

Cross-PC 5.0

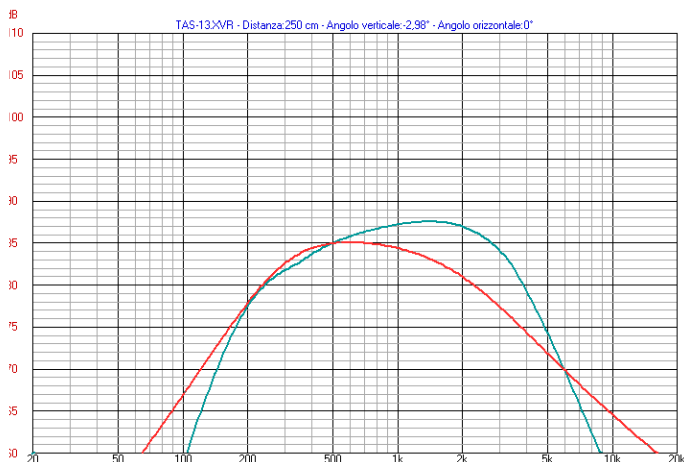
La simulazione degli altoparlanti

*di Renato Giussani
e
Pierfrancesco Fravolini*

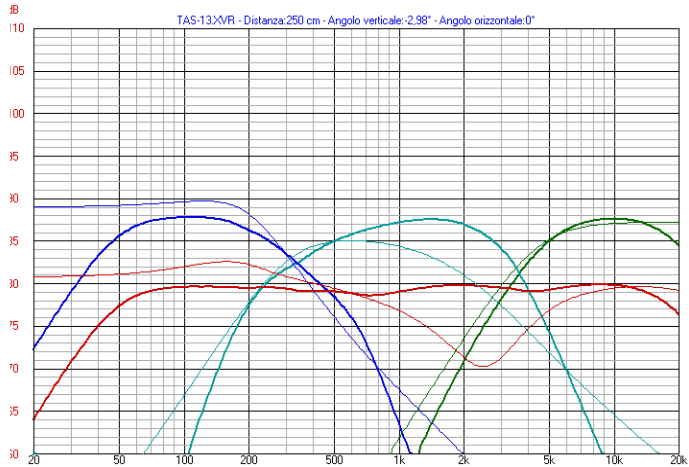
Un filtro crossover calcolato utilizzando le formule della teoria classica dei filtri può fornire i risultati precisi solo se terminato su carichi puramente resistivi.

Per poter prevedere la reale risposta acustica di un sistema, si deve tener conto sia della risposta elettrica del filtro caricato dall'impedenza propria degli altoparlanti, sia delle risposte acustiche reali dei vari componenti, oltreché delle rispettive condizioni di montaggio.

Risposta di un altoparlante reale. La curva azzurra mostra la risposta di un midrange reale filtrato da una cella passa-banda. La curva rossa mostra lo stesso midrange non tenendo conto della risposta in frequenza del trasduttore e della sua curva di impedenza.

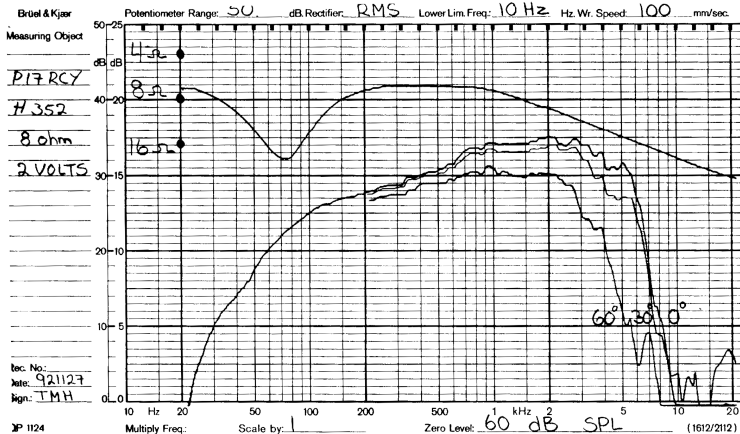


Risposte in frequenza delle varie vie di un sistema di altoparlanti reale, insieme alla risposta complessiva. Le curve con il tratto più fino sono tracciate non tenendo conto della risposta e dell'impedenza dei trasduttori.



Le routine di calcolo inserite nel programma Cross-PC sono in grado di simulare gli effetti sulla risposta acustica finale derivanti dalla terminazione di una rete di crossover passiva su altoparlanti reali. Naturalmente, sia la impedenza che la risposta dei trasduttori che la loro geometria di montaggio devono essere disponibili e devono essere comunicate al computer per consentirgli di effettuare tutti i calcoli necessari.

Grafico della risposta e impedenza del mid-woofer Seas p17 RCY. In questo caso il grafico dell'impedenza è addirittura all'incontrario. Fortunatamente i valori sono



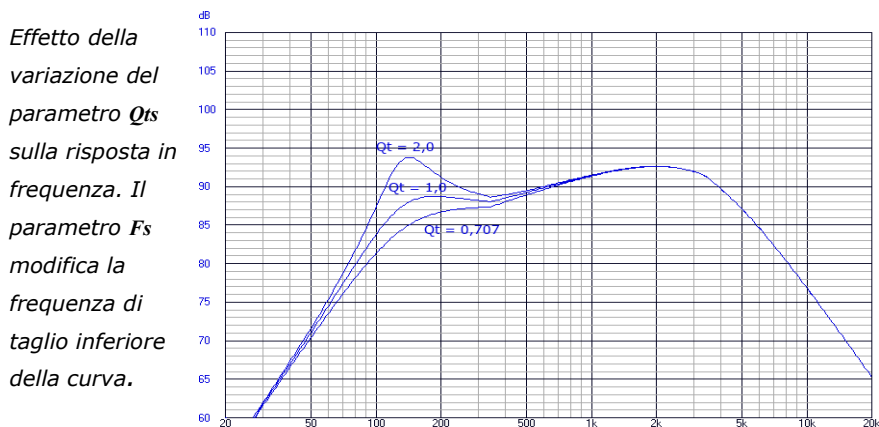
facilmente ricavabili grazie alla scala lineare riportata sulla sinistra.

La condizione più importante perché il programma possa calcolare le prestazioni del sistema completo con un'adeguata approssimazione, è che l'impedenza e la risposta in frequenza dei singoli altoparlanti siano simulate con precisione.

Allo scopo, l'utente deve ricavare un certo numero di valori, da attribuire ad altrettanti parametri, a partire dai dati dichiarati dai costruttori o da misure direttamente effettuate sui componenti. Tali valori possono essere facilmente ricavati dai datasheet forniti dai costruttori degli altoparlanti, ma a volte vanno modificati o estrapolati per far sì che le curve simulate dal programma siano il più possibile fedeli a quelle proprie del trasduttore.

I dati che l'utilizzatore di Cross-PC deve conoscere per effettuare un'accurata simulazione di un sistema a tre vie sono i seguenti:

- **F_c , - Q_{tc}** - Frequenza di risonanza e fattore di merito del woofer in cassa (non indispensabili);
- **R_e** - Resistenza in continua della bobina mobile degli altoparlanti impiegati (indispensabile);
- **F_s , Q_{ts}** - Frequenza di risonanza e fattore di merito del tweeter e del midrange (non indispensabili);

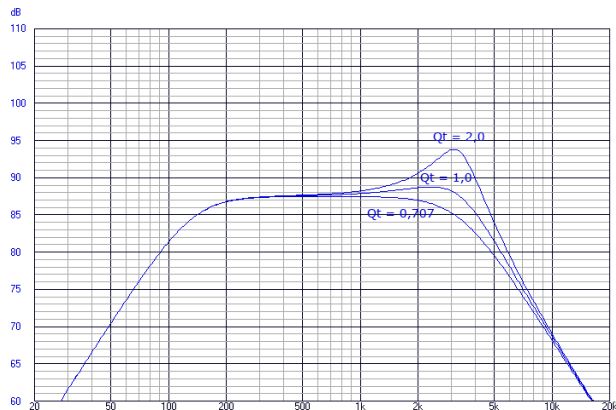


- **Qms** - Fattore di merito meccanico del tweeter e del midrange (non indispensabili);
- **Grafici di risposta in frequenza dei tre altoparlanti**, rilevato in camera anecoico ad 1 metro di distanza, per una tensione sinusoidale di 2,83 volt (indispensabile);
- **Grafici di impedenza dei tre altoparlanti** (indispensabile).

I grafici di risposta in frequenza devono essere utilizzati per decidere i valori da attribuire ai seguenti parametri:

- **Fa , Qa** - Frequenza di risonanza e fattore di merito del filtro passa-basso che simula l'andamento naturale della risposta di woofer, midrange e tweeter al limite superiore della loro risposta, senza filtro.

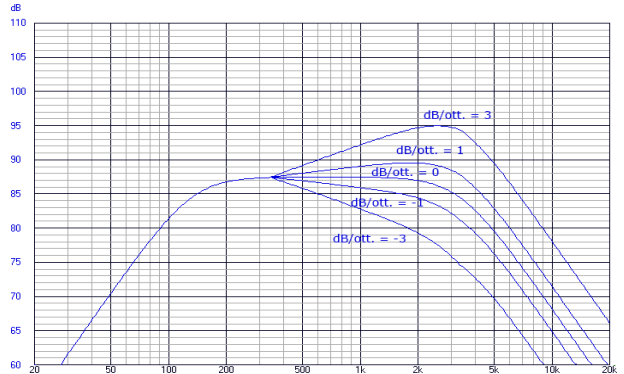
Effetto della variazione del parametro Qa sulla risposta in frequenza, Analogamente il parametro Fa modifica la frequenza di taglio superiore della curva.



- **$dBspl$** - Livello di emissione di ciascuno dei tre componenti, il cui valore deve essere determinato per approssimazioni successive, congiuntamente a quelli di **Fs , Qts , Qa , Fa , $dB/ott.$** , per portare la curva di risposta simulata allo stesso livello spl di quella riportata sul grafico misurato (o dichiarato).

- ***dB/ott.*** - Va indicato un valore compreso fra -3 e +3. Questo valore verrà utilizzato per variare la pendenza del tratto di risposta compreso fra le zone di passa-alto e passa-basso naturali senza filtro.

Variations de la courbe de réponse au varié du paramètre dB/ott.

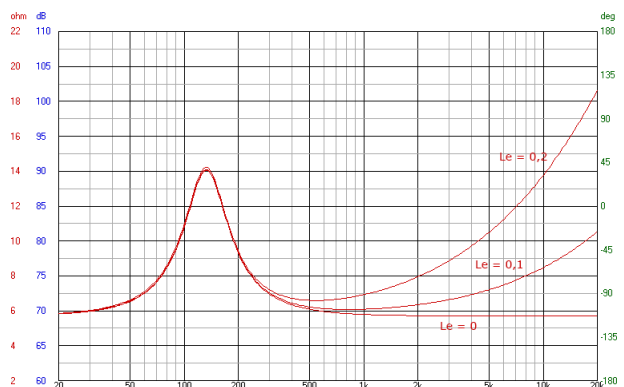


Il grafico del modulo dell'impedenza deve essere utilizzato per decidere i valori da attribuire ai seguenti parametri:

- ***Le*** - Deve essere calcolato a partire dal valore di ***Re*** e del modulo dell'impedenza alla frequenza «***f***» pari ad 1 kHz (woofer) o a 10 kHz (midrange e tweeter). Allo scopo deve essere utilizzata la seguente formula:

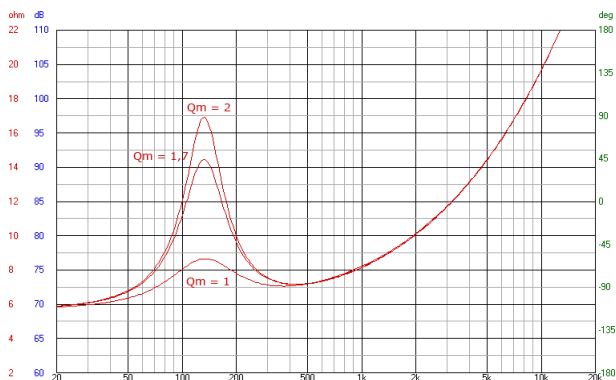
$$Le = (Z^2 - Re^2)^{1/2} / (2 \times 3,14 \times f)$$

Effetto della variazione del valore di Le sulla curva di impedenza.



- ***Q_{ms}*** - I fattori di merito meccanici di tweeter e midrange devono essere impostati inizialmente sui valori dichiarati. Se il picco massimo del modulo dell'impedenza calcolato da Cross-PC, non corrispondesse al valore che appare dal grafico, si dovrà variare arbitrariamente il ***Q_{ms}*** fino a portare il picco al valore corretto.

*Effetto della variazione del ***Q_{ms}*** sulla curva di impedenza*



La simulazione

Se il woofer è montato in sospensione pneumatica, i dati di ***F_c*** e di ***Q_{tc}*** saranno immediatamente disponibili. Nel caso in cui tale altoparlante fosse montato in bass-reflex o altro sistema accordato la simulazione della interazione filtro/altoparlante non può essere prevista. C'è da tener presente però che, ove la frequenza di taglio passa-basso del filtro del woofer sia almeno due ottave più alta (rapporto 4:1) di quella di taglio a -3 dB della risposta alle basse frequenze, il dimensionamento della rete di filtro ed il calcolo della relativa risposta in frequenza in gamma media e alta risulterà comunque corretto. Dato che il programma richiede obbligatoriamente un valore per ***F_c*** e ***Q_{tc}***, potrete utilizzare senza problemi i dati predefiniti

$$F_c = 50\text{Hz e } Q_{tc} = 0,8.$$

Quanto ai valori di F_s , Q_{ts} e Q_{ms} di midrange e tweeter, ove non siano noti possono essere desunti abbastanza facilmente dai grafici di risposta e di impedenza. In particolare, la frequenza di risonanza corrisponderà a quella del picco massimo del modulo dell'impedenza, mentre il fattore di merito potrà essere ricavato dall'osservazione del grafico della risposta in frequenza. La prima cosa da fare è valutare l'attenuazione in dB del livello di emissione alla frequenza di risonanza rispetto a quello del primo tratto approssimativa mente rettilineo della risposta (livello asintotico di emissione per funzionamento a pistone rigido), ricercabile, per i casi che ci interessano, poco oltre la frequenza pari a 2,5 volte quella di risonanza. Il valore del Q_{ts} sarà:

$$Q_{ts} = 10^{(-dB/20)}$$

Mentre il valore di F_s e Q_{ts} determinano l'andamento della curva di risposta in bassa frequenza, i valori F_a , Q_a e $dB/ott.$, insieme al dato $dBspl$, determinano la forma della curva alle frequenze più alte. La loro determinazione va fatta esaminando il grafico della curva di risposta dell'altoparlante: si deve fare in modo che questa sia replicata nel miglior modo possibile dalla curva simulata dal cross. Per farlo si devono variare i valori F_a e Q_a in maniera che la zona più alta della simulazione replichi nella maniera migliore la risposta del trasduttore, mentre il dato $dB/ott.$ regola la pendenza della risposta nella zona centrale del grafico. In pratica la risposta dell'altoparlante viene simulata, nel cross, da una curva formata da tre sezioni: in basso da un filtro passa alto del secondo ordine, nella zona centrale da un tratto rettilineo caratterizzato da una certa pendenza, e nella parte alta da un filtro passa-basso sempre del secondo ordine. F_s e

Qts regolano la forma del filtro passa alto (cioè in bassa frequenza) *dB/ott.* regola la pendenza alla frequenze medie, *Fa* e *Qa* regolano la forma del filtro passa-basso (cioè in alta frequenza).

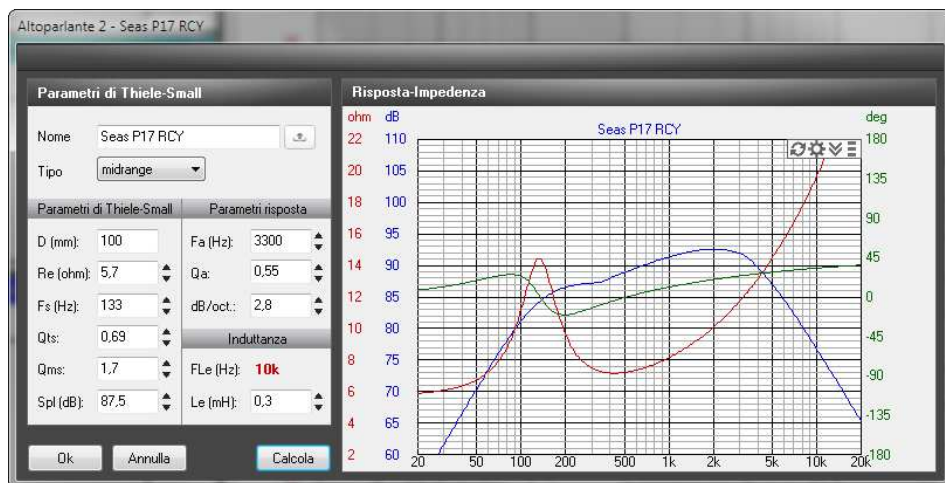
Condizione necessaria e sufficiente affinché si abbia una corretta simulazione è che la curva di risposta disegnata dal Cross sia una replica quanto più fedele possibile del grafico di risposta, anche a costo di utilizzare dati diversi da quelli forniti dal costruttore.

In ogni caso, rispettata la corrispondenza fra i grafici di risposta e di impedenza reali e quelli simulati dal computer, anche se i valori scelti per i vari parametri, alla fine saranno diversi da quelli dichiarati, la vostra simulazione avrà comunque buone probabilità di essere perfettamente attendibile.

Infatti, mentre la rilevazione e la pubblicazione di numeri da parte dei costruttori può essere soggetta a diversi e numerosi tipi di errori ed alterazioni (a volte anche intenzionali!), la misura e la pubblicazione di una risposta acustica in camera anecoica e di un grafico di impedenza sono molto meno critici. Da preferire quindi i componenti corredati di grafici, possibilmente sperimentali, riconoscibili per le caratteristiche irregolarità simili a quelle delle curve pubblicate dalle riviste specializzate nelle pagine delle prove.

L'inserimento dei parametri

Il Cross 5 permette di inserire i parametri di ogni singolo altoparlante mediante una comoda finestra in cui è visibile anche un grafico con le curve di risposta e di impedenza del trasduttore.



Oltre al nome dell'altoparlante e al tipo, è possibile inserire tutti i dati che servono al programma per simularne correttamente la risposta.

Per alcune celle di immissione, tutte quelle contrassegnate dal segno \updownarrow alla loro destra, è possibile modificare rapidamente ed in maniera interattiva il valore inserito tramite i tasti *Up* e *Down* della tastiera. E' inoltre possibile aumentare o diminuire velocemente i valori della casella selezionata mediante la rotellina del mouse e vedere immediatamente l'effetto della variazione sui grafici della risposta o dell'impedenza.

Ai parametri degli altoparlanti si accede anche dalla voce "Altoparlanti..." presente nel menu "Verifica".

In questa finestra sarà possibile visualizzare e modificare

contemporaneamente i parametri di tutti e tre gli altoparlanti presenti.

Altoparlanti

Parametri di Thiele-Small

	woofer	midrange	tweeter
Nome	RCF L-12 P/48 8 ohm	Seas P17 RCY	Dynaudio D28 AF
Re (ohm):	5,00	5,70	4,90
Le (mH):	1,30	0,30	0,09
Fs (Hz):	43,00	133,00	800,00
Qts:	0,75	0,69	0,45
Qms:	5,00	1,70	0,65
Fa (Hz):	650,00	3300,00	18000,00
Qa:	1,00	0,55	0,80
Spl (dB):	86,50	87,50	88,20
dB/oct.:	2,40	2,80	0,00
D (mm):	260,00	100,00	32,00

Ok Annulla

Finestra per l'inserimento dei parametri di tutti gli altoparlanti