

AUDIO

i kit dei lettori

Spesso le casse acustiche progettate dagli hobbisti hanno poco da invidiare alle realizzazioni dei costruttori specializzati.

PROGRAMMI CROSS

la simulazione degli altoparlanti

di Renato Giussani

Durante le roventi giornate di inizio settembre, passate nel nostro stand al SIM a discutere con nugoli di appassionati le problematiche dei loro progetti, è emersa la necessità di ripetere dalle pagine della rivista alcuni consigli utili alla migliore simulazione degli altoparlanti mediante i programmi CROSS, sia in versione C64 che IBM PC.

Eccomi quindi pronto a mantenere la promessa, scusandomi con quanti sarebbero più interessati alla presentazione di nuovi progetti e dando loro appuntamento al prossimo numero.

Non avendo alcuna paura di ripeterlo qualche volta di troppo, ricorderò che un filtro di crossover calcolato utilizzando le formule della teoria classica dei filtri può fornire i risultati (elettrici) previsti solo se terminato su carichi puramente resistivi. Nel corso degli ultimi due anni, abbiamo inoltre imparato che, per poter prevedere la reale risposta acustica di un sistema, si deve tener conto sia della risposta elettrica del filtro sull'impedenza propria degli altoparlanti, sia delle risposte acustiche reali dei vari componenti, oltreché delle rispettive condizioni di montaggio.

Senza tornare a ripetere troppi discorsi già fatti più volte, concluderemo prendendo atto del fatto che le routine di calcolo inserite nei programmi CROSS sono in grado di simulare abbastanza bene 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 componenti e la loro geometria di montaggio devono essere in qualche modo comunicate al computer per consentirgli di effettuare tutti i calcoli necessari.

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.

Riassumendo, i dati che l'utilizzatore di CROSS deve conoscere per effettuare un'accurata simulazione di un sistema a tre vie sono i seguenti:

1) $F_{c, QTC}$ - Frequenza di risonanza e fattore di merito del woofer in cassa (non indispensabile).

2) R_E - Resistenza in continua della bobina mobile degli altoparlanti impiegati (indispensabile).

3) F_s, Q_{TS} - Frequenza di risonanza e fattore di merito del tweeter e del midrange (non indispensabile).

4) Q_{MS} - Fattore di merito meccanico del tweeter e del midrange (non indispensabile).

5) Grafico di risposta in frequenza dei tre altoparlanti, rilevato in camera anecoica ad 1 metro di distanza, per una tensione sinusoidale di 2,83 volt (indispensabile).

6) Grafico di impedenza dei tre altoparlanti (indispensabile).

CROSS-PC 2.2 I (C)1986 AUDIOfreview

- Parametri Altoparlanti -

$F_{c, QTC}$	- Sistema	50	.8
F, Q	P-Basso nat Wof	2000	1
R_E, L_e	Wof. (ohm, mH)	6	.8
F_s, Q_{TS}	Tweeter	950	1
R_E, L_e	Twe (ohm, mH)	6	.05
F_s, Q_{TS}	Midrange	450	.8
R_E, L_e	Mid (ohm, mH)	6	.2
F, Q	P-Basso nat Mid	6000	.8
Q_{MS}	Twe	3	4

OK (S/N) ?

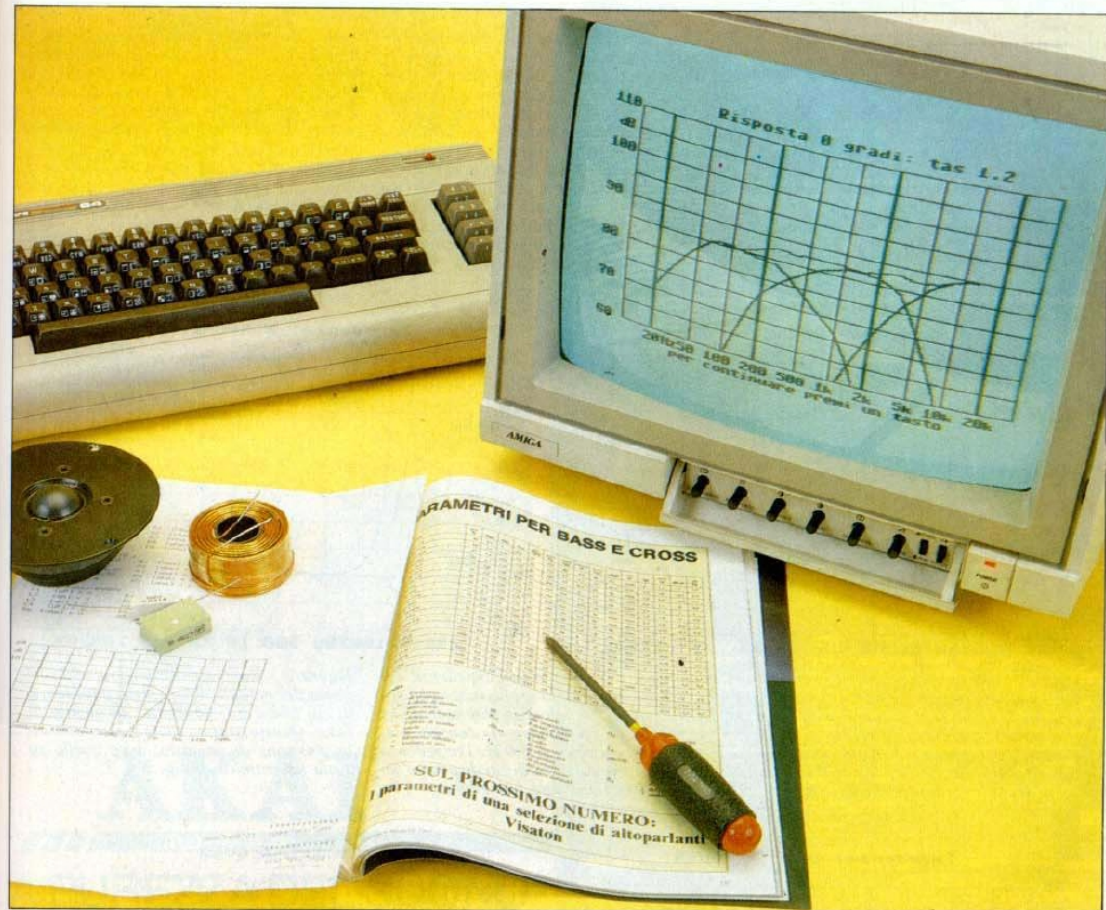
CROSS-PC 2.2 I (C)1986 AUDIOfreview

- Sensibilità e Pendenza -

dB spl Woofer	88
dB spl Tweeter	90
dB spl Midran	92
dB/Ott Woofer	3
dB/Ott Tweeter	1
dB/Ott Midran	2

OK (S/N) ?

Figura 1 - Maschere di immissione dei parametri degli altoparlanti, attraverso le quali vengono comunicati al programma i dati necessari per effettuare la simulazione delle risposte in frequenza e dell'andamento delle impedenze.



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

7) F_A , Q_A - Frequenza di risonanza e fattore di merito del filtro passa-basso che simula l'andamento naturale della risposta di woofer e midrange al limite superiore della loro risposta, senza filtro.

8) dB spl - Livello di emissione di ciascuno dei tre componenti, il cui valore deve essere determinato per approssimazioni successive, congiuntamente a quelli di F_S , Q_{TS} , Q_A , F_A , dB/ott., per portare la curva di risposta simulata allo stesso livello spl di quella riportata sul grafico misurato (o dichiarato).

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

10) L_E - Deve essere calcolato a partire dal valore di R_E e del modulo dell'impe-

denza alla frequenza «f» pari ad 1 kHz (woofer) o a 10 kHz (midrange e tweeter). Allo scopo deve essere utilizzata la seguente formula:

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

11) 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, non corrispondesse al valore che appare dal grafico, si dovrà variare arbitrariamente il Q_{MS} fino a portare il picco al valore corretto.

Se il woofer non è montato in sospensione pneumatica, i dati di F_C e di Q_{TC} non saranno disponibili. In questo caso la simulazione della interazione filtro/altoparlante non può essere prevista. Tenete presente però che, ove la frequenza di taglio passa-basso del crossover del woofer sia almeno due ottave più alta (rapporto 4:1) di quella di taglio a -3 dB della risposta alle basse frequenze, di 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 e Q_{TS} 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 approssimativamente 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:

$$Q_{TS} = 10^{(-\text{dB}/20)}$$

Alcuni valori notevoli sono:

dB = +6,02 $\rightarrow Q_{TS} = 2,0$
dB = +3,01 $\rightarrow Q_{TS} = 1,41$
dB = 0,00 $\rightarrow Q_{TS} = 1$
dB = -3,01 $\rightarrow Q_{TS} = 0,71$
dB = -6,02 $\rightarrow Q_{TS} = 0,5$

In ogni caso, ricordate che, rispettata la corrispondenza fra i grafici di risposta e di impedenza reali e quelli simulati dal computer, anche se i valori che avrete dovuto scegliere per i vari parametri, alla fine saranno diversi (si spera non tantissimo!) 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 dall'aspetto sicuramente *sperimentale*, riconoscibili per le caratteristiche irregolarità simili a quelle delle curve pubblicate da AUDIOREVIEW nelle consuete pagine delle prove.

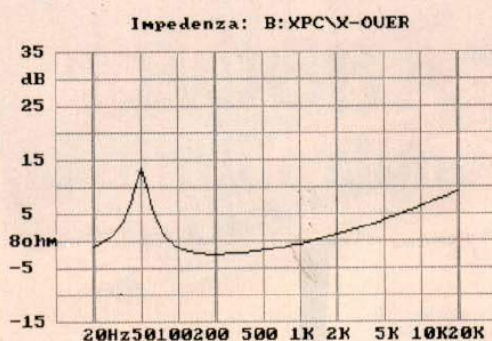


Figura 2 - Rappresentazione logaritmica dell'andamento del modulo dell'impedenza del woofer caratterizzato dai parametri di cui a Fig. 1. Per ottenere questo grafico abbiamo posto uguali a zero le R_E del midrange e del tweeter. La lettura del valore in ohm può essere effettuata rilevando la differenza in dB (con il suo segno), alla frequenza «f» considerata, rispetto agli 8 ohm e calcolando: $ohm(f) = 8 \times 10^{dB/20}$. Ad esempio, a 200 Hz l'impedenza vale circa $8 \times 10^{-2,5/20} = 8 \times 0,75 = 6$ ohm. Se i grafici dell'impedenza di cui disponete sono su scala logaritmica, il confronto con questa rappresentazione sarà immediato.

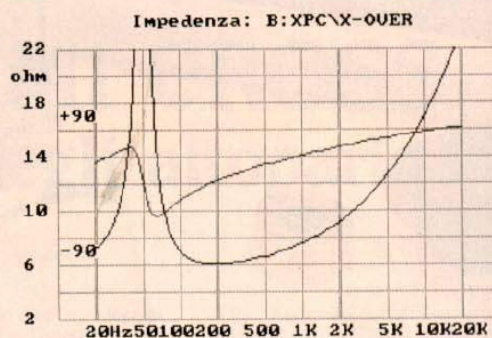


Figura 3 - Rappresentazione su scala lineare del modulo della stessa impedenza di cui alla Fig. 2 (completo di angolo di fase). Questo grafico viene presentato, alla pressione di un tasto, dopo quello su scala logaritmica di Fig. 2.

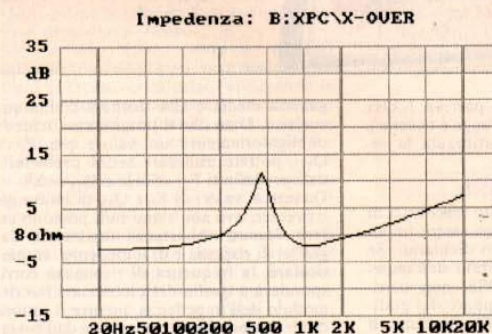


Figura 4 - Modulo dell'impedenza, su scala logaritmica, del midrange caratterizzato dai parametri di cui alla Fig. 1. Per ottenere questo grafico abbiamo posto uguali a zero le R_E del woofer e del tweeter. Per ottenere che il picco massimo dell'impedenza alla risonanza abbia lo stesso valore del grafico dichiarato si deve variare il Q_M (ovviamente, in questo caso, del midrange). Riducendolo, il picco si riduce, aumentandolo il picco aumenta.

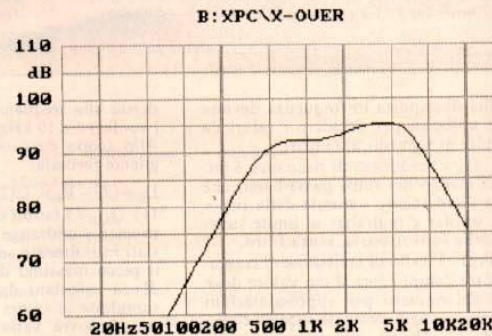


Figura 5 - Risposta in frequenza calcolata da CROSS per lo stesso midrange di Fig. 4. La attenuazione alla frequenza di risonanza deve essere pari a: $dB = 20 \times \log(Q_{TS}) = 20 \times \log(0,8) = -1,94$ dB. Con la approssimazione consentita dalla risoluzione della rappresentazione grafica, questo dato appare rispettato. Se il valore del Q_{TS} non fosse stato noto, avrebbe potuto essere approssimativamente ricavato a partire dalla attenuazione alla risonanza valutata sul grafico della risposta in frequenza dichiarata (in questo caso circa 2 dB) con la formula inversa già citata nel testo: $Q_{TS} = 10^{(-dB/20)}$.

audioplay