

INDICE della lezione del 1/06/2016 – argomento: Impianti di diffusione sonora, scopi e scelte tecniche

Impianti di diffusione sonora.....	1
Il caso dell’aula magna di Santa Lucia, Università di Bologna.....	3
Conclusioni.....	5

Impianti di diffusione sonora

Per impianti di diffusione sonora si intendono microfoni e altoparlanti a servizio di edifici specifici quali aule scolastiche, centri congressi, auditorium, teatri, cinema.

E’ possibile distinguere fundamentalmente tra:

- *Impianti live*: impianti a diffusione sonora amplificati con microfono aperto all’interno dell’ambiente;
- *Impianti per il suono riprodotto*: impianto che non prevede nell’ambiente alcun microfono aperto.

Gli impianti live, in particolare, sono soggetti al fenomeno dell’*effetto Larsen*, o *feedback acustico*, che si manifesta come un fischio, determinato dal ritorno dei suoni emessi dall’amplificatore sul microfono. Questa instabilità del sistema può risultare fortemente limitante ai fini della chiarezza del parlato.

Posizione del parlatore e degli altoparlanti dovranno essere ponderate attentamente dal progettista della sala, in quanto l’innescarsi del feedback sarà influenzato:

- dalla potenza dell’amplificazione, che non dovrà mai superare il limite del feedback;
- da fattori geometrici, quali la posizione degli altoparlanti nell’ambiente, che non dovranno mai essere posizionati davanti al parlatore;

Il problema dell’innescarsi del feedback, fenomeno favorito dal riverbero dell’ambiente, assente all’aperto, risulta essere normalmente un problema tipico degli ambienti chiusi.

In caso di amplificazione all’aperto, il suono arriva da un microfono solitamente lontano dagli altoparlanti. Tuttavia, i musicisti hanno bisogno di “sentirsi”, perciò, in caso di performance live, si montano speciali casse sul palcoscenico, chiamate *monitor*, che servono a fornire il ritorno al cantante stesso. Qui evitare i classici fischi risulta comunque molto difficile.

Nel caso per esempio di una chiesa, invece, la giusta posizione delle casse nell’ambiente prevede che il suono sia diretto verso gli ascoltatori e mai assolutamente verso il parlatore.



Immagine 1 - Corretta posizione dell'impianto di diffusione sonora nel caso di una chiesa.

Sarebbe bene scegliere inoltre *casce direttive* che, controllando il fascio sonoro, evitano che il suono vada a interagire con il microfono e risultano contemporaneamente risparmiose, in quanto non disperdono potenza sonora dove non necessaria.

L'ultimo fattore importante è il controllo del riverbero.

Le chiese sono tipicamente uno degli ambienti più riverberanti: il suono emesso in direzione dei fedeli viene in parte assorbito dai corpi umani, mentre il suono emesso in direzione delle superfici rimbalza, determinando una coda riverberante particolarmente fastidiosa.

La coda sonora in un locale è espressa come una curva la cui pendenza non può essere controllata con l'impianto di diffusione sonora, in quanto essa dipende dalle caratteristiche materiche e geometriche dell'ambiente. Noi abbiamo però un controllo sul rapporto tra energia del suono diretto ed energia del suono riflesso. In particolare, amplificando il suono diretto, si aumenterà l'energia del picco iniziale, il quale, se gli altoparlanti sono direttivi e rivolti verso il pubblico, non alimenterà la coda riverberante, ma sarà assorbito proprio dalle persone (il corpo umano costituisce una superficie assorbente molto efficace, con coefficiente di assorbimento quasi del 100%), andando a sottrarre energia alla curva del suono riflesso, che, pur non cambiando pendenza, risulterà più debole.

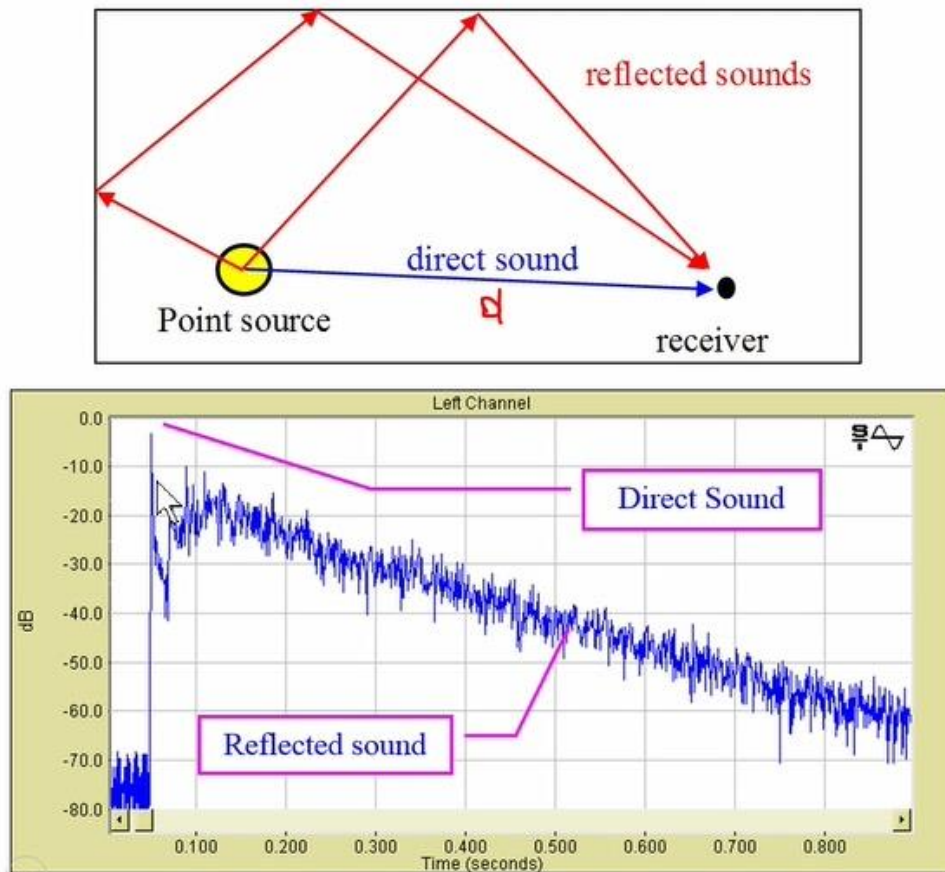


Immagine 2 – Schema esplicativo dell’andamento delle curve del suono diretto e del suono riflesso in ambiente chiuso.

Il caso dell’aula magna di Santa Lucia, Università di Bologna

L’aula magna di Santa Lucia è collocata dentro una ex chiesa.



Immagine 3 – Vista dell’aula Magna

L'aula risulta avere tempo di riverbero attorno ai 6 secondi. Per arginare gli effetti del campo riverberante si decise di appendere al soffitto 600 mq di pannelli fonoassorbenti in fibra di vetro mono-strato rivestita di tessuto. Tuttavia, in fase di realizzazione, vennero montati solo 8 mq di pannelli con superficie traforata a griglia per non snaturare troppo l'aspetto della chiesa. Inoltre, venne previsto un impianto di diffusione sonora con cassettoni cubiche dotate di un singolo altoparlante ciascuna, pressoché omnidirezionali e orientate orizzontalmente. Ovviamente le condizioni di qualità del suono nell'aula a seguito di questo intervento non sono migliorate, ma risultano tutt'ora pessime a distanza di 30 anni.

La soluzione migliore sarebbe stata quella di montare il giusto quantitativo di pannelli fonoassorbenti (secondo la formula di Sabine) e ricorrere a un impianto di diffusione sonora formato da tante casse direttive a colonnina posizionate vicine agli ascoltatori, alla base delle paraste della navata.

La vicinanza tra le casse e gli ascoltatori è connessa al concetto di *distanza critica*, cioè la distanza a cui il suono diretto pareggia il suono riverberante. Se si osserva la formula del campo semi riverberante si nota che essa è formata:

- dal contributo del *suono diretto*, che dipende dalla direttività della cassa (una cassa fortemente direttiva fa crescere il suono diretto, il quale cala con il quadrato della distanza, per cui più l'altoparlante è vicino al pubblico più il suono diretto sarà robusto);
- dal contributo del *suono riflesso* il quale dipende solo dai materiali e dalle superfici (e sul quale quindi si può intervenire solo aumentando la capacità di assorbimento delle superfici).

$$L_p(d) = L_w + 10 \cdot \lg \left[\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot d^2} + \frac{4}{\sum \alpha_i \cdot S_i} \right] \quad (1)$$

La distanza critica risulta quindi essere quel valore di d per cui i due contributi si pareggiano:

$$\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4}{\alpha \cdot S} \quad (2)$$

$$d_{cr} = \sqrt{\frac{Q \cdot \alpha \cdot S}{16 \cdot \pi}} \quad (3)$$

Gli ascoltatori posizionati oltre la distanza critica risulteranno immersi nel puro campo riverberante e per loro il suono non arriverà in modo pulito.

L'altoparlante a colonnina, molto direttivo, crea un fascio sonoro stretto che dirige il suono solo sul pubblico e può essere incorporato facilmente nell'architettura storica, scomparendo senza snaturarne l'immagine. Per questi motivi risulta largamente impiegato in Italia e soprattutto nelle chiese.

C'è da considerare che il suono impiega del tempo per viaggiare nell'aria, mentre la corrente ne impiega meno a viaggiare nei fili. Attraverso l'installazione delle cosiddette *linee di ritardo*, e cioè ritardando il segnale elettrico che alimenta gli altoparlanti più distanti dalla fonte emittente, posso

mantenere l'illusione per l'ascoltatore che il suono provenga dal palco e non dall'altoparlante più vicino.

Va infatti ricordato che tra i parametri acustici (ISO 3382) rientra l'*Indice di chiarezza*. Esso rapporta la parte utile del suono della risposta all'impulso alla parte tardiva della coda riverberante.

Early – Late energy evaluation

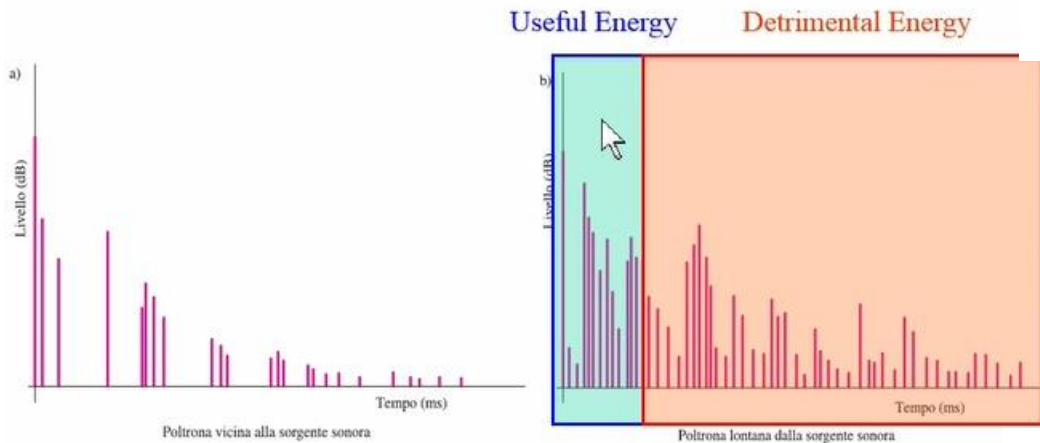


Immagine 4 – Valutazione dell'energia utile e riverberante del suono

Se il suono prodotto dagli altoparlanti, dopo essere stato ritardato, arriva segue il suono diretto, ma giace comunque all'interno della finestra chiamata "utile" (circa 50 ms), questo sovrasta il suono diretto, ma contribuisce alla chiarezza del parlato.

Si nota che nel caso di un impianto distribuito, formato da tanti piccoli altoparlanti, avrò bisogno di diverse decine di linee di ritardo, che ritardino progressivamente il suono man mano che ci si allontana dal parlatore, determinando un aumento sensibile dei costi.

Conclusioni

L'acustica della sala influenza la scelta dell'impianto di diffusione sonora.

Il progettista, generalmente, potrà scegliere tra:

- Impianto concentrato;
- Impianto a colonnine;
- Impianto distribuito.

Per ambienti fortemente riverberanti quali le chiese sarà preferibile ricorrere a svariate casse fortemente direttive posizionate vicino agli ascoltatori.

Se queste ultime sono poi distribuite in una sala molto lunga e stretta, saranno necessarie opportune linee di ritardo per garantire che gli ascoltatori più lontani percepiscano il suono come proveniente dal parlatore e non dalla parete sulla quale è posizionate la cassa più vicina.

L'impianto da chiesa classico in uso in Italia è proprio quello a colonnine.

In altri casi, come le sale a consiglio comunale o nelle sale conferenze nelle quali i partecipanti parlano uno alla volta, è preferibile ricorrere a un sistema puntuale distribuito, con basette che contengono ognuna un altoparlante e un microfono.

Nel caso, infine, di ambiente fortemente fonoassorbente, come un palazzetto dello sport, si può ricorrere all'impianto concentrato con una sola emittente sonora centrale, quale il sistema dello *Speaker Cluster*, un "grappolo" di altoparlanti appeso al centro del locale.



Immagine 5 – Impianto di diffusione sonora di tipo Speaker Cluster nel J. M. Huntsman Center, Salt Lake City, Utah.

Questo sistema è particolarmente in uso negli Stati Uniti, dove arene e palazzetti possono arrivare anche a 50 000 posti. In Italia, dove i palazzetti sono sensibilmente più piccoli, questo sistema non trova larga diffusione.