

Le risposte energetica e globale

*di Renato Giussani
aggiornato alla versione 5 da
Pierfrancesco Fravolini*

A partire dalla versione 3.0 di Cross-PC il programma consente di calcolare la potenza acustica emessa dall'intero diffusore, in funzione della frequenza, e di trarne l'andamento del campo riverberato in un volume chiuso.

La simulazione dell'interazione con l'ambiente si spinge quindi a verificare, a richiesta, anche l'effetto della riflessione sul pavimento (più o meno assorbente) ed a sommare tutti i contributi calcolati alla emissione diretta, al fine di valutare la risposta complessiva, percepibile da un ipotetico ascoltatore. Naturalmente... per qualsiasi posizione nel semi-spazio di fronte al sistema stesso.

Questa possibilità rende il Cross-PC capace di fornire indicazioni qualitative attendibili sull'ipotetica interazione delle onde acustiche emesse dal sistema in esame con un semplice ambiente chiuso.

L'operazione che è alla base di tutte le nuove possibilità di simulazione offerte, consiste nel calcolo dello spettro della potenza acustica totale emessa dal sistema e nella sua pesatura con un coefficiente di assorbimento variabile linearmente (ed arbitrariamente) con la frequenza.

Il campo riverberato che nasce nell'ambiente ha un livello

inversamente proporzionale, fra l'altro, al prodotto del coefficiente di assorbimento medio prescelto per la superficie totale delle pareti dell'ambiente stesso (pavimento e soffitto compresi).

In cambio della estrema semplificazione delle ipotesi, poste alla base dei calcoli relativi alla determinazione dello spettro e del livello del campo riverberato in ambiente, l'utente fruisce della possibilità di ottenere risultati qualitativi di notevole importanza pur fornendo al computer un set di dati ridottissimo.

I valori noti infatti devono essere solo i seguenti:

- Il volume dell'ambiente.
- Il valore del coefficiente di assorbimento medio.

Sgombriamo dunque il campo da qualsiasi dubbio sui limiti della simulazione offerta dal programma. Anzitutto il Cross-PC non può tener conto in modo esatto delle caratteristiche acustiche di qualsiasi ambiente d'ascolto. Una delle semplificazioni adottate, consistente nella esclusione di qualsiasi calcolo relativo al campo di onde stazionarie ipotizzabile, comporta ad esempio che il campo acustico sia calcolato sempre per la condizione limite di campo perfettamente diffuso, a qualsiasi frequenza. Come molti di voi sanno molto bene, questa ipotesi alle basse frequenze è abbastanza lontana dalla realtà nella maggior parte dei casi. Viceversa può essere ritenuta abbastanza verosimile sia alle medie che alle alte frequenze. Per contro, una simile approssimazione offre almeno due vantaggi non trascurabili:

- rende disponibile un valore del campo riverberato abbastanza verosimile sulla maggior parte dello spettro audio senza dover effettuare calcoli molto lunghi e laboriosi.
- evita di dover comunicare al programma tutte le

dimensioni dell'ambiente, oltreché (per poter usufruire davvero degli ulteriori calcoli effettuati) la posizione del sistema e del punto di ascolto all'interno dell'ambiente stesso.

A partire dal volume ambiente comunicatogli, il Cross ipotizza una superficie interna totale (tutte le pareti più pavimento e soffitto) pari a quella di un cubo avente lo stesso volume. E' abbastanza semplice verificare che, con le dimensioni caratteristiche della maggior parte degli ambienti domestici, questa semplificazione porta a risultati del tutto accettabili.

Prendiamo ad esempio una stanza rettangolare di 3,8x4,5x3,0 metri, per una superficie del pavimento di 17,1 metri quadrati. Il suo volume sarà di 51,3 metri cubi e la sua superficie interna di 84,0 metri quadrati.

Nell'ipotesi semplificativa implementata nel Cross-PC, immettendo il solo dato di 51,3 metri cubi questo calcola una superficie pari a sei volte il quadrato della radice cubica di 51,3, ovvero 82,62 metri quadrati, con un errore dell' 1,64%.

La potenza acustica

Le equazioni reperibili sui trattati di acustica recitano che la potenza irradiata da una sorgente acustica è proporzionale, fra l'altro, al quadrato della pressione acustica media su una arbitraria superficie sferica che racchiuda la sorgente stessa, moltiplicato per la superficie stessa.

In pratica Cross, per determinare l'andamento della potenza acustica emessa in funzione della frequenza, utilizza i valori della pressione acustica generata a 20 metri di distanza dal sistema, per quattro valori dell'angolo orizzontale rispetto all'asse del tweeter e nove valori dell'angolo verticale. Il totale dei punti di calcolo nel semispazio anteriore al sistema è di 36. La emissione

posteriore viene poi tenuta in conto ponendola uguale al valore della emissione a $+90^\circ$ rispetto all'asse del tweeter. Successivamente il programma passa a calcolare il livello del campo acustico riverberato conseguente alla immissione nell'ambiente della potenza acustica calcolata. Per arrivare a questo risultato i calcoli tengono conto di ulteriori ipotesi di semplificazione arbitrarie.

Per quanto riguarda il fattore di assorbimento, che può teoricamente assumere un valore variabile da zero, per assorbimento nullo, ad uno, per assorbimento totale, il programma presume anzitutto che questo cresca di circa quattro volte passando ai 20 ai 20.000 Hz. I valori attribuibili al coefficiente di assorbimento possono essere scelti entro l'intervallo $0,2/0,8$. Attenzione però a non considerare tale valore come realmente pari alla media di quelli assunti nella realtà, da tutte le superfici interne dell'ambiente, a tutte le diverse frequenze dello spettro audio. Il valore da comunicare a Cross è assolutamente arbitrario ed esclusivamente indicativo della maggiore o minore capacità dell'ambiente di sostenere un campo riverberato: va adattato quindi per prove alla propria condizione ambientale, magari dopo avere effettuato alcuni confronti con le misure dei sistemi di altoparlanti pubblicate sulle riviste specializzate.

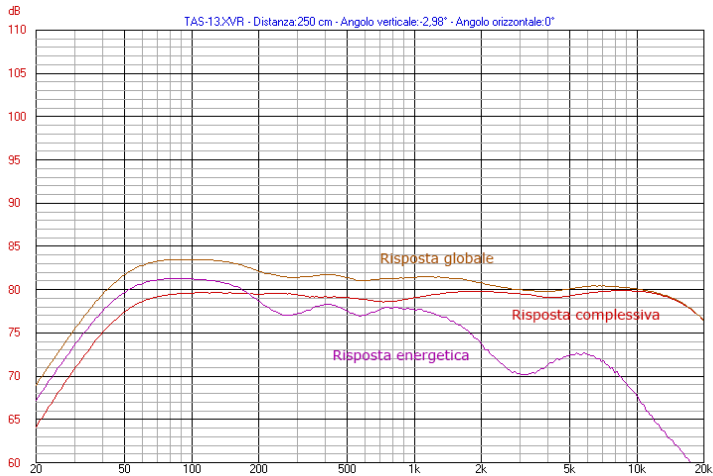
Per un dato volume ambiente, Il livello del campo riverberato generato da una sorgente omnidirezionale avente risposta piatta, viene rappresentato sul nostro consueto grafico bilogarithmico da una retta decrescente ad un ritmo di circa 0.16 dB/ottava.

Ogni variazione del volume ambiente viene tradotta dal programma in variazione della superficie assorbente totale. Se, ad esempio, il volume viene fatto diminuire fino a determinare una superficie pari ad un quarto di quella iniziale, il livello di pressione acustica del campo riverberato nell'ambiente diventa doppio.

Le risposte energetica e globale

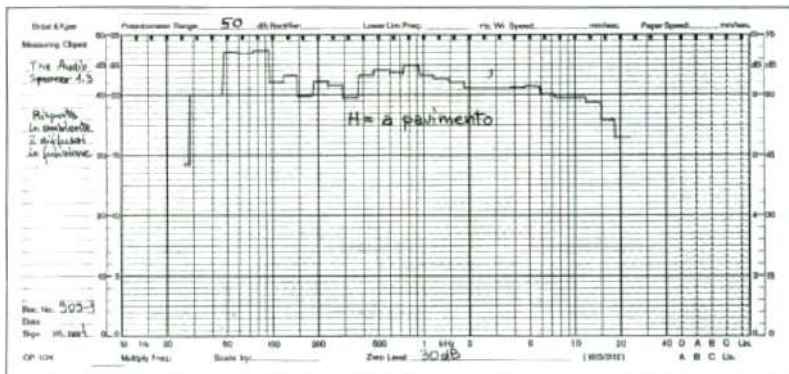
Dopo avere impostato i valori dei parametri di un dato sistema di altoparlanti, è possibile quindi estendere la previsione delle sue prestazioni fino a comprendere una valutazione del campo riverberato che questo può generare in un ipotetico ambiente d'ascolto. Il relativo grafico, che abbiamo chiamato ***risposta energetica***, ha il solito aspetto di una risposta in frequenza ed è normalmente caratterizzato da un andamento decrescente, con più o meno regolarità. La risposta energetica non va intesa come la risposta in potenza del sistema. Vuole essere invece *la rappresentazione della pressione rilevabile in un ambiente chiuso non anecoico*, nel quale funzioni il nostro sistema di altoparlanti, dopo averne escluso il campo diretto. In pratica, quello che il programma presenta potrebbe essere misurato solo sottraendo dall'intero campo di onde acustiche che raggiunge il microfono nell'ambiente, le onde che lo raggiungono provenendo dal sistema, direttamente, senza subire alcuna riflessione.

In realtà ciò che si ascolta in ambiente è sempre la somma dei due contributi, diretto e riverberato. Ecco allora che il programma è stato messo in condizione di sommare alla risposta energetica calcolata, la solita risposta complessiva equivalente alla rilevazione in camera anecoica. Il risultato è stato chiamato ***risposta globale*** ed è proprio ciò che ascoltiamo.



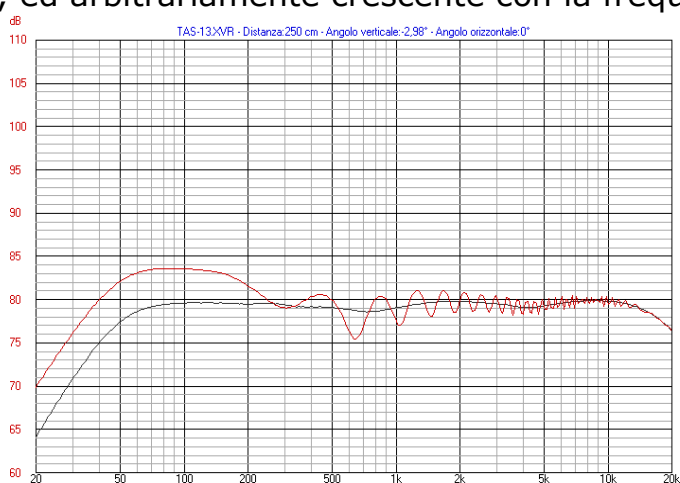
Ricapitolando: la risposta complessiva è quella che si può misurare in camera anecoica ed è data dalla somma delle emissioni degli altoparlanti che arrivano direttamente al microfono (o all'orecchio).

La risposta globale tiene conto invece anche del campo riverberato nell'ambiente d'ascolto, che si somma alla risposta complessiva. E' la risposta globale che può essere confrontata con le rilevazioni in ambiente fatte con rumore rosa a terzi di ottava.



Il pavimento

Il primo sistema con il quale ho provato a verificare le indicazioni fornite dalle nuove funzioni del Cross-PC è stato il kit "the audio speaker". Come molti di voi certamente ricorderanno, l'audio speaker ha un mobile a sviluppo verticale molto pronunciato (simile a quello della Audiolab Delta 4) e durante la fase della sua progettazione ho dovuto più volte ipotizzare che la vicinanza del woofer al pavimento avrebbe comportato un certo aumento del suo livello di emissione. La prima prova di calcolo della risposta globale del TAS-13, durante la messa a punto del Cross 3.0, dimostrava inequivocabilmente un livello di basse frequenze ben inferiore a quello rilevato in tutte le nostre misure in ambiente. Da qui la rapida decisione di implementare, seduta stante, la possibilità di calcolare il contributo dato al campo diretto dalla prima riflessione di un "ipotetico" pavimento. Dal punto di vista delle routine di calcolo si trattava di sommare alla pressione acustica del campo diretto quella generata dall'immagine virtuale del sistema riflessa dal pavimento. Per rendere la cosa un poco più realistica è stato introdotto anche un coefficiente di assorbimento del pavimento, variabile anch'esso a piacere, ed arbitrariamente crescente con la frequenza.



Il risultato dei calcoli della risposta complessiva del TAS-13, con e senza pavimento, sono mostrati in figura e dimostrano la validità delle ipotesi fatte durante la progettazione del sistema.