

CONDICIONES ACÚSTICAS DE LAS “SALAS DE PROYECCIÓN CINEMATOGRAFICAS”: CONFORT FISIOLÓGICO, ACONDICIONAMIENTO Y AISLAMIENTO

PACS: 43.55.Gx

Moya Vidal, Fátima; Yebra Calleja, M^a Soledad; Vera Guarinos, Jenaro
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de Señal.
Universidad de Alicante
Escuela Politécnica Superior de Alicante
Edif. Politécnica II
Campus de San Vicente del Raspeig
Apdo: 99.
03080 Alicante
Tlf: 965 909 756 / 9751
Fax: 965 909 750
E-mail: jenaro@disc.ua.es; myebra@dfists.ua.es

ABSTRACT

The reproduction quality and sound effects are very important in the emission of a movie at new-cinemas, and it is crucial to evaluate the repercussion that they could have on the psycho-acoustic human system. The prolonged exhibition to the effect of an electroacoustic amplification system could be potentially harmful. In this paper is shown, there aren't physiologic discomfort risk of the auditory system.

In order to complete the study and in architectural acoustics concerning to this type of rooms, a series of acoustic isolation measures have been carried out. There are been analysed different parameters in relation to the impulsive response, in several points of each one of studied rooms with 'MLS' signals aid. These approaches of acoustic quality are tried to correlate with the information that is provided about the THX[®] certificate.

RESUMEN

Aparte de la calidad de la reproducción electroacústica que se pueda obtener y los distintos efectos que se introducen en la emisión de una película en las salas de cine actuales, es de vital importancia evaluar la repercusión que puede tener la exposición prolongada a niveles de presión sonora amplificados, sobre el sistema psico-acústico humano. Se demuestra que no existe motivo de alarma a nivel de confort fisiológico del sistema auditivo

Para completar el estudio y ciñéndonos a la acústica arquitectónica respecto a este tipo de salas, se han realizado una serie de medidas de aislamiento y se han analizado distintos parámetros en relación a la respuesta impulsiva, obtenidas con ayuda de señales 'MLS', en varios puntos de cada una de salas estudiadas. Dichos criterios de calidad se intentan correlacionar con la información que se dispone sobre el certificado THX[®].

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en algunos artículos de fondo en prensa escrita y en foros de Internet de usuarios y consumidores sobre contaminación acústica, se puede encontrar cierta animadversión hacia el 'nuevo' tipo de salas que han sustituido a las 'tradicionales': en la información que se extrae de dichas fuentes (adelantando resultados de nuestro estudio)

parece que se confunde una excelente relación Señal/Ruido (lo que produce una excepcional dinámica para la señal acústica que se recibe en sala), con un excesivo nivel de recepción en la zona de espectadores.

La justificación a esta corriente de opinión se debe quizás a la evolución que han sufrido las salas de cine en la última década en España. Que ha transformado el concepto del visionado de películas; de espectáculo visual donde la acústica era un mero apoyo al hilo narrativo intelectual, a un acontecimiento acústico-visual impactante que apunta a un futuro multisensorial al estilo del “*Mundo feliz*” de A. Husley. Ello ha influido en la arquitectura de estos recintos en su conjunto así como en los sistemas de amplificación electroacústica.

Los interrogantes a los que intentaremos dar respuesta son los siguientes: ¿Son perjudiciales para la salud de los espectadores los niveles de recepción en sala? ¿Están suficiente protegidos, dichos recintos, frente al ruido de su entorno colindante? ¿En que sentido es ‘buena’ la acústica de estos espacios?

OBJETIVOS

Determinar y evaluar la Dosis sonora (%) recibida por los espectadores durante la proyección de una película, desde el punto de vista normativo de protección que dicta la legislación española actual.

Análisis de los índices de aislamiento de los cerramientos y de los factores de calidad acústica para distintos puntos dentro de cada sala estudiada. Valoración global en función de los resultados. El conocimiento de los factores puramente constructivos junto con los deducidos de la respuesta al impulso ($T_{r_{mid}}$, BR, Br, EDT_{mid}, C80, D50, ALcons, RASTI, ITD, ILD, IACC) servirá para describir acústicamente el recinto bajo estudio y evaluar la influencia de la sala en la calidad de reproducción sonora de las películas, durante su proyección.

También se tiene la inquietud de saber qué diferencias reales existen entre salas con certificación THX[®] y las que no la tienen, se realizará una comparación entre los resultados obtenidos en unas y otras. El fin perseguido es saber con certeza donde termina el interés en el grado de calidad de una sala y donde empieza el marketing llevado a cabo por empresas de esta envergadura. En la medida de lo posible se valorará atendiendo a las especificaciones marcadas en este estándar¹.

METODOLOGÍA

En primer lugar abordaremos la problemática de determinar la dosis sonora recibida, para ello necesitamos una medida objetiva que nos permita obtener este valor. Para ello se ha registrado con un data-logger la historia temporal del nivel de presión sonora durante el tiempo de duración de una ‘sesión’ completa, en la gran mayoría de cines de Alicante y de un número de proyecciones suficientes, con la intención de que los resultados fuesen representativos. Una vez llevadas a cabo todas las medidas y realizado su post-procesado para obtener las dosis recibidas, tendremos que evaluarlas y determinar si estamos recibiendo una dosis mayor a la establecida o si por el contrario estamos dentro de los límites impuestos (*Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a ruido durante el trabajo*). Las medidas se realizaron sin previo aviso a la dirección del cine. Con el fin de tener datos fiables ajustados a la realidad y que no se viesan manipulados por el temor de los responsables de la empresa a superar los máximos permitidos.

¹ Las especificaciones THX en cuanto a parámetros relacionados con la acústica arquitectónica están protegidos por THX Ltd. Y es imposible de forma llana acceder a los criterios cuantitativos de referencia. Tan sólo se conocen aspectos cualitativos que pertenecen más bien al buen hacer acústico tradicional, y si se dispone de valores no podemos asegurar la verosimilitud de la fuente. Por lo que se hará referencia a esta nota cuando evaluemos algún criterio THX.

En la elección del tipo de películas estudiadas se intentó buscar una muestra variada, para ello se acudió a películas que abarcaban: acción en distintos grados, películas para niños y por último películas que podríamos catalogar como “sosegadas”.

El procedimiento, en el otro ámbito de la acústica que tenemos planteado para este tipo de salas, consiste en realizar una serie de medidas de aislamiento a ruido aéreo conforme a las normas ISO-140 (*parte 4 y parte 5*) e ISO-717 (*parte 1*) respectivamente.

Para llevar a cabo la tercera fase de este trabajo, se ha registrado con la respuesta impulsiva una cabeza binaural para que el resultado fuese lo más fiel posible y por lo tanto nuestras conjeturas se aproximasen en la medida de lo posible a la respuesta humana. Tanto para la producción de las señales ‘MLS’ como para su procesado y cálculo de índices se ha usado un sistema Harmonie de 01dB con el módulo dBFA y se implementaron unas rutinas en Matlab para los parámetros interaurales.

Debido a que la distribución espacial tanto de la fuente como del receptor fue muy similar en todas las medidas realizadas se mostrará un único esquema, se ha aprovechado la simetría existente a ambos lados de un eje central longitudinal. Aunque en la mayoría de los casos esta simetría queda interrumpida por el túnel de entrada, para la consecución de nuestros objetivos y a efectos de cálculo este modelo resulta válido.

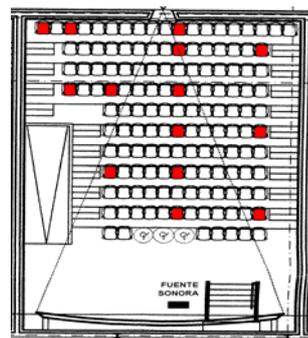


Figura 1: Esquema de las medidas.

RESULTADOS

Se van a mostrar los resultados en tres apartados cronológicos y de temática diferenciada.

Nivel de Presión Sonora vs. Tiempo

Como se ha comentado se ha registrado con un data-logger (Quest_100) la evolución temporal de los niveles de presión sonora en dBA, durante una sesión normal de cine en la mayoría de las salas en activo de Alicante, al menos una por grupo de empresa de explotación: un total de 10.

Historia temporal

De todos los resultados mostraremos el más ruidoso y el más tranquilo:

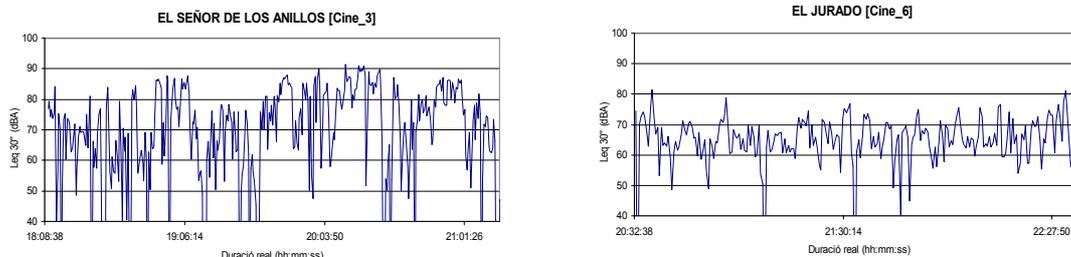


Figura 2: Leq 30'' (dBA) vs. Duración real (hh:mm:ss)

Dosis sonora recibida

Se calcula tanto la Dosis (%) como la Exposición (Pa²h) para cada una de las proyecciones a las que se asistió. Los valores de estos parámetros se muestran en la tabla siguiente:

Cine	Proyecciones	Duración (min.)	dosis8h (%)	Dosis (%)	Exposición(Pa ² h)
1	Cold Mountain	153	5,1	1,6	0,05
2	Lost in Translation	107	3,4	0,8	0,02
3	El retorno del rey	195	11,7	4,8	0,15
4	Océanos de fuego	136	6,7	1,9	0,06
5	Paycheck	123	11,4	2,9	0,09
6	El Jurado	124	1,4	0,4	0,01
7	Kill Bill	111	10,2	2,4	0,08
8	Buscando a Nemo	108	8,4	1,9	0,06
9	Gothika	98	5,8	1,2	0,04
6	Master & Commander	129	3,0	0,8	0,03

Tabla 1: Esquema de las medidas.

Según la legislación vigente en nuestro país: 90 dBA durante 8 horas corresponden al 100% de la dosis máxima permitida, se puede deducir que los valores recogidos en la tabla son notablemente bajos. Esto se debe principalmente a que estamos recibiendo niveles cercanos a 90 dBA durante muy poco tiempo.

Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo

El estudio de aislamiento acústico se realizó en cuatro salas de cine, puesto que para las medidas de sala 'in situ' sin proyección, sólo dos empresas nos concedieron permiso para el acceso a sus instalaciones y facilitaron en la medida de la disponibilidad de su personal que se pudiera confeccionar este trabajo. Se han medido dos salas de cada una de las empresas: dos de las mismas pertenecen al mismo complejo designado como -Cine 8- y se han denominado sala C y sala D. Las otras dos salas están en distintos complejos, la sala A en el Cine 5 y la sala B en el Cine 9. En todas los recintos se evaluó el elemento constructivo separador entre salas; la fachada que coincide con la pared en la que se encuentra las salidas de emergencia; y en la que se pudo el cerramiento donde se encuentra al túnel de acceso a la sala de cine. Un resumen se puede ver en la siguiente tabla:

AISLAMIENTO	SALA A_cine 5	SALA B_cine 9	SALA C_cine 8	SALA D_cine 8
ENTRE SALAS	60 (-1 ; -2)	69 (-1 ; -5)	70 (-4 ; -11)	70 (-4 ; -11)
FACHADA	41 (-1 ; -2)	37 (0 ; -1)	33 (-1 ; -1)	33 (-1 ; -1)
TUNEL ACCESO		37 (0 ; -1)	25 (0 ; -1)	25 (0 ; -1)

Tabla 2: Resumen de aislamiento acústico a ruido aéreo [DnT]

La evaluación del aislamiento acústico se realizará a partir de los resultados obtenidos y recogidos en las tablas correspondientes a las figuras mostradas en este capítulo, es decir, a partir del índice global DnT (estándar ISO) que es 'equivalente' al índice STC (estándar ASTM). Esta valoración se efectuará teniendo en cuenta las exigencias de la certificación THX (Ya se comentó algo al respecto en la anotación_1 a pie de pagina).

Parámetros Acústicos Derivados de la Respuesta al Impulso

En la siguiente tabla (Tabla_3) se resumen los valores obtenidos para los parámetros de acondicionamiento acústico medidos “in situ” en las cuatro salas estudiadas. Estos resultados se expresan como un intervalo ya que estos factores varían a lo largo de la zona de audiencia.

	SALA A	SALA B	SALA C	SALA D THX®
TR_{mid} (s)	0.25 ÷ 0.30	0.35 ÷ 0.40	0.25 ÷ 0.40	0.35 ÷ 0.50
EDT_{mid} (s)	0.10 ÷ 0.20	0.20 ÷ 0.25	0.15 ÷ 0.25	0.20 ÷ 0.40
RASTI	0.85 ÷ 0.90	0.80 ÷ 0.85	0.80 ÷ 0.85	0.75 ÷ 0.8
Alcons (%)	2.6 ÷ 2.9	3.2 ÷ 3.8	2.6 ÷ 3.8	3.5 ÷ 4.4
D50 (%)	94 ÷ 97	89 ÷ 95	91 ÷ 97	85 ÷ 93
BR	1.45 ÷ 2.05	1.25 ÷ 1.45	1.35 ÷ 1.85	1.05 ÷ 1.45
Br	0.8 ÷ 0.9	1.0 ÷ 1.1	0.8 ÷ 1.1	0.7 ÷ 0.9
C80 (dB)	18 ÷ 21	14 ÷ 17	16 ÷ 22	12 ÷ 18
ITD (ms)	0 ÷ 0.20	0 ÷ 0.20	0 ÷ 0.35	0 ÷ 0.20
ILD (dB)	0 ÷ 1	0 ÷ 4	0 ÷ 6	0 ÷ 5
IACC	0.46 ÷ 0.76	0.26 ÷ 0.76	0.10 ÷ 0.66	0.26 ÷ 0.66

Tabla 3: Valores de los parámetros acústicos derivados de la respuesta al impulso

Se va a mostrar como ejemplo los resultados en forma de mapas de distribución de niveles para dos salas de los indicadores más característicos: una con certificación THX y otra sin dicha marca de excelencia y que a la vista de los datos obtenidos es, en líneas generales, de superior calidad.

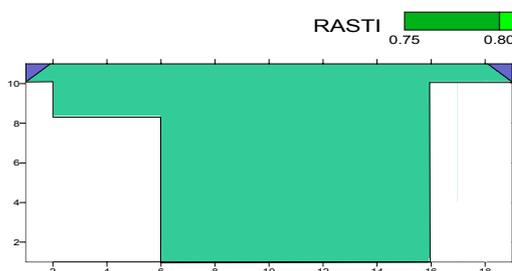


Figura 3: Sala A, cine 5. RASTI.

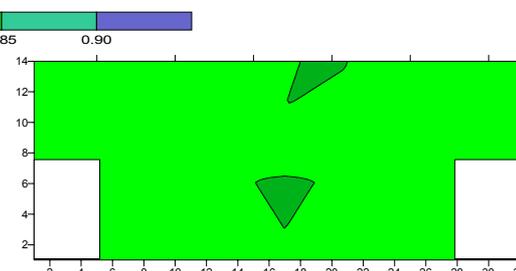


Figura 4: Sala D [THX], cine 8. RASTI

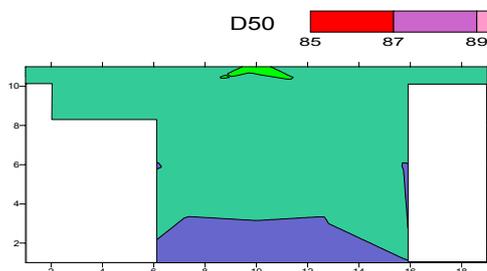


Figura 5: Sala A, cine 5. D50%.

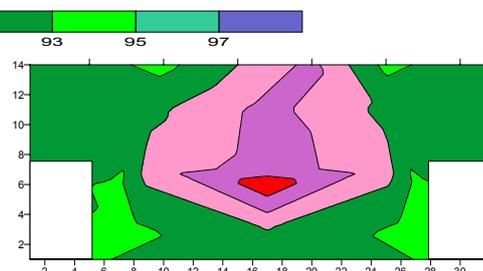


Figura 6: Sala D [THX], cine 8. D50%.

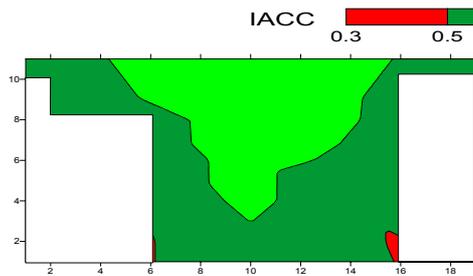


Figura 7: Sala A, cine 5. IACC

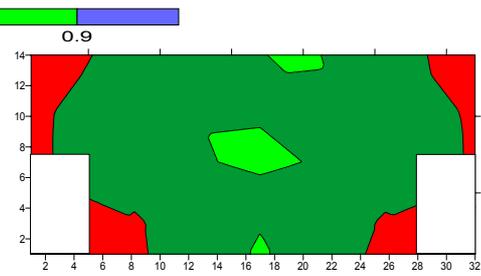


Figura 8: Sala D [THX], cine 8. IACC

CONCLUSIONES

- i. Los niveles de presión sonora existentes durante la proyección no son tan elevados como cabía esperar en un principio; éstos se encuentran entorno a 80 u 85 dBA durante la mayor parte del tiempo en la proyección más ruidosa. Por lo tanto la dosis sonora recibida durante el periodo de duración correspondiente a una película no superan en ningún caso el 5%, mientras que los valores de las dosis sonoras proyectadas a ocho horas oscilan entre el 1% y el 12%. Se puede afirmar que la asistencia al cine con asiduidad es completamente inocua.
- ii. El tiempo de reverberación medio y el EDT medio toman valores adecuados y similares, lo que implica uniformidad en la distribución de los materiales así como en el grado de difusión. Los resultados encontrados para el ALCons (cerca de 3 %) y el RASTI (cerca de la unidad) denotan que la inteligibilidad de la palabra en estas salas está entre excelente y buena.
- iii. Como la Definición toma valores muy altos incluso en la parte trasera de la sala significa que la capacidad de discernir los acontecimientos sonoros es muy elevada. En lo que a la Claridad respecta podemos decir que los valores son bastante altos; por lo que los pasajes musicales se escucharán nítidos. La calidez acústica (BR) toma valores generalmente altos (superiores a la unidad), ya que la mayor parte de la absorción presente en este tipo de salas es proporcionada por materiales porosos de espesor mediano sobre soporte rígido. Lo que deriva también en que el brillo (Br) tenga valores inferiores a la unidad, asegurando un buen comportamiento en altas frecuencias.
- iv. En cuanto a las diferencias interaurales de tiempo y de nivel son las esperadas con las geometrías de las salas estudiadas cuando la fuente sonora, como es nuestro caso, está situada en posición central frontal. Las salas mantienen un papel bastante neutral. Atendiendo a las consideraciones relativas a la geometría del experimento, los valores alcanzados alrededor del eje longitudinal para el índice de correlación cruzada interaural (IACC), entre 0.7 y 0.9, podemos decir que abunda en demostrar que la sala es fácil de acondicionar y gobernar electroacústicamente, que es precisamente lo que se pretende en estos casos.
- v. Sobre la certificación THX, en cuestiones de acondicionamiento y atendiendo a informaciones 'cualitativas' parece que nuestras salas podrían superar la prueba. No podemos decir lo mismo en cuanto al aislamiento, principalmente entre salas, puesto que si el límite es una STC-75, es evidente que ninguna lo alcanza. Sin embargo si nos fijamos de la curva que se provee en la referencia e Internet (aproximadamente un STC-66): tan solo las salas B y C lo cumplirían, pero no la A ni la D que está certificada. Para el resto de cerramientos, tan sólo destacar el pobre aislamiento que presentan las fachadas, que tienen en su seno las puertas de emergencia de calidad acústica dudosa.

BIBLIOGRAFÍA

Allen I. "Are Movies Too Loud?" SMPTE Film Conference, 1997. <http://www.film-tech.com/warehouse/manuals/DOLBYLOUD.pdf>

Manson R., “*Elicitation and measurement of auditory spatial attributes in reproduced sound*”. PhD Thesis. University of Surrey (2002). <http://www.surrey.ac.uk/soundrec/pdf/masonthesisf.pdf>

Martín-Bravo M^a. A., Barrero A. I. y García J., *Características Acústicas de Salas de Proyección de Cine. Certificación THX*. Tecniacústica - 2004. Guimaraes (Portugal). <http://www.ia.csic.es/sea/Guimaraes04/ID7.pdf>

Moya F. “Condiciones acústicas de las “salas de proyección cinematográficas”: Evaluación de la calidad de recepción y del confort fisiológico de los espectadores” P.F.C. - Univ. Alicante, 2005.

Organización de Consumidores y Usuarios, “*Ruido y más ruido... también en los cines*” Revista OCU-SALUD. nº 034. Febrero 2001.

www.cinemaequipmentsales.com/athx1.html “*What THX Needs From Architects*”