

Metodologie di correzione e dispositivi di trattamento acustico

Italo Adami

In questo intervento ci occuperemo del trattamento acustico dei piccoli ambienti domestici, delle loro tipologie, della loro evoluzione nella storia.

Ma non saremo costretti ad andare molto indietro. Lo sviluppo di interventi atti a correggere le prestazioni acustiche di un ambiente domestico non ha più di quarant'anni e sostanzialmente corre parallelo al diffondersi della stereofonia.

Statisticamente la più frequente "applicazione acustica" di un ambiente domestico è infatti l'ascolto in stereofonia di musica riprodotta a cui, negli ultimi anni, si è affiancata l'utilizzazione di sistemi audio-video complessi.

Tuttavia l'esigenza di affrontare le problematiche acustiche di un ambiente piccolo non nacque dal mondo degli appassionati di riproduzione sonora, ma dalle necessità delle control room dei piccoli studi di registrazione mobili e domestici dei paesi anglosassoni già negli anni sessanta.

Furono questi che per primi avvertirono il problema e cercarono soluzioni che, dopo qualche anno, grazie alla letteratura audio più attenta, furono portate alla conoscenza degli audiofili, che però solo in piccola parte ne compresero le problematiche. I più provarono a non considerare gli effetti dell'acustica ambientale per quello che sono: il principale e più drammatico problema della riproduzione sonora; quella cosa che molto più di ogni altra provoca il baratro fra suono "vero" e suono riprodotto; l'anello più debole della catena audio.

Oggi possiamo affermare che il problema dell'acustica ambientale continua ad essere gravemente sottovalutato dalla comunità degli appassionati della riproduzione audio e audio-video. Perché?

Per un insieme di ragioni.

- Ragioni culturali: la portata degli effetti dell'acustica ambientale (risonanze e riflessioni nel periodo di fusione del suono) sulla riproduzione in stereofonia è sostanzialmente ancora ignorata dagli appassionati.

- Ragioni pratiche: il trattamento acustico occupa spazi e superfici che raramente l'appassionato ha disponibili.

- Ragioni estetiche: il trattamento acustico di una stanza incide sul "look" della stessa. Solamente i pochi che ne possiedono una dedicata all'ascolto sono disposti ad accettare l'impatto estetico di un trattamento acustico, non coloro i quali ascoltano nel salotto "buono" di casa.

- Ragioni economiche (legate a quelle culturali): molti audiofili non sono disposti ad investire nel trattamento acustico quello che spendono per altri componenti della catena audio.

- Ragioni "ludiche": provare nuovi diffusori o cambiare le elettroniche è per l'appassionato dell'audio più "divertente" che affrontare "ob torto collo" l'insostenibile pesantezza del trattamento acustico nella stanza. Spesso l'intervento di trattamento acustico è vissuto anche da chi ne comprende le necessità, come un fatto da dover subire, come una malattia cronica con la quale dover convivere. L'acustica ambientale non viene reputata momento creativo, di studio e di crescita. (eppure lo potrebbe essere).

- Ragioni di mercato: l'offerta di prodotti per il trattamento acustico è limitata, scarsamente motivata e articolata.

Insomma, l'acustica ambientale è la cenerentola dell'audio.

Eppure non è difficile dimostrare che essa determina la qualità del suono in misura superiore a quella del suono che giunge direttamente all'ascoltatore dai diffusori.

Chi non ha avuto l'esperienza di ascoltare il suono di un sistema hi-fi in una stanza per sentirlo completamente stravolto se il medesimo impianto viene fatto suonare in un'altra ?

E' stato calcolato che circa il 70% del suono che l'ascoltatore percepisce da un sistema hi-fi posto in un ambiente domestico arredato in modo standard è di natura riflessa. Molti autori hanno evidenziato l'influenza negativa delle riflessioni precoci (< 25 millisec.) e quella benefica delle riflessioni con ritardo superiore ai 25 millisec (Olive e Tool). Dal rapporto fra queste diverse tipologie di riflessione, dalla distribuzione delle risonanze e dal suono diretto dipende la qualità complessiva del suono che giunge all'ascoltatore.

E' dunque possibile continuare ad ignorare risonanze e riflessioni?

E' accettabile mettere in sott'ordine il fatto che ogni stanza ha risonanze proprie che però possono essere eccitate in modo diverso in dipendenza della posizione dei diffusori al suo interno e che quindi collocare gli speakers in un punto o in un altro produce differenti risultati e che la posizione degli altoparlanti in un ambiente domestico non dipende dai dati di targa degli speakers né tanto meno dalle necessità pratiche del possessore, ma dalle caratteristiche acustiche della stanza?

Il **posizionamento dei diffusori e del punto d'ascolto** è il primo passo verso un buon interfacciamento acustico fra sistema di riproduzione-ambiente-punto d'ascolto. La sua ricerca è mirata essenzialmente al più equilibrato compromesso tonale e può essere efficacemente perseguita attraverso opportuni rilievi strumentali usando le metodologie di misura oggi disponibili. Ascoltando in stereofonia (o i suoi derivati) è indispensabile tenere in considerazione che essa ha bisogno della collocazione simmetrica dei diffusori all'interno del fronte sonoro ovvero di quella parte della stanza che l'ascoltatore può vedere ai lati e davanti a sé e dell'equidistanza dei diffusori dalle rispettive pareti laterali, dalla parete di testa e, ovviamente, dall'ascoltatore.

Trovata la corretta posizione dei diffusori e del punto d'ascolto è necessario affrontare il problema dell'acustica e cioè la ricerca di adeguate performances ambientali in grado di preservare le caratteristiche del messaggio sonoro originale soprattutto in termini di micro e macro dinamica, di immagine sonora e di bilanciamento tonale.

Dai primi anni settanta giunge fino a noi un modo di correzione dell'acustica dei piccoli ambienti non professionali attraverso l'utilizzazione di materiali come **tappeti, tende, lastre di materiale fonoassorbente, scaffalature, divani e poltrone disposti in modo che ciascuna delle tre direzioni ortogonali di una stanza avesse un simile coefficiente di assorbimento**. Il coefficiente di assorbimento sonoro (definito come la quantità totale di assorbimento su qualsiasi coppia di superfici opposte, diviso per l'area totale di quelle due superfici) doveva essere approssimativamente lo stesso per ciascuna delle tre coppie di superfici opposte.

Questo tipo di approccio, ancora in voga, presenta alcuni "pro" e pesanti "contro".

Pro: viene messo in atto con materiali di uso comune e può considerarsi economico; è assai efficace per il trattamento dell'eco fluttuante a frequenze medie e alte.

Contro: il trattamento delle basse frequenze è assai problematico (di fatto non si ottiene). Uno "strumento" utilizzabile a questo scopo sono spesso tendaggi a trama larga se

collocati in modo correttamente distanziato dalle pareti in base a complessi calcoli in funzione delle frequenze risonanti da trattare, operazione questa molto difficile e assolutamente non priva del rischio di introdurre peggioramenti del suono.

Questa metodologia anni '70 non permette inoltre un intelligente trattamento delle riflessioni precoci mentre riduce l'efficacia delle riflessioni non precoci ottenendo una contrazione del campo riverberato "buono" e cioè della sensazione di spazio e di ambientazione in assenza di un concreto incremento dell'ampiezza, della profondità e della focalizzazione dell'immagine sonora.

L'adozione di questo criterio comporta un intervento "rigido" sull'acustica ambientale, scarsamente modificabile ed adattabile alle diverse esigenze che via via l'audiofilo può incontrare nel corso dello svilupparsi della sua passione.

Tuttavia, negli anni '70, in un periodo nel quale, ispirandosi alle sale da concerto, si riteneva che il fattore determinante la bontà della risposta acustica di un locale dedicato all'ascolto di musica riprodotta fosse il tempo di riverbero generale, esso rappresentò un tentativo importante di soluzione del problema che una rivista audio americana come *The Absolute Sound* (n.8/ 1976) non mancò di rendere noto al pubblico più sofisticato degli appassionati dell'audio.

Già dagli anni '60, gli ingegneri del suono di alcune etichette discografiche si erano resi conto che il controllo del materiale registrato in un piccoli ambienti come la stanza attigua ad un luogo di registrazione, la control room di un piccolo studio domestico, la sala-regia di un camper, veniva reso difficile dal fatto che l'acustica del locale di controllo soverchiava quella del luogo di registrazione apportando elementi di distorsione così forti da rendere veramente complicate tutte le operazioni successive alla prima ripresa sonora. Così iniziarono a sperimentare soluzioni: pannelli fonoassorbenti in gommapiuma profilata o in fibra di vetro e risonatori ebbero largo uso. Fra le soluzioni, molte ancora d'attualità, vanno anche ricordati i Moduli BBC, gli Assorbitori ad alette, i Poly.

I pannelli in fibra di vetro sono dei fogli di materiale semirigido di spessore più elevato rispetto a quelli usati per l'isolamento termico. Il fonoassorbimento dei pannelli di media densità di alcuni centimetri di spessore è ottimo a frequenze alte e medio-alte. Disposti a parete ed a meno di non usare materiale di spessore non conciliabile con la vivibilità di un piccolo ambiente, sono inefficaci alle basse frequenze. Così, come avviene nel caso di eccessiva presenza di tappeti o moquette, una utilizzazione non equilibrata di questi pannelli conduce a risultati disastrosi sul bilanciamento tonale dando vita ad un suono scuro e privo di vitalità.

I pannelli in gommapiuma o poliuretano sagomato imitano in piccolo i cunei delle sale anecoiche. I loro coefficienti di assorbimento sono inferiori a quelli dei pannelli di ugual spessore in fibra di vetro, ma hanno trovato più larga applicazione in base a considerazioni di natura pratica ed estetica senza tuttavia portare a migliori risultati.

Per molto tempo l'unico modo per affrontare i problemi sonori causati dalle risonanze a bassa frequenza è stato l'impiego dei **risonatori di Helmholtz**. Essi sono costituiti da una cavità e da un collo che la connette con l'esterno. L'aria all'interno di questa cavità è ovviamente elastica e interagisce con la massa d'aria contenuta nel collo formando un sistema risonante proprio come succede ad un peso appeso ad una molla che vibra alla sua frequenza naturale. Cambiando il volume della cavità oppure la lunghezza o il diametro del collo, si modifica la frequenza di risonanza del sistema. Le frequenze che mettono in risonanza il sistema perdono di intensità mentre le frequenze non assorbite vengono nuovamente irradiate in ambiente.

L'impiego dei risonatori ha avuto una buona diffusione presso gli studi di registrazione

negli anni '70 e '80. Assai sporadico è invece stato l'impiego negli ambienti domestici soprattutto per ragioni pratiche ed anche per il fatto che il loro corretto utilizzo è strettamente vincolato ad una seria progettazione effettuata da personale competente dopo uno studio approfondito delle caratteristiche acustiche dell'ambiente su cui intervenire.

Gli **Assorbitori ad alette** hanno un funzionamento identico a quello dei pannelli perforati e paragonabile a quello dei risonatori di Helmholtz, ma con la possibilità di variare in modo semplice la frequenza di assorbimento. In genere consistono di una scatola di legno la cui parte frontale è costituita da alette disposte come in una persiana. La massa d'aria fra le fessure (che può essere variata cambiando l'inclinazione delle alette) reagisce con elasticità all'aria contenuta nella scatola, formando un sistema risonante. Generalmente un pannello in fibra di vetro posto dietro le fessure oppone resistenza al passaggio dell'aria, allargando il picco di assorbimento (lo stesso accade nei risonatori di Helmholtz quando la cavità viene in parte riempita di materiale fonoassorbente).

I **Poly** sono delle trappole acustiche da parete a pianta semicircolare. Sono costituiti da un telaio di legno a formare colonne divise al proprio interno da paratie semicircolari disposte in modo casuale affinché le cavità abbiano volume diverso. Al telaio viene poi applicata una leggera copertura in legno a sigillare la trappola acustica. Le cavità interne dei poly possono rimanere vuote o essere riempite di materiale fonoassorbente a seconda delle necessità. Grazie alla loro forma permettono di ottenere un campo sonoro ben diffuso che, a differenza dei locali trattati con pannelli piani, assicura vivacità e brillantezza. Le ricerche circa il loro coefficiente di assorbimento sono piuttosto scarse. Tuttavia è accertata la loro positiva influenza anche alle basse frequenze.

La BBC è stata lungamente all'avanguardia nell'approccio modulare al trattamento acustico dei piccoli studi di registrazione attraverso l'utilizzazione dei Moduli.

Il **Modulo BBC** è una trappola acustica da parete a pianta rettangolare (es: 90x60 cm.) e di profondità massima di circa 20 cm.

Dall'esterno verso l'interno è costituita da: panno a maglie larghe, pannello perforato, pannello di lana di vetro, camera d'aria, parete.

Cambiando la percentuale di perforazione del pannello si possono ottenere vari risultati: con una percentuale di perforazione del 25% il Modulo è una trappola acustica a larga banda efficace da 200 Hz. Riducendo la perforazione al 5% si ottiene una trappola per i bassi. Si possono ottenere inoltre differenti risultati variando il rapporto fra materiale fonoassorbente e camera d'aria o inserendo materiali all'interno della camera d'aria.

A parere dei tecnici della BBC, un'attenta distribuzione dei diversi tipi di moduli è in grado di offrire un discreto livello di diffusione.

Generalmente in uno studio di medie dimensioni (circa 100 m³) ne sono impiegati una ventina disposti in modo da equilibrare l'assorbimento sonoro di ciascuna delle tre coppie di superfici opposte.

Se tutti questi strumenti hanno trovato varia applicazione in ambiente professionale, ben poca attenzione hanno destato presso gli audiofili degli anni '70 e dei primi anni '80 forse in rapporto alla scarsa qualità dei sistemi di riproduzione.

Ma successivamente una tecnica di trattamento acustico messa a punto dal dott. Geysler del Laboratorio Tecnologico Californiano riuscì a suscitare qualche interesse nel movimento audiophile americano che nel frattempo, grazie alle riviste underground ed a una nuova generazione di costruttori, si era emancipato.

Questa tecnica si chiama **LE.DE.** (Live End-Dead End) e consiste nel disporre i diffusori nella parte della stanza resa acusticamente assorbente, mentre l'ascoltatore siede nella parte riverberante della stanza. Una mezza sala anecoica dalla parte dei diffusori, una mezza sala completamente riflettente dal lato dell'ascoltatore. Il materiale più frequentemente usato per trattare la parte della stanza dove stanno i diffusori è la gommapiuma acustica scolpita, ma possono essere usati anche materiali o accorgimenti d'altro tipo.

Secondo B. Cheney di "The Audio Monitor" (n.4/1983) "I risultati acustici di un ambiente LE.DE. sono stupefacenti: "attenua la riflessione precoce del suono vicino ai diffusori che inficia la localizzazione spaziale (stereofonica) delle sorgenti sonore.....

crea una caduta delle alte frequenze simile a quella di una buona sala da concerto..... gli alti suonano naturali e puliti, non sordi o taglienti.....il guadagno in chiarezza e definizione è enorme."

Tuttavia anche questo tipo di approccio non è privo di manchevolezze: non risolve il problema del controllo delle risonanze a bassa frequenza e del trattamento selettivo delle riflessioni precoci. Inoltre da luogo ad un ambiente acustico "rigido", privo della possibilità di modificare rapidamente la quantità di suono diffuso.

Il sistema di trattamento LE.DE. fu adottato da numerosi studi di registrazione. Ha riscosso molta fama, ma scarsa applicazione presso le sale d'ascolto degli audiofili.

Per poter osservare una buona attenzione da parte degli appassionati del suono riprodotto in ambiente domestico alla soluzione delle problematiche di ordine acustico, è necessario arrivare alla seconda metà degli anni ottanta e all'introduzione sul mercato di due nuove famiglie di dispositivi acustici: gli RPG e i Tube Traps.

Gli **RPG** o diffusori a resto quadrico, sfruttano il principio dei diffusori a diffrazione studiati inizialmente in ottica da Schroeder, il quale ha applicato, dalla teoria dei numeri, il principio che una superficie con avallamenti o scanalature opportunamente spaziate diffonde il suono in modo efficace attraverso la creazione di "rumore pseudocasuale".

Schroeder ipotizzò infatti che un'onda sonora, quando investe una struttura a reticolo di fase, si diffonde in tutte le direzioni in modo pressoché costante poiché l'onda sonora incidente viene "rotta" e "slittata" nel tempo. Questi sfasamenti possono essere ottenuti con una serie di scanalature le cui spaziature in larghezza e in profondità sono determinate in base a una sequenza di resti quadrici. La profondità massima delle scanalature è data dalla massima lunghezza d'onda da diffondere; invece, la larghezza della scanalatura è circa metà della più corta lunghezza d'onda da diffondere.

La RPG Diffusor System ha effettuato numerose applicazioni della teoria del resto quadrico, presentando sul mercato diversi pannelli che funzionano in base alle teorie di Schoeder: ai primi modelli QRD-4311 e 1711 ne sono seguiti molti altri progettati per impieghi particolari. Più tardivamente sono stati introdotti sul mercato anche gli Abffusor, che coniugano in una stessa unità, caratteristiche di diffusione e di assorbimento e i Triffusor che con i loro tre lati, uno che riflette, uno che assorbe, uno che diffonde, possono essere orientati a piacimento per modificare opportunamente l'acustica del locale.

Tuttavia, a causa di limiti strutturali, i diffusori RPG non risolvono i problemi legati all'assorbimento delle basse frequenze ed alla diffusione delle frequenze più alte. Così, per aumentarne la larghezza di banda effettiva, sono stati studiati i **Diffrattali**. Si tratta di strutture diffondenti poste dentro altre strutture diffondenti. Vari elementi a resto quadrico di diversa dimensione si occupano ognuno di una ben determinata fascia di frequenze

similmente ad un woofer, un midrange e un tweeter di un altoparlante, formando un sistema a larga banda.

Gli RPG hanno avuto larga eco e vasto impiego negli studi di registrazione e negli auditorium ottenendo un discreto successo anche presso gli audiofili.

Particolarmente adatti per il trattamento acustico degli spazi grandi, possono infatti trovare collocazione in ambienti domestici se di dimensioni generose, soprattutto per il trattamento dei punti di riflessione precoce.

Nell'Ottobre del 1985, A. Noxon dell'Acoustic Sciences Corporation, durante la 79ª riunione dell'AES a New York, ha presentato un nuovo tipo di trappola acustica di forma cilindrica per le basse frequenze: i **Tube Traps**, cilindri in fiberglass sostanzialmente costituiti da una camera d'aria interna e una parete porosa. Alle estremità, il cilindro è sigillato con tappi in mdf in modo che la trappola cilindrica sia in realtà una camera ermeticamente chiusa al cui interno l'aria perviene tramite un accesso resistivo. Le fluttuazioni della pressione dell'aria all'esterno del cilindro inducono uno spostamento dell'aria che si trova nei pori della parete del cilindro ed è a questo livello che ha luogo la frizione che smorza la velocità delle molecole d'aria. Quando le pressioni all'esterno del cilindro sono più alte di quelle interne, attraverso le sue pareti si crea una differenza di pressione a causa della resistenza necessaria per spingere l'aria all'interno attraverso la parete. La differenza di pressione attraverso la parete del cilindro è la misura della forza che viene trasformata in energia da sfregamento. Lo spessore della parete porosa indica la distanza su cui quella forza viene sviluppata. La differenza di pressione e lo spessore della parete determinano la quantità di lavoro svolta.

Il taglio a bassa frequenza dei Tube Traps dipende dal diametro del cilindro. Ne esistono tre tipi standard: 23 cm., 28 cm., 41 cm. Quello più grande inizia ad essere attivo a 50 Hz. Quello più piccolo da 120 Hz. Il cilindro è completato da una superficie che avvolge metà del suo diametro con funzioni di diffusione sonora sopra i 400Hz in modo da formare una trappola acustica per le basse frequenze capace di restituire le medie e le medio-alte in rapporto al grado di esposizione della parte diffondente all'ambiente.

Per i Tube Traps esistono precise strategie d'impiego. Essendo dispositivi che rendono al meglio nei punti a maggior pressione sonora, trovano collocazione elettiva negli angoli della stanza e nella mezzeria delle pareti. Essendo dotati di un emilato diffondente, possono convenientemente essere posti nei punti di riflessione precoce come assorbitori-diffusori.

Questo loro carattere edettico, l'efficienza alle basse frequenze, la facilità di installazione, hanno fatto dei Tube Traps l'unico strumento di correzione acustica che ha ottenuto una vera diffusione fra gli audiofili americani e europei nel lustro che va dal 1989 al 1994. Questo periodo fu caratterizzato da un'insolita attenzione del mondo audiophile per le problematiche acustiche. Fatto unico, l'impiego dei Tube Traps nelle sale d'ascolto domestiche fu precedente a quello negli studi di registrazione. Tuttavia, intorno alla metà degli anni '90, mentre l'interesse degli audiofili per i Tube Traps iniziava a scemare, i piccoli studi di registrazione domestici d'oltre oceano iniziarono ad utilizzare in modo sempre più diffuso ed intenso le trappole acustiche di forma cilindrica. Ciò per due ordini di motivi: facilità di manipolazione, ma soprattutto per la possibilità di creare sub-ambienti ad acustica variabile sia in fase di ripresa, con la tecnica di installazione Quick Sound Field, che in fase di regia e di mixaggio, con la tecnica Attack Wall.

Oggi i Tube Traps, nelle loro dimensioni standard, nelle versioni super (con risonatore incorporato) o a forma di semicilindro per l'applicazione a parete o a soffitto, sono le trappole acustiche più utilizzate nei piccoli studi di registrazione degli USA, mentre in

Europa prevale l'impiego dei pannelli RPG. Fra gli audiofili di tutto il mondo sono il tipo di trappola acustica più conosciuta e diffusa.

Recentemente in Italia è stato ideato e prodotto un nuovo tipo di trappola acustica passiva: i **DAAD** (Diffusion-Absorption-Acoustic-Device) il cui funzionamento è simile a quello dei Tube Traps, migliorandone però le prestazioni principalmente in termini di diffusione sonora. Anche i DAAD hanno una camera interna sigillata da tappi in legno divisa dall'esterno da materiale poroso che però ha celle più larghe ed è di spessore più contenuto rispetto a quello della lana di vetro dei Tube Traps. La forma è lobata ed il materiale esterno è lamierino microstirato e non stoffa come per i Tube Traps.

Questi accorgimenti producono significative migliorie: il lamierino stirato diffonde il suono in modo nettamente più ampio e "pulito" della superficie dei Tube Traps, che, quando usati in modo massiccio, producono un assorbimento selettivo delle alte frequenze a causa della copertura esterna in stoffa. Inoltre la microforatura del lamierino è calcolata per ottenere una trappola a larga banda efficace anche come trappola per le basse frequenze (come per i pannelli BBC). Il rapporto fra l'aria contenuta nella cavità interna e la parete di materiale fonoassorbente, essendo questa meno densa e spessa di quella dei Tube Traps, rende i DAAD maggiormente efficienti rispetto alle non elevatissime pressioni sonore accettate negli ambienti domestici. Come i Tube Traps, i DAAD hanno un lobo maggiormente diffondente in modo da poter disporre di un sistema di controllo acustico capace di modificare la quantità d'energia diffusa in ambiente.

Le strategie di posizionamento in ambiente dei DAAD sono simili a quelle dei Tube Traps.

I DAAD danno vita ad un ambiente acustico controllato, vivido, naturale e modificabile secondo i gusti e le esigenze personali. Attraverso il loro impiego massiccio e grazie a un set-up raffinato, la stanza diviene uno spazio acustico ben più ampio della sua dimensione fisica.

Probabilmente i DAAD rappresentano il gradino più alto nell'evoluzione delle trappole acustiche passive adatte alle esigenze dei piccoli ambienti.

Bibliografia:

- AA.VV.: Stereophonic techniques ed. The Audio Engineering Society
- A. Everest: Manuale di Acustica Hoepli
- Adami-Liberatore: La messa a punto del sistema diffusori-ambiente ed. Audion
- Adami: I parametri d'ascolto Audiophile Sound
- AA.VV: I Tube Traps Sound and Music
- King, Klepper, Marshall: L'Anello più debole T.A.S. n. , 1976
- B. Cheney: Risonanze Ambientali The Audio Monitor n.4, 1983