

ALBEDO
BRIGHTNESS IN SOUND

HL 2.2



Manuale d'istruzioni

Owner's manual

Gentile Cliente,

la ringraziamo per avere scelto una coppia di diffusori Albedo. Prima di procedere al collegamento al resto dell'impianto ed al fine di ottenere il miglior risultato possibile, la invitiamo a leggere questo manuale. Ulteriori informazioni sull'interfacciamento e sulla collocazione nel locale d'ascolto potranno essere richieste al suo negoziante o direttamente all'indirizzo di posta elettronica info@albedoaudio.com.

Questo prodotto risponde alla normativa della Unione Europea (89/336/EEC) riguardante la Compatibilità Elettromagnetica (EMC). A causa dei magneti degli altoparlanti, questo prodotto produce un campo magnetico che potrebbe disturbare il funzionamento di computer o schermi televisivi posti nelle immediate vicinanze.

Dear Customer,

We would like to thank you for choosing a pair of Albedo speakers. Before connecting them to the amplifier and in order to reach the best result, please read this handbook. Further information about installation and listening room needs can be asked your dealer technical staff or directly at the mail address info@albedoaudio.com.

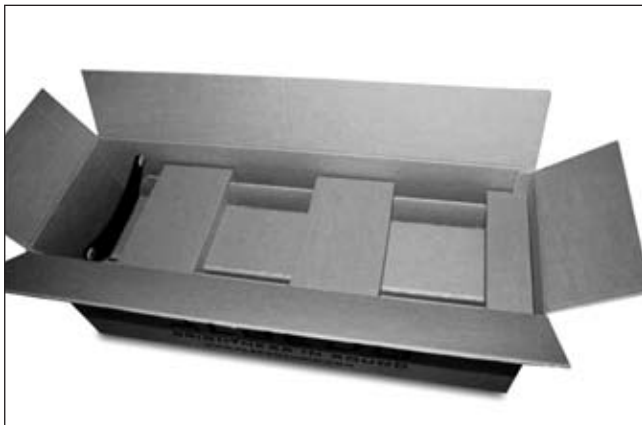
This product meets the requirements of European Union Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive (89/336/EEC). Because of loudspeakers permanent magnets, this product produce magnetic fields and it is not recommended to be positioned in very close proximity to computer monitors or television set.



■ L'imballo

I diffusori acustici Albedo vengono spediti in imballi di cartone completi di inserti interni sempre in cartone. Ciò assicura una migliore protezione del prodotto ed un piccolo contributo alla salvaguardia dell'ambiente. Raccomandiamo di conservare gli imballi per un eventuale uso futuro ed eventualmente appiattirli per risparmiare spazio, dopo averli scomposti.

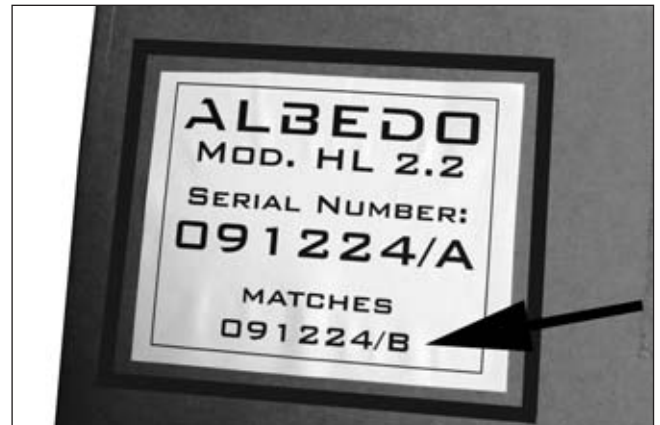
Nota: Le coppie sono identificate dallo stesso numero seriale seguito dalla lettera A o B (p. es. lo 091224/A va accoppiato con lo 091224/B). Contattate immediatamente il vostro rivenditore nel caso i numeri seriali risultino discordanti.



■ Package

Albedo loudspeakers were shipped in hard cardboard boxes with many internal cardboard pads. This provides a safe arrival and a little aid to environment protection. We recommend saving these boxes for a possible future shipment. Boxes and pads can be disassembled and flattened in order to save storing space.

Note: *Matched pairs are identified by the capital letter A or B following the serial number (i. e. 091224/A matches 091224/B) on the label. Please contact your dealer immediately if your pair is not matched in this way.*



■ Montaggio dei piedini

I quattro piedini forniti a corredo forniscono il migliore accoppiamento tra diffusore e pavimento. L'estremità a semisfera ha lo stesso effetto di una punta ma è più sicura nell'utilizzo. Per installarli, basta avvitarli completamente nei quattro fori della base. Il livellamento può essere raggiunto svitando leggermente uno o più piedini. Nel caso di pavimenti in parquet o in altro materiale delicato, raccomandiamo l'uso delle quattro rondelle in dotazione, appositamente sagomate per tale uso.

■ Spikes installing

The four spikes provide for the best coupling of your loudspeaker to the floor. Round ends have the same effect of pins but are safer in loudspeakers handling or moving. To install the spikes, simply thread them into the four base holes. For best levelling, raise or lower one or more spikes. For parquet or any fragile floor, we provide four washer that match the round end of screws.



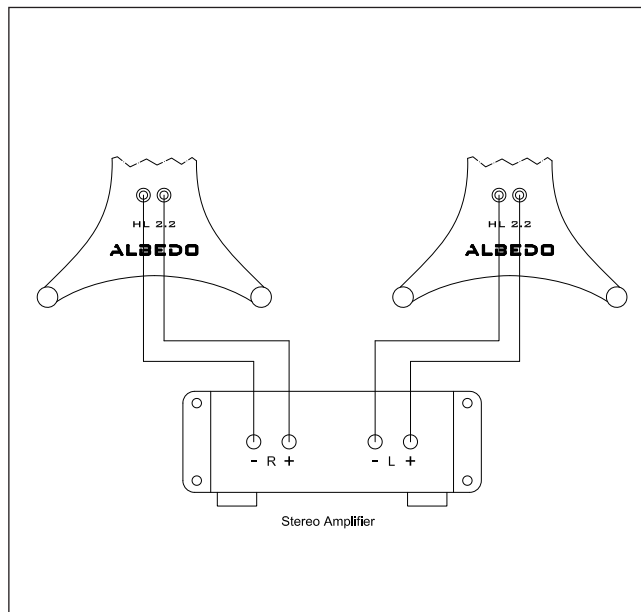
■ Collegamenti

Ogni diffusore è dotato di morsetti di alta qualità a cui collegare i cavi provenienti dall'amplificatore. Possono essere utilizzate terminazioni a banana da 4 mm, a forcella da 6 e 8 mm e cavi spellati fino a 4 mm² (11 AWG). Assicurarsi che venga rispettata la corretta polarità, il positivo va collegato al morsetto rosso, il negativo a quello bianco. Usando terminazioni a forcella o cavo spellato, non forzare esageratamente il serraggio del morsetto.



■ Wiring

The speaker is equipped with high quality pole terminals for connecting the speaker cables. They accept 4 mm banana plugs, 6 and 8 mm spades and crimped cable ends up to 4 mm² (11 AWG). Check to insure the correct polarity, positive lead must be connected to the red terminal, negative lead to the white terminal. Using spades or crimped cable, do not overtight the terminals.

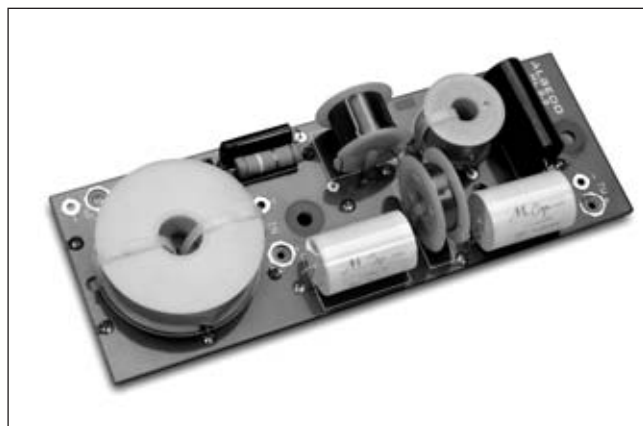


■ Rodaggio

I vostri diffusori Albedo non esprimeranno le loro migliori prestazioni appena collegati al resto dell'impianto. Ciò è dovuto ad una serie di fattori elettrici e meccanici come le caratteristiche intrinseche dei componenti del filtro crossover e delle sospensioni degli altoparlanti. Solo dopo un adeguato periodo di rodaggio i diffusori raggiungeranno le loro migliori prestazioni. Parametri come l'immagine sonora, la profondità ed il controllo del basso raggiungeranno il massimo solo dopo un centinaio di ore di ascolto. Si consiglia pertanto di non procedere nella messa a punto fine dell'impianto prima di questo periodo.

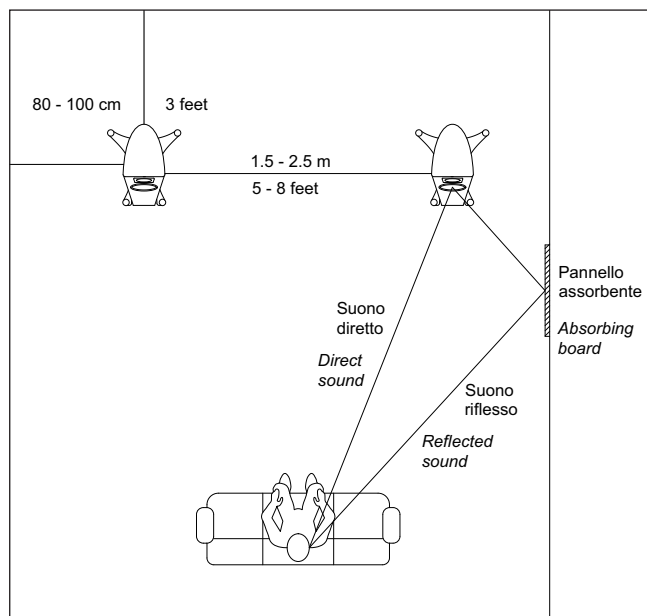
■ Break-in period

Your new Albedo loudspeakers will not perform at best when first installed in your system. This is due to some electric and mechanical reasons as properties of filter components and drivers suspensions. Only after this break-in period the full performance of the system will be realized. After a 100 hours break-in period all listening parameters as sonic image, sound stage and bass control will reach their best. It is therefore suggested that any fine tuning of the system be delayed until after the break-in period is completed.



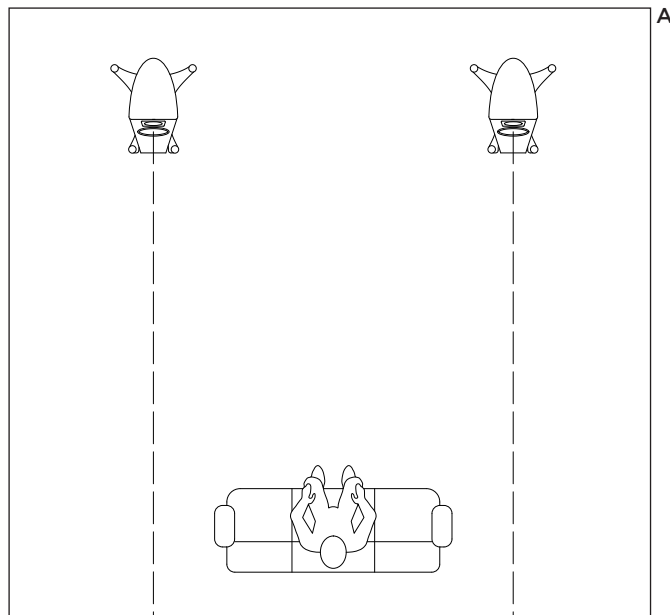
■ Posizionamento in ambiente

Nella messa a punto dell'impianto, una speciale attenzione va posta nel posizionare correttamente i diffusori, dato che ciò avrà grande importanza nel bilanciamento tonale finale. E' bene scegliere ambienti in cui pareti e soffitto abbiano differenti dimensioni, cioè la cui forma sia il più possibile lontana da quella cubica. Ciò limiterà la formazione di sgradevoli onde stazionarie a bassa frequenza. Tappeti o tendaggi, invece, avranno un positivo effetto sul controllo delle alte frequenze, anche se un eccesso di superfici assorbenti può "uccidere" l'acustica dell'ambiente. E' anche importante tenere sotto controllo il suono che, riflesso dalle pareti laterali, arriva direttamente alle orecchie dell'ascoltatore. Limitare tali riflessioni è molto importante in quanto esse tendono a mascherare le informazioni di ambienza presente nelle registrazioni. A tale scopo non è necessario trattare l'intera stanza ma basta individuare tali zone



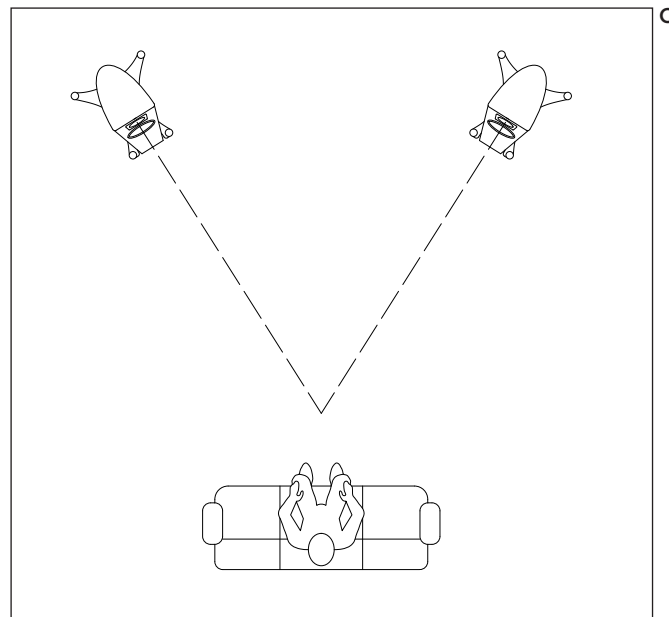
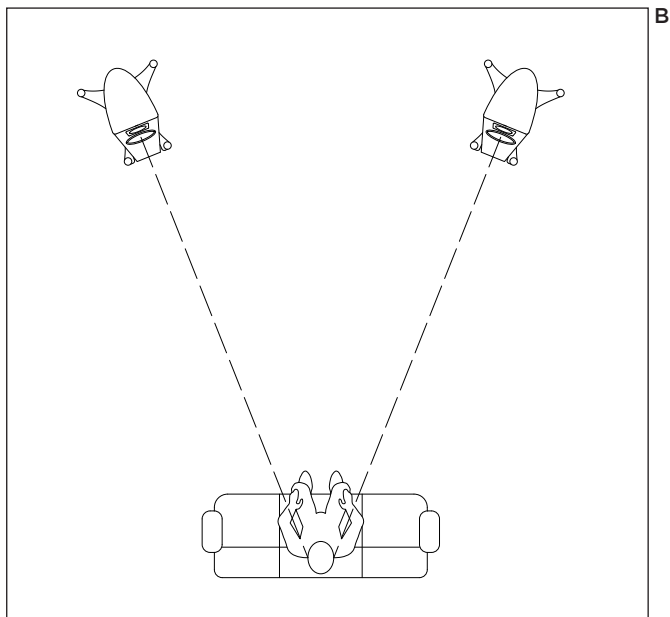
■ Speaker placement

In setting up the speakers in the room, special attention should be given to their positioning. This choice will have an important influence on the acoustic balance of the whole system. Rooms with not similar dimensions of walls and ceiling must be preferred because these differences can limit the formation of low frequency standing waves. Carpets and curtains have a positive effect on the high frequency response, absorbing excessive reflections from floor and walls, even if too many can "kill" the timbre of the room. It is also important to control the early reflections arriving from the sidewalls to the listening position, damping this first reflection spots is strongly recommended, because these reflections tend to obscure the ambient information in the recording. Anyway, it is not necessary to acoustically treat the entire room to achieve a good result, but strategic treatment of specific locations



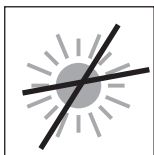
e renderle acusticamente non riflettenti. Immaginiamo dunque che il suono si comporti come la luce e la parete come uno specchio. Muovendo uno specchio sulla parete laterale, la zona da trattare acusticamente sarà individuata dalla posizione in cui l'ascoltatore vedrà gli altoparlanti riflessi nello specchio stesso. Per quanto riguarda il punto in cui collocare i diffusori, si può affermare che non ci siano regole precise ed universalmente valide per ogni ambiente di ascolto. La raccomandazione basilare è di porli almeno a 80 - 100 cm dalle pareti laterali e di fondo e mantenere una distanza reciproca compresa tra gli 1.5 e 2.5 metri. I diffusori posti paralleli tra loro (A) tendono a creare una immagine più ampia, mentre facendoli convergere verso l'ascoltatore (B, C) aumentano la focalizzazione delle sorgenti sonore. La scelta dell'angolo più opportuno è operazione alquanto delicata e solo prove successive di ascolto possono portare alla scelta migliore per il vostro ambiente di ascolto.

can produce considerable benefits. In order to find these locations, remember that sound waves reflect from a surface as a mirror reflects light, so, using a simple mirror placed on the wall, the most important location for sound absorbing is the point where the listener can see speaker drivers in the mirror. About positioning the speakers in the room, there are no fixed rules that are universally valid for every room. We recommend placing the speakers at least 80 - 100 centimetres (3 feet) away from the corners and the side and back walls. The distance between the speakers themselves should be between 1.5 and 2.5 metres (5 - 8 feet). Facing speakers (A) straight forward, they tend to create larger sound stage; as they are rotated toward the listening position (B, C), image becomes more compact with increased focus. This kind of adjustment is rather delicate and experimentation is necessary to achieve the best angle for your listening room.



■ Manutenzione

I diffusori non necessitano di particolare manutenzione se si eccettua la normale pulizia generale. Per il mobile può essere usato un panno morbido. Non utilizzare prodotti contenenti ammoniaca, solventi aggressivi o materiali abrasivi. Evitare di porre i diffusori troppo vicini a fonti di calore o alle finestre, specialmente in estate. Evitare la luce diretta del sole. Non toccare le membrane ceramiche degli altoparlanti. Queste semplici precauzioni contribuiranno a mantenere in perfette condizioni i vostri diffusori per molti anni.



■ Maintenance

The speakers do not require any particular maintenance apart from occasional general cleaning. Clean the wooden part of the cabinet with a soft cloth. Do not use cleaners that contain ammonia, strong solvents or abrasive materials. Avoid placing the speakers close to heat sources or windows, particularly in summer. Avoid direct sunlight. Never touch speakers ceramic membranes.

These simple considerations will keep your Albedo speakers in perfect condition for many years.

■ Garanzia

Albedo garantisce i materiali, la costruzione e il corretto funzionamento per un periodo di tre anni. La garanzia è valida a partire dalla data di acquisto presente sul documento fiscale di acquisto. Ogni intervento non autorizzato sul prodotto implica la decadenza della garanzia. Albedo si riserva il diritto di modificare e migliorare i propri prodotti senza assumere alcun impegno ad applicare tali modifiche ai modelli precedenti. Albedo non è responsabile di qualsiasi danno diretto o indiretto derivante da difetti di funzionamento o fabbricazione. Ogni riparazione non coperta dalla garanzia verrà addebitata all'acquirente. Ogni diffusore che necessiti di intervento deve essere fatto pervenire al negoziante nell'imballo originale per essere spedito in fabbrica o al centro autorizzato insieme ad una descrizione del difetto. Le spese di spedizione sono a carico del cliente.



■ Warranty

Albedo warrants the materials, workmanship and proper functioning for a period of three years. The Italian warranty is valid from the purchase date shown on the receipt and only in Italy. Unauthorized dismantling of the product will render this warranty void. Albedo reserves the right to make changes in design and improvements upon its products without necessarily assuming an obligation to retrofit such changes upon previously manufactured models. Albedo shall in no event be obligated for any incidental or consequential damages as a result of any defect or any warranty claim, whether expressed or implied. Any replacement of parts not covered by the warranty will be charged to the customer. Any speaker requiring repairs must be taken to the retailer in its original packaging for delivery to our offices or authorized service center with a description of the defect. If shipping is required, such costs are charged to the client. For all foreign markets, the Albedo local distributor is responsible for establishing any and all rules governing warranty in accordance with the rules and regulations that apply in each market. This includes length of warranty, location where repairs may be effected, costs, if any, and conditions pertinent to fulfilling the conditions of warranty.

APPROFONDIMENTO

■ La filosofia di progetto

Illustrare le motivazioni, lo sviluppo e la realizzazione di un diffusore è anche l'occasione per riflettere su molti aspetti della storia recente della progettazione e della fruizione in alta fedeltà. La filosofia di progetto di Albedo scaturisce da una analisi approfondita delle due problematiche che stanno alla base dell'universo della riproduzione sonora: da una parte lo sviluppo tecnologico e, nel caso specifico, il tendere allo stato dell'arte nella realizzazione di un sistema di altoparlanti; dall'altra, le esigenze reali dell'utente in termini di prestazioni elevate, affidabilità e praticità d'uso.

La discussione su questi problemi è la linfa del dibattito nel nostro mondo e speriamo che questo contributo possa quindi interessare sia l'appassionato che l'addetto ai lavori. Dal punto di vista dell'appassionato di riproduzione domestica, il mercato offre molti ottimi prodotti, in particolare nel settore dei sistemi di altoparlanti; d'altra parte, se il suo desiderio è quello di entrare in possesso di un diffusore il più possibile naturale nella ricostruzione timbrica e prospettica ad un costo non proibitivo, la scelta ancora oggi più diffusa è quella del diffusore da stand o comunque di dimensioni contenute. Esistono certo sistemi a gamma intera con le prerogative dei piccoli sistemi di qualità e senza le loro limitazioni in frequenza e dinamica, ma quasi sempre con costi molto elevati e con altri inconvenienti imposti dalle dimensioni elevate. Le motivazioni che, attraverso un lavoro di ricerca e di sviluppo, hanno portato alla realizzazione di Albedo nascono da un'intuizione che era poco più di una speranza: si poteva realizzare una cassa acustica che suonasse bene come un minidiffusore, che ingombrasse come un minidiffusore sul suo stand e che avesse una gamma bassa da grande sistema senza

TECHNICAL NOTES

■ *Philosophy of design*

As we present here the original motivation, the development and the actual realization of a loudspeaker system, we also take the occasion to reflect on many aspects of the recent history of design and listening enjoyment of High Fidelity sound.

Albedo's project philosophy has its roots in a thorough analysis of the two basic problems in the area of sound reproduction: on one side the technological development, and in this specific case, the state-of-the-art required for the design of a loudspeaker system, while on the other side there are the actual user requirements, as high quality sound performance, reliability and practicality of use. The ongoing debate on these two subjects is the main motivation for technical advances in our world, and we hope therefore that this paper may be of interest both for the audio amateur as well as for the professional.

From the point of view of the audio amateur, the market offers an extremely wide range of fine products, in particular in the area of loudspeaker systems; however, if his aim is to get a speaker that is, at the same time, tonally well balanced, with a good soundstage and not too expensive, the most common choice is still for a bookshelf or, in any case, a small/medium-size system. Several loudspeaker manufacturers offer full-range systems which have all the sonic qualities of small ones but without their limitations in dynamics and response, but they are often very expensive and dimensionally cumbersome. The motivations that led to the creation of the Albedo loudspeakers, through a long work of research and development, originate from an intuition which was, at the start, barely more than a dream: could we make a system with the sound of a reference small bookshelf, with the size of such a mini speaker on

costare una fortuna?

E' evidente che una risposta definitiva a questa domanda è elusiva nella misura in cui ogni progetto, anche quello frutto di risorse illimitate e senza vincoli di costi, è sempre un compromesso dettato da altri vincoli di natura tecnica e culturale. Quello di cui eravamo (e siamo) certi è che la domanda ha senso perché individua e circoscrive un problema ben definito e, come sanno quelli che fanno ricerca a qualsiasi livello, la cosa più importante è porsi il quesito giusto.

■ La tecnica

I tre aspetti salienti del progetto Albedo sono i seguenti:

1. Sistema a fase lineare.
 2. Caricamento del woofer a linea di trasmissione equalizzata acusticamente.
 3. Accoppiamento meccanico ultra-rigido.
- Questi ingredienti sono stati fin da principio considerati fondamentali per soddisfare le richieste di progetto. La linearità nella risposta in fase è un requisito imprescindibile per la correttezza della riproduzione dei transienti e, di conseguenza, per un'accurata ricostruzione prospettica delle sorgenti e per focalizzarne la collocazione spaziale. Per ottenere il risultato voluto, si deve combinare la disposizione geometrica dei trasduttori con la topologia della rete di crossover (un primo ordine acustico) al fine di compensare esattamente gli sfasamenti intrinseci delle due vie. E' da notare che, a causa di meccanismi psicoacustici alla base del nostro sistema percettivo, che solo ora si comincia a comprendere, la coerenza della riproduzione nel dominio del tempo ha anche un ruolo fondamentale per la correttezza timbrica, ruolo altrettanto importante della linearità nella risposta in frequenza.

La scelta del caricamento del woofer in linea di trasmissione è stata dettata dal convincimento

its stand but with a good low frequencies response and that would not cost a fortune? It is clear that a final answer to this question is elusive, since every project, even the ones with unlimited budget and therefore free of any cost limitations, is anyway still the result of a compromise dictated by other technical or cultural restrictions. However, we were (and still are) certain that these challenges make sense since they focus on a well defined problem and, as it is well known to anybody who may work in research, the most important thing in all fields of research is to ask the right questions.

■ Technical issues

There are three main aspects of the Albedo project:

- 1) Linear phase system.*
- 2) Acoustically equalized transmission line woofer loading.*
- 3) Ultra stiff mechanical coupling.*

From the very beginning these elements have been considered fundamental to achieve the design specifications. The linear phase response is an absolute requirement for the accurate reproduction of the transients and, as a consequence, for a correct perspective reproduction of the sound sources and the focusing of their physical positioning. To achieve these objectives, the geometrical position of the transducers must be combined with the topology of the crossover network (an "acoustic" first order) with the objective to exactly compensate for the intrinsic phase shifts of the ways. It is to be noted that, at the light of recently discovered psycho-acoustic mechanisms at the base of our perception system, which just now are beginning to be properly understood, the coherence of reproduction in the time domain also plays a major role for tonal balance, role that is at least as important as the linearity in the frequency

che questo sistema è quello che garantisce allo stesso tempo l'incremento quantitativo più consistente con una resa qualitativa senza compromessi in termini sia timbrici che di risposta ai transitori. D'altra parte, per ottenere le prestazioni desiderate si è realizzato un sistema totalmente innovativo che costituisce un concreto passo in avanti nella tecnologia delle linee di trasmissione. Per ottenere una sensibilità allineata a quella del resto della gamma si è optato per una linea coibentata solo sulle pareti, in cui il controllo delle risonanze è affidato ad un risuonatore opportunamente accordato. Allo stesso tempo, la sezione conica decrescente consente di accordare il sistema ad una frequenza più bassa, a parità di lunghezza della linea, consentendo una riproduzione della gamma bassa impensabile per un altoparlante di queste dimensioni. Per quel che riguarda l'aspetto puramente meccanico, gli altoparlanti montati su un sistema devono lavorare in modo da convertire interamente in energia sonora l'energia elettrica fornita dall'amplificatore. Questo obiettivo si raggiunge tramite un accoppiamento ideale altoparlante-cabinet e cabinet-supporto-ambiente e l'eliminazione degli effetti dovuti ai modi di risonanza del sistema meccanico complessivo. Insieme a questi criteri, diciamo di filosofia progettuale, va detto che si sono adottati dei componenti che meglio beneficiassero di queste soluzioni: gli altoparlanti Accuton hanno membrane ceramiche a bassa massa ultra-rigide per offrire una eccellente risposta ai transitori e distorsione ridottissima e sono entrambi selezionati in coppie in modo da garantire le minime variazioni nel raggiungimento delle specifiche, contribuendo alla saldezza della ricostruzione prospettica; il woofer ha un'ottima linearità ed estensione in gamma media consentendo una frequenza di incrocio sufficientemente alta da non perturbare la gamma di massima attenzione psicoacustica; nel crossover sono usate solo bobine in aria e condensatori al

response.

Our choice, of loading the woofer through the transmission line, is driven by our firm belief that this guarantees the best quantitative increment in the bass response without compromising quality in tonal balance and response to transients. On the other hand, in order to reach this desired performance we developed a very innovative system which represents a major step forward in the technology of transmission lines. To achieve a sensitivity aligned with the rest of the bandwidth, we chose an "empty" line only stuffed on its walls, in which the control of resonances is performed by a properly tuned resonator. At the same time, the decreasing conic section allows to tune the system to a frequency that is lower than it would be possible with a constant section line of the same length, allowing therefore an extension of low frequencies which is frankly unimaginable for a speaker of such small dimensions.

As far as the purely mechanical aspect, the speakers in a system must work in such a way to convert all electrical energy provided by the amplifier into sound energy. This objective can be achieved through an ideal speaker-cabinet coupling and of the overall system of cabinet-support/listening environment, and through the elimination of the spurious effects due to the resonance modes of the overall mechanical system. In addition to these criterions, which we could call design philosophy, we adopted components that would best benefit from these solutions: the Accuton transducers are built with ceramic, ultra stiff, low mass, diaphragms which provide excellent transient response and very low distortion. They are made available in matched pairs to guarantee the lowest deviation from the specifications, therefore contributing to a firm, reliable soundstage. The woofer shows a very good linearity and extension in the mid/high band, allowing us to choose a crossover frequency high enough so that it does not disturb the frequency range of the maximum psycho-acoustic relevance.

poliestere su una basetta a doppia faccia ad alto spessore.

■ La risposta in fase

I problemi della misura e della valutazione della risposta in fase, per chi fosse interessato all'argomento, sono stati oggetto di un apposito articolo apparso sulla rivista Fedeltà del Suono [1, 2]. Comunque, possiamo in breve dire che un sistema a fase lineare ha la caratteristica di potere riprodurre nella sua forma pressoché originale un impulso [3]. Ora, visto che un impulso può essere visto come l'insieme di innumerevoli componenti sinusoidali a varia frequenza, la corretta ricostruzione dell'impulso significa che tutte le frequenze inviate al diffusore vengono riprodotte contemporaneamente, ovvero senza ritardi temporali reciproci. La natura impulsiva del segnale musicale fa dunque immaginare quanto sia riduttivo considerare unicamente la risposta in frequenza di un diffusore.

Per ottenere tale comportamento, in Albedo si è agito su due fronti contemporaneamente: allineare fisicamente gli altoparlanti e dotarli di una rete di filtro che permettesse di mantenere tale coerenza temporale. E' ormai da qualche anno che i filtri del primo ordine sono "di moda" e si fanno apprezzare specialmente nei minidiffusori, ma ci preme sottolineare che un filtro elettrico del primo ordine, da solo, non garantisce alcun allineamento in fase. L'incrocio del primo ordine deve essere acustico (e non elettrico) e presuppone l'allineamento fisico dei trasduttori.

■ La linea di trasmissione

I sistemi basati sulla teoria disponibile finora erano molto semplici: l'altoparlante per la gamma bassa irradia con la faccia anteriore in ambiente e con quella posteriore in un condotto (un tubo) uniformemente riempito di un materiale fibroso

In the crossover network we used only air core coils and poly capacitors, mounted on a double layer high thickness copper board.

■ The phase response

There are several articles for an interested reader about the problems related to the measurement and interpretation of phase response. They are also the subject of expressly written notes [1, 2] available on this website. In any case, we can say that an electro-acoustic system with a linear phase response is able to reproduce complex impulse signals without phase distortions [3]. This means that every harmonic components in input appear in the output without any time delay among the components.

Now, since the impulse can be seen as the superposition of an infinite number of sinusoidal components ("harmonics"), the correct reproduction of an impulse means that all harmonic components sent to the speaker are reproduced without any time delay introduced among them and in form virtually identical to the original. The very nature of impulse-type musical signal indicates therefore how limiting it can be to only consider the frequency response, and not the phase response, of a loudspeaker system.

In order to achieve this goal of a linear phase response, Albedo worked on two fronts at the same time: first, aligning physically the acoustic centers of the speakers, and second, equipping them with a filtering network to achieve such time coherence. It is now several years that first order filters are widely used and especially employed in mini-speakers. However, we would like to remark that a first-order electric filter does not provide, by itself, a linear phase response. The first-order crossover between each pair of ways must be acoustic (and not electrical) and is therefore implemented by starting with the physical alignment of acoustic centers.

fonoassorbente a sua volta irradiante nell'ambiente. L'emissione da parte del condotto si somma, in ampiezza e fase, a quella anteriore in modo da estendere e regolarizzare la gamma bassa; allo stesso tempo l'altoparlante lavora nelle migliori condizioni perché il carico acustico del condotto pieno è particolarmente favorevole. La possibilità di scendere in frequenza viene offerta dal fatto che il condotto pieno di materiale assorbente ha una lunghezza effettiva maggiore di quando è pieno di semplice aria. Esso risuona quindi ad una frequenza sufficientemente bassa da ottenere una buona estensione della risposta in frequenza. Inoltre, al di sopra di una data frequenza di taglio l'assorbente si comporta da filtro e riduce quindi l'emissione del condotto alle frequenze in cui si ha interferenza distruttiva (controfase) con l'emissione principale. Il motivo fisico per cui questo avviene è stato illustrato da Bradbury [4]: quello che succede è che il materiale fibroso che riempie il condotto, a frequenza sufficientemente bassa, si accoppia con le onde acustiche in modo tale che il suono si propaga in un mezzo più denso e meno elastico dell'aria e viaggia più lentamente. Al di sopra della frequenza di taglio, che è determinata dalla densità e dalla struttura del materiale fibroso, l'accoppiamento finisce e si ha solo un effetto di filtraggio (ad una pendenza di 6 dB/ott). Su queste premesse, ci mettemmo a lavorare con materiali vari e tubi di varie lunghezze. Realizzammo un programma di simulazione del sistema, che dava la risposta complessiva, quella del condotto, l'impedenza, etc. e cominciammo a fare dei confronti con le misure fatte con il sistema Clio su un sistema vero [8]. Risultato: fra la teoria e le misure c'erano delle discrepanze notevoli. Provammo materiali fibrosi di ogni tipo, dalle lane naturali o artificiali al cotone in varie conformazioni, dalle fibre acriliche ai poliuretani; abbiamo provato addirittura con la lana d'acciaio: sistematicamente il risultato sperimentale era inferiore alle attese, sia in termini di estensione

■ *The transmission line*

Transmission line loudspeaker systems based on the theory available up to a while ago were quite simple: the low-end driver (either the woofer or the mid-woofer) produces a front emission towards the environment and a rear emission in a duct (a "line") uniformly stuffed with a fibrous material through which it emits into the environment. This second emission, from the "port" of the duct, gets combined in amplitude and phase with the frontal one, in a way that extends and regularizes the low-frequency range; at the same time the speaker works under the best conditions since the acoustic load presented by the stuffed duct is particularly favourable. The possibility to extend the range further into the bass frequencies is provided by the fact that once the duct is filled with phono-absorbing material it has an effective length which is greater than a line simply filled with air.

So, the line resonance frequency becomes low enough to offer a substantial extension of the bass response. Furthermore, above a certain cutoff frequency, the absorbing material behaves as a filter and attenuates the emission of the line in the range in which there is destructive interference with the front emission. The physical motivation for this phenomenon has been described by Bradbury [4]: what should happen is that the fibrous material in the duct, at sufficiently low frequencies, becomes mechanically coupled with the acoustic waves, so that sound propagates in a medium which is thicker and softer than air, so its speed is lowered. Above the cutoff frequency, which depends on the density and composition of the material, the coupling is ineffective and remains only the absorbing effect of the filter (with a slope of 6 dB/oct).

On those premises, we started to make experiments with several materials and ducts of various shapes and dimensions. We also made a simulation program of the system, able to

sulle basse frequenze che in termini di efficienza. La conclusione inevitabile era che il modello di Bradbury fosse sbagliato o, quanto meno, incompleto. Una prima modifica della teoria che abbiamo adottato è stata allora quella di tenere conto della elasticità e della dissipazione intrinseca delle fibre; l'accordo con le misure è migliorato ma non in maniera determinante. Un accordo molto migliore, praticamente accettabile entro gli errori, lo abbiamo ottenuto quando abbiamo individuato il principale difetto del modello di Bradbury: in realtà esso è semplicemente troppo ottimistico nel trattare l'accoppiamento aria-fibre. Ogni materiale fibroso, per sua natura, mette a disposizione con piena efficienza solo una frazione delle fibre (per effetti di orientamento e di struttura intrinseca): introducendo nel modello un parametro che tenga conto di questo fenomeno, in particolare assumendo che, in media, solo un terzo delle fibre partecipino al trasporto dell'onda acustica, le simulazioni sono in ottimo accordo con le misure. Dal punto di vista della teoria possiamo ritenerci soddisfatti per aver chiarito un problema, ma per quanto riguarda la realizzazione di una linea di trasmissione di buone prestazioni, questi risultati sono negativi. Abbandonammo così l'uso delle linee piene. Cosa rende, per contro, sconsigliabile l'uso delle linee praticamente vuote? Essenzialmente due problemi [5, 6]: per scendere in frequenza la linea deve essere molto lunga; inoltre, le emissioni secondarie della linea introducono forti alterazioni nella risposta in gamma medio-bassa. Cominciammo a lavorare per trovare possibili soluzioni a questi problemi. Innanzitutto quello relativo alla frequenza di accordo. Per risolvere questo problema basta riflettere sul fatto che l'uso del condotto a sezione costante non è certo obbligatorio; esso ha solo il vantaggio di rendere molto semplici i calcoli relativi alla determinazione delle frequenze di interesse nel progetto. E' d'altra parte possibile descrivere in maniera corretta il

compute the total response, that of the port, the electric impedance, etc. We then started to compare the theoretical predictions with the laboratory measurements made with Clio on the physical system [7, 8]. The result was that between theory and measurements there were substantial differences.

We tried fibrous material of every kind, from natural and artificial wool to several form of cotton, from acrylic fibers to polyurethane; we arrived to test even steel wool. We systematically got experimental results which were falling short of our expectations, both as far as performance at low frequencies and in efficiency. The inescapable conclusion was that the Bradbury model could be wrong or, at best, incomplete. We made a first modification to the theory by taking into consideration the intrinsic elasticity and dissipations in the fibers; the comparison with measurements gave better results but was still not completely satisfactory.

A much better match between theory and actual measurements, practically within experimental errors, was obtained when we identified the main problem with Bradbury's approach: it is simply too optimistic in considering the air-fibers mechanical coupling. Every fibrous material, due to its intrinsic nature, makes available at full efficiency only a small fraction of its fibers (this is due to factors as orientation and intrinsic structure): by introducing in the model a parameter that takes into account these points and, in particular, by assuming that on average only one third of the fibers take part in the transport of the acoustic wave, theoretical simulations have then an optimum match with actual measurements.

From the point of view of the theory we considered ourselves satisfied for having clarified a problem but, for the purpose of designing a high performance transmission line system these shortcomings were decisive. We abandoned therefore the idea of using completely stuffed lines.

propagarsi di onde acustiche anche in altri tipi di condotti: esempi notevoli sono quelli a sezione conica ed esponenziale [9]. Se si prende un condotto a sezione decrescente in una di queste due tipologie si scopre che, a parità di lunghezza, le frequenze di risonanza si abbassano rispetto a quelle del condotto cilindrico. Il fattore di allungamento fittizio della linea è funzione del rapporto fra le sezioni di ingresso e di uscita, pertanto non può essere aumentato a dismisura pena effetti negativi sull'emissione della porta. Nel caso di Albedo con un rapporto di tre a uno fra la sezione di ingresso e quella di uscita, la linea risulta più lunga del settanta per cento: il sistema può essere accordato a cinquanta hertz e la linea è fisicamente lunga meno di un metro. Esaminiamo ora il problema più complesso della non linearità nella risposta. Innanzitutto, un parziale effetto di filtraggio e di smorzamento delle risonanze indesiderate si ottiene coibentando le pareti del condotto. Utilizzando un materiale opportuno, questo consente di limitare al minimo indispensabile la perdita di efficienza del sistema riducendo allo stesso tempo le cancellazioni di controfase. Si è trovato che un buon poliuretano a celle completamente aperte a media porosità svolge questo compito in maniera eccellente, specie se ne ottimizza la disposizione tramite simulazioni basate su un modello semplificato del filtraggio e i confronti con le misure. Questo però non è ancora sufficiente, perché i buchi nella risposta in corrispondenza della controfase principale e delle sue prime armoniche hanno ancora una profondità inaccettabile. La soluzione di questo problema è una delle peculiarità più originali di Albedo. L'idea è quella di rimuovere dalla risposta della linea le bande indesiderate mediante un filtraggio acustico selettivo tramite risuonatori di Helmholtz tarati sia in frequenza che in fattore di merito. L'aspetto più interessante dell'uso dei risuonatori paralleli è che, oltre a rimuovere sensibilmente le non linearità, ha un benefico effetto regolarizzante del carico

On the other side, what is the reason that makes it not recommendable to use empty lines?

Essentially two practical problems [5, 6]: in order to extend the response to low frequencies the line must be very long; furthermore, secondary emissions from the port determine strong fluctuations in the mid-bass response. We started looking for possible solutions to these problems. First of all the one related the tuning frequency. In order to solve this problem it is sufficient to consider that the use of a uniform section duct is certainly not mandatory; it has the only advantage to make simple the computation of the relevant frequencies. It only presents the advantage to make all calculations related to the determination of the frequencies involved in the project much simpler. On the other hand, it is possible to correctly describe the propagation of acoustic waves also in other types of ducts: significant examples are the ducts with conic and exponential shape [9]. Considering a duct with decreasing section in one of these shape families, one discovers that, with the same physical length, the resonance frequency is lower with respect to the one in a cylindrical duct.

The effective lengthening factor of the line depends on the ratio between input and output sections: therefore, it cannot be increased too much to not penalize the emission of the port. In the case of Albedo loudspeakers, with a ratio of one to three between output and input, the line is effectively 70 % longer: the system can be tuned to 50 hertz and the real length of the line is less than one meter.

Let us consider now the much more complex issue of the non-linearity in the response. First of all, a partial effect of filtering and damping of unwanted resonances can be achieved by covering the walls of the duct. By using a proper porous material it is possible to minimize the loss of system efficiency, or acoustic losses, reducing at the same time the counter-phase interference. We found that a good open-cell medium porosity polyurethane performs

acustico visto dall'altoparlante in virtù della sua azione di redistribuzione dell'energia nelle bande limitrofe a quelle di intervento. Per chiarire ulteriormente il fenomeno può essere utile un parallelo elettrico: il risonatore parallelo svolge lo stesso effetto di compensazione dell'impedenza acustica di quello effettuato da un RCL serie per compensare l'impedenza elettrica di un altoparlante sotto filtro. Questa regolarizzazione del carico ha come effetto principale quello di agevolare ulteriormente il lavoro del woofer; in particolare l'escursione della membrana del woofer nella zona di maggiore sollecitazione risulta abbastanza contenuta se confrontata, ad esempio, con un reflex di caratteristiche analoghe. Dalla Fig.1 si può dunque apprezzare l'effetto correttivo simulato del risonatore di Helmholtz. Tra l'altro, le oscillazioni nell'intorno del suo intervento sono più fittizie che reali, in quanto determinate dall'interazione tra porta e woofer nella misurazione in campo vicino; in altri termini, nelle misure in ambiente, tali discontinuità sono molto più contenute.

■ Accoppiamento meccanico ultra rigido

Gli altoparlanti montati su un sistema devono lavorare in modo da convertire interamente in energia sonora l'energia elettrica fornita dall'amplificatore. Si deve infatti impedire che altre parti del sistema assorbano o immagazzinino energia per poi cederla all'ambiente oppure ritrasferirla agli altoparlanti stessi con ritardo e sfasamento.

Entrambi questi effetti sono deleteri poiché la dispersione di energia come vibrazione delle strutture e dei supporti e come emissione sonora parassita sono, a tutti gli effetti, rumore aggiunto all'emissione imperturbata. Inoltre, il ritrasferimento incoerente di energia agli altoparlanti ne disturba la corretta emissione aumentando ulteriormente rumore e distorsione.

very well as a damper, especially if its lay-out is optimized following a suitable filtering model and comparing with laboratory measurements. However this is still not enough, because the troughs in the response curve due to the main counter-phase and its higher-order harmonics, are still unacceptably deep. The solution to this problem is one of the most original peculiarities of the Albedo project. The idea is to remove the unwanted frequency bands from the line response by means of a selective acoustic filtering provided by Helmholtz resonators tuned to the necessary frequencies and quality factor.

The most attractive aspect of using parallel resonators is that, in addition to substantially reducing non-linearities, it contribute to regularize the acoustic load as seen by the driver since it has an action of redistribution of energy in the sidebands. In order to further clarify the concept, it may be useful to refer to the electrical equivalent: the resonator plays the same role of compensation of the acoustic impedance as the one made by an RCL circuit to compensate the electrical impedance of a driver connected to a filtering network.

This balancing of the load has the main effect of facilitating the working of the woofer; in particular, the diaphragm excursion in the areas of higher solicitations turns out to be quite reduced if compared, for example, with a bass-reflex of analogous characteristics.

From Fig.1, which shows the calculated frequency response, we can appreciate the correction introduced by the Helmholtz resonator. Moreover, we remark that the residual oscillations in proximity of its operating frequency are more fictitious than real, because they are determined by the interactions between the port and the woofer in the near field measurements; in other words, in standard room listening positions, such fluctuations are substantially reduced at the actual physical distances by the far field combination.

La condizione fondamentale per assicurare l'assenza di questi fenomeni è quella tale da garantire la minimizzazione degli effetti perturbativi. Questo obiettivo si raggiunge tramite un accoppiamento ideale altoparlante-cabinet e cabinet-supporto-ambiente e l'eliminazione degli effetti dovuti ai modi di risonanza del sistema meccanico. Nelle nuove Albedo questo è ottenuto tramite: accoppiamento meccanico ultrarigido del cabinet al supporto e alla 'Terra' mediante barra vincolata in acciaio smorzato; supporto ad elevata massa con punte ultra-rigide regolabili; cabinet rastremato in sandwich caricato; altoparlanti ceramici a bassa massa mobile e cestello ultrarigido.

■ Collocazione in ambiente d'ascolto

A proposito delle interazioni del diffusore con l'ambiente d'ascolto possiamo affermare che valgono gli stessi criteri non particolarmente stringenti che si adottano nel caso di un mini (o "midi") diffusore sul suo stand: l'allontanamento dalle pareti di fondo e laterali di almeno un metro migliora il soundstage e regolarizza la risposta complessiva.

Un'ultima considerazione riguarda la sensibilità che, ponendosi in anecoico intorno agli 86 dB, non preclude l'utilizzo, almeno in normali ambienti domestici, di ampli a valvole di bassa potenza, considerando anche il favorevole andamento dell'impedenza.

■ In sintesi

Per molti aspetti Albedo è un diffusore nuovo. Abbiamo illustrato sopra gli elementi tecnici di innovazione che hanno consentito di soddisfare le richieste che erano alla base della filosofia progettuale. Questi elementi hanno poi determinato anche la forma e l'aspetto del

■ Ultra-stiff mechanical coupling

The drivers of a loudspeaker systems should work in such a way to convert into sound energy all the electrical energy supplied by the amplifier. In fact, it must be strictly forbidden that other parts of the system catch and store part of this energy, giving up it after a while to the environment or back to the drivers themselves. Both these effects are highly harmful:

- 1. The energy wasted in vibration of the structure and of the prop/stand and in parasitic sound emission are simply noise added to the unperturbed emission;*
- 2. The incoherent back transfer of energy to the drivers disturbs their correct working, further increasing noise and distortion.*

The necessary condition to warrant the absence of those deleterious phenomena is that of minimizing perturbation effects. This objective is reached through a perfect coupling of the drivers to the cabinet and an ideal matching of the cabinet-support-environment chain, suppressing the effects due to the resonant modes of the mechanical system.

In the new Albedo loudspeakers this is achieved by an ultra-stiff mechanical coupling of the cabinet to the support and then to "Earth" by means of:

- A damped steel binding bar.*
- A massive basement with adjustable ultra-rigid spikes.*
- A loaded sandwich tapered cabinet.*
- Ceramic low-moving-mass drivers with ultra-stiff basket.*

■ Room placement

As for the interactions of the speaker with the listening room, we recall the usual criterions, not so constraining, adopted for small/medium-size loudspeakers mounted on their own stands: by

diffusore. L'originale design non è infatti scaturito dalla necessità di proporre a tutti i costi una forma nuova ma è strettamente legato ai criteri ispiratori che abbiamo descritto. La forma tronco-conica del cabinet, l'inclinazione del pannello frontale, i rapporti dimensionali che determinano un ingombro contenuto derivano, in maniera per così dire naturale, dalle scelte tecniche effettuate. Analogamente, i materiali usati, sandwich caricato per i pannelli e acciaio per il basamento, derivano dalla necessità di poter effettuare lavorazioni di precisione su pezzi con angoli non a squadra per assicurare tenuta e rigidità perfette. Il risultato complessivo è tale da offrire facilità di inserimento in ambiente sia dal punto di vista estetico che pratico.

Con le nuove Albedo riteniamo di offrire un innovativo strumento per nuove e coinvolgenti esperienze di riproduzione musicale.

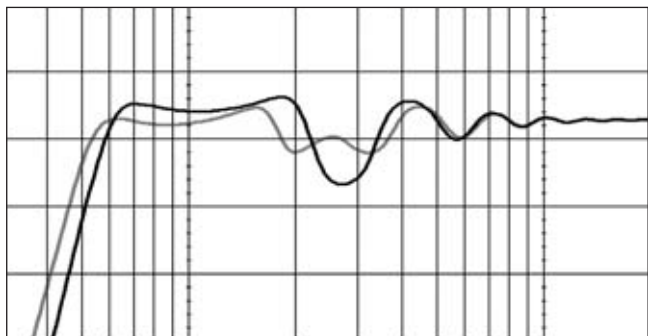


Figura 1: In nero: risposta della linea. In grigio: risposta della stessa linea equalizzata con risonatore di Helmholtz.

Figure 1: Black curve: the line response. Gray curve: the same line equalized with an Helmholtz resonator.

placing the units at least one meter from the back and lateral walls it is possible to obtain an ideal soundstage and optimize the total response. One last remark is on the sensitivity which, once we consider an anechoic signal, is in the range of 86 dB and therefore does not preclude the use, at least in normal home environments, of even low power output tube amplifiers, also considering the favourable impedance load. The overall result is able to offer easiness at home with nice looking and handy practical usage.

■ Conclusions

Under many aspects Albedo is a pretty new speaker concept. In the paragraphs above we have just seen its technical innovative elements, which allowed an optimal answer to the basic requirements of the design philosophy. These elements eventually also lead to the shape and the external look of the speaker. In fact, its unusual appearance does not originate from the need to propose a new shape for its own sake, but rather is strictly related to the design criteria we described above. The conic segment shape for the cabinet, the slanted front panel, the dimensional proportions which result in very contained volumes, all these derive naturally from the initial technical choices made. Similarly, the materials used, as doped sandwich for the folded boards and steel for the base, derive from the need to be able to execute very precise work on odd shaped pieces, in order to ensure a perfect sealing and stiffness. The overall result offers therefore great ease and flexibility for incorporation of the speakers in any environment, both from an aesthetic and practical point of view. With the new line of Albedo products we feel confident that we are proposing a new instrument for new and very rewarding experiences in sound reproduction.

Riferimenti bibliografici

- [1] M. Costa & G. Pucacco: *La Fase Acustica, come misurarla e come interpretarla*, Fedeltà del Suono, 39, 75-82 (1995).
- [2] M. Costa & G. Pucacco: *Interpretation and measurement of acoustic phase response*, Note tecniche, www.albedoaudio.com (2008).
- [3] H. Møller: *Loudspeaker phase measurements transient response and audible quality*, Brüel & Kjær Application Notes, presentata alla 48a Convention della Audio Engineering Society, California (1974).
- [4] A. J. Bradbury: *The Use of Fibrous Materials in Loudspeaker Enclosure*, JAES (Aprile 1976).
- [5] V. Dickason: *Loudspeaker Design Cookbook*, 7th edition, Audio Amateur Press (2006).
- [6] G. L. Augspurger: *Transmission Lines Updated - Stuffing Characteristics*, Speaker Builder (Marzo 2000).
- [7] M. Bigi & M. Jacchia: *Clio User Manual*, Audiomatica (2008).
- [8] J. D'Appolito: *Misurare gli altoparlanti*, Audiomatica (2007).
- [9] J. Merhaut: *Theory of Electroacoustics*, McGraw-Hill (1981).

References

- [1] M. Costa & G. Pucacco: *La Fase Acustica, come misurarla e come interpretarla*, Fedeltà del Suono, 39, 75-82 (1995).
- [2] M. Costa & G. Pucacco: *Interpretation and measurement of acoustic phase response*, Technical Notes, www.albedoaudio.com (2008).
- [3] H. Møller: *Loudspeaker phase measurements transient response and audible quality*, Brüel & Kjær Application Notes, presented at the 48th Audio Engineering Society Convention California (1974).
- [4] A. J. Bradbury: *The Use of Fibrous Materials in Loudspeaker Enclosure*, JAES (April 1976).
- [5] V. Dickason: *Loudspeaker Design Cookbook*, 7th edition, Audio Amateur Press (2006).
- [6] G. L. Augspurger: *Transmission Lines Updated - Stuffing Characteristics*, Speaker Builder (March 2000).
- [7] M. Bigi & M. Jacchia: *Clio User Manual*, Audiomatica (2008).
- [8] J. D'Appolito: *Testing Loudspeakers*, Audio Amateur Press (1998).
- [9] J. Merhaut: *Theory of Electroacoustics*, McGraw-Hill (1981).

