

AUDIO COSTRUZIONE



**L'uso di materiali
compositi**



PARLIAMO DI CROSSOVER

IL ROOM GAIN È VERAMENTE UN FENOMENO POCO CONOSCIUTO CHE MERITEREBBE MAGGIORE ATTENZIONE?

di Renato Giussani

Trattandosi di un fenomeno acustico che coinvolge trasformazioni fisiche dell'aria nelle quali si ha propagazione di onde di pressione, sarà bene partire proprio dalla equazione fondamentale dei gas:

$$PV=nRT$$

che si può scrivere anche:

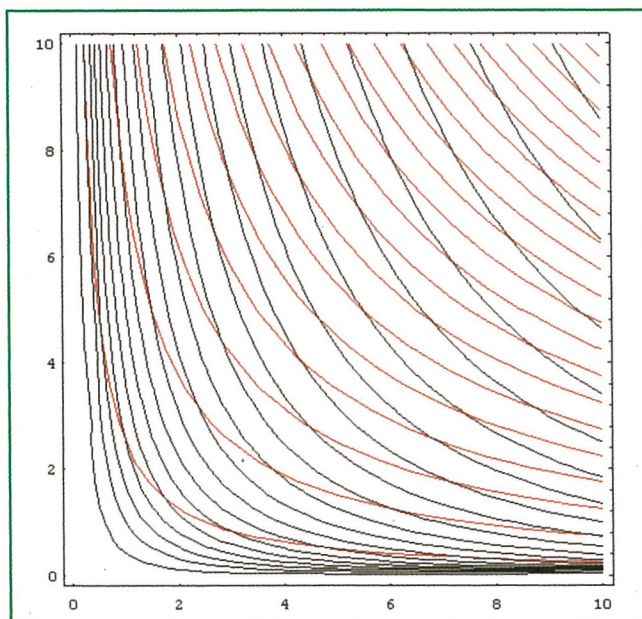
$$PV=kNT$$

ma anche:

$$P=kNT/V$$

che ci dice che quando il volume V varia in più o in meno a partire dal valore iniziale V_0 , la pressione P varierà in modo inverso (dove N è il numero di molecole di gas interessate alla trasformazione).

Quello che segue è un grafico PV (V in ascisse e P in ordinate) che mostra contemporaneamente, in nero, una famiglia di curve rappresentanti processi adiabatici (ovvero senza scambio di calore fra il gas e le superfici dell'involucro che lo contiene) e in rosso le corrispondenti isoterme (a temperatura costante, quali si hanno ad esempio all'interno di



Variazioni di stato
dei gas perfetti
(ben approssimate
dall'aria).
In nero:
trasformazioni
adiabatiche.
In rosso:
trasformazioni
isoterme.

una cassa acustica coibentata completamente con lana di vetro), che esemplificano quanto appena detto:

Con una serie di passaggi ed esplicitando ciò che è incorpo-

Ogni tanto fra gli audiofili, magari con l'intermediazione di qualche forum specialistico, nasce una discussione che coinvolge il concetto di "Room Gain". Pur essendo un fenomeno tutto sommato abbastanza semplice da capire, le opinioni che circolano in merito possono essere per lo più definite, a voler essere buoni, molto approssimative. Eppure c'è un settore che con il Room Gain convive alla grande da sempre... Ed è, come vedremo, quello delle installazioni Car Stereo. Vediamo dunque di fare un po' di luce sulla fisica dei processi coinvolti.

rato nella costante "k" si può pervenire alla seguente:

$$\text{dB spl} = 197 + 20 \cdot \log(\Delta V) - 20 \cdot \log(V)$$

nella quale la velocità del suono è stata supposta pari a 344 m/s, la pressione pari a 0 dB spl è 20 μPa (micropascal) e il rapporto $C_p/C_v = 1,4$ (la trasformazione è supposta adiabatica. Se fosse isoterma C_p/C_v sarebbe uguale ad 1), mentre ΔV è la variazione che abbiamo applicato al volume iniziale V_0 .

La relazione appena vista ci dice anche che, a parità di variazione assoluta del volume ambiente, più il suo valore iniziale V_0 è grande e minore sarà la variazione della pressione acustica risultante.

Viceversa, minore è il volume iniziale V_0 e maggiore sarà la variazione della pressione conseguente alla stessa variazione del volume pari a ΔV .

Se ora immaginiamo che il volume V_0 sia quello di un ambiente d'ascolto (perfettamente sigillato) e che tale volume, nel quale si propagano le onde sonore, venga fatto variare a causa dei movimenti del cono di un woofer montato in cassa chiusa, avremo che durante un ciclo di un segnale sinusoidale il volume ambiente varierà fra il massimo $V + \Delta V$ quando il cono si muoverà verso l'interno della cassa ed un minimo $V - \Delta V$ quando il cono si muoverà verso l'esterno della cassa stessa.

A causa di queste variazioni di volume si determinerà una variazione della pressione dell'aria nell'ambiente proporzionale al $\pm \Delta V = \pm S_0 \cdot x$ (con S_0 la superficie del cono del nostro woofer e x il suo spostamento) e, come abbiamo visto dal grafico pubblicato, la variazione di pressione ΔP sarà tanto maggiore quanto più, a parità di volume ΔV , il volume iniziale V_0 sarà piccolo.

Il che non fa che confermare quanto rilevato empiricamente dalla maggior parte degli appassionati di Car Stereo, ovvero che più grande è il woofer in relazione

alle dimensioni dell'abitacolo e maggiore è il livello di basse frequenze percepito.

Quando si cerca di verificare invece quale sia l'influenza del Room Gain sull'ascolto in normali ambienti domestici si riscontra quasi sempre un effetto abbastanza limitato. Il che è facilmente intuibile se si pensa alla enorme differenza esistente fra il piccolo volume d'aria spostato dai nostri altoparlanti con il loro movimento e quello di una stanza di civile abitazione.

Ciononostante il fenomeno non è comunque nullo, anche se nella maggior parte dei casi potremo tranquillamente dimenticarcelo.

Cerchiamo però di quantificare quantomeno qual è la banda di frequenze che ne è coinvolta: perché ad ogni movimento dell'altoparlante la variazione di pressione da questo generata sia sempre in fase con quella già esistente nello stesso volume ambiente, è necessario che la frequenza a cui si sviluppa l'onda acustica emessa sia inferiore a quella cui corrisponde una lunghezza d'onda doppia della dimensione massima dell'ambiente.

Ovvero, chiamando D_{MAX} tale dimensione, stiamo parlando della frequenza:

$$f = 344 / (2 * D_{MAX})$$

alla quale non è più possibile l'insorgere di onde stazionarie, che dominano invece l'acustica ambiente all'aumentare della frequenza fino a quella detta di Schroeder, dove comincia a diventare determinante il campo riverberato, ipoteticamente perfettamente diffuso. E allora, in un ambiente nel quale le due pareti opposte più lontane distino 7 metri, la frequenza al di sotto della quale si può iniziare a parlare di Room Gain è pari a $f = 344 / 14 = 24,6$ Hz.

Ove invece la distanza massima fosse ad esempio 4 metri, la nostra f limite al di sotto della quale inizierebbe a manifestarsi il Room Gain diventerebbe $f = 344 / 8 = 43$ Hz. Ricordiamo peraltro che l'equazione dei gas che abbiamo utilizzato è valida solo nel caso in cui il volume che contiene il gas stesso (nel nostro caso l'aria) sia perfettamente sigillato e racchiuso da pareti perfettamente rigide. Due ipotesi che, come è abbastanza facile verificare, nella realtà delle nostre case non sono quasi mai realizzate. E allora, tutto quanto fin qui visto a proposito del Room Gain, nella realtà non sarà riscontrabile affatto? Non proprio. Diciamo che sarà verificato solo in parte.

Immaginiamo ora di trovarci invece all'interno di un abitacolo di automobile, che supporremo abbia un volume V_0 di 3 metri cubi.

La dimensione interna massima sia 2 metri.

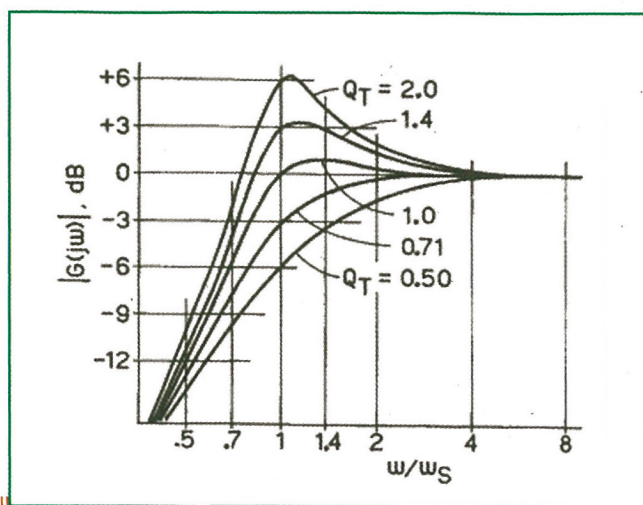
Per prima cosa la f limite, rispetto ai valori tipici degli ambienti domestici, salirà parecchio:

$$f = 344 / 4 = 86 \text{ Hz}$$

Inoltre, ipotizzando di disporre di un woofer funzionante in cassa chiusa che risuoni a circa 100 Hz, al diminuire della frequenza al di sotto di tale frequenza mentre la pressione emessa tenderà a diminuire al ritmo di 12 dB/ott la sua escursione tenderà invece a diventare costante.

Ora facciamo emettere al nostro woofer da 12" una pressione acustica di circa 90 dB spl a 40 Hz (frequenza ancora importante, per l'ascolto delle note più profonde dei nor-

Risposta in frequenza normalizzata di un altoparlante montato su un pannello infinito (o in cassa chiusa) al variare del suo Q_T (la frequenza di risonanza deve essere fatta corrispondere con l'ascissa 1).



mali programmi musicali).

Con un programma di simulazione calcoliamo la escursione del cono corrispondente. Approssimando ed arrotondando, questa escursione di picco "x" sia pari a 2 mm. Applicando quindi la già vista formula:

$$\text{dB spl} = 197 + 20 * \log(\Delta V) - 20 * \log(V)$$

Troviamo che la pressione generata nell'abitacolo a 40 Hz, grazie al Room Gain, è di circa:

$$\begin{aligned} \text{dB spl} &= 197 + 20 * \log(0,0001) - 20 * \log(3) = \\ &= 197 + 20 * (-4) - 20 * (0,477) = \\ &= 197 - 89,5 = 107,5 \text{ dB spl (di picco)} \end{aligned}$$

In caso di segnale sinusoidale, il valore efficace corrispondente sarà 3 dB più basso, ovvero 104,5 dB spl.

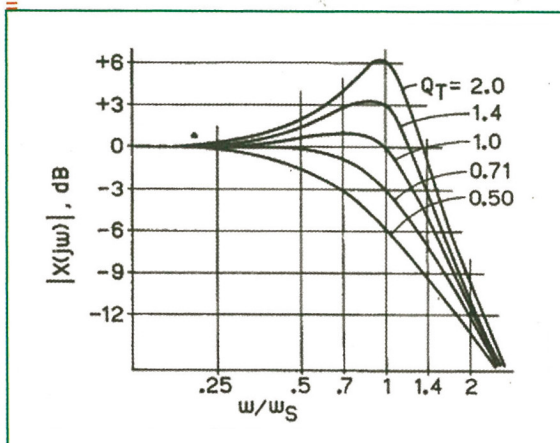
Ora, lo stesso altoparlante che, risuonando a circa 100 Hz, emetteva i 40 Hz a 90 dB, i 100 Hz molto probabilmente li emette ad una quindicina di dB più alti, ovvero circa 105 dB.

Ecco quindi che la risposta alle basse frequenze percepibile in quell'abitacolo (ripeto, sempre che fosse perfettamente sigillato) ove tutti i parametri fossero scelti ad hoc (ad esempio il Q_{TS} deve essere relativamente basso), potrebbe rimanere praticamente piatta. E non solo fino ai 40 Hz, ma (visto che la pressione generata dal Room Gain è proporzionale all'escursione, che da un certo punto in poi si mantiene costante) anche ben oltre.

Tornando invece nel nostro ambiente domestico, per avere un effetto di estensione similmente esteso ben al di sotto dei 40 Hz dovremmo poter usufruire di diffusori la cui risposta sia comunque sostenuta almeno fino a quella fre-

quenza e i cui woofer abbiano dimensioni tali da consentire la nascita di un adeguato Room Gain nonostante il grande volume ambiente. Stiamo parlando quindi di ambienti abbastanza ampi e casse anch'esse di buone dimensioni.

Escursione normalizzata, in funzione della frequenza, di un altoparlante montato su un pannello infinito (o in cassa chiusa) al variare del suo Q_T (la frequenza di risonanza deve essere fatta corrispondere con l'ascissa 1).



audioplay