

audioplay

La compensazione degli altoparlanti e altre storie

di Alberto Maltese

Carissimi amici di CHF, capisco ed apprezzo la vostra grande correttezza nel pubblicare i nostri articoli integralmente e senza esercitare alcuna forma di censura redazionale...

Ma forse è una cosa che dovremmo ridiscutere a mente fredda, in quanto mi sta obbliggando a lavorare durante un giorno festivo per una inevitabile replica ad un articolo appena letto (qui CHF è arrivato ieri mattina) che mi ha creato un certo senso di sconforto, oltre che di sgomento. Si tratta dell'articolo di Valerio Maglietta sulla compensazione della componente induttiva degli altoparlanti, pubblicato su CHF n. 67. Nove eloquentissime, dettagliatissime, calcolatissime, pienuissime, interessatissime, teorizzatissime, sapientissime, polemicissime, tecnicamente finissime, studiattissime pagine! Pagnissime, oserei dire. Otto paginissime e mezza di sfoggio di approfondite conoscenze su una delle innumerevoli problematiche presentate dai nostri amati-odiati altoparlanti, integrate da una mezza pagina di "amichevole" polemica pseudo critica sugli scritti di Bart Aloia e del sottoscritto. Senza voler criticare nessuno, vorrei far notare al lettore Marco Florenin come da una sua innocente lettera di richiesta di spiegazioni su un argomento non perfettamente capito (e quindi, mea culpa, non perfettamente spiegato), si stia innescando, alla prima occasione, una sgradevole polemica che difficilmente non avrà seguito, anche da parte di altri... Davvero, come già fatto notare da Bartolomeo Aloia, bastava una telefonata!

Le avrei spiegato tutto, fin nei minimi dettagli che le fossero risultati oscuri, non siamo qui a difendere segreti industriali o militari, le parti omesse negli articoli a presentazione di un kit

servono solo a proteggere un lavoro che è costato tempo e denaro e deve, quindi, concretizzarsi in un regolare guadagno oltre che nell'indispensabile soddisfazione del cliente.

Nulla di più, nulla di meno; sarà comunque mia cura procedere quanto prima alla realizzazione di uno o più articoli sulla corretta metodologia pratica da seguire per la realizzazione di un crossover tecnicamente valido ed acusticamente apprezzabile, cosa che dai tempi di Renato Giussani su Audio Review è ingiustificabilmente assente da ogni rivista d'Italia. Probabilmente Maglietta è intenzionato ad affrontare in maniera esaustiva questi problemi, quantomeno sulla carta e tra formule di analisi matematica, certamente più adatte ad una bella tesi di dottorato o a un laboratorio di ricerche avanzate che alla divulgazione su una rivista di autoconstruzione, da sempre orientata a spiegare anche e soprattutto al grosso pubblico le problematiche di progetto relative ad apparecchiature di alta fedeltà. Nessuno, al di là di imprevedibili momenti maniacali, avrà mai necessità di utilizzare simili procedimenti per compensare un altoparlante con calcoli a 12 cifre...

Scusate se cito e ri-cito, ma ai tempi di "Cross-PC", lo stesso Giussani ebbe a rimbrottare cordialmente un lettore, "reo" di aver eseguito dei calcoli di micrometrica ed inutile precisione, ricordandogli che i calcoli da eseguire su un crossover o sugli altoparlanti non avevano alcuna necessità di essere più precisi dei calcoli da fare per mandare in orbita satelliti artificiali. Il lettore si sentì erroneamente sbeffeggiato, e la storia si ripeté immancabilmente, ma la sostanza del discorso di Giussani è validissima e andreb-

be compresa, non osteggiata!

I problemi di un sistema di altoparlanti sono tanti, ma di certo non è fra questi l'utilizzo di 10 microFarad o di 9,92 microFarad o di ben 10,21 microFarad... come non è un problema correggere il modulo d'impedenza di un woofer sino, poniamo, a 8 o 10 kHz, invece che fino all'estremo della banda audio: a quelle frequenze il povero altoparlante non emette più nulla, ed il povero crossover, anche se sta leggermente modificando la sua pendenza, perdendo diciamo 3 dB di attenuazione rispetto all'ideale, sta magari già 30 dB sotto al livello di riferimento; mettiamoci anche l'attenuazione in frequenza tipica di un woofer oltre la gamma media e scopriremo di essere sotto di 60 dB... e allora di che cosa stiamo discutendo? O stiamo di nuovo all'inizio degli anni ottanta, quando, se un componente dello "stereo" non dimostrava alle misure di avere una distorsione dello 0,0000000213% e una perfetta linearità dalla continua (!) ad oltre 10 megahertz, veniva immediatamente scartato in quanto tecnicamente scadente? Ma le fosse del senno di poi, non dovrebbero essere già strapiene? Andiamo con ordine e cerchiamo finalmente di essere posati e pratici nell'affrontare concretamente il problema.

Da dove nasce il problema affrontato da Maglietta

Il problema che a Maglietta appare enorme è l'inadeguatezza del modello da sempre (???) usato per rappresentare l'andamento induttivo o pseudo induttivo del modulo d'impedenza di un altoparlante.

Per i pochi che ancora non ne fossero a conoscenza, un andamento induttivo puro e semplice

avrebbe un incremento molto rapido del modulo con la frequenza, e un andamento della fase elettrica di ben 90°.

Un qualsiasi altoparlante è, fortunatamente per l'amplificatore ad esso collegato, ben lungi da comportarsi in questo modo e presenta un andamento del modulo estremamente variabile da caso a caso, in ogni modo mai crescente come un induttore puro e mai sfasato allo stesso modo, con un massimo tipicamente rilevabile di una sessantina di gradi di sfasamento in woofer di grandi dimensioni.

I sistemi a due o tre vie, se non pedestramente progettati, mostrano andamenti ancora più favorevoli del modulo d'impedenza risultante. Secondo Valerio, da un chiarimento telefonico avuto prima di scrivere queste righe, i programmi di simulazione dedicati agli altoparlanti non terrebbero conto di questo problema e simulerebbero l'andamento di un induttanza pura, con 90° di sfasamento. Ma quando mai?

Comunque già la seconda versione del Cross simulava uno sfasamento "standard" di 45° che, non sarà stato perfetto, ma una visione minima del problema te la garantiva... poi arrivò Franco Pieretti su Fedeltà del Suono, ai tempi del piccolo formato, ed il suo Xover prima ed AudioGenius poi, nelle varie versioni, che consentivano perfettamente la simulazione corretta del modulo d'impedenza di un generico altoparlante, con stretta "verosimiglianza" del risultato alla realtà. Io ancora oggi utilizzo professionalmente Xover. Consente di importare le curve realmente misurate degli altoparlanti ed ogni ulteriore misura eseguita sul sistema dopo averlo correttamente simulato è... una fotocopia delle schermate!

La compensazione dell'andamento induttivo

A cosa serve compensare l'andamento induttivo dell'impedenza di un altoparlante? Questa è la domanda alla quale dobbiamo per prima cosa rispondere in maniera compiuta. Nel caso di un altoparlante da citofono, probabilmente a niente, nel caso di un larga banda... probabilmente pure a niente (ora ve lo spiego), nel caso di un woofer, di un midrange o di un tweeter... a seconda dei vari casi può non servire o essere addirittura indispensabile. Il larga banda è tipicamente un elemento poco esteso in gamma alta e altissima, ed è normalmente collegato a un piccolo triodillo con impedenza di uscita ben lungi dall'essere nulla che, attenuando in maniera differenziata il segnale in uscita a causa della resistenza in questione, riesce a dare un minimo di "effetto loudness" al suono, attenuando poco o nulla dove c'è il picco di risonanza in gamma bassa e la crescita induttiva in gamma alta del modulo d'impedenza dell'altoparlante, e attenuando un po' di più le frequenze medie e medio-basse, dove il modulo è molto più basso e l'insieme così ottenuto risulta essere più accettabile all'orecchio della vittima... scusate, dell'appassionato. Mi stavo facendo trasportare dalla mia personale insoddisfazione verso un certo tipo di sonorità, ma mi conforta il fatto che mi ha appena chiamato un lettore di CHF che desiderava un consiglio su quale tweeter abbinare al suo larga banda... ed anche un woofer non gli sarebbe dispiaciuto... e magari stava anche pensando seriamente a farsi le Trinity... misteri dell'high-end! Torniamo al "nostro" larga banda che qualcuno, eccitato dall'aspetto meramente tecnologico della faccenda, vorrebbe discutibilmente compensare. Linearizzando l'impedenza dell'altoparlante "larga banda" pilotato da siffatti amplificatori si avrebbe come unico risultato, una decisa chiusura della gamma alta e altissima, già risicata per la natura emissiva particolare del sistema. Non mi sembra quindi, carissimo Valerio, diversamente da quanto da te affermato a pag.50, che sia consigliabile effettuare la compen-

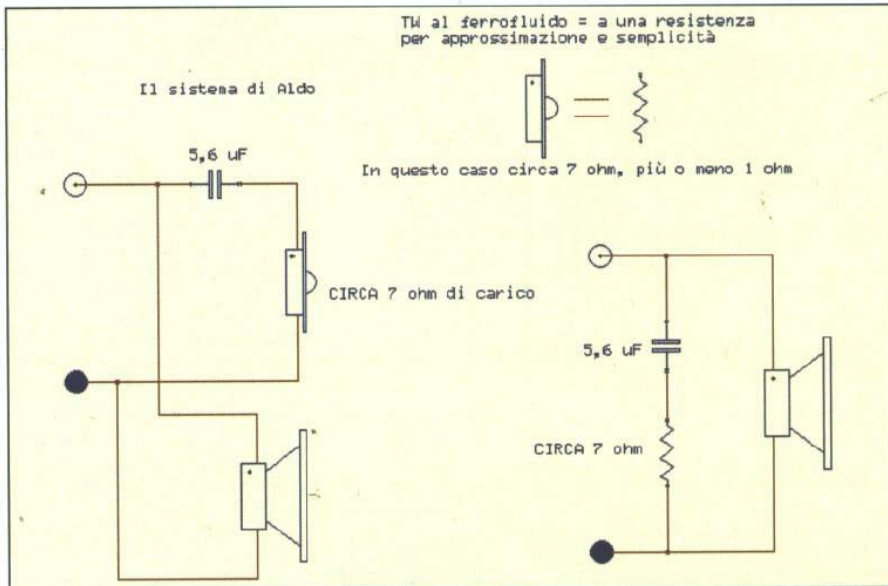


Fig. 1 - L'equivalenza del tweeter filtrato all'effetto di una cella RC serie collegata in parallelo al woofer.

sazione anche ai "sistemi senza crossover". A meno di aver frainteso il tuo riferimento, da me inteso come la compensazione di un sistema facente uso di un tipico larga banda... Passiamo a prendere in esame altoparlanti specializzati nelle rispettive gamme di frequenza, come woofer, midrange e tweeter vari, e quindi sistemi di altoparlanti a due o più vie. In questi casi la compensazione dell'andamento induttivo dell'impedenza dell'altoparlante può essere utilissima, utile, indispensabile, o assolutamente inutile! Prendiamo in esame l'ultimo caso, così non ci pensiamo più. Ammettiamo di aver tra le zampe un diffusore a due vie di piccole dimensioni, magari con un 17 cm in fibra di vetro prodotto dal magico Roberto Pesce, da sempre un grande degli altoparlanti (esempio basato su un progetto effettivamente realizzato, non solo teorizzato, per il mio amico Aldo). Questi mid-woofer, da me richiesti su precisa specifica alla RES, presentavano un andamento in gamma media estremamente "flat" ed un eccellente calo progressivo e regolare oltre i 3 kHz. A questo punto, disponendo di un generoso e ferrofluidato tweeter da 3 cm di diametro, il gioco era fatto: woofer libero e tweeter incrociato a soli 6 dB/ottava con, credo, un condensatore da 5,6 uF in poliestere di provata qualità. »

In questo particolare caso la compensazione è inutile; tra l'altro basta la combinazione "impedenza del tweeter/condensatore in serie" che si viene a trovare, guarda caso, in parallelo al woofer stesso ad abbattere il modulo d'impedenza del sistema completo e a regolarizzarlo verso la medio-alta. Per chi non avesse compreso perfettamente mi rispiego: dato il nostro tweeter al ferrofluid, quindi senza picchi particolari nel modulo di impedenza, possiamo paragonarlo per semplicità elettricamente ad una semplice resistenza, magari un po' fissata in media, che serializzata al condensatore di filtraggio viene a essere paragonabile in tutto e per tutto ad una cella RC serie collegata in parallelo al woofer utilizzato. Spero che la Fig. 1 chiarisca discretamente il problema dell'equivalenza del tweeter filtrato all'effetto di una cella RC serie collegata in parallelo al woofer. Nessuno, e sottolineo nessuno provi a dire che sto cercando di girare una frittata, che la compensazione così ottenuta è molto imprecisa, etc. etc. perché vi ho solo fatto un esempio in cui la compensazione del woofer non è necessaria in quanto già parzialmente ottenuta tramite il sistema nel suo complesso! E se il woofer avesse avuto bisogno di un filtraggio tramite il crossover? O di una cella di equalizzazione? O di un particolare andamento della

risposta del filtro per compensare quella acustica sua propria? O se fosse stato provvisto di anello di cortocircuito? O se si fosse trattato di due woofer in serie? In questo caso si sarebbe ottenuto un bel carico fortemente capacitivo, sapete? C'è da perdersi. E ci vuole tanta pratica! Altro che mera linearizzazione o rifasamento del carico visto dall'amplificatore o dal crossover! Soprattutto se con accanimento sulla semplice curva di impedenza del singolo altoparlante... E c'è da chiedersi per quale motivo una banda di scienziati, magari un po' fissati lavori insistentemente alla linearizzazione o al rifasamento all'ultimo Hz di un singolo componente quando, in effetti, il vero problema è il sistema nel suo complesso! Io ho vissuto in prima fila la diatriba tra le riviste attorno agli anni novanta per l'affermazione della superiorità (assoluta, of course) del proprio programma di simulazione di altoparlanti. Visto, Valerio, che almeno un punto comune l'abbiamo trovato? Siamo tra i pochi a lavorarci col computer, invece che giocherellare come dei bambocci tra schede grafiche e cristalli liquidi! Solo che tu ti perdi troppo nel programma della calcolatrice ed io in quello di misura, che mi dà più soddisfazione. Abbiamo visto prima cosa succede nel caso un altoparlante non abbia bisogno di compensazione alcuna, adesso esami-

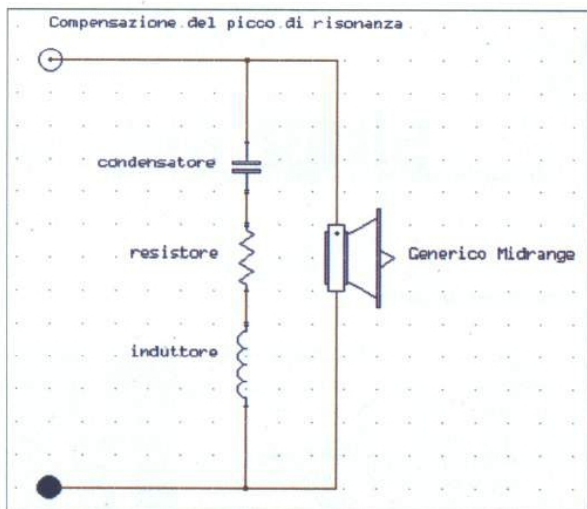
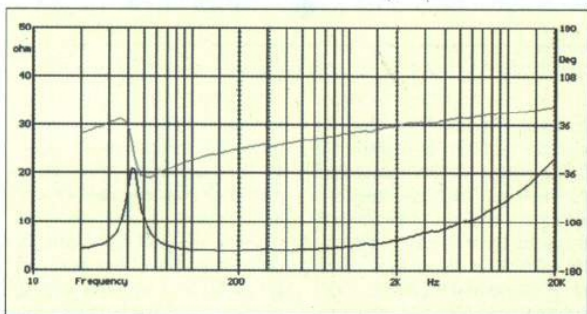


Fig. 2 - Lo schema di una cella RLC.



Graf. 1 - La curva d'impedenza di un woofer "taiwanese" molto economico. Notiamo che il picco alla frequenza di risonanza ha una forma stretta.

neremo alcuni casi in cui la stessa venga ad assumere una certa importanza. Un caso dove la compensazione dell'impedenza è a mio avviso pressoché obbligatorio, potrebbe essere quello del vecchio midrange AUDAX in TPX, usato durante gli anni 90: l'HM100X2. Questo eccellente componente presentava un tale picco d'impedenza da rendere assolutamente necessaria la compensazione della stessa, pena stranezze varie all'incrocio basso e, grazie alla notevole crescita dell'impedenza in alta frequenza, per ottenere un taglio ben preciso sarebbe stato decisamente meglio compensare anche quella parte della sua curva d'impedenza.

Poi vi sono tanti midrange e tweeter che utilizzano il ferrofluid nel traferro, e lì si verifica un tale appiattimento della loro curva d'impedenza da rendere spesso (ma non sempre) inutile il ricorso a questi stratagemmi.

A volte il condensatore usato per filtrare in maniera semplice uno di questi tweeter, ad esempio,

può fare comunella con l'andamento induttivo del loro modulo d'impedenza e risuonare allegramente in gamma alta, rendendola decisamente "strana". Questo fenomeno spiega in parte come mai lo stesso condensatore suoni più o meno bene se accoppiato a diversi tweeter... il fenomeno è dovuto in buona parte al carico da loro, presentato, ovviamente discretamente variabile dall'uno all'altro. A causa di questa situazione il condensatore risuonerà col carico a frequenze diverse e in modo diverso, sia come intensità che come smorzamento ("Q"). Un esempio lo vedremo tra poche righe. Per prendere in considerazione tutti i tipi di altoparlanti esistenti e parlare accuratamente delle celle di compensazione più o meno consigliabili ci vorrebbe veramente una vita, senza contare che molto dipende dalle condizioni di contorno, dal tipo di filtraggio, dalla pendenza dei filtri utilizzati, dalla necessità di attenuare o meno l'altoparlante, dalla neces-

sità di "equalizzarlo" in frequenza, etc. Meglio per adesso portare un altro esempio pratico.

Il tweeter che non voleva cantare

Non più di un mese e mezzo fa, ho progettato un diffusore a due vie, da più parti richiestomi, di piccole ma non microscopiche dimensioni e dal suono soddisfacente... per intenderci ben lontano dai (troppi) sistemi facenti uso di un midwoofer in polipropilene; sistemi magari correttissimi, ma troppo poco efficienti (80, 81 dB con un watt in ingresso) e, soprattutto, eccessivamente "levigati" come suono. Qualcuno direbbe, non senza ragione, "smorti". Lasciando da parte ogni altro dettaglio sul sistema, parleremo direttamente del problema che si è presentato e di come è stato risolto. Il tweeter utilizzato nel diffusore è lo splendido Audax da un pollice in seta sintetica pretrattata TW 025 A0, già utilizzato da tempo qui in ditta, quindi un componente molto ben conosciuto... e invece no. Le sorprese che un altoparlante ti può fare derivano in gran parte dal sistema nel quale viene utilizzato! In un sistema top di due anni fa questo componente non ha assolutamente mostrato di richiedere o di gradire alcuna cella di compensazione per l'andamento induttivo del modulo (ascoltare per credere), funzionando alla stragrande, mentre nel nuovo sistema c'era qualcosa che, nella grande trasparenza e naturalezza generale, si faceva un po' notare in gamma alta-altissima. Questa gamma ha smesso di "risuonare" con l'inserimento in parallelo al tweeter di una semplice cella RC da 1 μ F e 12 ohm. E nell'altro sistema... perché non risuona in questo modo?

Mistero: le risposte e le impedenze dei due altoparlanti sono sovrapponibili... eppure qua ci va, e là no! Probabilmente, dato che nel sistema precedente il tweeter era stato discretamente attenuato, la resistenza in serie è stata sufficiente a smorzare per benino la risonanza del sottosistema "altoparlante-condensatore". Ecco perché mi trovo in cattive acque quando mi chiedete consigli per telefono su quale crossover utilizzare: senza le dovute verifiche tecniche e d'ascolto darvi un consiglio generico equivale a prendervi in giro!

Ad andarci alla cieca... potete benissimo farlo da soli; l'esempio appena riportato vi deve dimostrare che l'esperienza non basta a darvi un consiglio utile!

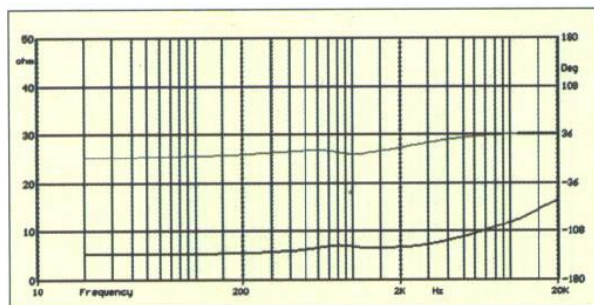
Precisione richiesta alla compensazione

Ma sto leggendo bene? Compensazioni con più celle RC per una maggiore precisione? Sistema lineare del 5°, 7°, 9° ordine? Altro che orecchie da pipistrello... qui occorre scomodare addirittura l'ingegneria genetica per generare una nuova specie in grado di apprezzare miglioramenti dello 0,000000012% minimo! Allego i grafici misurati di alcuni altoparlanti di vario tipo e varie marche per farti valutare la necessità di una qualsiasi ulteriore cella RC oltre a quella comunemente utilizzata; la mia tecnica di calcolo... è stata quella meramente sperimentale (si prendono un tot di condensatori e di resistori dal cassetto e in 2 o 3 minuti si azzecca la combinazione vincente) ed ha richiesto in totale una decina di minuti; il giudizio sui risultati ottenuti vorrei veramente lo dessero anche i lettori. Io avrei anche voluto finirli qui, non vedendo assolutamente motivi di continuare oltre in quello che potrebbe sembrare a prima vista un semplice attacco contro Valerio Maglietta, ma purtroppo la carne messa al fuoco nel suo articolo è stata davvero tanta.

Le mitiche celle RLC

Per evitare ulteriore confusione parleremo esclusivamente della cella RLC e del suo funzionamento (Fig. 2), tralasciando del tutto ogni altra cella o altre parti del crossover; ci interesseremo soltanto al picco d'impedenza alla risonanza ed alla sua totale o parziale eliminazione!

Come ormai tutti sappiamo, o dovremmo sapere, ad una ben precisa frequenza ogni altoparlante presenta un picco d'impedenza, più o meno pronunciato (fattore di merito meccanico Q_{ms} più o meno elevato) e più o meno "largo", cioè più o meno esteso in frequenza (fattore di merito elettrico Q_{es} , e quindi il risultante mitico Q_{ts} - fattore di merito totale - più o meno elevato). La spiegazione, così, è un poco truce ed alquanto inesatta, quindi vediamo di chiarire meglio le cose con



Graf. 2 - Il midrange Siare 11MCVFF8, un piccolo mid a cono con chiusura posteriore, oggi non più prodotto.

l'aiuto di un paio di grafici della beneamata Clio. Nel **Grafico 1** troviamo la curva d'impedenza di uno squallido woofer "taiwanese" da quattro soldi, adatto per uso car audio, e notiamo che il picco alla frequenza di risonanza, situata a 42 Hz, ha una forma molto stretta. In questo woofer il Qts supera discretamente l'unità, ed è quindi stato creato solo allo scopo di rintronare i tamarri nelle loro gelaterie ambulanti.

Ricordo a coloro che non lo sapessero che il fattore di merito di un altoparlante è sempre meglio che sia inferiore a "1", per la verità un woofer di buona qualità presenta un Qts tipicamente compreso tra 0,5 e 0,25. Valori di questo tipo sono presentati da woofer adattissimi agli accordi reflex, valori compresi tra 0,7 e 0,4 sono perfetti per sistemi chiusi e valori compresi tra 0,3 e 0,2 sono ottimi per realizzare sistemi a tromba.

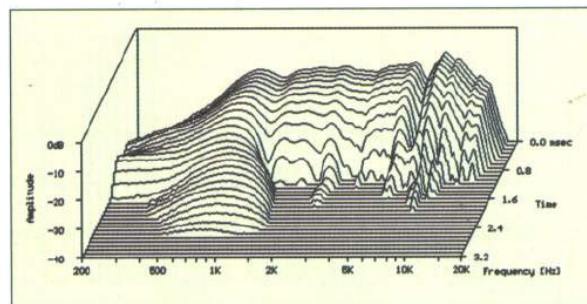
Ovviamente, sapendo dove mettere le mani, è possibile giocare con i parametri per ottenere risultati "strategici". Non esiste un muro che dice "basta".

Nel **Grafico 2** c'è un piccolo mito del recente passato: il midrange Siare 11MCVFF8, un piccolo mid a cono con chiusura posteriore, oggi non più prodotto. Notiamo che la risonanza, situata a circa 800 Hz, risulta appena visibile, poiché il piccolo e giallo malandrino faceva uso del famigerato liquido ferrofluid nel traferro. In questi disgraziati casi, lo studio della curva d'impedenza offre poche informazioni utili ed è meglio guardare la "waterfall" per capire se i fattori di merito sono bassi o no. Nella waterfall del **Grafico 2b** questo mid dimostra di non essere particolarmente ben smorzato, prolungando nel tempo la caduta delle frequenze attorno

alla risonanza (ed è così per quasi tutti i mid a cono rinchiuse in un piccolissimo volume); evitate questo tipo di midrange in un progetto "definitivo". Nel **Grafico 3** il famoso mid-woofer RES modello 13FC8 dimostra di avere tutte le carte... magnetiche in regola e l'allargamento della campana di risonanza è una garanzia di fattori di merito molto contenuti e di smorzamenti velocissimi. Risonanza (non rodato preventivamente ad a freddo) a 61,47 Hz. A proposito della "campana"... ma la frequenza di risonanza non dovrebbe essere "unica"? Cioè, se un tweeter risuona a 1.000 Hz, come mai la curva inizia a salire ben prima e scende ben dopo questa frequenza? Natura non facit saltus, dicevano in un altro articolo; se un sistema oscillante risuona a 1.000 Hz, è impossibile che a 1.001 Hz o a 997,5 Hz non risuoni... lo farà progressivamente di meno, ma lo farà comunque. Nella suddetta waterfall noterete come il midrange Siare non risuoni solo alla risonanza, posta a circa 800 Hz, ma in una discretamente estesa gamma di frequenze sia prima che dopo la Fs.

Come funziona una cella RLC

Come si spera dovrete sapere tutti, altrimenti... basta dirlo senza scatenare ulteriori polemiche, un condensatore impedisce il passaggio della continua e, progressivamente, apre la porta all'alternata, lasciandola passare sempre di più man mano che sale la frequenza; al contrario l'induttore si oppone strenuamente al passaggio di frequenze infinitamente elevate, lasciando passare sempre più facilmente frequenze man mano più basse e risultando un



Graf.2b - Il midrange Siare dimostra di non essere particolarmente ben smorzato, prolungando nel tempo la caduta delle frequenze attorno alla risonanza.

collegamento diretto per la continua. Il resistore se ne frega di tutto questo e si comporta ugualmente a tutte le frequenze, continua compresa.

Tutto questo in caso di componenti ideali, ma non chiamiamoci la vita oltre il risibile: questo articolo è dedicato a chi non sa neppure come funzionano una cella RC o RLC. Abbattiamo questa benedetta risonanza, sì o no? Certamente! Allora, noi abbiamo un altoparlante con una resistenza in continua (DC) di, poniamo, 6 ohm.

Mettiamo che alla frequenza di risonanza questo presenti un picco di 12 ohm nel punto massimo. Per portare questi 12 ohm ai 6 ohm della Rdc... che si fa? Qualcuno urla dal fondo: "Facile: mettiamogli in parallelo un'altra resistenza da 12 ohm ed il risultato sarà perfetto!"

Vero, ma si abbasserebbe tutto il modulo d'impedenza, non solo dove serve, e al di là del picco che effettivamente si ridurrebbe al valore di 6 ohm, tutto il resto presenterebbe valori inferiori a quello desiderato! E allora?

Noi abbiamo questa benedetta resistenza da 12 ohm in mano, ma se l'appiccichiamo brutalmente in parallelo al nostro altoparlante non concludiamo un bel nulla. Allora facciamo in modo che questa resistenza sia collegata all'altoparlante solo dove serve, solo alle frequenze che ci interessano, in modo da lasciare invariate le altre!

Ed è abbastanza facile: se noi mettiamo in serie alla resistenza da 12 ohm un'induttanza che impedisca il passaggio degli "acuti" ed un condensatore che faccia lo stesso con i "bassi", avremo come risultato una resistenza da 12 ohm valida solo dove serve, e progressivamente ininfluente alle frequenze da non toccare. Occorre, chiara-

mente, calcolare i valori più adatti per l'induttanza ed il condensatore, ma ciò esula dallo scopo del presente articolo; tranquilli: ci ritorneremo!

La cella così ottenuta avrà una curva d'impedenza inversa a quella del picco di risonanza, con un minimo di 12 ohm alla Fs, e progressivamente crescente sia prima che dopo la Fs.

La risonanza si compensa proprio così. In un impeto di crudeltà, cortocircuitiamo il resistore da 12 ohm. Otteniamo una cella LC. Questa cella avrà ancora più o meno lo stesso andamento della precedente, ma al posto del suo arrotondato minimo di 12 ohm troveremo una stretta punta tendente a zero. Se abbiamo fatto tutto per benino, lo zero sarà posto in corrispondenza della frequenza di risonanza dell'altoparlante e la cortocircuiterà. Ciò significa che l'altoparlante così "truccato" presenterà un modulo d'impedenza con un buco in corrispondenza della risonanza, invece del classico picco; buco che, utilizzando componentistica a bassa perdita, è molto vicino ad un corto circuito diretto!

E L'amplificatore, che farà?

L'amplificatore non vedrà un corto circuito, in quanto un altoparlante così compensato, dovrà poi essere obbligatoriamente filtrato in maniera adeguata prima di far suonare il sistema! Come verificato anche da Diego Nardi, questa compensazione particolare, se appena decentemente implementata, funziona e non provoca alcun problema; vedi sempre CHF 67, vedi la fine del presente articolo. Per compensare l'aumento del modulo per l'andamento tipicamente induttivo di un altoparlante, invece, la cosa è ancora più semplice da spiegare: prendiamo il nostro solito altoparlantino teorico da 6

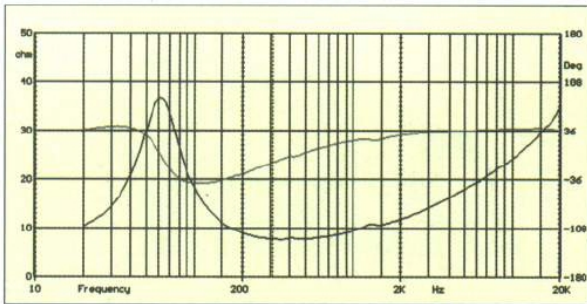


Grafico 3a e 3b - Il midwoofer RES 13FC8 prima e dopo la compensazione.

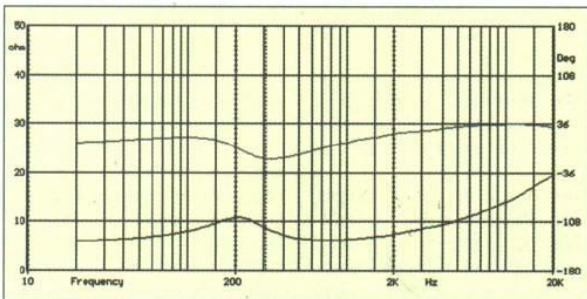
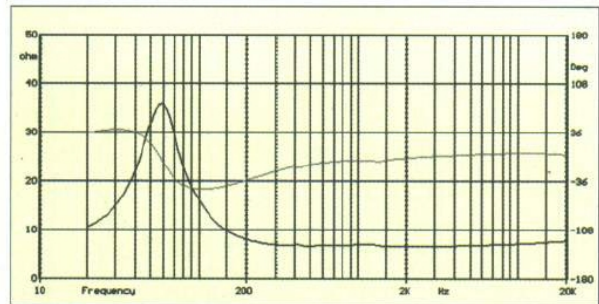
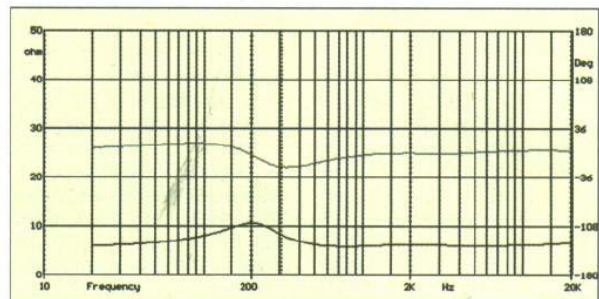


Grafico 4a e 4b - Il Vifa M10.



ohm in DC e notiamo come il suo modulo salga verso le alte frequenze, poniamo ancora una volta fino a circa 12 ohm a 20.000 Hz, cioè all'estremo banda!

La cella RC serie fa in modo che la solita resistenza da 12 ohm (che valori pratici che ho scelto...) venga progressivamente posta in parallelo all'altoparlante, fino al perfetto parallelo verso l'estremo banda, col risultato di linearizzare perfettamente (o quasi) la curva.

Il grosso problema, per Valerio Maglietta, è questo "quasi".

I fantastici quattro

No, non sto parlando dei mitici eroi Marvel, amici audiocostruttori, ma di quattro baldanzosi componenti che si sono volentariamente prestati ad un "test di compensazione rapida" per aiutarci a controbattere lo scienziato malvagio di turno!

Certamente Valerio si farà quattro risate a vedersi protagonista di una simile scena da fumetto, ma stavolta se l'è davvero meritata! In rapida successione:

- RES 13FC8, un 13 cm in fibra di carbonio, fedele compagno di CHF sin dai primi numeri;
- Vifa M10, un midrange piccolo ma fedele, eccellente scelta per un tre vie di dimensioni contenute, magari abbinato ad un tweeter da 19 millimetri;

- Audax HM170Z18, un midwoofer high-tech da una ditta che non sbaglia un colpo;
- Master Audio MA300AL, un bestio cinese da 30 cm. con magneti idrofobo, ad uso "gelatai ambulanti".

Come potrete notare, la diversa estrazione sociale dei nostri volontari non ci ha impedito di linearizzarli tutti con semplicità ed ottenendo eccellenti risultati. Allora, Clio ben calda e via: si parte col **Grafico 3**, cioè il RES. Il 13FC8 presenta un minimo d'impedenza a 350 Hz che vale 7,6 ohm ed un massimo all'estremo banda che tocca i 35 ohm a 20.000 Hz. Regola valida per tutti i concorrenti: cercheremo di allinearci per quanto possibile al minimo valore trovato subito dopo la risonanza. In questo caso i 7,6 ohm. Con un paio di misure assegniamo al RES un condensatore da circa 17 µF serializzato ad un resistore da 8,2 ohm. Con questi due simpatici componenti il minimo d'impedenza del 13FC8 scende a 6,8 ohm e la curva tra 300 e 20.000 Hz resta compresa tra più o meno 0,6 ohm. In pratica il minimo è di 6,8 ohm ed il massimo è di 7,8 ohm e lo potrete constatare nel **Grafico 3b**. Nel **Grafico 4** vediamo il piccolo VIFA: minimo carico a 750 Hz con 6,2 ohm e massimo valore del modulo di 19,6 ohm a 20.000 Hz. Con un miserabile

condensatore da 6,8 µF e una resistenzucola da 7,5 ohm passiamo al **Grafico 4b** dove ci gustiamo un minimo passato a 5,8 ohm ed una curva spianatissima: da 500 a 20.000 Hz siamo a più o meno 0,4 ohm! In pratica il minimo è 5,8 ohm ed il massimo è 6,6 ohm. Contenti, ma non ancora soddisfatti, passiamo alle bestie nere e, nel **Grafico 5** vediamo la brusca curva dell'Audax HM170Z18. Un altoparlante di grandissima qualità, che mostra anche nella curva d'impedenza di avere un bel caratterino... il minimo è di 6,4 ohm a 330 Hz, ed arriva a ben 39 ohm a 20.000 Hz con un andamento piuttosto "brusco". Eppure bastano un condensatore da 15 mF in serie ad un resistore da 7,5 ohm per passare al **Grafico 5b** dove il crudele altoparlante presenta un minimo di 6,0 ohm a 330 Hz ed un andamento, oserei dire, veramente incivile, in quanto insiste e persiste a presentare una curva molto tormentata che varia di ben più o meno 0,7 ohm tra 200 e 20.000 Hz... accidenti, è quasi inaccettabile, forse ha ragione Valerio!

Ma è l'ora di passare al **Grafico 6**. È l'ora della bestia feroce: un 30 cm per uso hi-fi car gelati broches pop-corn sub-woofer, insomma un vero casinario! Presenta un minimo di 4,6 ohm a 120 Hz ed in alta frequenza,

grazie alla sua mega bobinazza mobile capace di un paio di centimetri di escursione (!) arriva allo spaventoso valore di 130 ohm! Nel grafico **Grafico 6b** vediamo come anche questo "Hulk" degli altoparlanti si pieghi con un condensatore da 100 mF ed una resistenza di 4,7 ohm opportunamente collegati. Il minimo passa a 4,0 ohm a 120 Hz, e la curva si deposita su un incredibile più o meno 0,3 ohm (!) da 200 a 20.000 Hz.

Se vogliamo vedere le cose come stanno tra 98 e 20.000 Hz restiamo in un ancora piuttosto valido più o meno 0,6 ohm. Non malaccio... Desidero evidenziare una cosa: non è che io contesti la validità dei precisi calcoli e/o dei formulari presentati da Valerio Maglietta, che si è certamente sobbarcato un ponderoso lavoro... quella che ne contesto è l'inutilità nel nostro contesto, scusate il gioco di parole, che è quello dell'autocostruzione di un sistema di altoparlanti adeguato al gusto del suo "creatore" ed in grado di soddisfarne le esigenze. Io credo che il risultato non potrà variare se non in forma di mera allucinazione psicoacustica se l'impedenza di un altoparlante sarà compensata a più o meno 0,5 ohm o più o meno 0,2 ohm. Il "dramma" delle rette a tutti i costi da sostituire alle curve è superato da tempo, adesso ci si

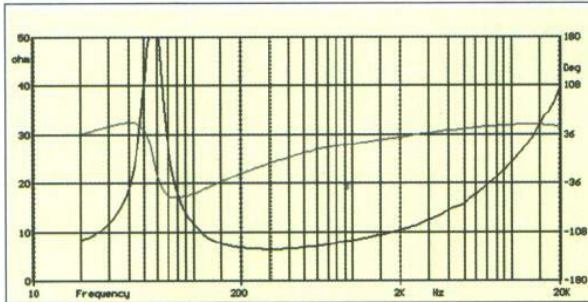


Grafico 5 e 5b - L'Audax HM170Z18.

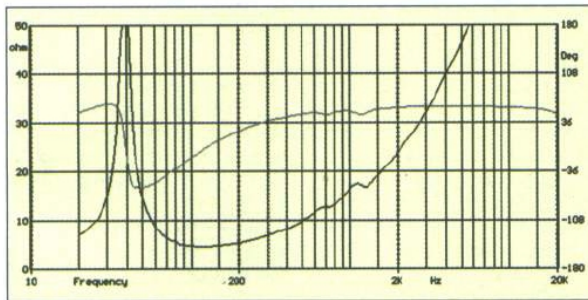
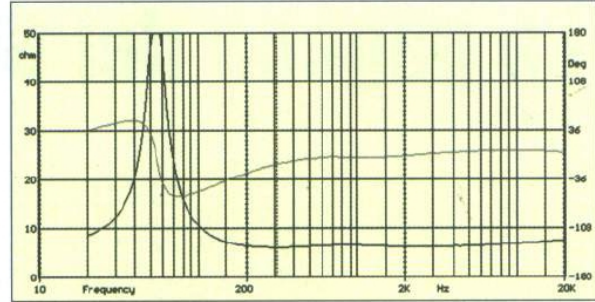


Grafico 6 e 6b - Il woofer car Master Audio MA300AL.

concentra (o si dovrebbe farlo) sulla ricerca dei fenomeni che davvero tentano in tutti i modi di allontanare il risultato sonoro dall'irraggiungibile "realtà".

A questo punto...

Ad un certo punto dell'articolo in questione, si afferma testualmente: "...non ha senso parlare di frequenza di risonanza precisa e costante..." in quanto, ovviamente, i parametri di un altoparlante non sono perfettamente lineari e/o termo-invarianti (cioè sono sensibili alle variazioni di temperatura). Io aggiungerei che sono anche (spesso) discretamente varianti a seconda dell'informata! E se varia la F_s , non crediate che la Re o Rdc stia fissa al suo posto a guardare lo spettacolo. A questo punto è normale attendersi variazioni, anche di discreta entità, della curva d'impedenza anche alle alte frequenze (qualche spira in più o in meno nella bobina mobile, qualche tesla d'induzione in più o in meno nel traferro e il gioco è fatto); tolleranze che vanificano a priori qualsiasi pretesa di raggiungere la perfezione nelle celle di compensazione. Di qualsiasi ordine. A meno di farle altoparlante per altoparlante e cambiarle pazientemente d'estate e d'inverno per ottenere lo 0,000000000001% di precisione! Solo poche ditte garantiscono una buona costanza in tutti i parametri, signori miei. Ho un woofer in polipropi-

lene e sospensione in pessima gomma che d'estate risuona a 50 Hz e in inverno a... 125 Hz. Occhio a cosa acquistate! Noi pensiamo di conoscere bene questi fenomeni, e prima di noi li conosceva Aloia che sin dagli anni ottanta proponeva dei kit dove le sue interessanti celle RLC, utilizzate come freno elettromagnetico, venivano fornite al cliente già perfettamente tarate sul singolo altoparlante. La correttezza di Aloia è, sotto questo ed altri aspetti, innegabile.

Lo stesso Diego Nardi, sullo stesso numero di CHF presenta un interessante sistema di altoparlanti con il tweeter Audax TW034X0; sistema nel quale gli è stato molto utile il metodo di Aloia per bloccare la risonanza fortissima a 900 Hz (grazie al suo enorme complesso magnetico il tweeter Audax da 34 mm è particolarmente sensibile al fenomeno; in un vecchio articolo Bartolomeo Aloia presentava delle misure sulle risonanze indotte dalla prossimità degli altoparlanti tra di loro e, guarda caso, il tweeter era proprio lo stesso...), da notare che utilizzando il "freno elettromagnetico" Diego ha perfettamente risolto i problemi del suo crossover (pagg.16 - 17) e senza il minimo effetto collaterale sulla pilotabilità del sistema. Un'altra valida testimonianza sulla grande efficacia ed applicabilità (senza nemmeno tante misure, addirittura,

nel caso di Nardi che non utilizza un sistema di misura, ma si affida alla sua esperienza ed al suo orecchio) della compensazione alla risonanza usata come freno elettromagnetico. Un altro esempio di utilizzo di queste celle "anticonvenzionali" lo si può trovare nel mio articolo su CHF n. 64 a pag. 54, dove descrivo i problemi di corretto filtraggio di un piccolo diffusore, utilizzando un tweeter dal pessimo comportamento al transitorio nella zona di frequenze attorno ad F_s , prima del filtraggio frenante-compensativo. Come si può notare nella stessa pagina, lo stesso tweeter all'interno del sistema completo mostra una waterfall perfettamente pulita. Nessun crossover "semplice" o "complesso" otterrebbe risultati performanti quanto una semplice cella LC ben piazzata, come in questo caso. Anche alle misure, quindi, il sistema funziona alla grande. Posto che nessuno, credo, si sogni di compensare un woofer alla risonanza, tanto meno se montato in sistemi a doppio e triplo accordo (!), resta da verificare il livello delle tolleranze in un componente qualsiasi... tra quelli buoni, tra quelli interessanti per l'autocostruttore evoluto, non tra la rantomaglia del primo ricambista all'angolo che trovate. Prenderò due misure già fatte di due altoparlanti uguali prodotti e misurati a due anni di distanza l'uno dall'altro (due ottimi

TW025A0 dell'Audax). Il primo risuona a 970,05 Hertz, con un picco massimo di 28,8 ohm. Il secondo risuona a 943,12 Hertz, con un picco massimo di 30,0 ohm. Stiamo parlando di una tolleranza pari a più o meno il 2% sul picco massimo d'impedenza e di più o meno l'1,43% sulla frequenza alla quale si trova lo stesso. Neppure misurando accuratamente i componenti della cella LC riuscireste ad ottenere una precisione superiore a questa! E li ho presi a caso, i primi due altoparlanti uguali che mi sono venuti a portata di mouse! Basta quindi usare gli altoparlanti giusti... L'unico appunto che mi si può muovere (e Aloia, correttamente, l'ha fatto), è quello di non aver prestato la corretta attenzione al fatto che un articolo, per avere ampia diffusione, deve essere leggibile anche da persone prive di esperienza e cultura specifica. Il lettore meno preparato dovrà però avere la bontà di leggere con attenzione quanto scritto e segnalato nei riferimenti, che da ora in poi segnalerò sempre e lui si impegnerà ad andarseli a trovare e rileggere. Io mi impegno a rispondere telefonicamente con sacrosanta rassegnazione a tutti coloro che si fossero "appena sintonizzati" e non disponessero quindi di alcuna possibilità di trovare i riferimenti suddetti. Alberto Maltese della Aurion Audio Development può essere contattato al Tel 340.35.26.340. ●

audioplay