

IL SISTEMA MOD.A.I.[®] : MODELLO ACUSTICO INTERAGENTE CON IL SISTEMA NERVOSO UMANO

Marco Farinella

Istituto Mod.A.I.[®], Vigliano Biellese (BI), Italia

1. Introduzione

Nel corso degli ultimi anni è notevolmente accresciuta l'attenzione nei riguardi dell'acustica ambientale. Grazie ad essa è stato infatti possibile garantire un adeguato riparo da rumori molesti, rendere gli ambienti più piacevoli e maggiormente idonei allo svolgimento di determinate attività e persino migliorare il livello di attenzione all'interno di aule scolastiche. Il Sistema MOD.A.I.[®] (Modello Acustico Interagente con il sistema nervoso umano) nasce con lo scopo di risolvere il problema del disagio fisico e psicologico causato dalle attuali strutture adibite per lo studio e per lo svolgimento delle performances artistiche di strumentisti, attori, cantanti e professionisti della voce in genere. Esso è un innovativo sistema di progettazione per l'acustica negli ambienti architettonici che deriva dall'applicazione delle ricerche condotte presso la Facoltà di Ergonomia dell'Università Tecnica di Darmstadt (Germania) e dalla pedagogia del *Lichtenberger Institut für Gesang und Instrumentalspiel* di Gisela Rohmert. Grazie all'ausilio della Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, per quanto concerne gli aspetti tecnologici, fisico-acustici ed informatici, si è potuto sviluppare e verificare la funzionalità delle nuove idee proposte giungendo a brevettare, nel 2004, il nuovo sistema ed il relativo marchio. Il MOD.A.I.[®] permette di sviluppare, nell'acustica ambientale, particolari configurazioni di frequenze che si occupano di dialogare esteticamente, cinesteticamente ed emotivamente, con gli usufruttori. La sua applicazione si basa sulla modellazione della riverberazione sonora, tenendo conto dei più tradizionali fattori tecnologici e fisici ma anche delle più recenti scoperte in campo biologico e sociologico, al fine di ottenere un effetto simbiotico fra lo spazio acustico e l'uomo. Scopo del presente lavoro è divulgare l'esistenza del Sistema MOD.A.I.[®] fra i professionisti del settore affinché possano prenderlo in considerazione nelle future progettazioni, convertendolo da modello sperimentale (verificato virtualmente) ad applicazione pratica.

2. Materiali e metodi

2.1 Forme

Il Sistema MOD.A.I.[®] non richiede particolari forme architettoniche e ben si adatta alle situazioni più comuni. Piccoli accorgimenti costruttivi però possono incrementare

l'efficacia del sistema, primo fra tutti una geometria appropriata della stanza. Nel caso di un teatro o di un auditorium, inoltre, sagomando ed orientando opportunamente la curvatura dei celini del soffitto si ottiene una migliore diffusione del suono ed un ritorno energetico controllato verso il palcoscenico. Attraverso pareti non parallele si evita il formarsi di onde stazionarie e la fastidiosa presenza di una eco nei primi posti della platea. Ulteriori elementi possono infine essere previsti per aumentare la diffusione, frammentando il percorso sonoro e ridistribuendo l'energia.

2.2 Materiali

Il Sistema MOD.A.I.[®] è facilmente realizzabile con i comuni materiali impiegati per il trattamento acustico tradizionale degli ambienti. La scelta finale è dettata principalmente da ragioni quali la facilità nella reperibilità, il costo e l'estetica. Nella verifica del modello, si è scelto di utilizzare pannellature a sandwich di straordinaria praticità (12,5 Kg/m² per 24 mm anziché 25 Kg tradizionali) e con spessori molto contenuti (13 mm). Il pavimento può essere realizzato con un normalissimo parquet in legno.

2.3 Impianti

Tutti gli impianti inseriti nei progetti che adottano il Sistema MOD.A.I.[®] sono di facile reperibilità e si trovano comunemente in commercio. Le combinazioni variano molto in base alle esigenze dei committenti. In generale, nelle sale MOD.A.I.[®], si preferisce creare un microclima rinnovato e più simile a quello naturale di alta qualità adottando un potente ionizzatore. Inoltre, in alternativa ai comuni termoconvettori, si consiglia l'utilizzo di un moderno sistema di riscaldamento a pavimento, in grado di irradiare uniformemente la sala senza disturbare l'azione dello ionizzatore.

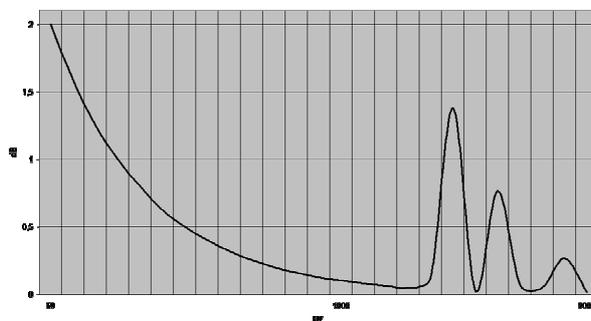


Figura 1 - Livelli di pressione sonora nel campo riverberato con l'esaltazione delle frequenze MOD.A.I.

2.4 Progetto acustico

Qualora non si possano decidere a priori le proporzioni dell'ambiente da realizzare, si procede all'individuazione delle *risonanze modali* della sala da trattare acusticamente e alla eliminazione di tutte le frequenze fastidiose per l'ascolto, collocando generico materiale assorbente o progettando appositi *risuonatori di Helmholtz*. Proseguendo nella progettazione si giunge a determinare, nelle zone desiderate, le aree di assorbimento e quelle riflettenti necessarie a correggere acusticamente la sala in progetto. Attraverso la formula di Sabine è possibile prevedere il *tempo ottimo di riverberazione* a 1000 Hz, per poi calcolare la coda sonora alle diverse frequenze. Per maggiore precisione, il cal-

colo del *tempo di riverberazione*, viene eseguito per terze d'ottava nella maggior parte dello spettro ed ancora più dettagliatamente nelle zone di maggiore interesse. Una volta assicurata una buona acustica attraverso il controllo del tempo di riverberazione, per calibrare l'effetto MOD.A.I.[®] (ovvero l'interazione tra architettura e sistema nervoso umano) è necessario riferirsi principalmente ai livelli di pressione sonora del campo riverberato. Il modello teorico è ottenuto statisticamente. Nello spettro frequenziale si mira ad enfatizzare gruppi di *armonici* che si strutturano in vere e proprie *formanti*, legate da un preciso rapporto matematico che permette l'interazione con il sistema nervoso umano (formula brevettata, vedi Fig. 1).

2.5 Strumenti

Prima di mettere in opera un progetto si verifica l'attendibilità dei calcoli utilizzando un apposito software di auralizzazione (ODEON, sviluppato presso il Department of Acoustic Technology of Technical University of Denmark DTU). Esso permette di ricostruire un ambiente uditivo virtuale ad altissima fedeltà, comprendendo anche gli effetti binaurali, quali le sensazioni di spazialità, la localizzazione della sorgente timbrica ecc. Il computer attua la ricostruzione del percorso dei raggi emessi da una sorgente che giungono a dei ricevitori dopo una serie di riflessioni nell'ambiente virtuale. Il tracciamento avviene utilizzando una maglia piramidale e un algoritmo ibridato con le formule statistiche. Al termine della rielaborazione dei dati è possibile estrarre importanti indicazioni su come l'ambiente progettato risponderà una volta messo in opera. Il dato più significativo riguarda, ancora una volta, il *tempo di riverberazione*. Esso viene fornito in maniera puntuale su ogni ricevitore oppure stimato globalmente su tutta la sala. Il comportamento generalizzato del locale alle varie frequenze considerate viene calcolato sotto forma di $T30$ e $T20$, mentre le mappe ricavate sulla *griglia di ascolto* riportano i parametri di *definizione* e *diffusione*. Infine, attraverso un processo di *convoluzione* di un segnale anecoico con l'effetto di filtraggio dell'ambiente, rappresentato dalla coppia binaurale di risposte all'impulso tra la sorgente e ogni orecchio del ricevitore, è possibile ricreare le sensazioni uditive percepite da un certo ascoltatore, collocato in una data posizione del locale. Questo procedimento detto *auralizzazione* permette di sentire il suono dell'ambiente prima della sua realizzazione.

3. Risultati

Utilizzando dunque i tradizionali algoritmi di calcolo, con pochi ed opportuni accorgimenti, è possibile modellare un ambiente in cui il suono diventi più che mai vivo ed inneschi un dialogo con gli artisti che vi si esibiscono. Infatti il Sistema MOD.A.I.[®] è capace di generare nella riverberazione dell'ambiente una configurazione di frequenze che migliora la funzione muscolare attraverso la coordinazione degli emisferi cerebrali e l'azione del sistema nervoso gamma. Il modello attua la sua efficacia attraverso i canali sensoriali inducendo il fruitore ad una multisensorialità capace di modificare a sua volta la percezione sensoriale stessa. L'inclinazione con cui queste frequenze giungono all'orecchio, risulta capace di ampliare la sensorialità umana, creando una sensazione di spazialità anche dentro le tube d'Eustachio dell'artista. In questo modo il suono retroagisce sull'organizzazione fisiologica ed esalta la prestazione artistica a fronte di un minore dispendio energetico e di una maggiore facilità esecutiva. L'azione cinestetica attuata dallo spazio acustico inoltre assume una valenza fortemente terapeutica, sia a livello fisico che psicologico. Nel caso di un teatro, due piccole zone concave poste negli angoli del palcoscenico permettono di concentrare l'energia aumentando la presenza del segnale destinato a guidare l'intonazione dell'artista. (brevetto MOD.A.I.[®]). Per quanto

concerne la zona per l'ascolto, invece, viene realizzata in modo da permettere all'ascoltatore di ricevere un'informazione acustica diretta, proiettata dal palcoscenico attraverso una conchiglia acustica, sommata ad una riflessione laterale operata sulle pareti. Quest'ultima, bilanciata dall'energia riflessa dal soffitto, farà in modo che il segnale giunga alle orecchie dell'ascoltatore con differenti e calibrate tempistiche e ne stimoli l'interesse.

4. Conclusioni

In base a quanto esposto è possibile affermare che il Sistema MOD.A.I.[®] rappresenta una moderna risposta architettonica alle problematiche in ambito acustico. Infatti fino ad oggi, la progettazione acustica, si è essenzialmente basata su parametri quali il livello sonoro, la riverberazione, la risonanza, adottando targets diversi in funzione degli obiettivi preposti. Nelle sale destinate a conferenze, per esempio, si è perseguito, come principale obiettivo, la leggibilità della parola; in quelle adibite a prestazioni artistiche si è ricercata l'estetica del suono mentre, in ambito terapeutico, ci si è concentrati essenzialmente sull'aspetto introspettivo. Le problematiche, legate agli ambienti progettati tradizionalmente, derivano dal fatto che non si è mai appositamente cercata una reale ed univoca interazione con il sistema nervoso umano. Con l'utilizzo del Sistema MOD.A.I.[®] l'artista può invece riconoscere intorno a sé le proporzioni che vive nei suoi spazi interni e modellarvi, altrettanto facilmente, il proprio suono, liberandone la creatività. In quest'ottica, per chi esegue e per chi ascolta, i processi acustici e quelli fisiologici s'incontrano. Il divario fra cultura e culto viene risanato dall'acustica di uno spazio che intraprende un sottile dialogo con il sistema nervoso dei fruitori. Questo fenomeno guida la percezione sensoriale dei presenti e la prestazione artistica ne viene esaltata. La performance, elevata ad un piano spirituale, introduce, musicisti e pubblico, in un livello esistenziale più raffinato, privo di giudizi e ricco di sensazioni. La profonda sinergia fra uomo, musica ed architettura si dimostra capace di rievocare nei presenti "la magia" della pura sensorialità. Il Sistema MOD.A.I.[®], basando la sua efficacia soltanto sulla qualità dell'acustica ambientale, si rende straordinariamente flessibile, semplice da realizzare ed economico. È di fatto compatibile con qualsiasi corrente di pensiero: si adatta alla musica classica, al jazz, al pop ma anche alla musicoterapia, alla fisioterapia e alle pratiche orientali. È praticamente privo di controindicazioni sull'uomo per cui si presta bene per l'impiego in bio-architettura e in bio-edilizia. Le sue applicazioni sono molteplici e trovano riscontri in svariati ambiti: artistico (teatri, auditorium), didattico (aule scolastiche, sale conferenze), terapeutico (camere ospedaliere, sale destinate a terapie), sportivo (palestre, giostre per animali sportivi), sociale (luoghi di incontro, bar, discoteche).

5. Bibliografia

- [1] Atti dei Convegni della Facoltà di Ergonomia dell'Università Tecnica di Darmstadt.
- [2] Rohmert, W., (Edit.), "*Grundzüge des funktionalen Stimmitrainings*", Köln, Schmidt, 1989.
- [3] Rohmert G., "*Il cantante in cammino verso il suono, leggi e processi di autoregolazione nella voce del cantante*", Diastema libri, Treviso 1995 (titolo originale "*Der Sanger auf dem Weg zum Klang*").
- [4] Spagnolo, Renato, "*Manuale di acustica applicata*", UTET, Torino, 2002.