

**audioplay**

## La Filosofia di Progetto

*Avendo trascorso molti anni progettando diffusori acustici di successo per conto di diversi marchi Hi-Fi, fra cui mi piace ricordare Audiolab, Aedon Audio ed ESB, credo sia giunto il momento di trasferire ai miei affezionati lettori alcuni dei principi progettuali che personalmente ritengo rivestano il ruolo più importante al fine di raggiungere i migliori e più naturali risultati d'ascolto di musica ad alta fedeltà nei nostri ambienti domestici.*

*A maggior ragione se tali principi vengono divulgati attraverso la rivista che 31 anni fa ho contribuito a far nascere, dato che il mio ruolo su queste pagine è sempre stato proprio quello di divulgare meglio possibile conoscenze elettroacustiche a vantaggio degli appassionati che la leggono.*

*Disponendo oggi di aggiornati riferimenti reali che chi mi legge potrà eventualmente utilizzare per le sue personali verifiche, d'accordo con la direzione della rivista ho deciso di riferirmi nella mia esposizione ai miei ultimi progetti: i diffusori della Serie Delta appena proposti sul mercato dalla Giussani Research.*

Anzitutto cerchiamo di chiarire il significato del titolo.

Dicesi Filosofia di Progetto quell'insieme di regole di base cui ogni progettista decide di riferirsi quando imposta, sviluppa e conduce infine a termine, con una lunga serie di verifiche sul campo, un suo progetto.

Regole che sottintendono una serie di conseguenze sia sul piano dei costi, della maggiore o minore facilità di realizzazione, dello specifico funzionamento (in relazione sia alle prestazioni oggettive che soggettive) che dell'immagine del prodotto che in base a quel progetto verrà poi realizzato.

Per quanto riguarda la filosofia di progetto cui mi riferirò in questa occasione, ovvero quella dei diffusori acustici Giussani Research, a parte alcuni inevitabili rimandi ad aspetti che possono coinvolgere scelte di natura estetica o psicoacustica, tenterò di esporne solo gli aspetti sostanzialmente elettroacustici e meccanici che a mio avviso ne determinano maggiormente il risultato di ascolto finale.

L'ipotesi posta inizialmente alla base del progetto di tutti i sistemi GR Delta 4 è consistita nella volontà di riuscire ad offrire un risultato certo ed univoco in qualsiasi situazione ambientale.

Era quindi molto importante che nessuna sensazione d'ascolto potesse nascere da elementi il cui effetto non fosse stato opportunamente previsto, dimensionato e verificato sia durante la fase dello studio teorico che in quella della realizzazione pratica dei prototipi.

Il target primario dei miei progetti, compresi quelli la cui filosofia tecnica mi appresto a descrivere (basato sulla mia personale e molto particolare esperienza di appassionato nonché tecnico che nel corso di quarant'anni di attività giornalistica ha condotto a termine centinaia di prove di sistemi di altoparlanti di ogni tipo), è sempre stato quello di garantire una riproduzione più rispettosa possibile delle caratteristiche del segnale acustico originale registrato dai microfoni impiegati dai migliori tecnici del suono che hanno di volta in volta reso disponibili in varia forma le loro registrazioni.

Non per nulla uno di questi tecnici, famoso in tutto il mondo per la grande qualità delle sue registrazioni (il fondatore degli Sheffield Lab, Doug Sax), quando ascoltò un suo disco attraverso due dei *miei* diffusori decise di inviare alla rivista americana Absolute Sound una lettera nella quale dichiarava di avere potuto sentire uscire da quelle casse (le ESB 7/06) lo stesso suono sia del suo pianoforte suonato da Lincoln

Mayorga sia della voce della cantante Amanda Mc Broom che aveva ascoltato dal vivo mentre effettuava la registrazione. Il disco in questione apparteneva alla famosa serie dei vinili Direct to Disc della Sheffield ed il suo titolo era "Growing up in Hollywood Town".



Fig.1 – La copertina di The Absolute Sound di marzo 1983 e la copertina del disco Sheffield ascoltato da Doug Sax con le ESB 7/06 al Las Vegas CES di gennaio dello stesso anno.

Dunque non stiamo parlando né di andamento generale della risposta in frequenza né di effetti speciali, bensì di quello che da un punto di vista squisitamente tecnico sarebbe bene prevedere in ogni progetto di diffusori acustici hi-end per consentire la fruizione di una riproduzione più *fedele* e *naturale* possibile.

Dichiarato un target che potrebbe essere facilmente condiviso anche da qualunque responsabile, tecnico o commerciale che sia, di qualunque Casa produttrice sia di diffusori acustici sia di qualsiasi altro componente di un impianto hi-fi, vediamo quali condizioni, limitandoci ai diffusori acustici, personalmente ho sempre considerato inderogabili per il suo raggiungimento.

### **La sensibilità**

Vuoi che si tratti di un concerto Rock, piuttosto che di un complesso da camera, una orchestra sinfonica, un gruppo jazz o anche solo un pianoforte ed un cantante, le caratteristiche acustiche del locale dove li ascolteremmo dal vivo insieme ad un pubblico composto da altri spettatori saranno verosimilmente molto differenti da quelle della sala d'ascolto di casa nostra.

Basta già questa semplice constatazione, unita magari a qualche dato sulla sopportabilità dei suoni generati dal nostro impianto da parte dei vicini, a farci ritenere completamente sbagliato cercare di raggiungere in ambito domestico gli stessi livelli acustici massimi consentiti nei pub, auditorium e stadi.

Durante molti anni di frequentazione degli impianti e degli ambienti più disparati, ho maturato la personale convinzione che per ascoltare musica traendone la piacevole e gratificante sensazione di trovarsi in condizioni molto simili a quelle "live" è bene che il massimo livello di picco che dovremo essere in grado di raggiungere nella nostra postazione d'ascolto (ma possibilmente non superare mai) debba essere di circa 113 dB SPL.

Al quale corrisponderà un livello che mediamente raggiungerà gli 83 dB. Simile a quello raggiunto al massimo da un complesso da camera in un piccolo auditorium, ad esempio.

Naturalmente, a parità di livello di picco, il livello acustico medio potrà anche essere più alto di 83 dB ove il segnale che stiamo riproducendo sia caratterizzato da un fattore di cresta inferiore ai 20 dB (corrispondente ad un rapporto 10 fra la tensione massima di picco e la media fornita ai diffusori).

Per poter raggiungere i 113 dB di picco a 2,5 m in un normale ambiente domestico avente una superficie di 20 mq ed una altezza di 2,8 metri, caratterizzato da un tempo di riverbero medio di 0,7 s e con diffusori aventi una sensibilità di 87 dB/W/m dovremo impiegare un amplificatore capace di circa 94 watt RMS per canale. Potenza che non mi sembra particolarmente difficile o costosa da reperire, nel 2012. Ove invece l'appassionato sia particolarmente ben dotato in fatto di ambiente d'ascolto e disponga di una sala da ben 70 mq alta 3 m (ovvero di un volume di 210 metri cubi) abbastanza assorbente (cioè caratterizzata, nonostante le dimensioni, da un tempo di riverbero di soli 0,5 s), se decidesse di porsi a 4 metri di distanza dai diffusori, per ascoltare ad un livello adeguato con le stesse casse da 87 dB/W/m avrà bisogno di un amplificatore da almeno 450 watt per canale. Potenza che naturalmente le casse dovranno essere in grado di sopportare.

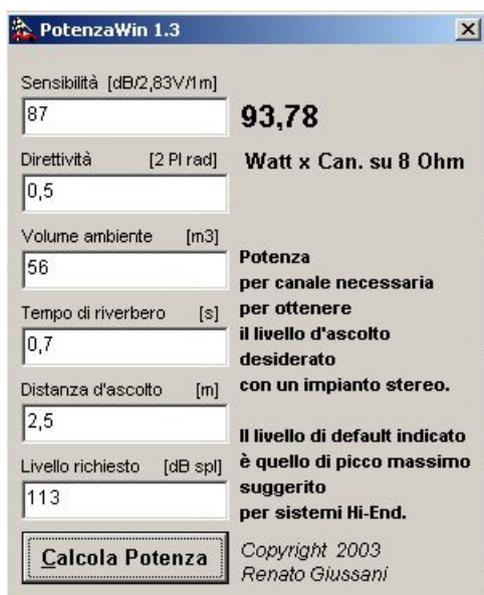


Fig.2 – Il programma PotenzaWin impiegato per calcolare la potenza necessaria per sonorizzare un tipico ambiente domestico con diffusori aventi una sensibilità di 87 dB/W/m.

Archiviato quindi il primo dato tecnico di base che io mi impongo normalmente di dover rispettare, quantomeno per diffusori non destinati ad impianti milionari, ovvero una sensibilità di circa 87 dB/W/m, vediamo a cosa si possa tecnicamente attribuire la capacità di emettere il suono con modalità tali da renderne la fruizione più naturale possibile.

Ipotizziamo che l'ambiente d'ascolto sia esente da difetti acustici gravi, ovvero che le sue tre dimensioni siano diverse fra loro e non multiple e che assorbimento e diffusione siano ben calibrati per la posizione d'ascolto prevista.

A quali problemi potremmo andare incontro quando dovessimo disporre i nostri altoparlanti in modo *sbagliato*?

### **La posizione del woofer**

Se ad esempio disponiamo di diffusori dotati di woofer che funzionano fino ad una frequenza relativamente elevata (per fissare le idee potremmo ipotizzare ad esempio 600 Hz) il suono emesso da tali woofer verso il pavimento che, riflesso da questo, raggiungesse le nostre orecchie con un ritardo eccessivo rispetto al suono diretto potrebbe facilmente causare delle cancellazioni che altererebbero la timbrica percepita in modo per me non accettabile.

Ecco perché una delle mie scelte primarie nel progetto dei diffusori Delta 4 è sempre stato quello di porre i loro woofer ad una distanza dal pavimento molto ridotta e tale che la riflessione sul pavimento non potesse causare danni. Nel caso del modello GR Delta 4 R10, che di woofer ne impiega due, anche la frequenza di fine banda della emissione del woofer più alto è ancora sufficientemente bassa da non avere problemi. Prendiamo ora ad esempio uno dei modelli della Serie Delta per fare qualche calcolo ed altre due considerazioni relative alla posizione del woofer che potranno chiarire abbastanza facilmente sia quanto appena asserito che altri aspetti legati alla posizione del woofer.



*Fig.3 – I diffusori GR Delta 4 R9 citati nel testo.*

Con riferimento alla Fig.4 possiamo facilmente calcolare per quale frequenza il suono diretto emesso dal woofer e quello riflesso dal pavimento arriverebbero alle orecchie dell'ipotetico ascoltatore in controfase, causando una forte attenuazione nella risposta in frequenza del diffusore.

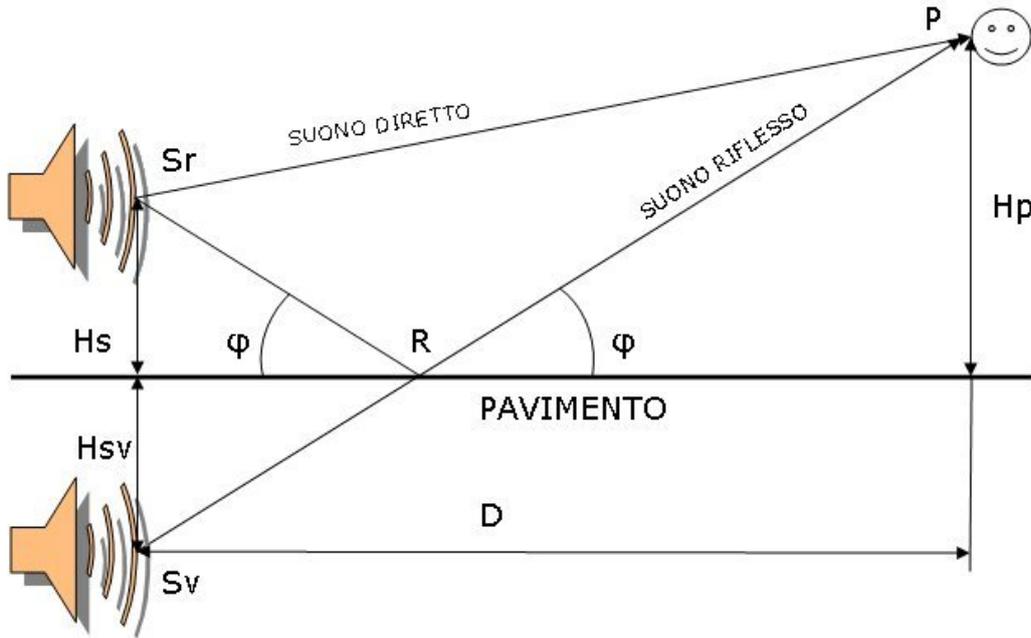


Fig.4 - La riflessione della emissione di un altoparlante da parte del pavimento può essere considerata emessa dalla sua sorgente immagine posta sotto al pavimento stesso.

Per una distanza  $D = 2,5\text{m}$  una quota del woofer  $H_s = 50\text{cm}$  ed una quota delle orecchie  $H_p = 110\text{cm}$ , utilizzando il teorema di Pitagora si può calcolare che il cammino diretto vale

$$S_R P = \text{SQR}[D^2 + (H_p - H_s)^2] = \text{SQR}[2,5^2 + (1,1 - 0,5)^2] = 2,571 \text{ m}$$

Tenendo presente che il suono riflesso dal pavimento può essere considerato emesso dalla sorgente immagine dell'altoparlante che si trova sotto al pavimento, e che

$$H_{sv} = H_s$$

il tragitto riflesso sarà invece

$$S_v P = \text{SQR}[D^2 + (H_p + H_{sv})^2] = \text{SQR}[2,5^2 + (1,1 + 0,5)^2] = 2,968 \text{ m}$$

e la differenza fra i due cammini sarà dunque

$$\Delta = 2,968 - 2,571 = 0,397 \text{ m}$$

corrispondente alla mezza lunghezza d'onda di un suono a 433 Hz, frequenza alla quale un ascoltatore le cui orecchie siano poste in P, se la risposta del woofer fosse estesa oltre questa frequenza percepirebbe una attenuazione nella risposta in frequenza.

Venendo alle nostre Delta 4 R9, dato che in questo modello la frequenza passa-basso del woofer è posta a circa 320 Hz, volendo evitare qualsiasi problema è bene che eventuali interferenze con la riflessione dal pavimento avvengano a frequenze superiori.

E infatti il woofer di questa cassa è posto molto più vicino al pavimento: esattamente ad una quota di 26 cm che, per le stesse condizioni di ascolto già viste, comporterebbe una frequenza della attenuazione nella risposta ad 824 Hz. Ben superiore ai 320 Hz ai quali la emissione del woofer, a causa dell'incrocio con il midrange, è già attenuata di 6 dB.

**Ma i vantaggi della vicinanza del woofer di un sistema multivia al pavimento non si esauriscono certo qui.**

Un altro effetto positivo consiste nell'aumento del livello del woofer percepibile dalla posizione d'ascolto.

Tale incremento, che va ad incrementare sia il campo diretto che quello riverberato, nella configurazione Delta 4 avviene su tutta la banda riprodotta dal woofer e in ambiente chiuso vale circa 2 dB.

Dato che il woofer, in qualsiasi sistema multivia ben progettato, è il trasduttore meno sensibile fra tutti quelli impiegati, ecco che un aumento del livello globale nella posizione d'ascolto relativo alla emissione di questo altoparlante si traduce automaticamente nella possibilità di realizzare un diffusore la cui sensibilità sia tutta più alta di 2 dB rispetto a quella di un identico sistema il cui woofer sia montato lontano dal pavimento.

Un altro vantaggio non trascurabile che discende dalla vicinanza del woofer al pavimento è la maggiore insensibilità del sistema che lo utilizza alle variazioni delle caratteristiche dell'ambiente nel quale venga installato.

Per prenderne facilmente atto, ove non sia possibile procedere all'ascolto degli stessi diffusori Delta 4 in molti ambienti diversi (cosa che naturalmente io, in 35 anni di lavoro e rilevazioni sul campo da quando ho proposto la prima volta le Delta 4 Audiolab, ho potuto verificare moltissime volte), bastano poche considerazioni alla portata di chiunque.

In qualsiasi ambiente destinato a civile abitazione che venga scelto per la riproduzione di musica alta fedeltà è ben improbabile che una delle dimensioni orizzontali della stanza sia inferiore o uguale alla sua altezza.

Questo comporta la immediata conseguenza che in tutti gli ambienti d'ascolto degli audiofili, più o meno impegnati che siano, le due superfici di chiusura dell'ambiente aventi la maggior superficie sono proprio il soffitto e il pavimento.

Tali superfici, soprattutto nelle costruzioni moderne con struttura in cemento armato, sono anche le più rigide in assoluto e sia il loro peso per mq che la loro rigidità sono molto simili anche al variare dell'abitazione presa in considerazione.

In aggiunta, fra le due, noi siamo abituati a vivere molto più vicini al pavimento. Ciò comporta che il pavimento diventi la superficie più importante per i nostri ascolti, acusticamente in grado di intercettare e riflettere meglio il maggior numero delle onde acustiche emesse nell'ambiente, a maggior ragione se emesse in sua prossimità come abbiamo visto.

E il suo "funzionamento" sarà estremamente simile anche in ambienti diversi, garantendo sempre la immissione in ambiente da parte del woofer della stessa potenza acustica.

Vedremo fra poco come unendo questa condizione ad una emissione delle frequenze medie e alte tale da essere poco influenzata dall'acustica dell'ambiente possa garantire una versatilità senza pari, consistente appunto in una timbrica che varia molto meno rispetto a quella offerta da sistemi diversi, anche in ambienti differenti.

### **La emissione della gamma media**

Come nel caso del woofer, anche la emissione del midrange, quantomeno sulla parte bassa della gamma che questo componente è normalmente chiamato a riprodurre, è normalmente abbastanza ampia sia sul piano orizzontale che verticale.

Per quanto riguarda la dispersione orizzontale è bene però che questa non sia eccessiva, dato che altrimenti potrebbe comportare delle fastidiose riflessioni sulla pareti laterali che si trovassero troppo vicine al diffusore.

Nella configurazione Delta 4 la emissione laterale viene ridotta grazie ad un pannello di carico del midrange dalla dimensione orizzontale estremamente contenuta, che oltre a

diminuire il livello dell'emissione verso le pareti laterali, ottiene anche una serie di altri vantaggi che andremo subito ad esplicitare.

Anzitutto, un diagramma polare che privilegi l'emissione frontale rispetto a quella laterale consente di orientare l'emissione come richiesto dalla tecnica dell'NPS orizzontale (spiegata esaurientemente nel fascicolo n.6 di AUDIOcostruzione), che in questo modo potrà aiutare a ridurre sostanzialmente sia la distorsione prospettica che quella timbrica conseguenti ad un ascolto del sistema stereo da posizione non perfettamente centrata. Inoltre, un pannello della sezione medio-alti la cui larghezza sia ben inferiore ai 20 cm (vedi articolo sulla diffrazione nel numero scorso di Audio Review) ottiene anche di non far percepire la diffrazione ai bordi del mobile, rendendo acusticamente invisibile il diffusore e consentendo di percepire il meglio possibile tutte le informazioni, contenute nel segnale audio impiegato, riguardanti le dimensioni degli strumenti reali il cui suono sia stato correttamente registrato.

Ma, la dimensione orizzontale ridotta del gruppo medio-alti ottiene anche almeno altri due effetti non da poco.



*Fig.5 - Il pannello medio-alti del diffusore GR Delta 4 R7.*

Il primo consiste nel fatto che le onde acustiche che il diffusore emette verso la parete ad esso posteriore, quando riflesse verso l'ascoltatore, potranno raggiungerlo senza incontrare sul loro cammino un ostacolo, consistente nel diffusore stesso, in grado di bloccarle. E questo fino ai 1000 Hz.

Questa condizione è estremamente simile a quella offerta dai diffusori elettrostatici, che grazie alla leggerezza della membrana emittente lasciano passare anch'essi quasi indisturbata la riflessione dalla parete posteriore, ottenendo di incrementare ulteriormente la sensazione di assenza fisica del diffusore e consentendo quindi di percepire molto meglio le informazioni originali relative alla fisicità degli strumenti registrati.

Il secondo effetto attribuibile alla dimensione ridotta consiste nel fatto che a partire dalla frequenza d'incrocio con la emissione del woofer ed a frequenze via via crescenti fino al limite di circa 1000 Hz, ovvero tutta la gamma maggiormente coinvolta nella creazione di un importante campo riverberato, l'emissione del midrange avrà caratteristiche di dispersione estremamente simili a quelle del woofer stesso (quasi omnidirezionali) ottenendo di rendere l'ascolto di questi due componenti estremamente omogeneo e l'immagine acustica coerente nonostante la rilevante distanza che li separa. Distanza che serve a determinare tre condizioni acustiche importanti.

La prima è dello stesso tipo di quella già vista a proposito della distanza dal pavimento del woofer, ma agendo in modo speculare.

Dato che il midrange di tutte le GR Delta 4 è posto costantemente a 110 cm da terra (come quello delle originarie Delta 4 Audiolab, ma anche delle ESB 7/06, ad esempio), con riferimento alla fig.4 per esso possiamo scrivere:

Percorso diretto  $S_{RP} = \text{SQR}[2,5^2 + (1,1 - 1,1)^2] = 2,5 \text{ m}$

Percorso riflesso  $S_{VP} = \text{SQR}[2,5^2 + (1,1 + 1,1)^2] = 3,3 \text{ m}$

e la differenza fra i due cammini sarà dunque

$$\Delta = 3,3 - 2,5 = 0,8 \text{ m}$$

Corrispondente alla mezza lunghezza d'onda di un suono a 215 Hz, frequenza che nessun midrange di nessuna Delta 4 emette ed in corrispondenza della quale non potrà quindi mai verificarsi alcuna cancellazione causabile dalla riflessione sul pavimento.

Altri effetti attribuibili alla altezza da terra di 110 cm del midrange sono quelli relativi alla percezione dell'altezza media della scena acustica, che si situerà esattamente di fronte a noi, ed alla dimensione verticale degli strumenti riprodotti, che sarà tanto più ampia quanto più il suono dello strumento stesso sia caratterizzato da uno spettro di frequenze che comprenda sia la gamma media emessa dal midrange che la medio-bassa e bassa emesse dal woofer.

L'effetto sarà quindi di percepire, ad esempio, un violoncello più grande di un violino, ricreando naturalmente la situazione reale nella quale per emettere in modo consistente frequenze via via sempre più basse gli strumenti acustici (e non elettronici) devono essere caratterizzati da dimensioni via via crescenti.

### **La struttura dei mobili**

L'aspetto più importante riguardo la funzione dei mobili che sostengono i trasduttori di un diffusore acustico, riguarda anzitutto le sue dimensioni, ma i materiali impiegati e la forma adottata non sono da meno.

Il volume del mobile di carico del woofer viene scelto in primis in base alla tipologia di funzionamento maggiormente rispondente alla filosofia di progetto considerata.

Ove uno degli aspetti principali sia costituito dalla assenza di code sonore generate dal diffusore stesso, la tipologia di carico preferibile è da sempre la più semplice, ovvero la cassa chiusa.

Tale sistema consente infatti di evitare molto semplicemente la nascita di qualsiasi rumore spurio nonché l'uso di una buona quantità di assorbente acustico in grado di ottenere il massimo smorzamento della emissione posteriore dell'altoparlante che avviene entro il volume di carico, evitando a priori qualsiasi eventuale problema di rimbombo.

A questa condizione di per sé già molto positiva si può poi aggiungere una forma non parallelepipedica del mobile e tale quindi da escludere la possibilità di nascita di risonanze e onde stazionarie interne.



*Fig.6 - Il volume di carico del woofer del diffusore GR Delta 4 R7. La sua forma è tale da minimizzare l'insorgenza di rimbombi od onde stazionarie interne.*

Per concludere, la attenuazione della risposta in frequenza di un woofer caricato in cassa chiusa (condizione di carico detta anche sospensione pneumatica o acoustic suspension) all'estremo inferiore avviene al blando ritmo di 12 dB/ottava, comportando quindi sia rotazioni di fase contenute (che contribuiscono a rendere l'ascolto dei suoni riprodotti più simile a quello naturale dello strumento registrato) e l'assenza della sensazione di risonanza localizzata sempre associata ad una limitazione brusca della risposta al low-end, tipica ad esempio dei sistemi reflex con allineamento B4 (impiegati di solito per estendere il più possibile la risposta di altoparlanti molto efficienti).

Quanto al materiale impiegato, è noto a qualsiasi progettista che debba essere il più pesante possibile, compatibilmente con le sue caratteristiche di smorzamento.

Mobili di acciaio, di vetro o di marmo, ad esempio, non rappresenterebbero certamente la soluzione migliore, a meno che le risonanze proprie dei loro pannelli non venissero adeguatamente smorzate con l'applicazione di strati bituminosi o simili in grado di dissipare bene la notevole energia sempre associata alle vibrazioni di pannelli pesanti. Nei mobili dei diffusori Delta Butterfly, ad esempio, lo strato smorzante impiegato è piombo. Caratterizzato sia da un elevato peso che da una elevata plasticità e tale quindi da isolare in modo ottimale il suono emesso all'interno del mobile (già ampiamente coibentato) dal mondo esterno.

### **I pannelli di tela**

Fermandoci qui per quanto riguarda gli aspetti più tecnici riguardanti gli aspetti acustici della filosofia di progetto dei sistemi Delta 4 (cui appartiene di diritto anche il Kit The Audio Speaker presentato sulle pagine di questa stessa rivista fra il 1986 e il 1988), e rimandando eventualmente ad altra occasione una descrizione degli aspetti elettrici, vorrei richiamare ora la vostra attenzione sull'importanza dei pannelli di copertura della struttura tecnica dei diffusori, la cui caratteristica acustica più importante è che influiscano il meno possibile sulle caratteristiche del suono che li attraversa.

Oltre ad avere un evidente compito protettivo dai raggi ultravioletti, dalla polvere e dalle attenzioni di ascoltatori troppo affettuosi (fra i quali potremmo annoverare anche piccoli animali domestici), le tele normalmente impiegate svolgono spesso anche la funzione di completamento estetico dei mobili.

Nel caso delle GR Delta 4 tale funzione è stata visibilmente esaltata dalla decisione di ispirarne la forma a quella di un grattacielo di Manhattan (New York) opera del 1974 di un famoso architetto, il Grace Building di Gordon Bunshaft.



*Fig.7 - Il Grace Building di Manhattan (New York ), opera del 1974 del famoso architetto Gordon Bunshaft, cui è ispirata la forma dei telai di copertura dei diffusori GR Delta 4.*

Ma oltre a quanto appena detto, la tela di copertura svolge anche un importantissimo ruolo psicoacustico, troppo spesso sottovalutato dagli audiofili più innamorati della tecnica che della musica.

Quello di occultare la vista dei trasduttori e consentire più facilmente la nascita di una percezione della scena acustica e delle sue sorgenti svincolata dalle sensazioni visive e maggiormente correlata alle informazioni acustiche originali presenti nel segnale che viene riprodotto. Informazioni che con diffusori aventi struttura “Delta 4 Style” assumono, come abbiamo visto, una importanza determinante per il raggiungimento di condizioni di ascolto massimamente realistiche, naturali e rispettose delle caratteristiche proprie del segnale registrato.

**In conclusione di questa serie di considerazioni, auspico che un numero sempre maggiore di audiofili siano essi semplici appassionati come pure progettisti od autocostruttori, attribuiscono una importanza crescente agli aspetti acustici e psicoacustici descritti, che personalmente considero fondamentali per il raggiungimento del migliore e più naturale ascolto di qualsiasi impianto alta fedeltà di un certo impegno.**

**audioplay**