

## PICCOLI AMBIENTI DEDICATI ALLA MUSICA: UN APPROCCIO INTEGRATO ALL'ANALISI DELLA LORO RISPOSTA ACUSTICA

Lorenzo Rizzi (1), Gabriele Ghelfi (2)

1) SuonoeVita Ingegneria Acustica, Lecco, rizzi@suonoevita.it

2) SuonoeVita Ingegneria Acustica, Lecco, ghelfi@suonoevita.it

### SOMMARIO

Il presente articolo riassume alcuni elementi del metodo di analisi perfezionato negli anni dagli autori per gli ambienti di piccole dimensioni dedicati alla musica. Tale approccio si caratterizza per l'analisi dettagliata attraverso vari strumenti software elaborati ad hoc di tutte le fasi di evoluzioni del suono (attacco, andamento a regime, decadimento). Verrà presentato un caso di studio nel quale è stato possibile analizzare diversi step del processo di "accordatura acustica" dell'ambiente.

### 1. Introduzione

L'acustica interna dei piccoli ambienti dedicati alla musica presenta caratteristiche e problematiche proprie che la rendono di difficile interpretazione se affrontata esclusivamente mediante i metodi tradizionali di analisi (tempo di riverbero, parametri acustici e analisi FFT classica).

Le dinamiche dell'industria musicale hanno spostato, negli ultimi decenni, gran parte delle fasi della produzione dagli studi di registrazione tradizionali ad ambienti di dimensioni domestiche (home e project studio). Tali spazi presentano caratteristiche geometriche inferiori a quelle raccomandate dagli standard internazionali come EBU 3276 e ITU-R BS.1116-1.

Attraverso l'esperienza maturata sul campo dagli autori nell'analisi di tali ambienti si è osservato che un approccio integrato all'analisi della risposta all'impulso, che tenga in conto della naturale evoluzione di un suono all'interno di una stanza, fornisce al progettista acustico una visione completa del fenomeno sonoro, utile ai fini di una maggiore accuratezza nella stesura del progetto di trattamento acustico e a perfezionamento del risultato finale in fase di collaudo.

Nel corso degli ultimi dieci anni gli autori hanno perfezionato una serie di algoritmi ad-hoc per l'analisi della risposta all'impulso dei piccoli ambienti [1], [2] e [3]. Verranno qui descritti i principali aspetti dell'analisi effettuata sulla regione modale (che negli studi si estende indicativamente fino a 300/500 Hz). Viene poi proposta l'analisi di un caso di studio di particolare interesse, analizzando le fasi di collaudo, compresa la verifica di un sistema di correzione acustica digitale.

### 2. Metodo di misura

Il punto di partenza della procedura di analisi è sempre rappresentato dalla misura della risposta all'impulso della stanza, ovvero quel segnale che contiene tutte le informazioni spettrali e temporali dell'ambiente analizzato. Particolare attenzione viene posta al fatto che l'analisi di un singolo punto non è mai sufficiente per ottenere una corretta descrizione delle caratteristiche acustiche di una stanza: la mediatura in frequenza e fase di diverse risposte all'impulso, consente di ottenere una risposta molto più simile a quella dell'orecchio umano.

La procedura prevede quindi la misura di diverse risposte all'impulso nell'intorno dello "sweet-spot" ovvero il punto di ascolto posizionato nel vertice di quel triangolo equilatero (o leggermente isoscele) che vede sugli altri due vertici i canali destro e sinistro principali del sistema di ascolto collocato

nell'ambiente. Al fine di ottenere una risposta all'impulso precisa e con un adeguato rapporto segnale/rumore si utilizza il sistema del segnale sweep seno-logaritmico descritto in [4].

### 3. Elementi principali del metodo di analisi

Per comprendere come il suono si sviluppa all'interno dell'ambiente, nella zona delle medio-basse frequenze (fino a 300/500 Hz), dove gli effetti dei modi di risonanza risultano più rilevanti, si utilizzano come base di partenza gli algoritmi di AQT (Acoustic Quality Test) [5]. Effettuando la convoluzione della media delle risposte all'impulso con una serie di toni puri alle basse frequenze e sovrapponendo gli involucri delle risposte ottenute, otterremo un grafico come quello indicato nella figura successiva.

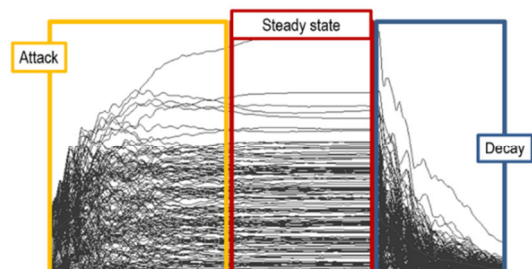


Figura 1 – Risultato della sovrapposizione degli involucri ottenuti dalla convoluzione fra toni puri e risposta all'impulso dell'ambiente

Dal grafico precedente è possibile distinguere tre fasi: una fase di attacco dove le diverse frequenze che compongono il suono crescono, passando, con tempistiche diverse per ciascuna frequenza, al livello a regime, o "steady state". La fase di attacco iniziale è cruciale per la corretta definizione dei suoni, in quanto la chiarezza o meno nella percezione dei transienti di attacco, contribuisce fortemente nella valutazione delle caratteristiche acustiche di un'ambiente. L'analisi di tale segmento viene effettuata attraverso la curva di Overshoot, recentemente introdotta dagli autori [3].

Alla fase di attacco fa seguito una fase detta di Steady state dove l'energia sonora per ciascun tono puro risulta essere costante. L'analisi dei livelli Steady State, opportunamente scalati, consente di valutare l'andamento "a regime" della risposta in frequenza, utile per suoni di lunga durata. L'analisi di tale segmento coincide alla tradizionale analisi FFT. L'ultima parte dell'involucro sonoro è rappresentata dal decadimento: poter

osservare i tempi di decadimento frequenza per frequenza nel range delle basse frequenze, consente di ottenere importanti informazioni sulla eventi sonori brevi e/o ripetuti (cassa, linee di basso), che richiedono tempi di reazione rapidi, pena il sovrapporsi dei transitori di fine e d'inizio di suoni successivi, con un conseguente peggioramento della qualità sonora e dell'intelligibilità del parlato.

#### 4. Caso di studio

L'ambiente analizzato è una sala regia audio-video con sistema di ascolto 5.1 composto da satelliti ADAM Audio A5x e subwoofer KRK S12. Le dimensioni massime dell'ambiente sono 5.42 x 4.11 m, con H=2.68 m (59.7 m<sup>3</sup>). Il progetto di trattamento acustico è stato curato dagli autori in base alle indicazioni del cliente (vincoli espliciti sulle dimensioni geometriche dell'ambiente e richiesta di ottenere un ambiente il più possibile "asciutto" da un punto di vista della riverberazione).

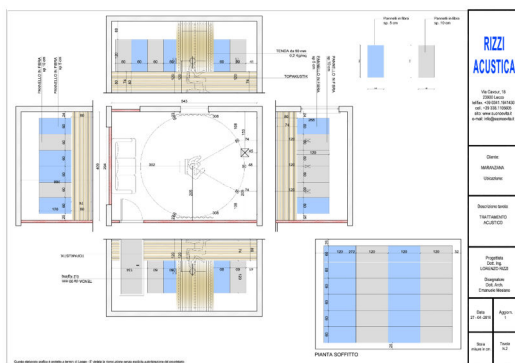


Figura 2 – Sala regia 5.1 progetto di trattamento acustico

Per l'ambiente in analisi è stato possibile eseguire le misure fonometriche confrontando quattro diverse configurazioni:

- 1) casse nelle posizioni scelte dal cliente su esigenze pratiche;
- 2) casse nelle suddette posizioni con sistema di correzione acustica digitale Sonarworks DRC;
- 3) modifica della posizione delle casse in base ai risultati della prima sessione di misura;
- 4) situazione finale con aggiunta di risonatori di Helmholtz tarati sulle frequenze individuate dall'analisi.

Si riportano nelle Figure 3, 4 e 5 i grafici ottenuti dalle tre analisi principali (attacco, andamento a regime, decadimento). Il range di analisi è compreso fra 30 e 300 Hz e ad ogni figura sono sovrapposti i modi di risonanza assiali dell'ambiente.

Da tale analisi (riferita per brevità al solo caso dell'ascolto stereofonico) è possibile mettere in luce i seguenti aspetti:

- 1) il corretto posizionamento del sistema di ascolto studiato in base alle posizioni di nodi e antinodi dei modi di risonanza è fondamentale al fine di ridurre l'influenza: si noti come il solo riposizionamento effettuato dopo le operazioni di analisi preliminare (curva verde) consenta un miglioramento da 60 a 110 Hz;
- 2) l'effetto di risonatori opportunamente tarati su 64 e 89 Hz risulta evidente (curva blu) in particolare nell'andamento a regime: si noti la diminuzione del range di variazione della curva blu in Figura 4;
- 3) i tempi di decadimento, essendo l'ambiente molto assorbente, risultano controllati in tutte le configurazioni analizzate (figura 5). Il cliente ha preferito la migliore linearità in attacco e regime sopra i 70 Hz (come richiesto per la voce);
- 4) il sistema di correzione automatica DRC fallisce completamente nell'individuazione del picco del modo di risonanza

a 60 Hz e il minimo seguente rendendo vano il suo intervento proprio dove era la problematica più evidente.

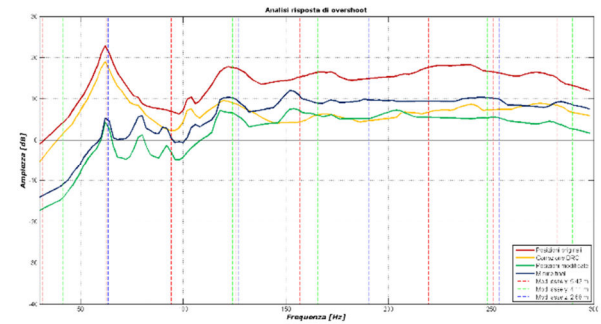


Figura 3 – Analisi overshoot della fase di attacco

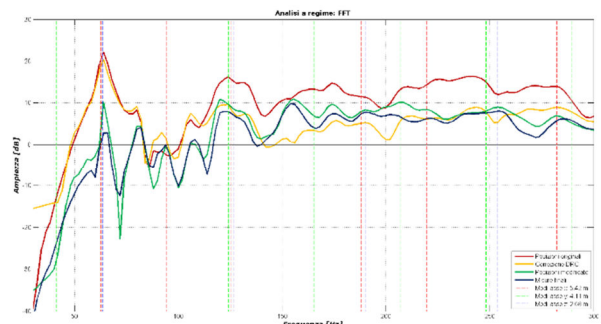


Figura 4 – Analisi FFT dell'andamento a regime

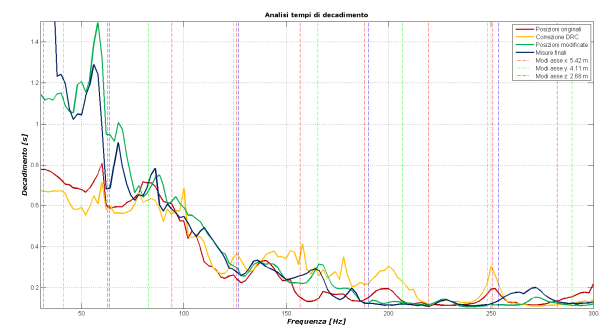


Figura 5 – Analisi del decadimento sonoro

#### 5. Conclusioni

Il presente articolo riporta in sintesi le analisi primarie in frequenza, perfezionate dagli autori sui piccoli ambienti di ascolto dedicati alla musica. Il caso di studio dimostra come un attento progetto acustico e la cura della posizione delle sorgenti di ascolto sommate all'aggiunta degli opportuni metodi di acustica passiva definiti dopo un primo collaudo, consentano di ottenere buoni risultati della risposta in frequenza nella regione deterministica anche in ambienti che presentano forti vincoli geometrici.

#### 6. Bibliografia

- [1] L. Rizzi and F. Nastasi, *Room Acoustic measurements in non Sabinean enclosures for music: echometry, modal analysis, sound decay analysis*, Internoise 2010, Lisbona, Giugno 2010.
- [2] L. Rizzi and G. Ghelfi, *Small rooms: from Room Response Analysis to Acoustic Design*, 140<sup>a</sup> AES Convention, Parigi 2016
- [3] L. Rizzi et al., *Perception of low frequency transient acoustic phenomena in small-rooms for music*, 140<sup>a</sup> AES Convention, Parigi 2016
- [4] A. Farina, *Advancements in impulse response measurements by sine sweeps*, 122<sup>a</sup> AES Convention, Vienna 2007
- [5] A. Farina et al., *AQT – A New Objective Measurement of The Acoustical Quality of Sound Reproduction In Small Compartments*, 110<sup>a</sup> AES Convention, Amsterdam 2001
- [6] www.tuneyourstudio.com