

**JBL**

®



**LS SERIES**  
WHITE PAPER TECNICO



## INTRODUZIONE

### LA SERIE LS: UNA NUOVA E MODERNISSIMA ESPRESSIONE DELLE TECNOLOGIE JBL® PIÙ AVANZATE

I nuovi diffusori della serie LS condividono la filosofia di progetto e la configurazione con driver a compressione/tromba Bi-Radial® insieme ai diffusori JBL Project K2®, Project Array™ e Project Everest DD66000 rinomati in tutto il mondo: i dispositivi più vicini agli strumenti musicali mai sviluppati dagli ingegneri JBL.

Nelle alte frequenze i diffusori della serie LS impiegano un driver a compressione ad alta frequenza con direttività costante e tweeter anulari per frequenze ultra alte in un baffle unico, ottimizzato a computer, che sopprime le interferenze di fase e le perdite di segnale. La fedeltà del suono a bassa frequenza viene garantita da woofer ad alte prestazioni dotati di doppio cono in polpa di carta pilotati da un crossover ottimizzato, al fine di ottenere una risposta eccezionalmente estesa alle basse frequenze. Il connubio di queste due tecnologie garantisce che i diffusori della serie LS siano in grado di riprodurre al meglio sia DVD con scene d'azione ad alta dinamica, sia passaggi musicali delicati, con uguale chiarezza ed accuratezza.

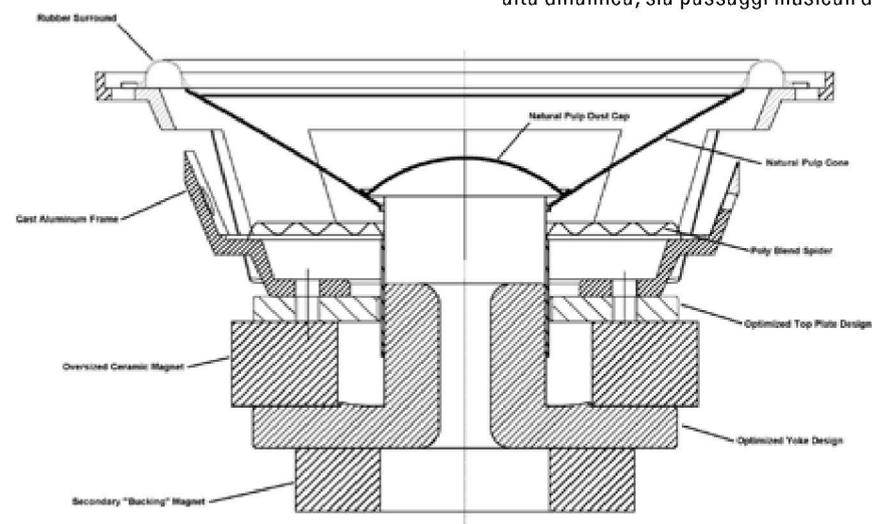


Figura 1 – Diagramma a sezione trasversale del woofer LS80.

## DEFINIZIONI

### COMPRESSIONE TERMICA

Gli altoparlanti generano calore durante il funzionamento. Il calore produce l'effetto secondario di modificare la prestazione di un altoparlante, in quanto le proprietà del materiale dei componenti dell'altoparlante subiscono delle modifiche. Per esempio, la resistenza elettrica della bobina mobile di un trasduttore aumenta con il riscaldarsi della bobina stessa, causando una riduzione della sensibilità di tensione, ovvero il livello di energia acustica prodotto dal trasduttore per una determinata tensione. La compressione termica è nota anche come compressione dei transienti o compressione della potenza, a seconda della scala sull'asse dei tempi riguardante la variazione delle proprietà. La compressione dinamica è causata da variazioni istantanee della temperatura della bobina mobile a causa dei transienti presenti nel segnale (quale la percussione di un tamburo basso). Tanto più grande è la bobina mobile e tanto meglio assorbirà i carichi termici dei transienti, riscaldandosi di meno. La compressione della potenza si verifica su una scala temporale più lunga, in funzione della potenza media che riesce a gestire il trasduttore. La compressione della potenza dipende quindi dalla capacità del trasduttore di estrarre calore dalla bobina mobile e trasferirlo nell'ambiente circostante. Una struttura motore più grande con una ventilazione migliore aiuta ad ottenere tale risultato.

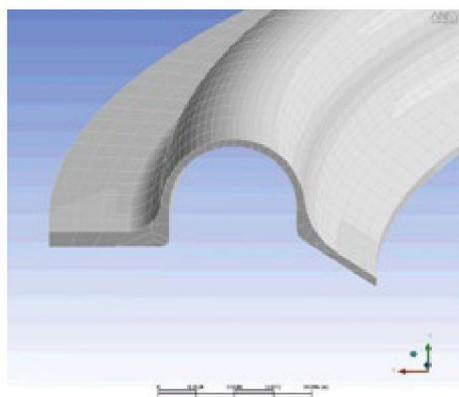


Figura 2 – Sospensione del woofer del modello LS80: una vista in sezione mostra i singoli "elementi" usati nell'analisi degli elementi finiti.

## DIRETTIVITÀ

La direttività, o più precisamente l'indice di direttività, è la differenza tra il suono diretto verso l'ascoltatore ed il suono indiretto, cioè quello diffuso nel resto dell'ambiente d'ascolto. Il suono indiretto può essere inoltre identificato sia nel suono che ritorna all'ascoltatore come "prime riflessioni" dalle pareti vicine, sia da quello che è costituito da tutto il resto del suono riverberato dall'ambiente. Molte persone sono consapevoli dell'importanza di aver una risposta in frequenza bilanciata, tuttavia non sono consapevoli dell'importanza di avere una risposta omogenea dell'indice di direttività, sia per le prime riflessioni che per il suono riverberato. Una risposta omogenea dell'indice di direttività assicura che il suono che l'ascoltatore percepisce dalle prime riflessioni o dal suono riverberante sia simile nel timbro al suono diretto. Ciò conferisce al suono un carattere più naturale ed accurato. Infatti, diffusori con discontinuità improvvise dell'indice di direttività possono emettere un suono colorato, anche se la risposta in frequenza sull'asse è perfetta.

## ANALISI DEGLI ELEMENTI FINITI

L'analisi degli elementi finiti (FEA) è una tecnica di analisi al computer che utilizza un metodo ad elementi finiti per suddividere sistemi altamente complessi in parti piccole (o elementi). Nel mondo reale, molti sistemi (se non la maggior parte) sono talmente complessi che una soluzione analitica non è pratica e nemmeno possibile. Una semplice formula non darà una risposta fornendo un livello di accuratezza accettabile. Questo è il caso di molti componenti di trasduttori, incluso il sistema di sospensione e il circuito magnetico del motore. Tuttavia, suddividendo un sistema complesso nelle parti che lo compongono, il sistema diventa prevedibile perché ogni elemento è risolvibile. La soluzione dell'intero sistema è semplicemente la combinazione delle soluzioni dei singoli elementi.

## TRASDUTTORE A BASSA FREQUENZA

### CONO IN POLPA DI CARTA NATURALE

Il diaframma ideale di un altoparlante è allo stesso tempo leggero e rigido. Il materiale in polpa di carta naturale scelto per i coni della serie LS JBL possiede entrambi gli attributi, ed anche uno smorzamento interno molto alto che riduce l'effetto acustico delle risonanze interne del cono e i fenomeni di breakup.

### BOBINA MOBILE SOVRADIMENSIONATA CON STRUTTURA KAPTON®

Un diametro più grande della bobina mobile consente di ottenere una forza motore e un trasferimento di calore maggiori. Ciò dipende dal fatto di poter mettere più rame nel traferro magnetico dove viene prodotta la forza del motore e la zona più grande della superficie è in grado di disperdere più calore dalla bobina. Ciò produce, a sua volta, una risposta ai transienti più affidabile con compressione termica e distorsioni minori.

### GEOMETRIA MOTORE OTTIMIZZATA PER LA MASSIMA FORZA E SIMMETRIA DEL CAMPO

Al fine di ridurre la distorsione il motore di un altoparlante dovrebbe produrre forza simmetrica. In altri termini il motore dovrebbe produrre la stessa forza, indipendentemente dal fatto che il diaframma e la bobina mobile si trovino davanti o dietro la posizione di riposo (quella che assumono in assenza di segnale). La geometria del motore dei woofer utilizzati nella serie LS JBL è stata ottimizzata usando l'analisi degli elementi finiti magnetici, al fine di massimizzare sia la quantità della forza prodotta dal motore che la sua simmetria.

### GEOMETRIA DELLA SOSPENSIONE OTTIMIZZATA PER LINEARITÀ E SIMMETRIA

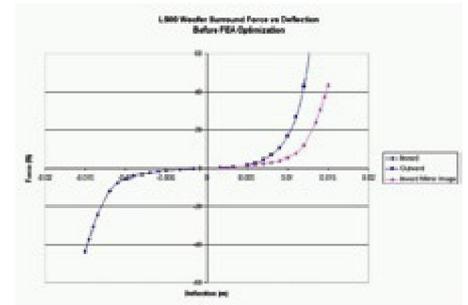
La simmetria della forza del motore riduce la distorsione: lo stesso effetto è ottenibile ristabilendo la simmetria della forza del sistema di sospensione del trasduttore. Questa è la ragione per cui l'analisi degli elementi finiti è stata utilizzata anche per ottimizzare i componenti critici dell'intero cono, compresi la sospensione ed il centratore.

### ELIMINAZIONE DELLA RUMOROSITÀ DELL'ARIA SITUATA SOTTO LA COPERTURA ANTIPOLVERE GRAZIE A UN POLO VENTILATO SOVRADIMENSIONATO

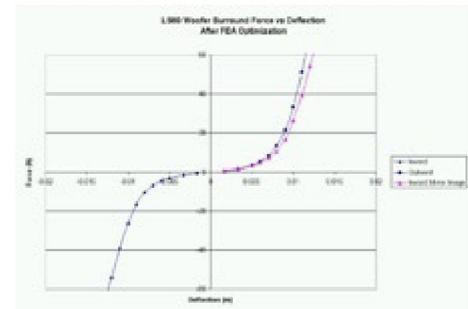
Quando la membrana di un trasduttore si sposta lungo la struttura del motore, la pressione dell'aria sotto la copertura antipolvere può fluttuare notevolmente. A meno che sia garantita una ventilazione adeguata in tale zona, le differenze di pressione che ne risultano possono causare veloci turbolenze attraverso qualsiasi apertura disponibile, come ad esempio il traferro magnetico attorno alla bobina mobile. Il flusso rapido dell'aria attorno alle ostruzioni può causare una rumorosità eccessiva quando la membrana si sposta. I trasduttori a bassa frequenza per gli altoparlanti serie LS JBL sono stati progettati con poli ventilati sovradimensionati per evitare grandi differenze di pressione sotto la copertura antipolvere ed quindi evitare una rumorosità eccessiva causata dal flusso d'aria.

### STRUTTURA IN ALLUMINIO PRESSOFUSO

Il telaio del trasduttore è la base meccanica sulla quale sono costruiti gli altri componenti del trasduttore. Come le fondamenta di un edificio, questo deve essere solido e stabile. Dovrebbe alloggiare tutti i componenti in modo che non si spostino, uno rispetto all'altro. L'alluminio pressofuso è ideale per tale applicazione, in quanto è molto robusto e rigido.

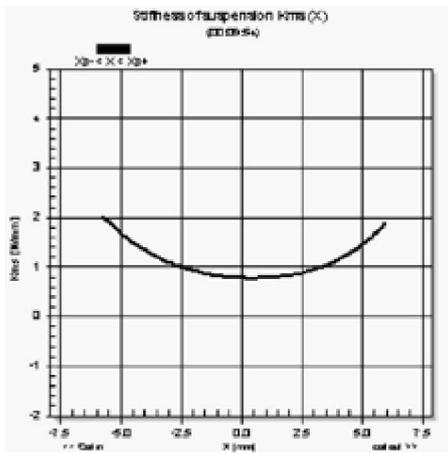


**Figura 3 – Forza prevista in funzione della curva di deflessione per la sospensione del modello LS80 prima dell'ottimizzazione: la scala verticale indica la forza restituita in newton, mentre la scala orizzontale indica l'escursione in metri. Nel quadrante destro superiore è possibile osservare la disparità tra la forza restituita esterna ed interna.**

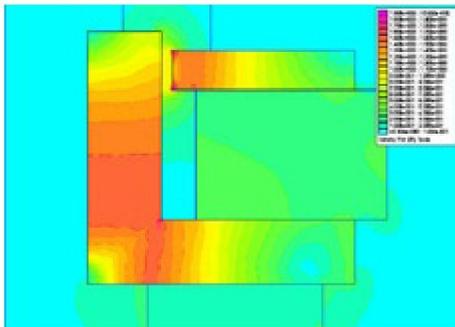


**Figura 4 – Forza prevista in funzione della curva di deflessione per la sospensione del modello LS80 dopo l'ottimizzazione: la simmetria tra la forza restituita esterna ed interna è stata notevolmente migliorata.**





**Figura 5** – La conferma dell’ottimizzazione della simmetria della sospensione è visibile nella misura effettiva delle prestazioni del trasduttore. Nel presente grafico la scala orizzontale rappresenta un’escursione in millimetri, la scala verticale rappresenta la rigidità in newton per millimetri.



**Figura 6** – L’analisi degli elementi finiti magnetici è stata utilizzata per ottimizzare sia il progetto della forza del motore che per la simmetria della forza.

## POTENTE MAGNETE IN NEODIMIO-FERRO-BORO PER IL TRASDUTTORE A COMPRESIONE PER LE ALTE FREQUENZE

I magneti in neodimio-ferro-boro possiedono all’incirca 10 volte l’energia dei magneti in ceramica. Tale energia supplementare consente una trasformazione più efficiente del segnale elettrico in segnale sonoro. La perdita di energia elettrica sotto forma di calore è inferiore e ciò riduce la compressione termica.

## DIAFRAMMA IN TITANIO DA 50 MM CON SOSPENSIONE “A DIAMANTE” E SMORZAMENTO VISCOELASTICO

Il diaframma del driver a compressione utilizza un diaframma in puro titanio. Tale materiale è molto rigido e durevole, ed anche di peso leggero. Il diaframma è inoltre dotato di un polimero smorzante viscoelastico applicato sulla superficie posteriore. Il trattamento in polimero riduce le risonanze indesiderate e crea una risposta in frequenza più omogenea.

## BOBINA MOBILE IN ALLUMINIO SU SUPPORTO DI KAPTON, AVVOLTA SUL BORDO ESTERNO E RAFFREDDATA CON FERROFLUIDO

Per ottenere la prestazione massima dal motore è importante fare in modo che la bobina mobile sia introdotta il più possibile nel traferro magnetico. Una bobina mobile avvolta sul bordo esterno aiuta ad ottenere tale risultato, anche grazie al conduttore a sezione rettangolare che riduce lo spazio tra gli avvolgimenti. Ciò consente inoltre

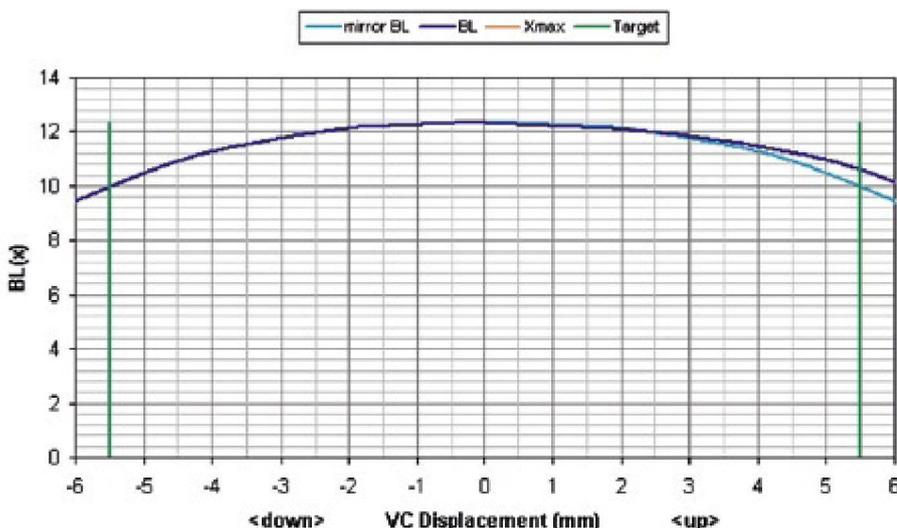
un accoppiamento termico più vicino alla struttura del motore per trasferire il calore dalla bobina mobile, consentendo una maggiore tenuta in potenza ed una minore compressione termica. L’aggiunta di ferrofluido migliora ulteriormente il trasferimento del calore.

## TRASDUTTORE PER LE FREQUENZE ULTRA-ALTE

### DIAFRAMMA IN POLIIMMIDE DA 19 MM LEGGERO E DUREVOLE

Il diaframma a massa estremamente ridotta consente al trasduttore di garantire un’efficienza eccezionale per un driver a frequenza ultra-alta e a radiazione diretta. Inoltre, per tale scopo è usato un magnete in neodimio-ferro-boro. In questo modo è sufficiente una minore potenza per produrre un determinato livello sonoro e di conseguenza la compressione termica viene ridotta, mentre la risposta dinamica viene potenziata. Inoltre il diaframma a massa estremamente ridotta garantisce una risposta in frequenza superiore a 40kHz.

Case 1 BL versus Displacement  
BL=12.3, Xmax=6.2 at 0.8, Wire Diameter=0.25, Coil Diameter = 50.29



**Figura 7** – Previsione con analisi degli elementi finiti magnetici della simmetria della forza motore: il progetto è stato ottimizzato per la migliore simmetria anche alle escursioni ridotte della membrana.

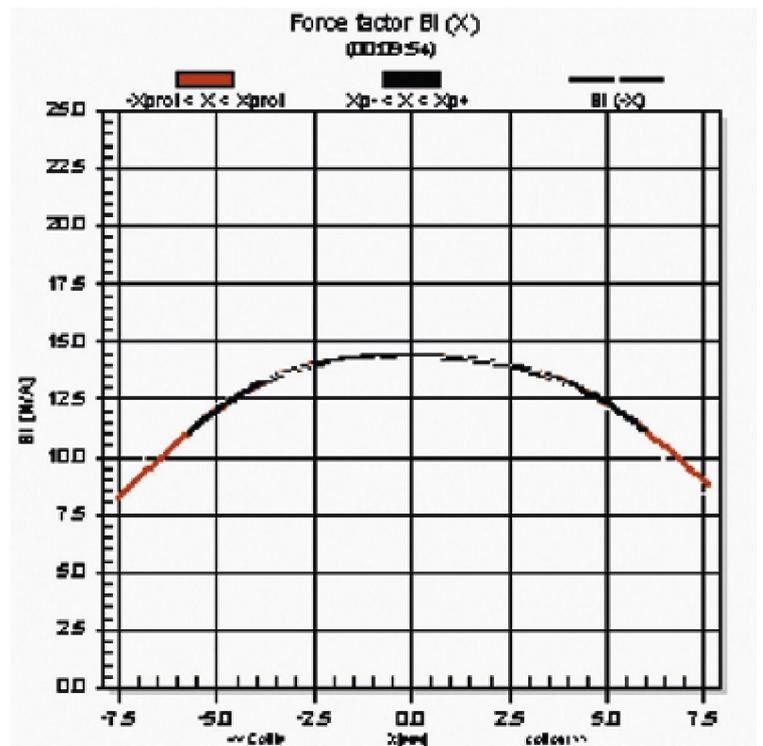
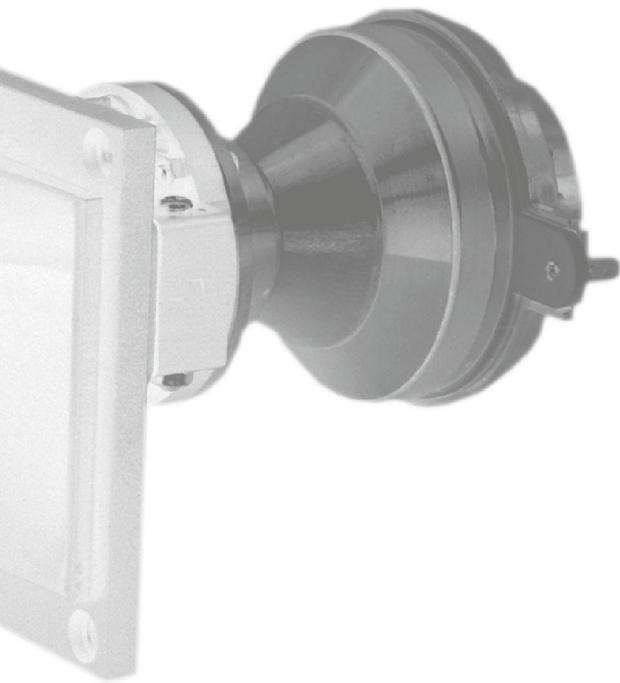
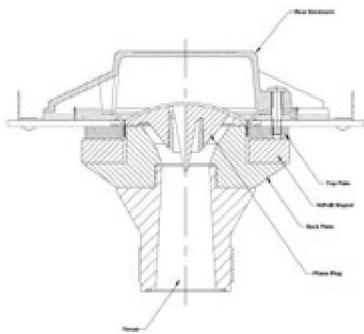


Figura 8 – La conferma dell'ottimizzazione del progetto del motore è visibile nelle misure reali effettuate sul trasduttore.





**Figura 9 – Diagramma a sezione trasversale del driver 176Nd**



## **PROGETTO DELLA TROMBA**

### **TROMBA ESPONENZIALE OTTIMIZZATA AL COMPUTER CON RIDOTTA DIFFRAZIONE INTERNA**

Molti progetti di tromba sono basati sul presupposto che le onde sonore rimangano planari mentre viaggiano lungo la tromba (ma in realtà ciò non avviene). Con tale presupposto, il profilo della tromba viene calcolato basandosi sull'area della sezione trasversale della tromba, causando un errore nello sviluppo della tromba e di conseguenza riducendo il carico. La tromba per le serie LS JBL è stata progettata eliminando tale presupposto erroneo. L'area del fronte d'onda è stata calcolata direttamente usando delle tecniche di soluzione numeriche e il profilo della tromba è stato opportunamente adattato. Il risultato è una tromba con profilo realmente esponenziale, che massimizza il carico in funzione della sua dimensione. Un maggiore carico fornisce un'efficienza maggiore ed è quindi sufficiente una potenza minore per ottenere lo stesso livello sonoro. Come risultato, la musica fluisce senza sforzo mantenendo sempre una sensazione di "apertura" del suono. La risposta ai transienti è massimizzata e si percepiscono le sfumature micro dinamiche. La tromba per le serie LS è stata inoltre progettata per ottenere una diffrazione interna ridotta consentendo alla tromba di emettere un suono spettralmente bilanciato e neutrale, e senza provocare colorazioni. La direziona-

lità della tromba è stata prevista per completare il progetto complessivo del sistema. La direzionalità costante su un piano orizzontale produce un livello sonoro uniforme nell'intera zona di ascolto, mentre una transizione uniforme della direttività sul piano verticale supporta l'integrazione degli altri trasduttori.

## **PROGETTO DELLA RETE DI CROSSOVER**

### **PROGETTO DEL CROSSOVER A "3 VIE E MEZZO" CON COMPONENTI DI ALTA QUALITÀ**

Al fine di ottimizzare le colorazioni percepite, le riflessioni del suono dalle pareti dovrebbero avere un contenuto spettrale simile al suono diretto. Ciò richiede una transizione della direttività uniforme tra i trasduttori presenti, senza discontinuità improvvise. Per i modelli LS60 e LS80, JBL ha scelto un progetto a "3 vie e mezzo" in cui il woofer inferiore si sovrappone nella gamma a bassa frequenza al woofer superiore, lasciando a quest'ultimo il compito di interfacciarsi con il driver a compressione. Ciò consente di mantenere una direttività costante alla frequenza di crossover, creando una transizione uniforme tra i trasduttori. Tutti i modelli utilizzano componenti di alta qualità inclusi condensatori in polipropilene e induttanze con nucleo in aria, ove previsto, per una qualità del suono ancora migliore.

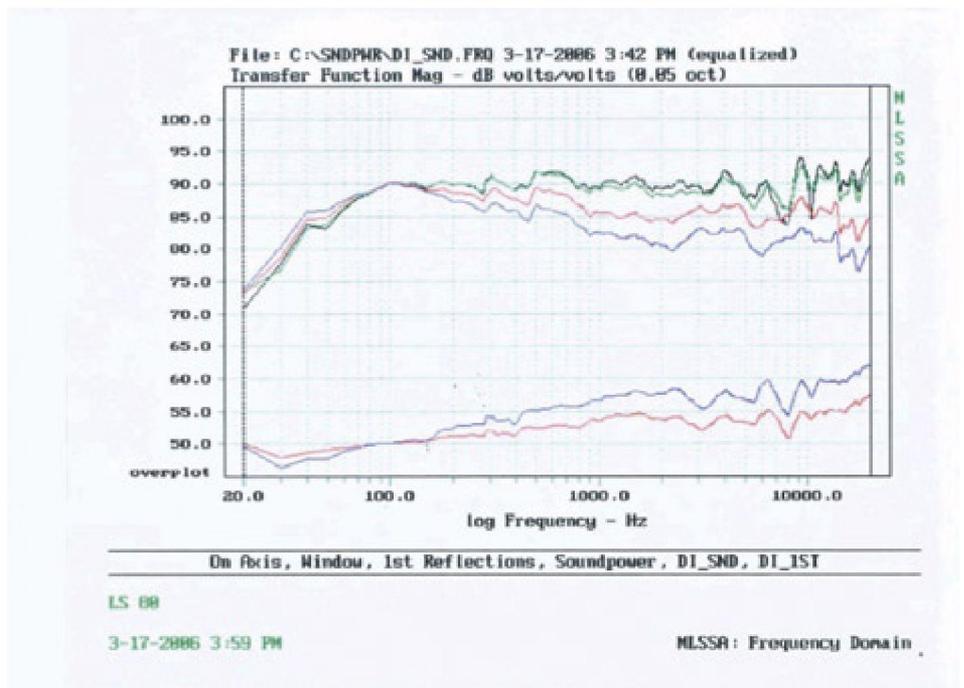
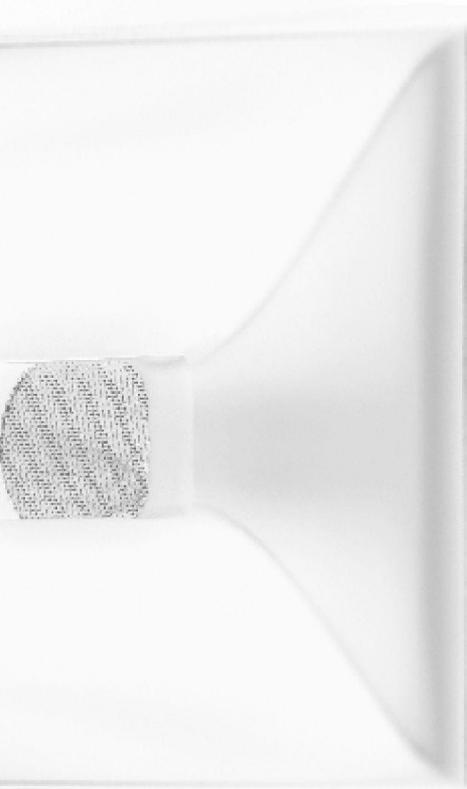


Figura 11 – Misurazione del sistema LS80: la curva nera rappresenta la risposta sull'asse e la curva verde rappresenta una media delle misurazioni ad un ridotto spostamento angolare rispetto all'asse. Questa viene anche chiamata la "finestra d'ascolto" e viene utilizzata come suono diretto per i calcoli dell'indice di direttività. Le curve rosso e blu superiori rappresentano rispettivamente le prime riflessioni e la potenza sonora. Le curve rosso e blu inferiori rappresentano gli indici di direttività per le prime riflessioni corrispondenti e le curve di potenza sonora.

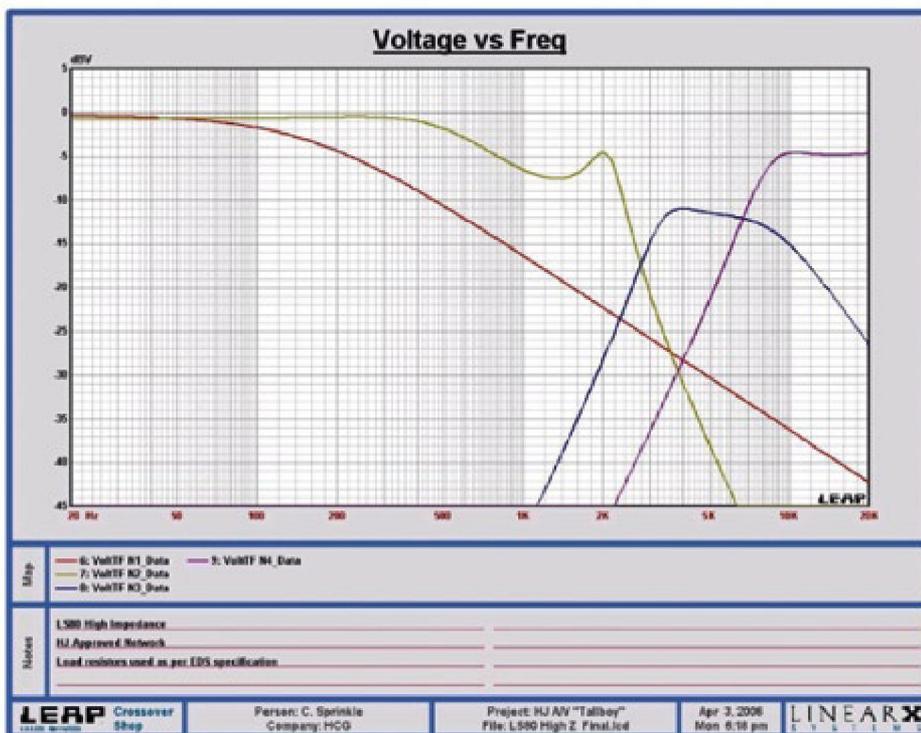


Figura 10 – Funzione di trasferimento delle tensioni nella rete di crossover del sistema LS80: il progetto della sezione di bassa frequenza consente al sistema di eseguire una transizione con direttività uniforme tra i due woofer e il driver a compressione/tromba.

The JBL logo is displayed in white, bold, sans-serif capital letters on a solid orange rectangular background.

## **PRO SOUND COMES HOME™**

Harman Consumer Group, Inc.  
250 Crossways Park Drive, Woodbury, NY 11797, USA  
8500 Balboa Boulevard, Northridge, CA 91329, USA  
516.255.4JBL (4525) [www.jbl.com](http://www.jbl.com)

© 2008 Harman International Industries, Incorporated.  
Tutti i diritti riservati.

N. parte: DD66000WP6/08

**H** A Harman International Company

JBL, K2 e Bi-Radial sono marchi di Harman International Industries, Incorporated registrati negli Stati Uniti e/o in altri paesi.  
Pro Sound Comes Home e Project Array sono marchi di Harman International Industries, Incorporated.  
Kapton è un marchio registrato di E.I. du Pont de Nemours & Company.

