



di Marcello Croce

JBL 4660

Quello di cui ci occupiamo in queste pagine non è propriamente una novità, dal momento che si tratta di un sistema di altoparlanti che già da qualche anno la JBL ha reso disponibile sul mercato, ma è senza ombra di dubbio un oggetto unico, espressamente progettato per una particolare applicazione nella quale non ha rivali proprio perché non ha alternative direttamente confrontabili.

Si tratta di un oggetto che, a torto, il mercato italiano ha un po' trascurato, in parte perché forse non è stato capito, ed in parte perché forse non è stato adeguatamente reclamizzato

«Sistema di altoparlanti a copertura definita»: con queste parole la JBL definisce il 4660, un oggetto che pur essendo senza ombra di dubbio una cassa acustica, appare subito così strano ed anticonvenzionale da lasciare quantomeno perplessi sulla sua utilizzazione.

Eppure, come vedremo, si tratta di quanto di meglio si possa utilizzare per risolvere determinati problemi di sonorizzazione, e questo grazie ai particolari accorgimenti costruttivi della realizzazione.

Di forma assai insolita, il 4660 appare come un parallelepipedo a sezione rettangolare con un lato smussato, su cui sono montati due altoparlanti di cui uno, la tromba dei medioalti, testimonia chiaramente le enormi, e per molti versi ancora inesplorate possibilità offerte dal caricamento a tromba degli altoparlanti, soprattutto per quanto riguarda l'ottenimento di particolari caratteristiche di dispersione e direttività, del tutto incontrollabili con i trasduttori a cupola. L'altro altoparlante è invece un woofer da 15", il ben noto modello JBL 2225J. Di per sé il montaggio degli altoparlanti sul mobile appare pure anticonvenzionale, e, come vedremo, è il risultato di un'attentissima analisi di funzionamento del sistema. È infatti impossibile apprezzare quest'oggetto senza conoscere i principi su cui basa il suo funzionamento.

Descrizione

Lo scopo che si propone il sistema 4660 è apparentemente semplice: sonorizzare una

superficie di pianta rettangolare posta in posizione obliqua rispetto all'asse di emissione del diffusore.

Ed è questo un compito che normalmente si cerca di approssimare con complessi «cluster» di altoparlanti, che utilizzano una o più trombe ad elevato Q e limitata dispersione per sonorizzare la parte più distante dalla sorgente acustica, ed una o più trombe a Q più contenuto e dispersione più ampia per sonorizzare la parte di superficie più vicina alla sorgente acustica, poiché l'obiettivo di ogni sensato progetto di impianto di sonorizzazione è anche mantenere costante il rapporto campo diretto/campo riverberato, indipendentemente dalla distanza del punto d'ascolto dalla dislocazione della sorgente sonora.

La 4660 riesce a raggiungere questo obiettivo mediante un unico trasduttore, che è appunto costituito da una particolarissima tromba che presenta contemporaneamente differenti caratteristiche di direttività in funzione dell'inclinazione dell'asse.

Identificare l'asse di irradiazione della tromba, che viene comunque considerato l'asse di emissione della 4660, non è cosa facile, dal momento che mancano i consueti riferimenti normalmente utilizzati per definirlo.

D'ora in poi considereremo l'asse di emissione della cassa quello indicato come «reference axis» nella figura 2.

Questa particolarissima tromba (che la JBL impiega anche nel sistema «domestico» Everest) è stata progettata da Don B. Keele jr., massima autorità nel campo dei trasduttori a

tromba, autore di numerosissimi studi di eccezionale interesse scientifico nonché padre della famiglia di trombe a direttività costante ElectroVoice serie HR (le vecchie trombe bianche), delle JBL BiRadial e degli Studio Monitor 4430 e 4435.

La dispersione di questa tromba vale 50° sul piano verticale, mentre sul piano orizzontale, la dispersione vale 110° per un'inclinazione di -25° rispetto all'asse di riferimento, e solo 38° per un'inclinazione di +25° rispetto all'asse di riferimento (Fig. 1).

Ciò comporta che la tromba in oggetto fornisce una dispersione variabile al variare dell'inclinazione sul piano verticale.

E già questo è un risultato «notevole assai». Ma non è finita, perché questa tromba mostra una direttività costante al variare della frequenza per ogni inclinazione dell'asse verticale. In realtà l'angolo di emissione è variabile sul piano verticale, ma sull'arco di frequenze riprodotte dalla tromba, la dispersione non varia per un'inclinazione fissa dell'asse.

Ma a che scopo tutto ciò? Lo scopo va ricercato nel tentativo di irradiare energia acustica su un arco maggiore di frequenze per posizioni d'ascolto più vicine alla sorgente sonora, e provvedere un restringimento di quest'arco per posizioni via via più lontane dalla sorgente sonora stessa. In questo modo, la tromba permette di mantenere costante il rapporto campo diretto/campo riverberato al variare della distanza dalla sorgente sonora, mediante una attentissima variazione della

dispersione, e mantenere costante tale rapporto consente, in definitiva, di mantenere costante il valore di Perdita percentuale di Articolazione delle Consonanti (%ALcons), quindi intelligibilità del messaggio riprodotto per posizioni d'ascolto a differente distanza dalla sorgente sonora.

Osservando un simile trasduttore, che riesce in un compito così difficile e condensa una tale quantità di accorgimenti, tradotti in prestazioni irraggiungibili dalle trombe tradizionali, non ci si può esentare dal provare ammirazione verso chi è stato capace di idearla, dal momento che la realizzazione di tale attrezzatura presenta, nell'ambito della progettazione dei trasduttori a tromba, delle difficoltà inimmaginabili, soprattutto perché la tromba stessa offre una direttività costante al variare della frequenza per ogni inclinazione dell'asse verticale.

Decisamente, tanto di cappello.

Dimenticavo, preso dalla foga di descrivere le prestazioni di questa tromba, di dire che il driver a compressione utilizzato è il modello da 1"2425J, con membrana da 2" in titanio e sospensione «diamond» tipica dei driver JBL. In confronto ad una sezione medi-alti di così notevoli caratteristiche, la sezione bassi può apparire quasi banale. La sezione bassi della 4660 è composta da un classico woofer da 15", e precisamente il modello JBL 2425J. Si tratta di un componente ben noto, dotato di una bobina mobile da 10 cm in rame a sezione rettangolare avvolto di taglio. Il cono è di tipo in cartone a profilo diritto con corrugazioni concentriche, mentre la sospensione in tessuto trattato è a doppia ripiegatura. I parametri di Small di tale woofer sono i seguenti: Re 12.9 (si tratta di un woofer da 16 ohm di impedenza nominale), Fs 40 Hz, Qts, .28, Qms 2.5, Qes.31, Vas 175 litri, RefEFF 3.5%, Sd.089 m², Xmax 5 mm, Vd 445 cm³, Pe 200 W, Le 2.2 mH. Si tratta evidentemente di un woofer di sensibilità piuttosto elevata, bassa cedevolezza, quindi una scelta ideale per impieghi P.A.

Da notare che il woofer è montato sul pannello inclinato del diffusore, e che quindi la sua condizione operativa lo porta a sfruttare il rinforzo consentito dal soffitto che ne riduce opportunamente l'angolo solido di radiazione, aumentandone l'emissione.



Caricato in bass reflex in circa 195 litri di volume accordati a circa 30 Hz, questo woofer produce una risposta massimamente piatta da 40 Hz fino a circa 200 Hz, per poi salire lievemente fino alla frequenza d'incrocio con la tromba, posta ad 800 Hz.

Le prestazioni che il costruttore dichiara sono le seguenti:

- Risposta in frequenza: 80-12000 Hz +/-4dB
- Sensibilità: 99dB SPL/1W/1m
- Potenza applicabile: 150 W continui
- Impedenza nominale 8 ohm.

Utilizzazione

A fronte di una complessità realizzativa così elevata, l'utilizzazione della JBL 4660 è decisamente semplice. Questo sistema di altoparlanti è stato studiato per funzionare come sistema di rinforzo sonoro (prevalentemente voce e musica) in ambienti destinati a congressi, conferenze ed attività similari.

Per questo motivo, si propone di generare una pressione costante al suolo, indipenden-

temente dalla distanza del punto d'ascolto. Inoltre, dal momento che la sorgente sonora è singola, la 4660 può fornire in ogni punto d'ascolto una risposta in frequenza del tutto esente da fenomeni di filtraggio a pettine. La 4660 va posizionata lungo l'asse di simmetria longitudinale di un ambiente.

La sua caratteristica saliente è la grande versatilità d'impiego, che la rende adattabile ad ambienti di varia forma rettangolare, trapezoidale, ecc., perché è sufficiente variare l'inclinazione della cassa rispetto al soffitto per provocare una «deformazione» della pressione sonora distribuita al suolo. Ovviamente il corretto posizionamento di tale diffusore necessita di un minimo di calcolo e sperimentazione, ma in questa operazione può essere di enorme aiuto il programma JBL CADP, che consentendo i file d'informazione sulla particolarissima dispersione della tromba, permette di scovare la posizione ideale con grande velocità.

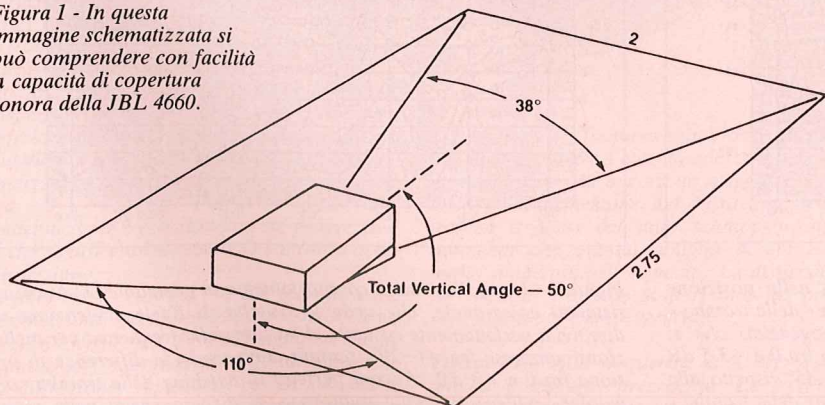
In ogni caso la JBL suggerisce la seguente regola per determinare il posizionamento della 4660.

1. Indirizzare l'asse della 4660 verso l'ultima fila di poltrone (in una sala congressuale).
2. Calcolare l'angolo di inclinazione con la seguente formula: $\beta = -\arctan(H/L)$ dove H è l'altezza di posizionamento al di sopra dell'area d'ascolto e L è la distanza orizzontale fra la 4660 e l'ultima fila di poltrone.
3. Cercare di installare la 4660 più alta possibile, minimizzando le variazioni di pressione.
4. Non installare la 4660 in stanze dove l'altezza sia inferiore ad 1/3 della larghezza dell'area d'ascolto.

(Sorpriendente che un costruttore dichiari quando non usare una attrezzatura di propria produzione: ciò è un evidente segno di quella grande serietà, che dobbiamo dire, ha sempre contraddistinto la casa americana, ndr).

5. Calcolare il rapporto fra le dimensioni della stanza larghezza/profondità. Una stanza più larga che profonda può essere adeguatamente sonorizzata da una 4660, fino al caso limite dove il rapporto larghezza/profondità non sia maggiore di 5/4.

Figura 1 - In questa immagine schematizzata si può comprendere con facilità la capacità di copertura sonora della JBL 4660.



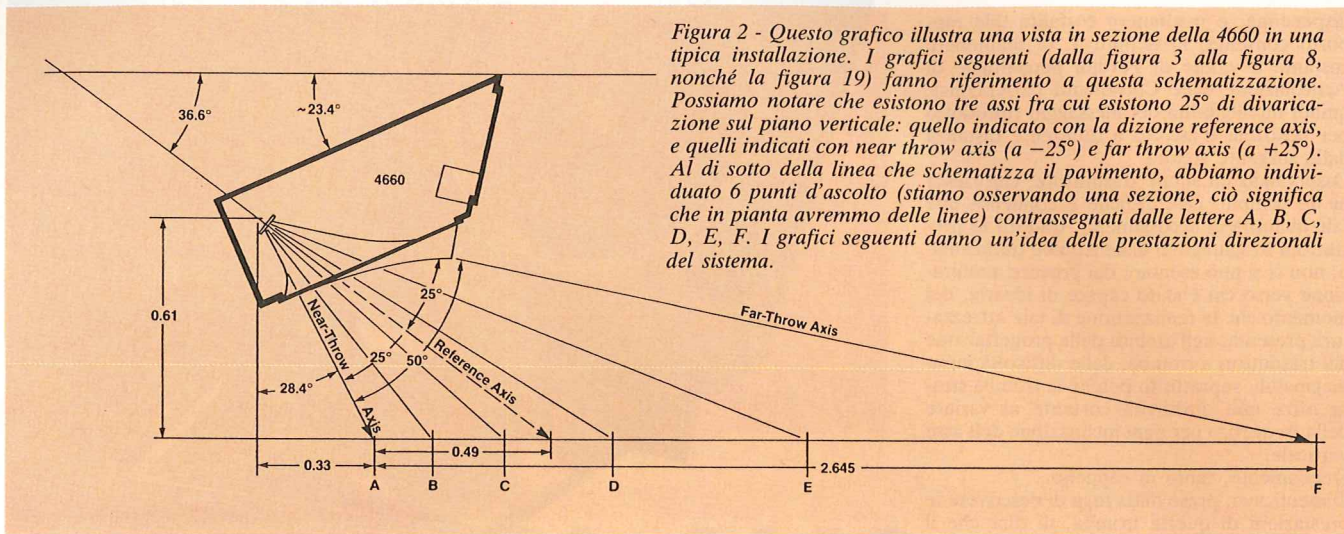


Figura 2 - Questo grafico illustra una vista in sezione della 4660 in una tipica installazione. I grafici seguenti (dalla figura 3 alla figura 8, nonché la figura 19) fanno riferimento a questa schematizzazione. Possiamo notare che esistono tre assi fra cui esistono 25° di divaricazione sul piano verticale: quello indicato con la dizione reference axis, e quelli indicati con near throw axis (a -25°) e far throw axis (a +25°). Al di sotto della linea che schematizza il pavimento, abbiamo individuato 6 punti d'ascolto (stiamo osservando una sezione, ciò significa che in pianta avremmo delle linee) contrassegnate dalle lettere A, B, C, D, E, F. I grafici seguenti danno un'idea delle prestazioni direzionali del sistema.

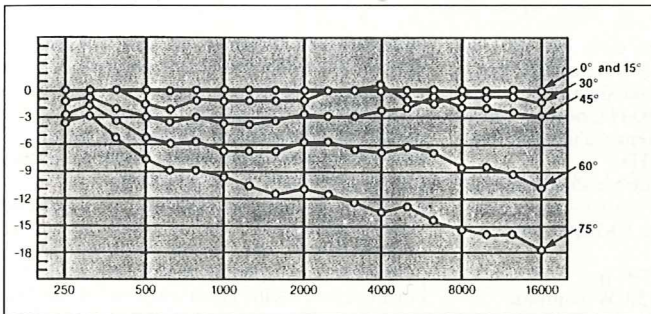


Figura 3 - Comportamento del sistema sulla «linea» A, fortemente decentrata rispetto all'asse principale della tromba. In questo punto la dispersione è massima (110°) ed infatti il sistema illustra una dispersione costante al variare della frequenza, ben oltre i $\pm 45^\circ$ di inclinazione sul piano orizzontale. La variazione di pressione al suolo, entro i predetti angoli di variazione, è inferiore a 3 dB, su tutta la gamma da 250 a 16000 Hz. Per un'inclinazione di ben 60° il livello è decaduto di circa 6 dB, raggiunge i -9 dB a 10000 Hz e si attesta sui -11 dB circa a 16000 Hz.

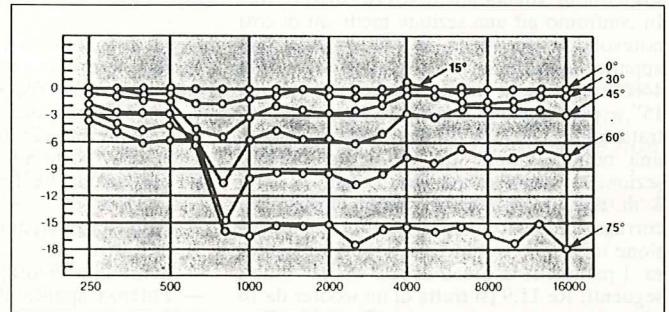


Figura 5 - Si illustra il comportamento nella posizione C. La dispersione è ancora più ristretta, e si nota ancora un eccellente comportamento compreso fra 0 e -3 dB per inclinazioni comprese fra $\pm 30^\circ$, con un'unica ininfluente disomogeneità ad 800 Hz causata dall'aumento di direttività del sistema dal momento che ci troviamo alla frequenza di transizione fra woofer e tromba, che come noto emettono energia contemporaneamente.

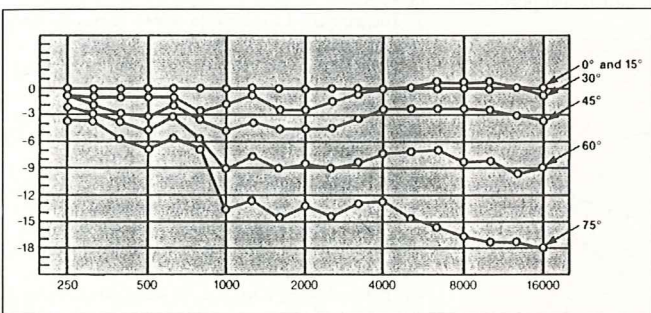


Figura 4 - Qui possiamo vedere il comportamento nella posizione contrassegnata con B, dove la dispersione «orizzontale» della tromba è già più ridotta. Possiamo notare un'eccellente omogeneità, che si contiene abbondantemente entro l'intervallo compreso fra 0 e -3.5 dB da 250 Hz a 16000 Hz per inclinazioni pari a $\pm 45^\circ$ rispetto alla verticale (0°). All'inclinazione pari a $\pm 60^\circ$ l'emissione della tromba è giustamente attenuata (benché continui, incredibilmente, ad essere costante fra i 1000 ed i 16000 Hz) di 9 dB.

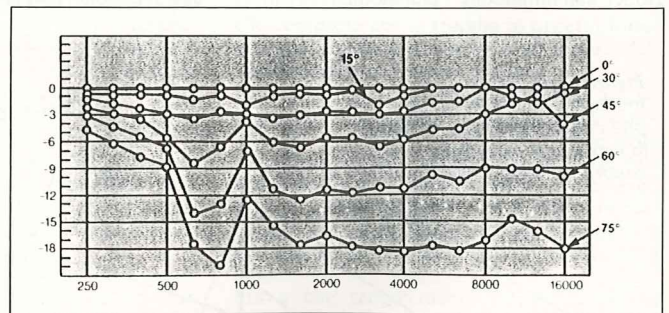


Figura 6 - È qui illustrato il comportamento in posizione D. Ancora un risultato eccezionale, che vede la tromba di Keele evidenziare una direttività perfettamente costante al variare della frequenza per inclinazioni comprese fra $\pm 30^\circ$, sempre contenendo le differenze di pressione fra 0 e -3 dB. Ancora perfetto il matching della tromba con il woofer, evidenziato dalla mancanza di disomogeneità nella regione della frequenza d'incrocio.

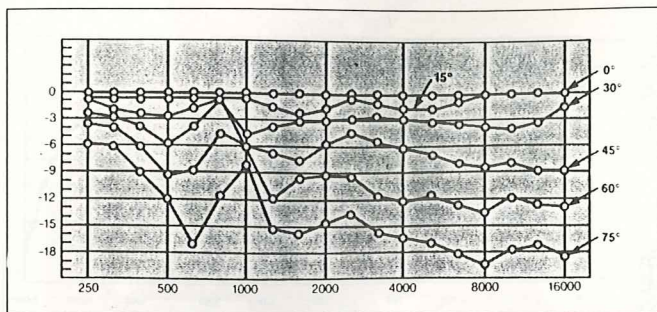


Figura 7 - È illustrato il comportamento in posizione E. Possiamo osservare che la dispersione è sempre costante, e si mantiene entro 0 e -3dB per inclinazioni pari a $\pm 30^\circ$ su tutta la gamma riprodotta da 250 a 16000 Hz. È davvero eccellente la costanza di direttività anche per inclinazioni ben superiori ($\pm 60^\circ$).

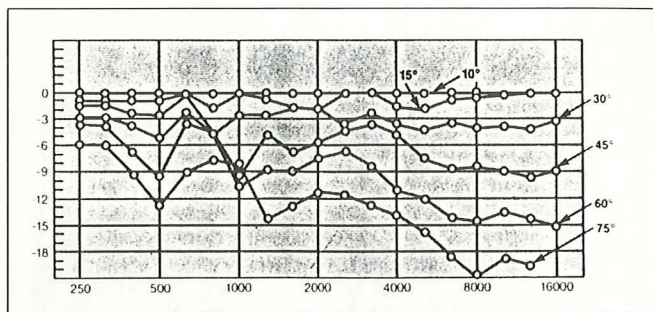


Figura 8 - È qui illustrato il comportamento in posizione F, quella maggiormente disassata sul piano verticale, insieme alla posizione A. Ancora una volta è da notare il perfetto comportamento della tromba che contiene fra 0 e -3dB tutta la gamma (250 - 16000 Hz) per inclinazioni comprese fra $\pm 30^\circ$.

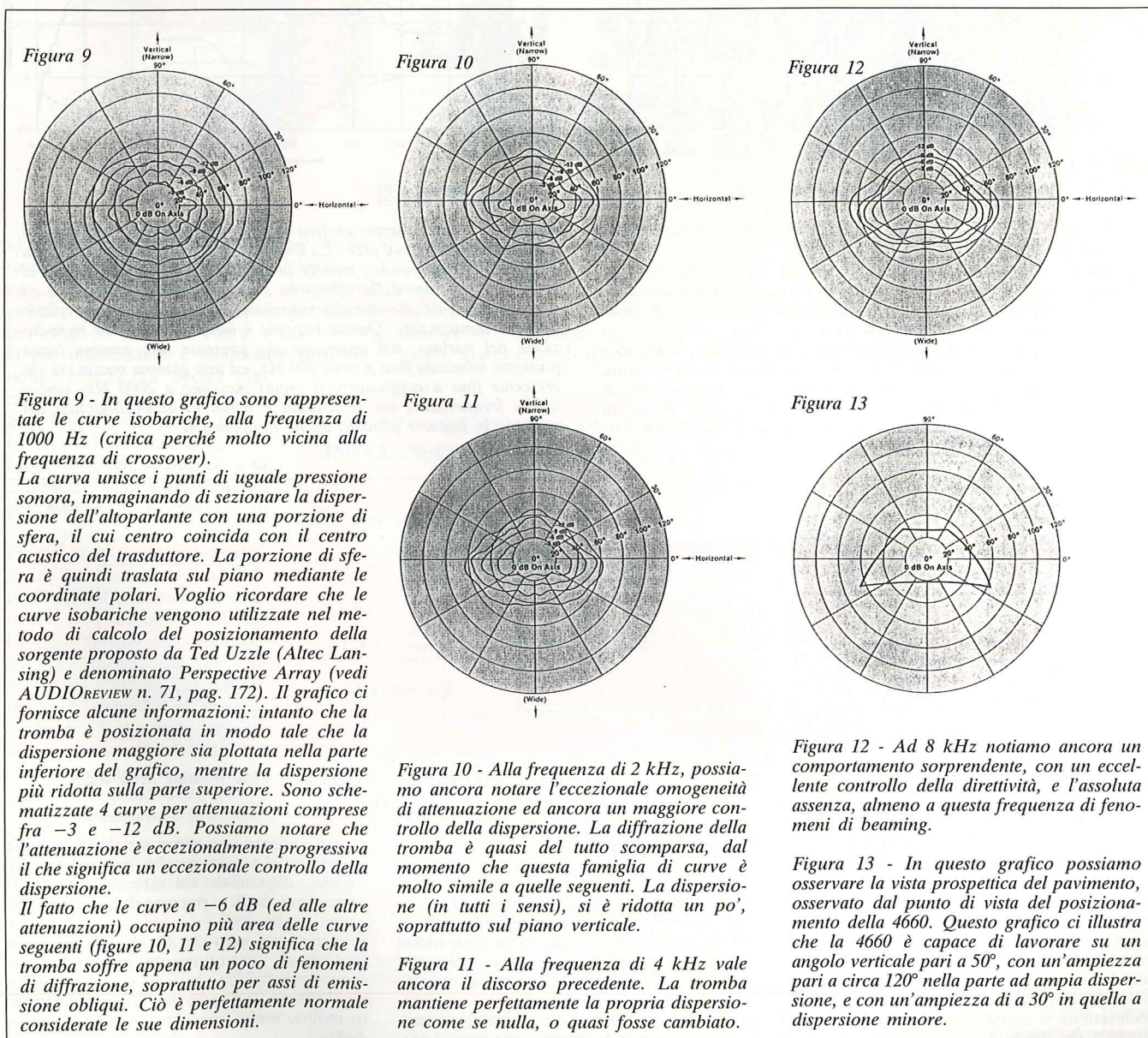


Figura 9 - In questo grafico sono rappresentate le curve isobariche, alla frequenza di 1000 Hz (critica perché molto vicina alla frequenza di crossover).

La curva unisce i punti di uguale pressione sonora, immaginando di sezionare la dispersione dell'altoparlante con una porzione di sfera, il cui centro coincida con il centro acustico del trasduttore. La porzione di sfera è quindi traslata sul piano mediante le coordinate polari. Voglio ricordare che le curve isobariche vengono utilizzate nel metodo di calcolo del posizionamento della sorgente proposto da Ted Uzzle (Altec Lansing) e denominato Perspective Array (vedi AUDIOREVIEW n. 71, pag. 172). Il grafico ci fornisce alcune informazioni: intanto che la tromba è posizionata in modo tale che la dispersione maggiore sia plottata nella parte inferiore del grafico, mentre la dispersione più ridotta sulla parte superiore. Sono schematizzate 4 curve per attenuazioni comprese fra -3 e -12 dB. Possiamo notare che l'attenuazione è eccezionalmente progressiva il che significa un eccezionale controllo della dispersione.

Il fatto che le curve a -6 dB (ed alle altre attenuazioni) occupino più area delle curve seguenti (figure 10, 11 e 12) significa che la tromba soffre appena un poco di fenomeni di diffrazione, soprattutto per assi di emissione obliqui. Ciò è perfettamente normale considerate le sue dimensioni.

Figura 10 - Alla frequenza di 2 kHz, possiamo ancora notare l'eccezionale omogeneità di attenuazione ed ancora un maggiore controllo della dispersione. La diffrazione della tromba è quasi del tutto scomparsa, dal momento che questa famiglia di curve è molto simile a quelle seguenti. La dispersione (in tutti i sensi), si è ridotta un po', soprattutto sul piano verticale.

Figura 11 - Alla frequenza di 4 kHz vale ancora il discorso precedente. La tromba mantiene perfettamente la propria dispersione come se nulla, o quasi fosse cambiato.

Figura 12 - Ad 8 kHz notiamo ancora un comportamento sorprendente, con un eccellente controllo della direttività, e l'assoluta assenza, almeno a questa frequenza di fenomeni di beaming.

Figura 13 - In questo grafico possiamo osservare la vista prospettica del pavimento, osservato dal punto di vista del posizionamento della 4660. Questo grafico ci illustra che la 4660 è capace di lavorare su un angolo verticale pari a 50° , con un'ampiezza pari a circa 120° nella parte ad ampia dispersione, e con un'ampiezza di 30° in quella a dispersione minore.

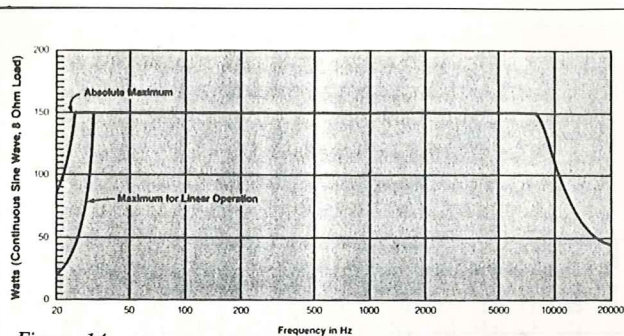


Figura 14

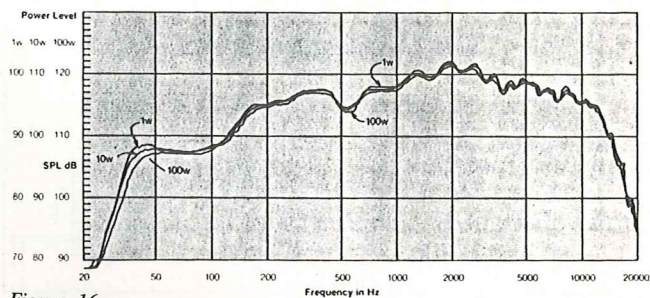


Figura 16

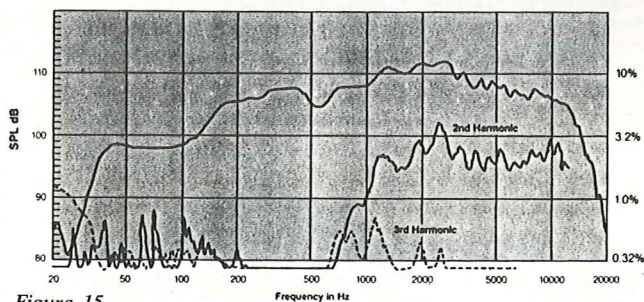


Figura 15

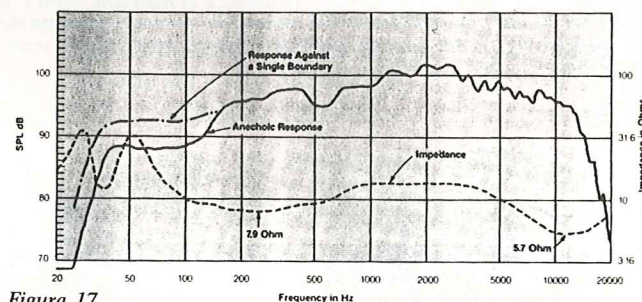


Figura 17

Figura 14 - Il grafico illustra la massima potenza applicabile in ingresso.

Figura 15 - Il grafico illustra la distorsione di 2a e 3a armonica, per 10 W applicati in ingresso. Si può vedere la classica distorsione della gola, tipicamente di 2a armonica, nella gamma d'intervento della tromba. Ottimamente contenuta la 3a armonica.

Figura 16 - Il grafico illustra la compressione dinamica, a 85, 95 e 105 dB di pressione sonora ad 1 metro. Il comportamento è ottimo, su tutta la banda. Soltanto il woofer evidenzia appena un po' di compressione dinamica e solo in corrispondenza della frequenza limite inferiore, dovuto prevalentemente a limiti di escursione.

Figura 17 - In questo grafico possiamo notare la risposta in frequenza rilevata sull'asse. La linea continua è riferita alla misura in condizioni anecoiche, mentre la linea punteggiata si riferisce al rinforzo consentito dalla riflessione sulla parete (corrispondente ad un rialzo di 6 dB dovuto alla riduzione dell'irradiazione da spazio intero a semispazio). Questa risposta è ottimizzata per la riproduzione del parlato, dal momento che presenta una gamma bassa piuttosto attenuata fino a circa 200 Hz, ed una gamma media via via crescente fino a raggiungere il punto massimo a 2000 Hz, cioè a quella frequenza il cui contributo è massimo all'intelligibilità del parlato. In basso è plottata anche l'impedenza.

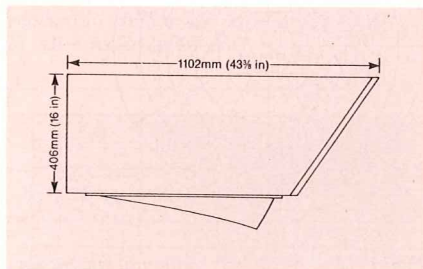


Figura 18 - Vista laterale della 4660.

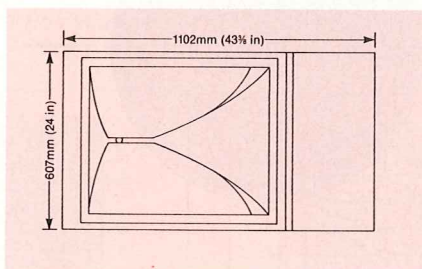


Figura 19 - Vista lato inferiore della 4660.

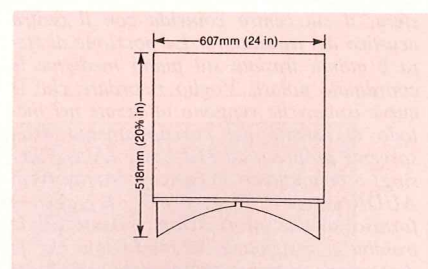


Figura 20 - Vista frontale della 4660.

6. Stanze quadrate possono essere sonorizzate con facilità dalla 4660. La posizione che permette minori variazioni della pressione sonora è quella dove l'altezza di posizionamento è massima.

7. Stanze più lunghe che larghe possono essere agevolmente sonorizzate ed ottenere una buona uniformità della pressione sonora per un'ampia superficie d'ascolto. L'angolo di inclinazione è comunque calcolabile con la formula del punto 2.

Conclusioni

Se la strada verso sistemi di sonorizzazione di maggiore qualità è certamente nella ricerca, nella progettazione di sistemi di altoparlanti studiati espressamente per precise applicazioni, la JBL ha certamente creato un oggetto che in talune applicazioni non ha assolutamente rivali sia perché non è possibile ottenere, da un'unica cassa acustica che viene fornita

la bella pronta per essere installata le stesse caratteristiche, sia perché non esiste una tromba, disponibile sul mercato, che abbia prestazioni simili o paragonabili a quella impiegata nella 4660.

È certamente vero che un cluster di trombe tradizionali, accuratamente progettato, può fornire prestazioni simili ed anche superiori, ma il prezzo da pagare può divenire facilmente molto, molto più elevato di una singola 4660.