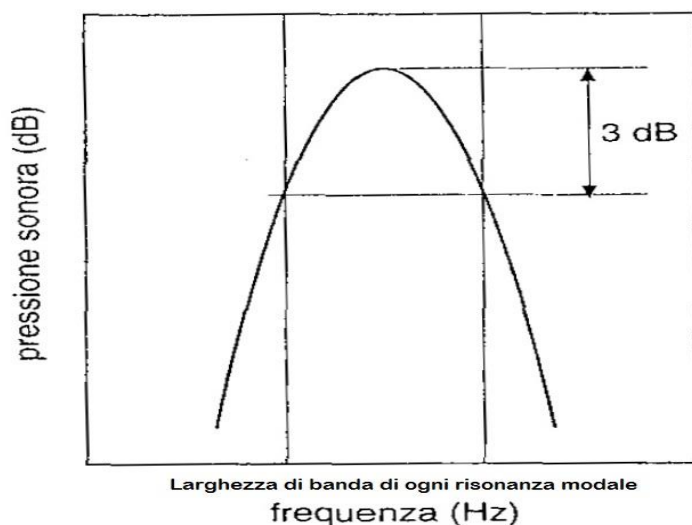


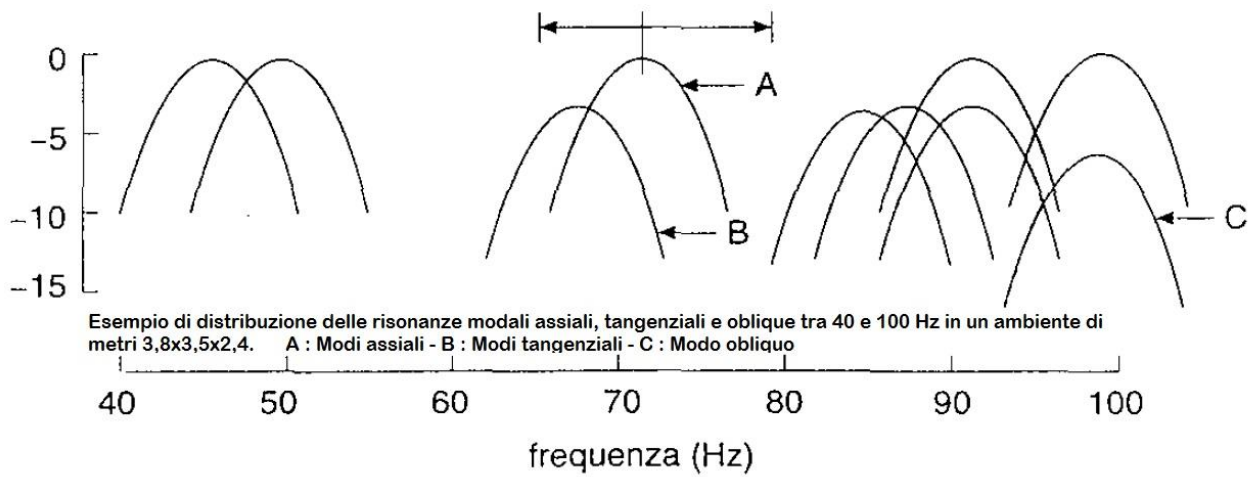
Acustica degli ambienti d'ascolto - Terza parte - Ampiezza di banda di ogni risonanza modale e attendibilità del calcolo della "regione di frequenze" "C" - Riflessioni speculari.

Nella seconda parte di questa serie di thread sull'acustica degli ambienti d'ascolto abbiamo affrontato l'argomento delle quattro "regioni di frequenze" e, a questo proposito, prima di procedere ad approfondire la regione "D" caratterizzata dalle "riflessioni speculari", vorrei chiarire due punti, di cui il primo relativo alla larghezza di banda di ogni singola risonanza modale ed il secondo riguardante l'attendibilità della formula che consente di individuare la frequenza F_2 , da cui inizia la regione "C", e di conseguenza l'ampiezza di quest'ultima ed il suo limite superiore F_3 (che corrisponde ad una frequenza quadrupla rispetto al limite inferiore, cioè rispetto ad F_2). In relazione alla larghezza di banda di ogni singola risonanza modale (che viene considerata tra le frequenze a -3dB rispetto al picco), occorre sapere che essa, nel caso di un tempo medio di riverberazione di 2,2 secondi alle basse frequenze, corrisponde ad 1 Hz, e diventa proporzionalmente più ampia con tempi di riverberazione inferiori, per cui ad esempio con un tempo di riverberazione di 0,55 secondi, avrà un'ampiezza di $2,2:0,55=4$ Hz, la qual cosa risulta acusticamente più favorevole, in quanto da un lato distribuisce l'energia delle risonanze in modo più omogeneo, colmando almeno parzialmente i "le zone con basse frequenze non risonanti tra le varie risonanze dell'ambiente", e dall'altro riduce la presenza di "singole frequenze risonanti" che risultano più evidenti e fastidiose (anche perché aventi un tempo più lungo di decadimento). Il concetto è che, dalla combinazione di dimensioni ottimali dell'ambiente (che consentono di evitare sia la concentrazione di più risonanze alle stesse frequenze che l'eccessiva distanza tra le frequenze delle diverse risonanze) e riduzione del tempo medio di riverberazione (che consente di allargare la banda di ogni singola risonanza, attenuando di conseguenza l'energia sonora che altrimenti si concentrerebbe su una singola frequenza) si riescano a colmare i "vuoti di frequenze basse non risonanti" e quindi ottenere una distribuzione più omogenea dell'energia sonora di bassa frequenza, evitando che sia tutta concentrata su poche frequenze risonanti che decadono lentamente. Per quanto riguarda invece l'attendibilità del calcolo del limite superiore delle risonanze modali (frequenza F_2), e di conseguenza del limite inferiore e dell'ampiezza della regione "C", caratterizzata da fenomeni di diffrazione e diffusione talvolta difficili da gestire acusticamente, (formula : 1875 per radice quadrata del rapporto tra tempo di riverberazione in secondi e volume dell'ambiente in metri cubi di cui al post precedente), occorre chiarire che essa sarà tanto più attendibile quanto minori saranno le differenze tra i tempi di riverberazione (RT60) alle diverse frequenze, anche se si considera fisiologico ed ottimale un incremento di riverberazione progressivo di circa il 30% al di sotto dei 200 Hz. Quindi, la riduzione di variazioni evidenti nei tempi di decadimento del suono alle diverse frequenze rende più attendibile il calcolo della regione "C" e più efficace il trattamento acustico specifico per ciascun ambiente. Ritornando all'esempio dell'ambiente di metri $3 \times 4,2 \times 5,7$ (ratio 1:1,4:1,9) di cui alle "puntate" precedenti, un tempo medio di riverberazione di 0,4 secondi al di sopra dei 200 Hz sarebbe abbinato in modo ottimale con un tempo di riverberazione che si incrementasse progressivamente al di sotto dei 200 Hz fino a circa 0,55 secondi a 30-40 Hz. Infine la regione "D", che include le frequenze udibili più elevate, a partire dalla frequenza F_3 , presenta lunghezze d'onda alle quali si applicano le regole dell'acustica geometrica e delle cosiddette "riflessioni speculari", per le quali l'angolo di incidenza del suono (su una superficie piana rigida) è uguale all'angolo di riflessione. Una prima considerazione sulle riflessioni speculari è che l'effetto della loro percezione dipende dalle dimensioni del locale ed è diverso in una sala d'ascolto rispetto ad una sala da concerti o ad un auditorium. Infatti, rispetto al suono diretto della sorgente sonora, se le prime riflessioni speculari arrivano al punto d'ascolto con un ritardo inferiore ai 10-12 millisecondi (cioè con una "differenza di percorso" inferiore a 3,44-4,13 metri) si creeranno sommatorie e annullamenti di fase periodici a determinate frequenze, conosciuti con il nome di "effetto pettine" proprio per la forma caratteristica del diagramma che le rappresenta, la qual cosa rende l'ascolto confuso ed estremamente variabile da un punto all'altro dell'ambiente, anche con piccoli

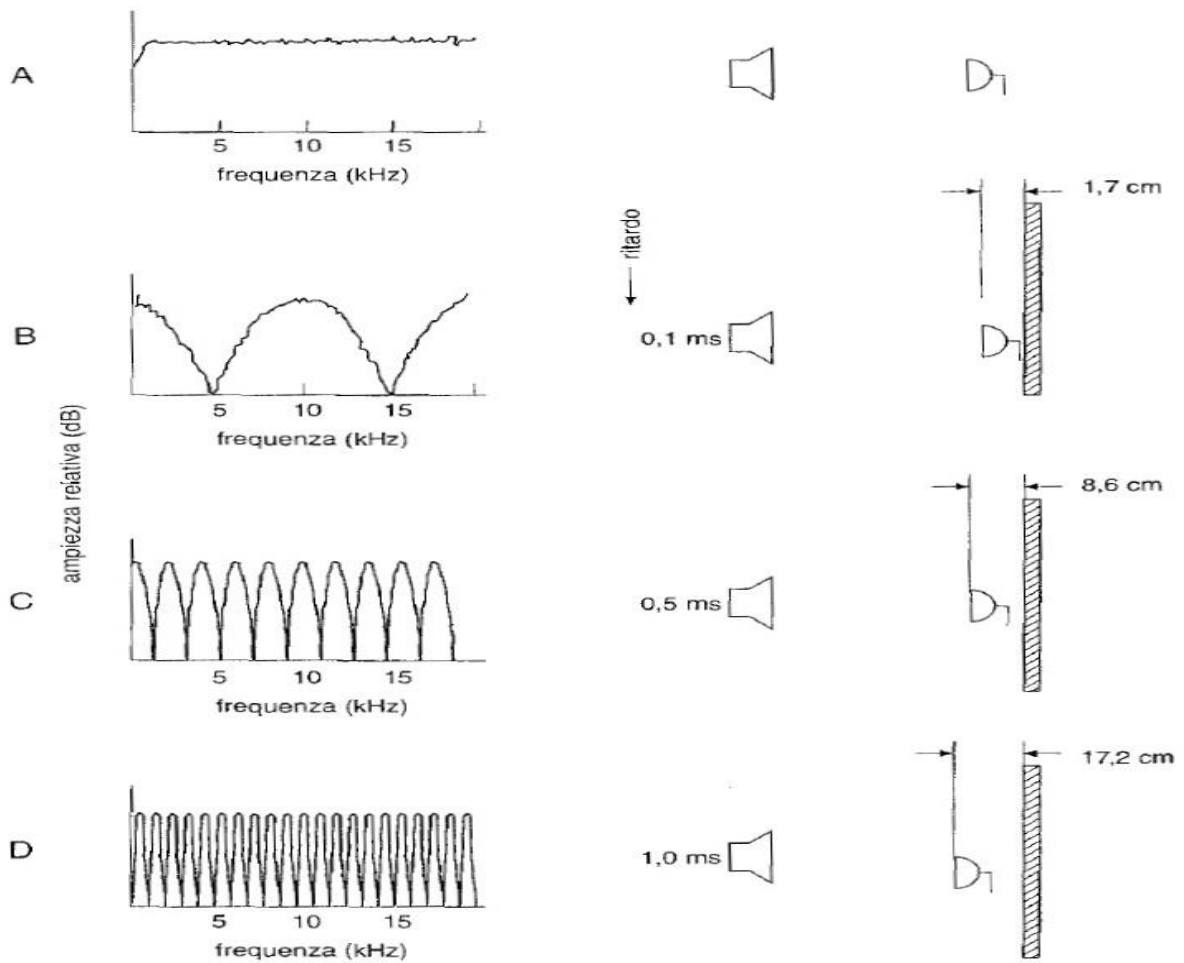
spostamenti del punto d'ascolto, in quanto, cambiando anche di poco le differenze di percorso tra suono diretto e primo suono riflesso, cambiano di conseguenza anche le frequenze delle sommatorie e degli annullamenti di fase. Senza addentrarci troppo nell'analisi specifica del fenomeno, occorre fare riferimento al fatto che esso risulta più evidente alle frequenze con lunghezze d'onda paragonabili alle dimensioni della testa umana ed alla distanza tra gli orecchi (che è di circa 17 cm, corrispondenti alla metà della lunghezza d'onda di 1000 Hz) in quanto (evoluzionisticamente) l'essere umano ha imparato ad utilizzare i "micro-ritardi" dei tempi di arrivo dei suoni tra i due orecchi (nell'ordine della frazione di millisecondo) per individuare la direzione di provenienza degli stessi, per cui, anche ad occhi chiusi, riusciamo ad esempio ad individuare una sorgente sonora frontale per il fatto che il suono arriva contemporaneamente ai due orecchi. Da questa maggiore sensibilità alle frequenze medio-alte (approssimativamente tra i 500 ed i 4000 Hz) deriva la conseguenza che, per un ascolto ottimale in ambienti d'ascolto di dimensioni ordinarie, sia preferibile assorbire le prime riflessioni speculari aventi tempi di ritardo rispetto al suono diretto inferiori ai 10-12 millisecondi (per eliminare l'effetto pettine), e mantenere le riflessioni che arrivano al punto d'ascolto con tempi di ritardo superiori (nello specifico tra 12 e 25 millisecondi circa), o meglio ancora diffonderle con dispositivi acustici denominati "diffusori di Schroeder" (a reticolo di diffrazione o di fase) o "diffusori di Angus" (a reticolo d'ampiezza), per distribuirle nel modo più omogeneo ed aperiodico possibile, così da ottenere una zona più ampia di ascolto ottimale all'interno dell'ambiente, ed anche un miglioramento dell'immagine sonora e della spazialità. Nella quarta immagine allegata, tempi diversi di ritardi tra suono diretto e prima riflessione speculare, con i relativi "filtri a pettine" che essi creano, sono messi in relazione con la banda critica dell'orecchio alla frequenza di 1000 Hz (che corrisponde a circa 1/6 di ottava) per evidenziare come i tempi di ritardo più lunghi non consentono alla banda critica dell'orecchio di analizzare l'effetto pettine e quindi di percepirne l'effetto deleterio, anche se tempi di ritardo superiori a 25-30 millisecondi possono causare la percezione acusticamente altrettanto deleteria dell'effetto eco, soprattutto in relazione a suoni impulsivi. L'approfondimento dell'argomento delle bande critiche dell'orecchio e delle diverse tipologie e caratteristiche specifiche dei dispositivi acustici per la diffusione del suono potrebbero essere l'argomento del prossimo tread sull'acustica degli ambienti d'ascolto.



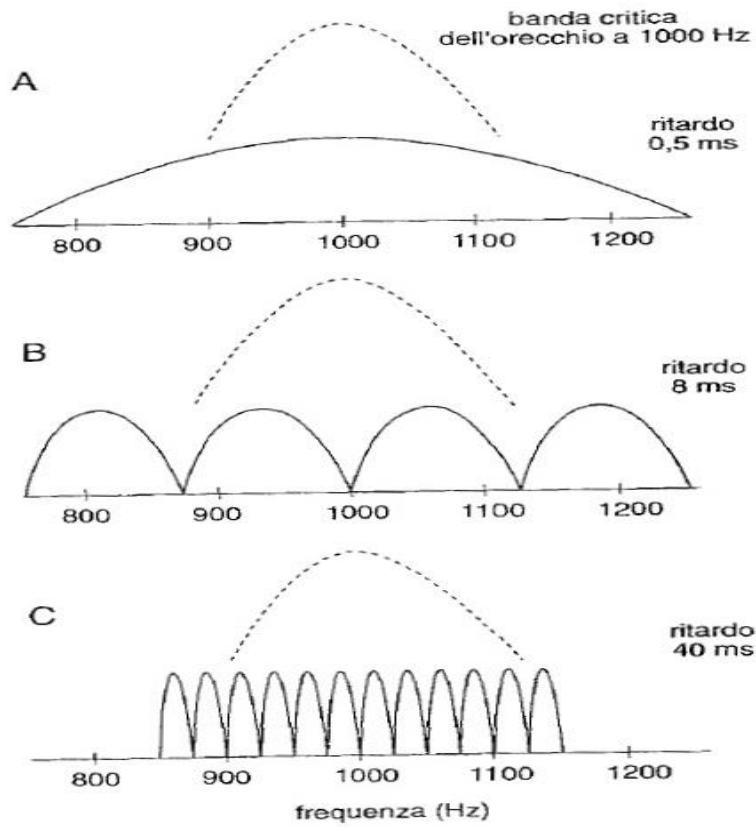
01 - Larghezza di banda di ogni risonanza modale



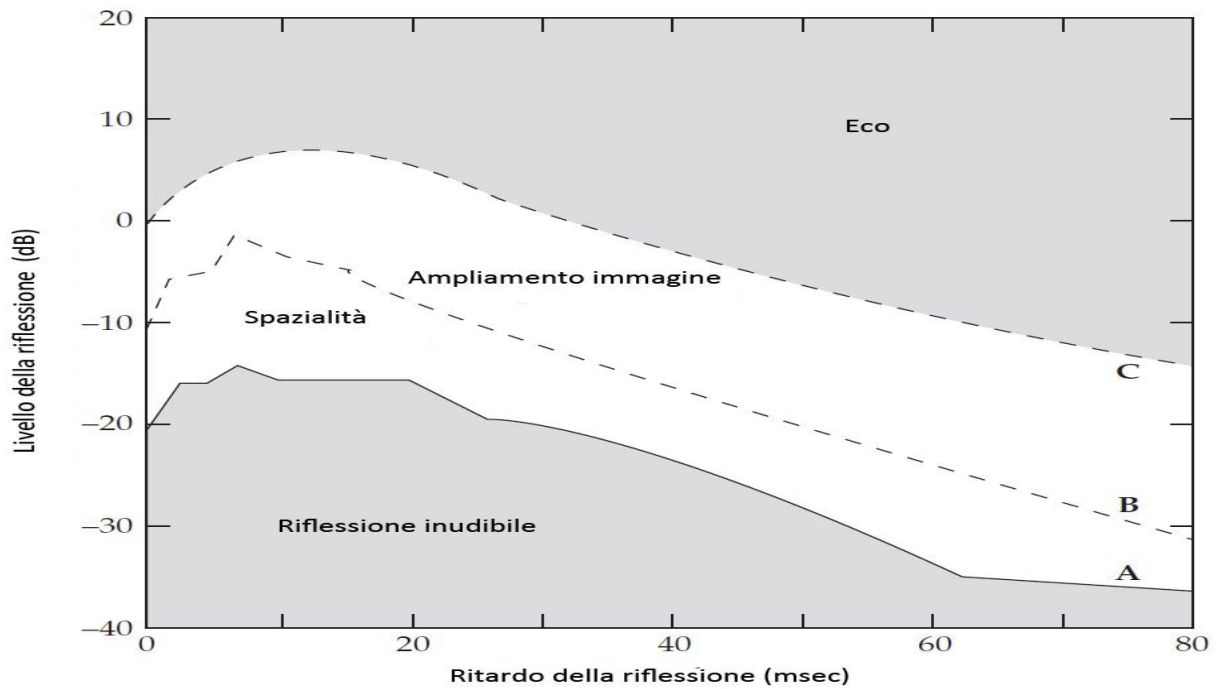
02 - Esempio di distribuzione delle risonanze modali assiali, tangenziali e oblique tra 40 e 100 Hz in un ambiente di metri 3,8x3,5x2,4



03 - Effetto pettine con diversi tempi di ritardo



04 - Effetto pettine con diversi tempi di ritardo in relazione alla banda critica a 1000 Hz



05 - Diagramma tempi ritardo in relazione a immagine sonora e spazialità