

CONCLUSIONS

L'aportació fonamental d'aquest treball a l'estudi de l'acústica dels pavellons és l'explotació exhaustiva dels models existents –Webster, CH– i la introducció de models nous per al seu estudi.

L'estudi a partir dels models existents ha conduït a discretitzar els pavellons amb uns elements de geometria diferent a les discretitzacions habituals, cilíndrica i cònica, –elements tipus Salmon– per tal de millorar la rapidesa de càlcul i eliminar les múltiples reflexions que apareixen en el càlcul de la resposta impulsional. La utilització d'aquest tipus d'elements ha alleugerit el càlcul en el domini freqüencial i l'ha fet més ràpid.

La resposta temporal dels elements tipus Salmon s'ha obtingut a partir l'ona que es propaga tub avall i l'ona que ho fa tub amunt. A partir d'elles s'han determinat unes expressions associades a les impedàncies i respostes impulsional elementals que han permès apreciar la diferència entre els casos de geometria coneguda, tubs cilíndrics i cònics, i l'element tipus Salmon. Per al càlcul en el domini temporal cal fer una aproximació, $|c^2\omega^{-2}m^{-2}| \ll 1$, en les expressions de les impedàncies elementals. Aquesta aproximació és vàlida a partir d'un cert valor mínim de freqüència (freqüència de tall) a partir de la qual els modes són propagatius. Els resultats obtinguts per a les impedàncies elementals mostren com fins que no s'arriba a la freqüència mínima per a la qual és vàlida l'aproximació no s'assoleix el valor de la impedància característica. Per altra banda, les respostes impulsional es corresponen amb oscil·lacions d'amplituds creixent i decreixent cosa que les diferencia clarament dels tubs cònics en els quals només es presenta la funció exponencial, creixent i decreixent.

Així doncs, l'aproximació feta per poder realitzar el càlcul en el domini temporal resulta ser vàlida dins del rang de freqüències per a les quals també és vàlida la formulació i l'aplicació de propagació d'ones uniparamètriques emprant l'equació d'ona aproximada de Webster. Aquest rang de freqüències depèn de la geometria del pavelló però es pot dir que per als pavellons de tenora, que són els estudiats en aquest treball, està comprès, aproximadament, entre els 300 Hz i 1300 Hz.

Si es pretén treballar en un ampli marge freqüencial no es pot oblidar que les condicions de tipus físic que limiten la utilització d'una solució uniparamètrica a l'interior d'un pavelló condicionen la rapidesa del canvi de conicitat del perfil en funció de la longitud del pavelló que

es considera, i per tant la utilització d'aquest tipus de solucions pot donar lloc a pavellons de perfil estrany no compatible amb el dels instruments musicals de vent.

L'exploració i l'anàlisi de les hipòtesis d'un altre model existent, l'equació CH, ha permès establir-ne de noves a partir de les quals s'ha desenvolupat un nou model en el tractament de l'acústica dels pavellons en el domini temporal. En concret, s'ha establert un model de propagació a nivell diferencial que permet una primera simulació de l'efecte dispersiu dels pavellons. El model parteix del mateix tipus de càlcul utilitzat en un canvi de conicitat entre elements discrets de longitud finita, però en aquest cas a nivell diferencial. Per retrobar el resultat a nivell finit cal resoldre analíticament una multiconvolució infinita el càlcul de la qual no és abordable ni trivial per a un perfil qualsevol de pavelló. Per això s'ha procedit a fer-ne una aproximació que reproduïx correctament els casos cilíndric i cònic i que cal emprar en l'estudi d'un perfil qualsevol.

Ara bé, aquest mètode no només permet l'estudi de pavellons sencers sinó que també permet estudiar discontinuïtats localitzades, com per exemple els canvis de conicitat. Així, el càlcul analític de la multiconvolució infinita és relativament fàcil de fer en el cas que hi hagi una discontinuïtat del tipus cilíndric-cònica en el perfil. Això ha permès definir unes funcions de reflexió i de transmissió mitjanes que permeten el càlcul de la pressió acústica mitjana i que simulen l'efecte dispersiu associat a aquestes discontinuïtats.

El tractament numèric efectuat a partir del mètode dels raigs impulsional, model clarament no uniparamètric, simula correctament el comportament acústic d'un tub cilíndric. Per a tubs de geometria més complexa el mètode dona una idea qualitativa del resultat que s'obté però no es pot dir que quantitativament el resultat obtingut sigui correcte. La dificultat de trobar un criteri de discretització adequat per a cada geometria és la causant d'aquests resultats. Aquest és un punt que queda obert i permet continuar la recerca iniciada en aquest tema.

Pel que fa a la simulació de la propagació sonora a l'interior dels instruments musicals, l'algoritme iteratiu presentat per calcular convolucions numèricament ha demostrat reduir la capacitat de memòria d'ordinador necessària i també el temps de càlcul ja que són poques les operacions a realitzar per cada funció exponencial i cada pas temporal. A més a més, l'algoritme mostra estabilitat per a un marge ampli de resolució temporal i absència d'errors acumulatius en intervals de càlcul llargs. L'ús de la convolució ràpida per simular el comportament dels instruments de vent és útil sempre, però, que s'hagi fet una bona anàlisi modal de la resposta impulsional del tub.