro e posizionarli in modo corretto.
Aumentare la dotazione di DAAD
Abbiamo così elencato in modo schematico alcuni problemi che si riscontrano e le loro soluzioni più ovvie. Sono alcuni fra i problemi più frequenti.
È chiaro che abbiamo preso in considerazione esclusivamente difetti di origine

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

acustica, tralasciando le cause attribuibili alle elettroniche (ad esempio il suono aspro è frequentemente causato da un cattivo interfacciamento fra le elettroniche, da difetti dei diffusori, dalla qualità dei cavi, ecc.).

Non si può pretendere da un trattamento acustico di correggere difetti che sono di altra natura. Lo scopo del trattamento è quello di "consegnare" all'ascoltatore il messaggio sonoro così com'è quando esce dai diffusori, combattendo contro i complessi problemi causati dall'ambiente.
Ciò che avviene prima è ovviamente alieno alle problematiche del trattamento acustico, che tuttavia in certi casi può compensare certi difetti.
Ma quando un trattamento acustico riesce a correggere i gravi problemi di cui abbiamo accennato nell'introduzione e lo fa in modo così efficace da mettere in luce pregi e difetti, la vera natura sonora delle elettroniche, dei diffusori, ecc., vuol dire che abbiamo svolto bene il nostro compito e che si è fatto un gran bel passo avanti verso la corretta riproduzione del suono.

Le regole operative che avete letto non sono molte, e sono sicuramente incomplete. A buona giustificazione di questi limiti non si dimentichi che, per la prima volta, è stato fatto un tentativo (riuscito a nostro parere) di conciliare dei grafici e delle leggi fisiche con delle concrete esperienze di ascolto; quindi, è stata proposta una guida pratica consistente in suggerimenti operativi non bizzarri o molto opinabili, al contrario scientificamente validi oltreché udibilmente ripetibili e riscontrabili.

Come e perché di un metodo – L'analisi acustica con il segnale A.Q.T.

E' sempre difficoltoso definire "quanto" è buono un suono. Nel mondo HI-FI i superlativi si sprecano e si discute su parametri come definizione, ariosità, naturalezza, ecc.; viceversa nel mondo professionale, ingegneri del suono, architetti, fonici, per definire le caratteristiche del suono riprodotto in un ambiente, parlano di tempi di riverbero, coefficienti di assorbimento, rapporti segnale-rumore ecc.
Inutile negare che i due mondi sono da sempre in contrapposizione, a volte anche molto accesa e polemica.

La nostra attività nel campo dell'acustica ambientale, ci ha abituato ad ascoltare e cercare di risolvere le esigenze di tutti e due questi mondi, paradossalmente in conflitto tra loro.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

L'esperienza ci ha insegnato che il più delle volte sono i termini linguistici usati per descrivere i problemi che alimentano questa diatriba.

Esempio: un ingegnere del suono che chiede e ricerca il "punch" seduto alla console di uno studio di registrazione, per noi non è diverso da un audiofilo che vuole dal suo impianto una dinamica "esplosiva". Un architetto che desidera una migliore intelligibilità della parola in una sala congressi, piuttosto che in un'aula scolastica, è per noi l'appassionato HI-FI che parla di definizione, selettività o microcontrasto del suo sistema.
Un ingegnere acustico, che chiede di ridurre il frastuono ed il rumore di fondo di un qualsiasi locale pubblico, è uguale per noi al privato che lamenta una "fatica di ascolto" nel suo locale HI-FI, causata da riflessioni e riverberi incontrollati.

In ogni nostro intervento di trattamento acustico, operiamo parallelamente con misurazioni strumentali ed ascolto ad orecchio. Secondo noi, le due cose sono indispensabili e complementari; con il segnale A.Q.T. ed il Sound Analyzer, abbiamo cercato di realizzare un metodo di misura che fornisca un risultato matematico rigoroso e confrontabile, ma che mostri anche un preciso comportamento acustico di un ambiente, in aspetti di solito considerati importanti solo per l'HI-FI.
Scopo dell'analisi A.Q.T. è quello di "fotografare" acusticamente un ambiente dal punto d'ascolto e di ottenere una sintesi d'indicazioni per noi fondamentali, non solo per iniziare un trattamento acustico, ma, soprattutto, per poterne seguire l'evoluzione.
Anche con minimi spostamenti dei diffusori e del punto d'ascolto o l'immissione graduale nel locale di materiale fonoassorbente, è facile notare cambiamenti di grafico e capire se la situazione migliora o peggiora.

Un grafico A.Q.T. ci mostra quattro parametri per noi fondamentali per migliorare l'acustica di una stanza:

1. **Risposta dinamica dell'ambiente (articolazione)**
2. **Risposta in frequenza (bilanciamento tonale)**
3. **Tempi di riverbero in funzione della frequenza**
4. **Coerenza di fase e di pressione acustica del suono nel punto d'ascolto (focalizzazione).**

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Ricordiamo che l'analisi A.Q.T. va ad indagare un fenomeno fisico non elettrico; ci interessa misurare e mettere sotto forma di grafico quello che effettivamente arriva al nostro orecchio, dopo aver attraversato tutta la catena di riproduzione, compreso l'ultimo e più influente anello: *l'ambiente*.

Questa considerazione può sembrare banale, ma per rendersi conto di quanto pesantemente influisca l'ambiente sul suono del vostro impianto, provate a registrare il segnale A.Q.T. a pochi centimetri dal diffusore ed a confrontare il grafico con quello preso nel punto d'ascolto. Se poi volete sfruttare la versatilità di questo metodo di misura, potete anche confrontare il grafico tra una registrazione presa all'uscita del lettore CD e quella a pochi centimetri dal diffusore; se notate delle differenze, vuol dire che parte del vostro segnale si è persa per strada, ma questo problema non è di nostra competenza.

COME E' FATTO IL SEGNALE A.Q.T.

L'A.Q.T. (Audio Quality Test) è un tipo particolare di segnale cosiddetto "multiburst". E' una sequenza di toni puri, sinusoidali che parte da 20 Hz e sale fino a 300 Hz con step di 2 Hz, da 300 Hz a 1000 Hz con step di 4 Hz, da 1000 Hz a 2000 Hz con salita logaritmica. Ogni tono dura 3/15 di secondo (200 ms) ed è separato dal successivo da 1/15 (66 ms) di silenzio per una durata totale di 94,13 secondi.

Naturalmente la struttura del segnale non è casuale, l'A.Q.T. deve essere il più possibile simile ad un segnale musicale e come questo, infatti, ha delle frequenze che cambiano nel tempo, creano delle variazioni di livello sonoro, intervallate da piccoli spazi di silenzio. Nei 3/15 di secondo di tono, abbiamo la possibilità di indagare sul suono dell'ambiente, nell'1/15 di secondo di silenzio, verifichiamo ciò che è nel campo del "riverberato", cioè tutta quella parte di suono che arriva alle nostre orecchie non direttamente dai diffusori, ma bensì dalle pareti della stanza dove ascoltiamo.

Passiamo ora descrivere in estrema sintesi le regole e i fenomeni della fisica e della psicoacustica sulle quali si basa il nostro metodo A.Q.T.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

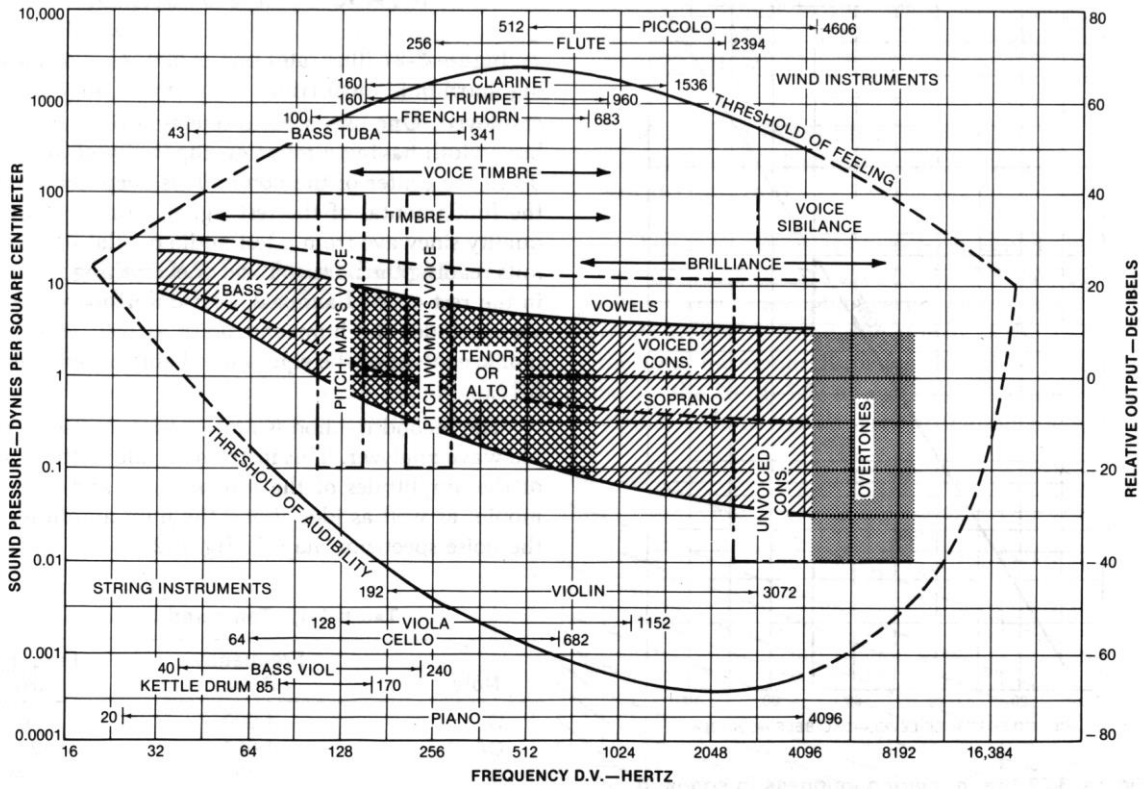


Figura 19 - Gamma della dinamica e delle frequenze per segnali audio

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Potenza sonora e pressione sonora

Per capire la differenza sostanziale tra "potenza sonora" e "pressione sonora", usiamo l'esempio di un fenomeno con cui abbiamo una maggiore familiarità: il calore.
Se vogliamo riscaldare un ambiente vi inseriremo un calorifero, ma per quantificare la sua "potenza" non diremo che è in grado di produrre la temperatura di 20°, in quanto questo risultato dipenderà dalle caratteristiche dell'ambiente (dimensioni, numero di finestre, dispersione termica, ecc.). E' corretto dire che quel calorifero ha una potenza di 2 KW, cioè fornisce una certa quantità di calore nell'unità di tempo. Similmente diremo che il parametro più adatto per caratterizzare una sorgente è la "potenza" sonora, mentre la "pressione" sonora valuta l'effetto della presenza di un suono nel punto che ci interessa indagare.

La potenza sonora è definita dall'espressione:

$$G=10\ \mathrm{Log}_{10}\ \frac{W_u}{W_i}$$

dove W_u e W_i sono la potenza in uscita e la potenza di ingresso (presa come riferimento) espresse in watt di un amplificatore.

Se ad esempio il guadagno di un amplificatore è pari a 20 dB, vuol dire che la potenza di uscita è pari a 100 volte la potenza di ingresso, come si verifica facilmente mediante l'espressione sopra citata.

Si ricorda che il dB non è un'unità di misura, ma una grandezza adimensionale, poiché si riferisce sempre al rapporto fra due valori della stessa grandezza, uno dei quali viene preso come riferimento.

L'unità di misura della "pressione acustica" è il Pascal (Pa)

1 Pa = 1 Newton/m^2 1 Newton = 102 gr.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

E' stato misurato che l'orecchio umano ha un livello minimo percettibile di 20 µPa (20 microPascal = 0.00002 Pa) pari a 0 dB, per arrivare sino a 100 Pa pari a 134 dB, stabilita soglia del dolore.
Utilizzando quindi una scala lineare come il Pascal, nelle misure acustiche si dovrebbero utilizzare numeri a 6 cifre, interi o decimali, di difficile uso e memorizzazione.
Considerato anche che l'orecchio risponde in maniera logaritmica, si è stabilito di definire le misure acustiche come logaritmo del rapporto fra valore misurato e valore di riferimento. Le misure così espresse vengono definite "livelli".

Pertanto, il livello di "pressione" sonora espresso tramite la scala logaritmica dei dB risulta definito come:

$$dBLps = 20\ Log_{10}\ \frac{P}{P_o}$$

dove P è il valore misurato in Pascal e P_0 è il livello di riferimento pari a 20 µPa (soglia inferiore dell'udito).

Nella scala logaritmica dei dB è interessante notare che ad un raddoppio di "pressione" sonora corrisponde un incremento di soli 6dB. Attenzione quindi nelle valutazioni su misure espresse in dB poiché ad ogni incremento o riduzione di 6 dB il livello di "pressione" sonora si raddoppia o si dimezza; nel caso invece della "potenza" sonora essa si raddoppia o si dimezza con soli 3 dB (come è facilmente calcolabile dalle due espressioni sopracitate).

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

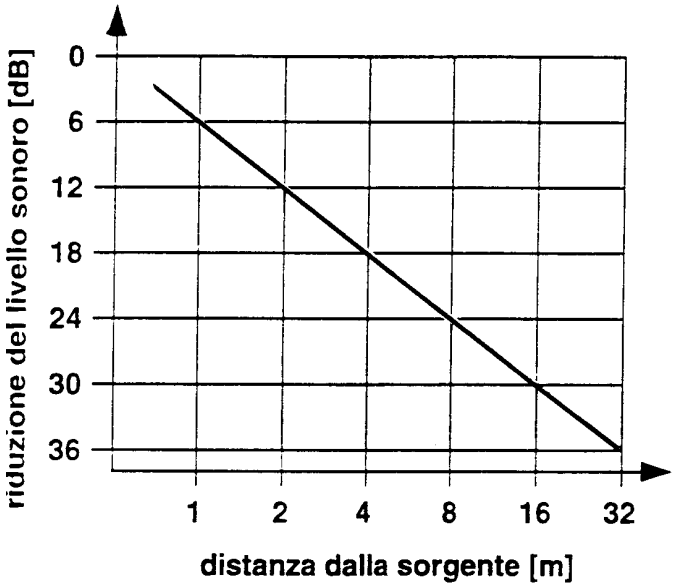


Figura 20

Campo sonoro diretto e campo riverberato

In campo libero, allontanandosi da una sorgente sonora omnidirezionale, il livello di pressione sonora si dimezza ad ogni raddoppio della distanza dalla sorgente (fig.21).

In un ambiente chiuso invece, il suono che arriva all'ascoltatore è composto da onde dirette, che provengono dalla sorgente (diffusori) ed onde riflesse, che giungono dopo aver subito riflessioni singole o multiple sulle pareti del locale dove ci troviamo.

Il nostro livello di pressione sonora avrà un andamento simile a quello in campo libero (campo diretto), ed un altro, che a causa delle riflessioni, si stabilizza come valore indipendentemente dalla distanza che ci separa dalla sorgente (campo riverberato) (fig. 20).

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

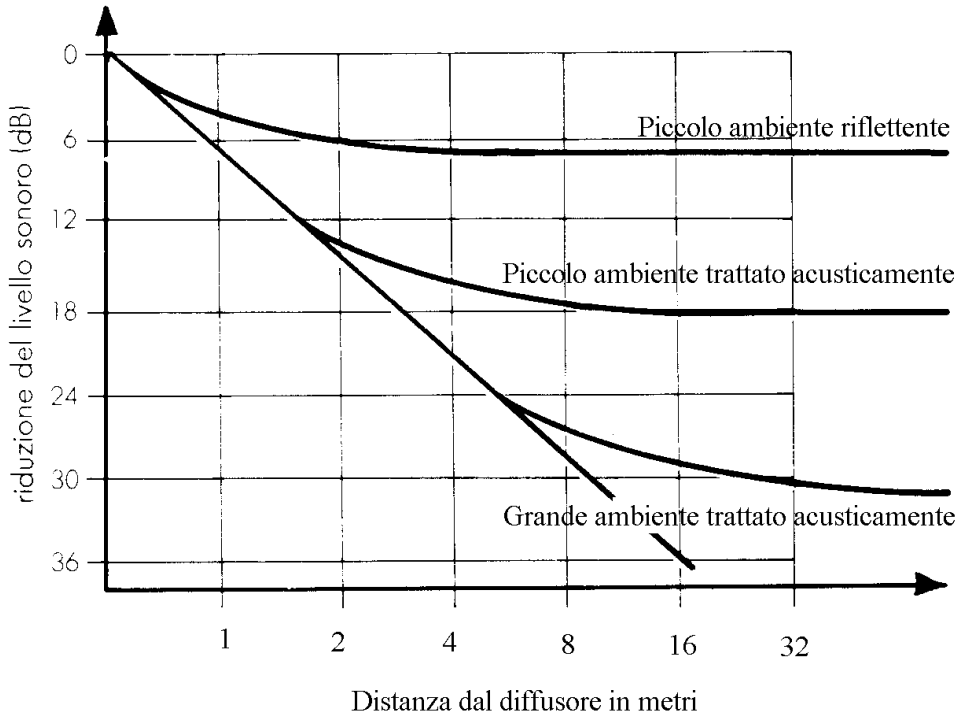


Figura 21 – Campo riverberato in ambiente

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

L'orecchio come strumento integratore
Effetto precedenza - Effetto Haas

Il nostro orecchio funziona come un vero e proprio strumento di misurazione balistico, cioè acquisisce ed integra l'intensità sonora per brevi intervalli. Questo comportamento è simile a quello dell'occhio, che assimila una successione di fotogrammi singoli, dandoci l'impressione di un movimento continuo e fluido. Sono necessari almeno 16 fotogrammi al secondo (1 fotogramma ogni 62 ms.) per non percepire del tremolio. L'orecchio raccoglie i suoni che arrivano entro 25 ms. dopo il suono diretto e li integra dandoci l'impressione che questo sia di livello più elevato e che provengano dalla direzione stessa della sorgente originaria, anche se in realtà essi sono un insieme di riflessioni delle pareti, che ci arrivano da diverse angolazioni.

La fusione del suono è garantita nei primi 20/25 ms., dopo 50/80 ms. cominciano a prevalere delle riflessioni separate, oltre gli 80/100 ms. si manifestano delle vere e proprie eco distinte.

Il passaggio da una zona temporale all'altra ovviamente è molto graduale e dipende dal livello in db e dalla frequenza, pertanto non è possibile stabilire un confine preciso, ma un'area di transizione che va dal suono riflesso alla sensazione di spazialità fino all'eco.

Gli studi di Haas mostrano come all'interno del ritardo compreso tra 5 e 25 ms. un suono deve essere più di 10 db. superiore a quello principale per essere percepito come un eco distinta. (rif. Fig. 22)

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

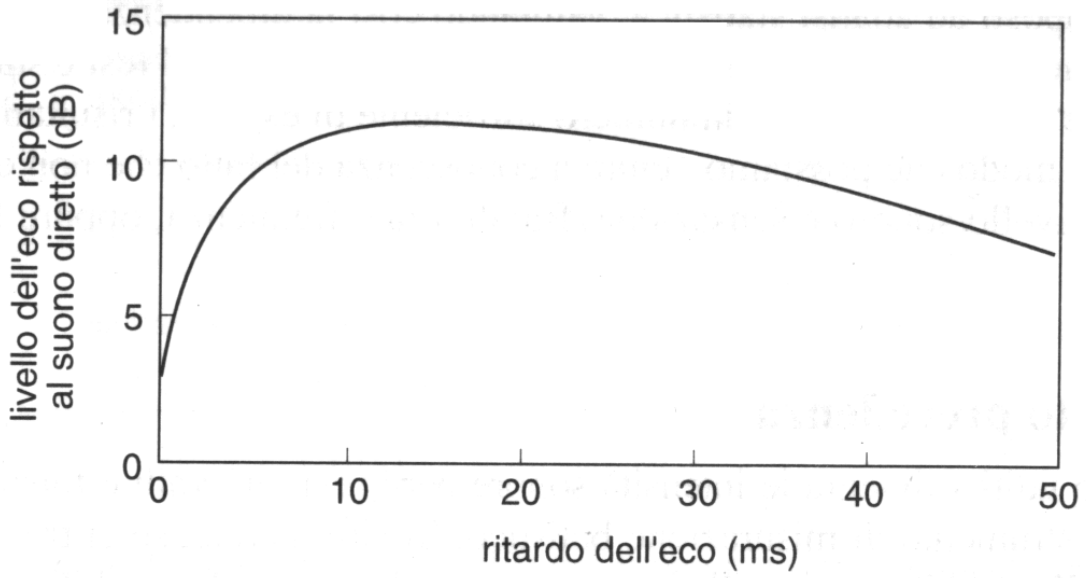


Figura 22 – Effetto precedenza (effetto Haas) nell'apparato uditivo umano. Nell'intervallo compreso fra 5 e 35 ms, il livello dell'eco deve essere superiore al suono diretto di almeno 10 dB, affinché l'eco possa essere avvertita in quanto tale. In questo intervallo, infatti, le componenti riflesse che arrivano da molte direzioni vengono fuse dall'orecchio in modo che al suono risultante sembri più forte e proveniente dalla sorgente diretta. Per ritardi dell'ordine di 50-100 ms e più riflessioni vengono invece avvertite come eco distinta

Un'altra legge molto importante, per l'ascolto in ambienti chiusi, è quella del I° Fronte d'Onda. Chiamata così da **Cremer,** lo studioso che per primo indagò su questo aspetto di acustica ambientale. Questa legge fisica dimostra come il nostro sistema orecchio-cervello è in grado di stabilire esattamente la direzione del suono anche in condizioni di ascolto molto riverberanti. All'interno di un ritardo di 20/25 ms., l'orecchio, nei primissimi istanti (1,2 ms. circa), fissa subito la direzione di provenienza del suono senza farsi influenzare dalla moltitudine di riflessioni che arrivano subito dopo da tutte le direzioni (rif. Fig. 23).

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

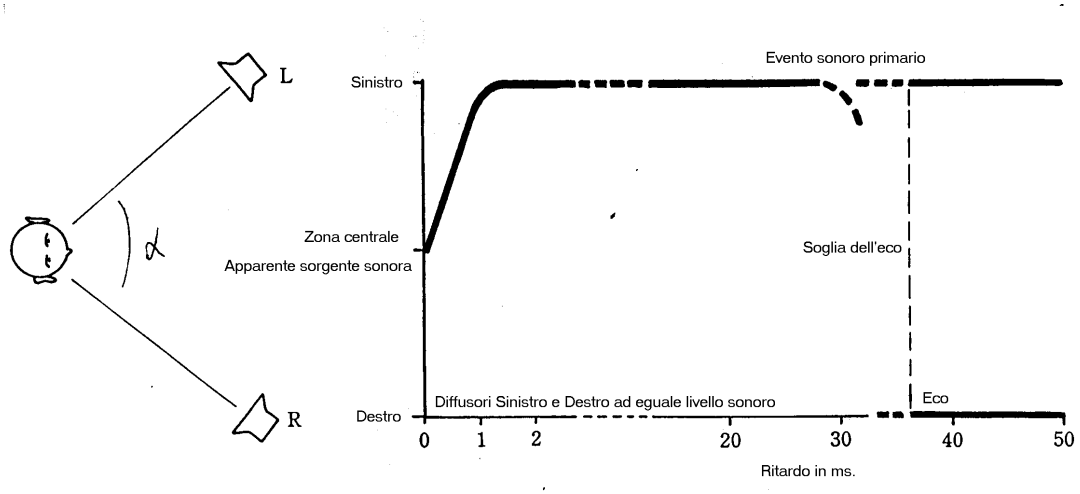


Figura 23 - Legge del 1° fronte d'onda. Fino a 1,2 ms. si ha spostamento di immagine, oltre e fino a circa 25 ms., l'immagine viene percepita coincidente alla direzione del segnale che arriva prima (in questo caso LEFT), mentre il livello viene integrato. Oltre 35 ms. si avvertono eco distinte.
Il grafico mostra il setup usato per stabilire questa legge: un sistema stereo con angolo di 45°-60° in camera anecoica, a uno dei due diffusori (qui il DX) viene mandato un segnale ritardato rispetto all'altro da 0 a 1,2 ms. per verificare lo spostamento di immagine.
I due diffusori emettono suono dello stesso livello

Oltre la soglia dei 20/25 ms. si ha sensazione di eco distinta, se il livello in dB delle riflessioni è sufficientemente elevato, si ha sensazione di ambienza, se il livello delle riflessioni è più basso.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Facciamo un esempio pratico:

Poniamo di avere il nostro locale di ascolto con i diffusori a 50 cm. dalla parete laterale. Soprattutto se questa è una superficie discretamente riflettente, (il classico muro intonacato riflette circa il **96%** dell'energia acustica) a questa distanza l'ascoltatore riceverà dalla parete un suono riflesso dopo 1,45 ms. con un livello in db di pochissimo inferiore al suono diretto.

Ricordandoci la legge del I° Fronte d'Onda si può determinare che al di sotto di 50 cm. circa di distanza dalle pareti laterali, queste diventano dei veri e propri diffusori acustici supplementari, essendo in grado di spostare decisamente "l'immagine" stereofonica e, tanto peggio, in maniera diversa a seconda della frequenza, in quanto il coefficiente di assorbimento del materiale con cui è fatta la parete non è costante a tutte le frequenze.

Visto che la velocità del suono è di 344 m/sec. in 10 ms. l'onda sonora percorre 3,44 mt. ed in 25 ms. 8,6 mt., quindi in locali di normali dimensioni tutte le prime riflessioni ricadono nell'intervallo di maggiore capacità per il nostro sistema orecchio-cervello di "fondere" il suono (1 ms. di ritardo = 0,344mt. 1cm. = 0,029 millisecondi 50 cm. = 1,45ms.).

Capirete allora che dal punto di vista pratico, se si vuole migliorare l'ascolto della nostra stanza è necessario allontanare quanto possibile i diffusori dalle pareti (laterali e posteriori) e trattare con priorità le riflessioni primarie.

Come l'orecchio percepisce le differenze di livello. Bande critiche

L'orecchio riesce a distinguere differenze di livello acustico in dB, solo se queste superano una soglia che è in funzione della frequenza e del livello stesso. La sensibilità è più elevata a frequenze medie (600-3000 Hz), dove l'orecchio distingue differenze di 0,25 db per livelli elevati di ascolto e di 2-3 db per livelli più bassi (Rif. Fig. 24). In generale a livelli sonori elevati la sensibilità è più spinta e decresce con livelli d'ascolto più bassi.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

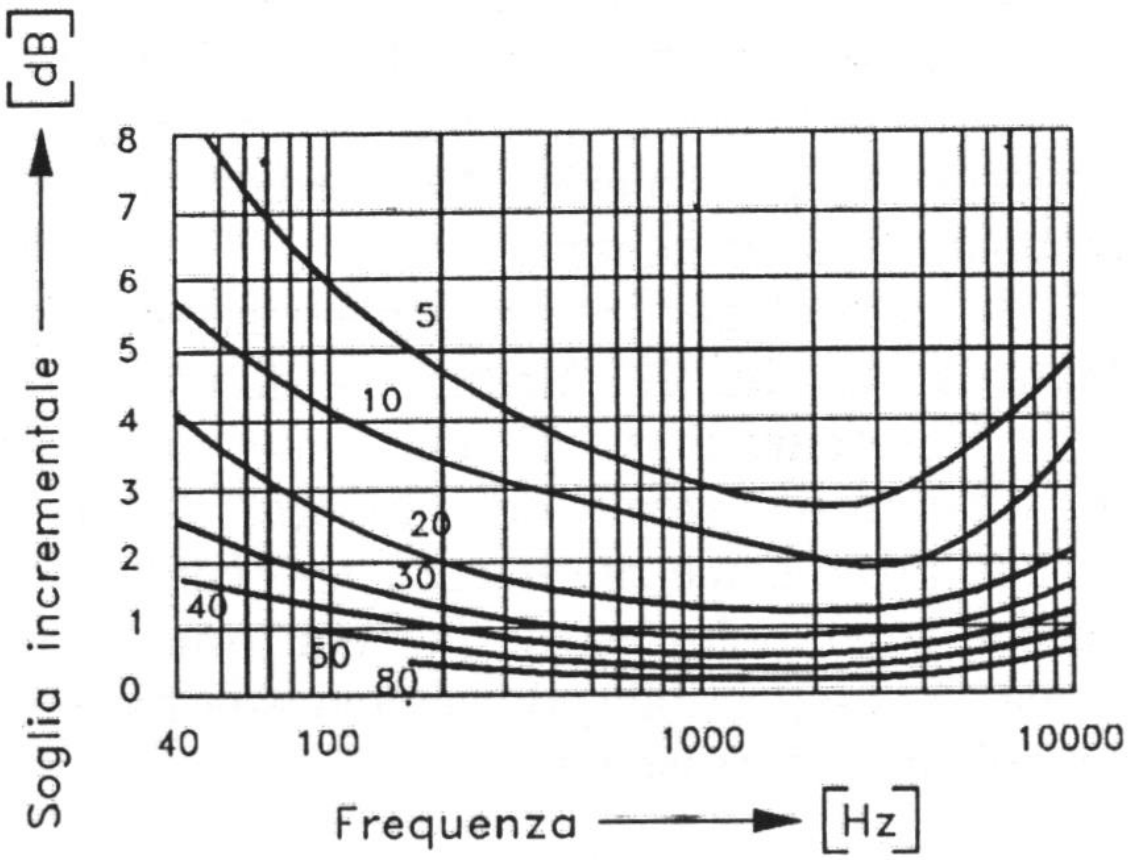


Figura 24 – Grafico della percezione dell'orecchio ai vari livelli sonori

Il comportamento dell'orecchio non è lo stesso poi con segnali puri o con segnali più complessi e aventi una certa larghezza di banda in Hz (esempio: nota d'organo singola e prolungata o musica sinfonica). Quanto più larga è la banda di frequenza occupata, tanto più alta è la sensazione sonora fornita.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Si è arrivati a definire il concetto di bande critiche e secondo gli studi di Moore e Glasberg queste sono:

Frequenza Centrale (Hz)	Larghezza Banda Critica
100	38
200	47
500	77
1000	128
2000	240
5000	650

Questo comportamento dell'orecchio per "bande critiche", ci impedisce di avvertire imperfezioni nella risposta in frequenza per messaggi musicali a spettro complesso, a meno che queste non siano sufficientemente estese da "uscire" dalla "banda critica".

Con segnali musicali a spettro complesso ed esteso, l'orecchio riesce ad attenuare le imperfezioni della risposta in frequenza dell'ambiente. (Su questo concetto sono basati fra l'altro gli algoritmi di compressione audio più recenti come l'ATRAC, il M-PEG). Queste imperfezioni sono causate dalle riflessioni e dalle onde stazionarie e generano in ambiente quello che è definito il cosiddetto "filtraggio a pettine" (comb-filtering), una specie di "rastrello" che toglie pesantemente al nostro ascolto porzioni intere di suono.

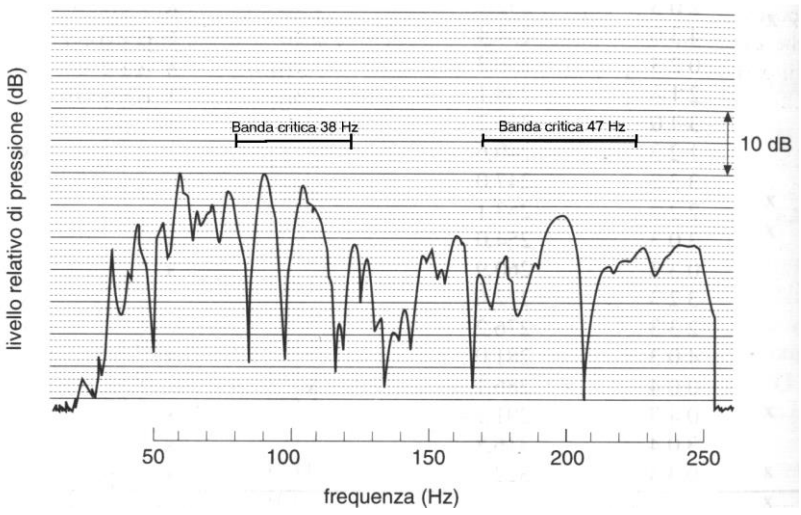


Figura 25 – Test con onda sinusoidale "sweppata"

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Filtraggio a pettine - Comb filtering

Il comb-filtering è un fenomeno che si manifesta nell'ascolto in ambiente a causa delle interazioni (costruttive e distruttive) tra il segnale principale (suono diretto) ed una copia di esso ritardata (riflessioni primarie da 0 a 25 ms.).

Facciamo un esempio:

Abbiamo il suono principale A e un suono B ritardato di 1 ms.; la risultante tra A e B è un suono C il cui andamento presenta zone di cancellazione (0 db) e zone di picchi (+6 db).
In realtà visto che B è una riflessione su di una parete che ha un suo coefficiente di assorbimento, il suono B arriva all'ascoltatore non solo ritardato ma anche leggermente ridotto in livello e quindi non si tratta di vere e proprie "cancellazioni" (buchi a 0 db) ma di consistenti attenuazioni o esaltazioni.

Come vedremo più avanti, le normali pareti domestiche (muro imbiancato) hanno un coefficiente di assorbimento molto basso (0,95-0,9) che dà un calo di livello in db del suono riflesso si di essa di circa -0,9 / -0,45 db. Il posizionamento in frequenza di questi "picchi" e "valli" è dipendente dal ritardo T del suono riflesso e segue questo andamento matematico:

Ritardo ms.	Frequenza del Primo 0	Distanza tra i picchi
0,1	5000Hz	10000Hz
0,5	1000	2000
1	500	1000
10	50	100
100	5	10

L'entità delle alterazioni dipende appunto dalla attenuazione del segnale B riflesso ad A e può essere valutata nel grafico seguente:

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

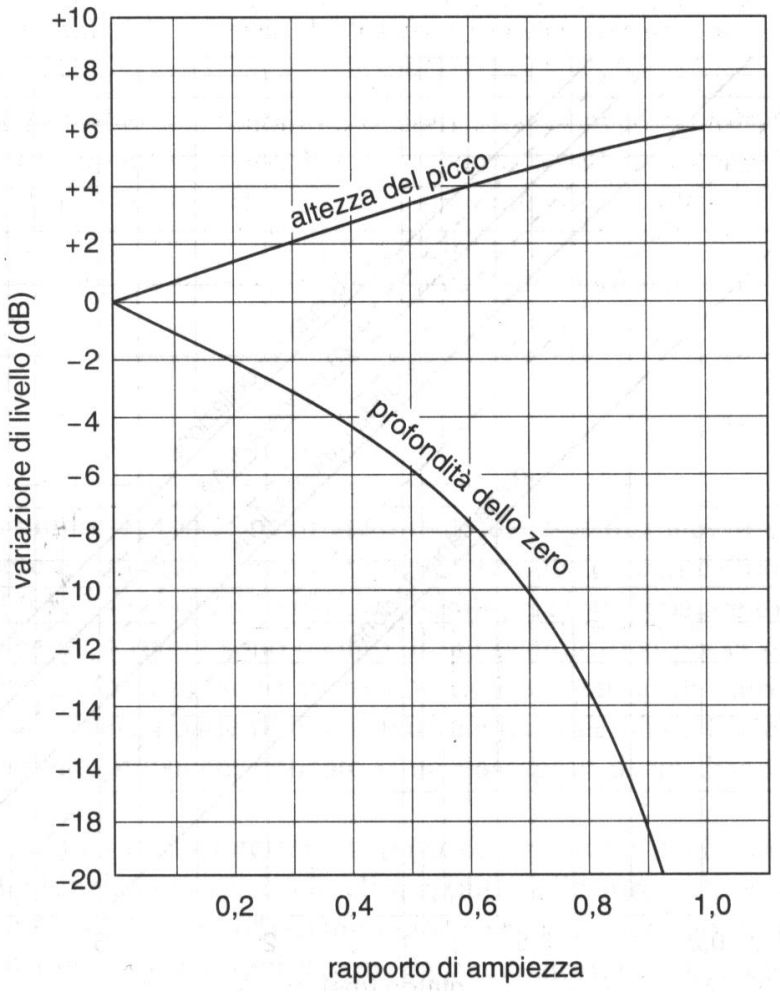


Figura 26

Effetto dei rapporti di ampiezza sull'altezza dei picchi e sulla profondità degli zeri di un filtro a pettine

Con il segnale B a -3 db (0,7 di ampiezza) si ha: +4 db circa al "picco" e -10 db alla "valle"; con segnale B a -20 db le alterazioni sono minime: +0,3 db al "picco" e circa -1,2 db alla "valle".

Si conclude che nel dominio del tempo, ritardi brevi provocano picchi e valli molto distanziate; viceversa si generano alterazioni molto ravvicinate.
Nel dominio della energia in db, segnali poco attenuati provocano alterazioni profonde, segnali fortemente attenuati generano effetti trascurabili. Si ribadisce una volta ancora la necessità del controllo delle riflessioni primarie (pareti, pavimento, soffitto).

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Attenzione però, in quanto se l'orecchio attenua in una certa misura i difetti dell'ambiente, nel caso di segnali musicali a spettro complesso, individua invece molto bene i problemi nel caso di note pure (organo o note di un pianoforte per esempio), quando queste per caso cadono nel fondo di una "valle" di cancellazione. Il suono che ne risulta è pesantemente falsato, perché le differenze sono di parecchi dB.

Mascheramento dei difetti dell'ambiente nel tempo

Molto interessante soprattutto per il nostro tipo di ricerca acustica è l'effetto di mascheramento in ambiente (definito anche post-mascheramento). L'obiettivo è di stabilire fino a che punto l'orecchio è in grado di percepire i difetti dell'ambiente (I° riflessioni - onde stazionarie). Quando un suono arriva all'orecchio per una durata "d" in secondi, avviene la famosa integrazione ("fusio-ne") del suono, per ripristinare la sensibilità piena e per accettare un messaggio sonoro successivo è necessario un certo tempo che è dipendente dalla durata stessa dell'evento sonoro "d". Quindi, per suoni con una componente in frequenza molto distante dalla fondamentale del suono precedente di durata "d", **non** si ha mascheramento in frequenza ed il suono è intelligibile.

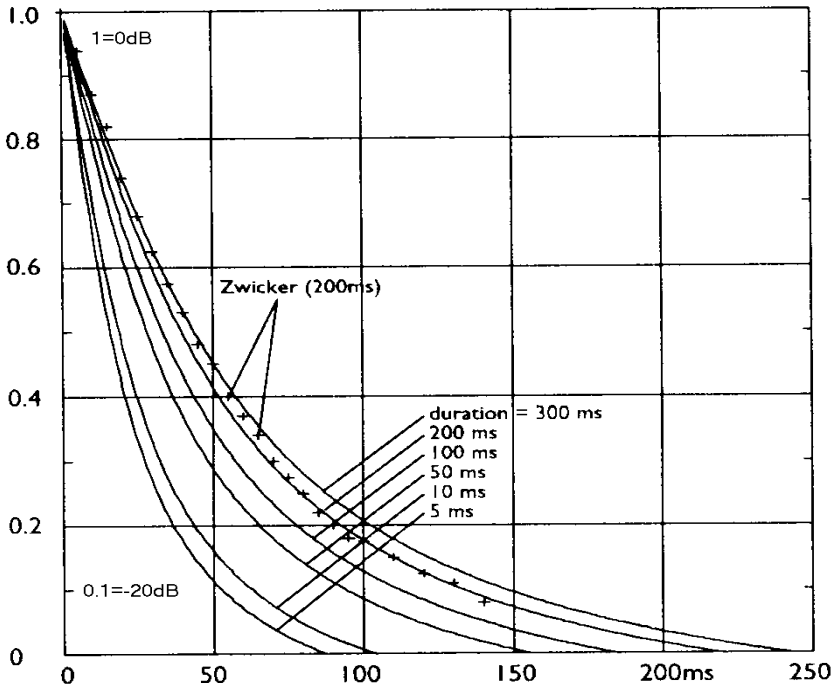


Figura 27

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Per suoni con frequenze vicine a quelle dell'evento che li ha preceduti (suoni la cui fondamentale cade all'interno della banda critica del segnale di durata "d"), si ha una prima fase di mascheramento, fino a che il suono originario "d" persiste ed un conseguente rilascio del mascheramento con il ripristino progressivo della sensibilità piena dell'orecchio. (Rif. Fig. 28)

Conseguenze per la realizzazione del segnale A.Q.T. – Perché 20db

Il nostro segnale A.Q.T., che è composto da toni di frequenze molto ravvicinati tra loro (2-4 Hz), è in grado di mettere in evidenza il fenomeno del mascheramento dei difetti ambientali. Gli studi fatti stabiliscono che occorrono 60 ms. di tempo per un suono di durata=5 ms. e circa 135 ms. per un suono di durata=200 ms.; questi sono i tempi necessari perché l'orecchio riacquisti 20 db di sensibilità (Rif. Fig. 28). Per suoni di breve durata quindi (5 ms.) l'orecchio maschera i suoni adiacenti al principale, di 20 db per circa 60 ms., per suoni più prolungati il "mascheramento" dura più a lungo. (135 ms. per avere 20 db con "d" = 200 ms.).

Se il nostro ambiente consente in 66 ms. = 1/15 sec. (spazio di silenzio tra un tono e l'altro nel segnale A.Q.T.) un decadimento del livello sonoro di 20 db, vuol dire che lascia libero l'orecchio di sentire perfettamente il tono successivo. Se nello stesso tempo il decadimento è superiore (30-40 db) va ancora meglio, ma l'orecchio non riuscirebbe comunque a riadattare la sua sensibilità con la stessa rapidità. Ecco perché i 20 db di decadimento che noi andiamo a misurare con il Sound Analyzer sono il requisito cui mirare nel trattamento acustico in ambiente.

Essendo le "bande critiche" di almeno 25 Hz, con il segnale A.Q.T. siamo nella condizione di verificare il mascheramento di ogni tono su quello che lo precede; è quindi un test molto severo per il nostro sistema diffusori-ambiente e soprattutto per il nostro orecchio. Se dall'analisi risulta un'articolazione uguale o maggiore a 20 db (20 db in 1/15 sec. = 66 ms.), siamo sicuri che l'ambiente è "pulito" e lascia passare tutto ciò che l'orecchio può sentire. Se l'articolazione è inferiore a 20 db, vuol dire che nell'ambiente persistono code e riflessioni che "sporcano" irrimediabilmente il suono.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Stima delle riflessioni in ambiente

Sappiamo che il suono viaggia a 344 m/s. quindi:

1 ms. = 0,344 mt.,
5 ms. = 1,72 mt.
10ms. = 3,44 mt.
ecc.

Nei normali locali domestici quindi il suono diretto arriva dopo circa 5-10 ms. dall'emissione (distanza dai diffusori 1,72 mt.→ 3,44 mt.), le prime riflessioni dalle pareti dopo pochi altri millisecondi. Se il diffusore è a 34 cm. dalla parete laterale la riflessione arriva dopo 1 ms., se è a 100 cm. dopo 2,9 ms. e così via. Si può dunque affermare che tutte le prime riflessioni (considerando anche le altre pareti della stanza) arrivano al nostro orecchio tra 0,5 ms. e 25 ms. A causa del "filtraggio a pettine" la spaziatura dei loro effetti sullo spettro del segnale che arriva al nostro orecchio (vedi tabella "Filtraggio a pettine" pag. 54) è: molto ampia a 0,5 ms. 2000 Hz e molto fitta a 25 ms. 40 Hz.

Il livello delle riflessioni

Il suono che giunge all'orecchio, dopo una o più riflessioni, è attenuato sia per la distanza maggiore percorsa sia per le caratteristiche di riflessione/assorbimento delle pareti. Mentre in aria libera vale la legge dell'inverso della distanza (ad ogni raddoppio della distanza si ha un'attenuazione di 6 DB), per il livello del segnale riflesso si può, in prima approssimazione, applicare la seguente formula:

$$\text{ritardo della riflessione} = \frac{\text{(percorso riflesso)-(percorso diretto)}}{\text{velocità del suono}}$$

Presupponendo una riflessione della superficie del 100%:

$$\text{livello della riflessione nel punto d'ascolto} = 20 \log \frac{\text{percorso diretto}}{\text{percorso riflesso}}$$

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Chiaramente le pareti non avranno mai un coefficiente di riflessione del 100%, ma così come le troviamo di solito (intonacate, imbiancate, ecc.) hanno le seguenti caratteristiche:
Parete con intonaco: coefficiente di assorbimento 0,65-0,75 → attenuazione della riflessione -2,5/ -3,7 dB

Parete imbiancata: coefficiente di assorbimento 0,95-0,9 → attenuazione della riflessione -0,9/ -0,45 dB

Come potete vedere quindi le pareti così come sono, contribuiscono ben poco ad attenuare il livello delle prime riflessioni, si può stimare che in locali non trattati la riduzione di livello va da 0 db a -10 db. Ecco che in base a tutte le considerazioni fatte si può concludere che le prime riflessioni, assieme alle risonanze fondamentali, sono le principali responsabili della qualità del suono di un sistema diffusori-ambiente.

In sintesi le prime riflessioni causano:

1. un contributo energetico del livello sonoro percepito; (a causa della legge del primo fronte d'onda) il loro livello viene integrato dal nostro cervello assieme al suono diretto e viene così determinata la sensazione di livello sonoro.
2. intrecciate con le risonanze fondamentali dell'ambiente, creano degli effetti di filtraggio a pettine (comb-filtering) sia in frequenza sia in livello in db, con pesanti colorazioni dello spettro e modifica del timbro (Bilanciamento tonale - Articolazione).
3. Generazioni di modifiche alla immagine stereo (focalizzazione).
4. Generazione o annullamento di effetti di ambienza, percezione delle dimensioni fisiche del locale dove è stata fatta la registrazione. A tale proposito ci sembra importante sottolineare che le prime riflessioni (oltre i 2 ms. e non oltre i 35 ms.) **non** danno all'ascolto effetti di ambienza, ma per lo più causano alterazioni timbriche e/o spostamento dell'immagine; pertanto il contenuto di ambienza del luogo, dove è stata fatta la registrazione, deve essere presente nella registrazione stessa e non potrà mai essere percepito anche in locali con acustica molto controllata se è completamente assente dall'incisione che stiamo ascoltando.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Gli studi più avanzati e recenti. Curve di S. Olive e F.E. Toole

Come avrete capito questa tematica è di straordinario interesse per l'ascolto in ambienti domestici. Recentemente due studiosi Sean Olive e Floyd E.Toole si sono posti il problema di stabilire con più precisione la relazione tra livello in db della riflessione ed il ritardo in millisecondi di questa.
Nel grafico vengono definite le curve A, B e C; queste si riferiscono al parlato preso come fonte sonora di riferimento.
Il livello 0 dB indica una riflessione allo stesso livello del segnale diretto; -10 dB un segnale riflesso inferiore di questa entità rispetto al segnale diretto.

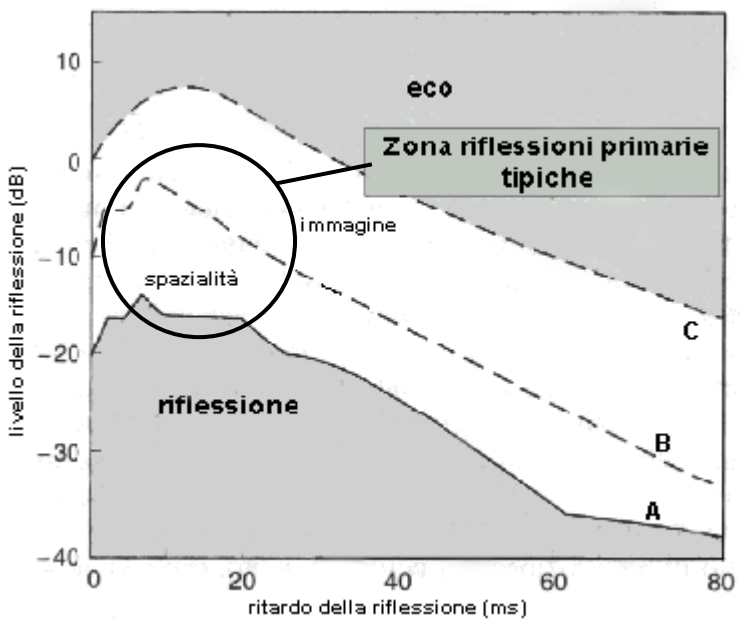


Figura 28 – Effetti delle riflessioni laterali sulla percezione del suono diretto in una disposizione simulata di impianto stereo. Queste misure sono state rilevate in condizioni anecoiche, con aperture angolari di 45°- 90°, con la voce come segnale. (A) Soglia assoluta di percezione della riflessione. (B) Soglia di slittamento/ampliamento dell'immagine. (C) Riflessione laterale percepita come eco distinta.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

La curva A è definita come soglia di udibilità dell'eco, al di sotto di questa, qualunque sia il ritardo, la riflessione non viene captata dal nostro sistema uditivo. Notate come proprio nell'intervallo 0-20 ms. varia di pochissimo il livello di udibilità della riflessione rispetto al ritardo.
Se le riflessioni superano in livello la soglia A si manifestano effetti di spazialità. Superando di 10 db la soglia A si definisce un'altra curva (B) che determina il manifestarsi di effetti che cambiano sia la dimensione che la posizione dell'immagine primaria. Aumentando ancora il livello, altri 10 db sopra la curva B, si amplificano le sensazioni precedenti fino a percepire delle eco distinte; curva C.

Le tipiche riflessioni primarie dei locali di ascolto normali sono evidenziate nell'area D (ritardi tra 0,5 ms. e 25 ms. con livelli da -0,5 a -15 db); queste rientrano nella zona a cavallo tra gli effetti di ambienza/spazialità e quella di mutamento della dimensione/posizione dell'immagine stereofonica. Questa è la zona più critica per la qualità di ascolto. Come potete vedere il problema non è semplice per l'alto numero di fattori variabili quali:

- Tipo di segnale; musica, parlato, rumore, ecc.
- Livello in db della riflessione.
- Ritardo in ms. della riflessione.
- Direzione di provenienza della riflessione.

Gli studi su questo tema, comunque si stanno intensificando, poiché ormai non è più messa in discussione l'importanza fondamentale per la qualità d'ascolto di queste due aree temporali di suono ritardato: 0-25 ms. con un'influenza del 70% e oltre i 25 ms. per il restante 30%.

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

Indice

Introduzione		pag.	1
Risonanze e riflessioni	Risonanze	pag.	2
	Riflessioni	pag.	3
Il trattamento acustico		pag.	5
Come fare un trattamento acustico funzionale all'ascolto stereofonico	Il posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto	pag.	6
	La regola dei terzi, la regola dei quinti ed altri	pag.	7
	Posizionamento "ad orecchio"	pag.	8
	Ricerca del miglior posiziona-mento con software specifici	pag.	8
	Il trattamento delle risonanze con i DAAD	pag.	8
	Quali DAAD usare ?	pag.	11
	Trattamento delle riflessioni precoci	pag.	12
	Ricerca dei punti di riflessione primaria	pag.	13
	Trattamento delle riflessioni	pag.	16
I dati necessari per fare un progetto di trattamento acustico		pag.	19
L'Audio Quality Test (A.Q.T.): Elementi di valutazione		pag.	19
Valutazione del bilanciamento tonale		pag.	22
Valutazione dell'articolazione musicale		pag.	27
Rapporto fra bilanciamento tonale ed articolazione musicale		pag.	31
Soluzioni pratiche ai problemi più frequenti		pag.	33
Come e perché di un metodo. L'analisi acustica con il segnale		pag.	38

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com

A.Q.T.			
Come è fatto il segnale A.Q.T.		pag.	40
Potenza sonora e pressione sonora		pag.	42
L'orecchio come strumento integratore – Effetto precedenza – Effetto Haas		pag.	46
Come l'orecchio percepisce le differenze di livello – Bande critiche		pag.	49
Filtraggio a pettine – Comb filtering		pag.	52
Mascheramento dei difetti dell'ambiente nel tempo		pag.	54
Conseguenze per la realizzazione del segnale A.Q.T. – Perché 20 dB		pag.	55
Stime delle riflessioni in ambiente		pag.	56
Il livello delle riflessioni		pag.	56
Gli studi più avanzati e recenti. Curve di S. Olive e F.E. Toole		pag.	58

Riferimenti bibliografici:

Journal of the Audio Engineering Society
Sound System Engineering (Don Davis – Carolyn Davis)
The Master Handbook of Acoustics (F. Alton Everest)
Acoustic Noise Measurements (Bruel & Kjaer)
Acustica (G. Moncada Lo Giudice – S. Santoboni)
Acustica Applicata (Ettore Cirillo)
La scienza del suono (John R. Pierce)
Acustica Applicata (Italo Barducci)

www.acusticaapplicata.com
Acustica Applicata S.r.l. - Via Roma, 79 - Gallicano - Lucca
Sede e Uffici: Tel. 0583.730322 – E-mail: info@acusticaapplicata.com