



Características Acústicas de Salas de Proyección de Cine. Certificación THX

M^a. A. Martín-Bravo^a, A.I. Tarrero^a and J. García

^a E.U.Politécnica, U. Valladolid, Francisco Mendizábal 1, 47014 Valladolid, España,
maruchi@sid.eup.uva.es ana@sid.eup.uva.es

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es el estudio de la excelencia en las salas de proyección de cine, especialmente en lo que se refiere a las características acústicas de estas salas. En este estudio se hace un análisis pormenorizado de la certificación THX de Lucasfilm, que pretende ser la mejor garantía de que los espectadores que asisten a una sala de cine, podrán escuchar una película tal y como su director ha querido que se oyera, sin que la sala de cine introduzca distorsión o coloración. THX es una certificación única en el mundo, que abarca aspectos tanto de imagen como de sonido, para asegurar que una sala con esta certificación ofrece a sus espectadores una perfecta reproducción, además de la comodidad necesaria. Desde el punto de vista acústico, THX incluye aspectos tan importantes como el aislamiento acústico, el tiempo de reverberación, el ruido de fondo y el equipo de sonido empleado. Estos parámetros se han medido in situ en dos salas de cine, una certificada THX y la otra no. Los resultados obtenidos son BUENOS en ambos casos, y bastante coincidentes entre sí, aunque algún parámetro en ambas salas no alcanza el nivel exigido por THX, lo que da a entender que dicha certificación se puede obtener sin cumplir escrupulosamente las exigencias, siempre que la correcta acústica de la sala no se vea afectada apreciablemente.

ABSTRACT: The aim of this work is the study of the quality of the cinema rooms, especially in what makes reference to its acoustic features. In this work it is performed an analysis of the Lucasfilm THX certification, which pretends to be the best reference for clients to listen the movie in the same way as the director wanted it to be listened, without distortion or color of the cinema room. From the acoustic point of view, THX includes a set of important aspects such acoustic isolation, reverberation timing, background noise and sound device. THX is the only certification in the world, covering aspects about both the image and the sound, in order to ensure that the certified rooms offer a perfect performance for the clients including also the required comfort. These parameters have been entered in situ in two different cinema rooms, one of them having the THX certification and the other not. Results are GOOD in both cases, and they have are coincident in a high percentage, although some of the parameters doesn't reach the minimum quality threshold required by THX. This fact, indicates that this certification can be obtained even relaxing the requirements, if the correctness of the acoustics of the room is not affected significantly.

1. EL SONIDO EN EL CINE

Las primeras proyecciones de cine eran mudas. En 1889 Edison y sus asociados experimentan la forma de sincronizar sonido e imágenes en movimiento. Los hermanos Warner en 1894 patentan una variante del sistema exhibido por Edison. Este sistema bautizado como Vitaphone se basaba en la sincronización de unos discos especiales.

En 1923 el ingeniero norteamericano De Forest logra incorporar de forma óptica en la misma cinta cinematográfica la banda sonora.

Warner Brothers lanza en 1926 el primer film con banda sonora únicamente musical, para en 1927 incorporar además efectos sonoros y algún diálogo. Más tarde aparecen los sistemas multicanal analógico, usando bandas magnéticas incluidas en la misma cinta. En Norteamérica



aparecen varios sistemas de sonido que van desde tres hasta cinco canales discretos de sonido. A mediados de la década de los 70 los laboratorios norteamericanos Dolby introducen sistemas de reducción de ruido y el concepto de la ecualización para sistemas de altavoces de cine, junto con el sistema de sonido envolvente que lleva su nombre.

Para conseguir el sonido estéreo se introduce una segunda línea o pista (track) en la cinta, de modo que para su lectura se añade una segunda célula quedando ambas dispuestas en paralelo. Posteriormente aparecen cambios en el procesado de la señal que se obtiene del sistema óptico de sonido. Los laboratorios Dolby, a finales de los 70, introducen mejoras en el procesado de la señal de audio y aparece la codificación de un tercer y cuarto canal para el centro de la pantalla y para los altavoces de ambiente.

En la figura 2 se presenta una configuración habitual de canales: 3 canales en pantalla, cuyos altavoces asociados se sitúan en el centro y a ambos lados de ésta, llamados canal central, principal derecho y principal izquierdo, y un 4º canal llamado surround que será reproducido a través de varios altavoces situados en las paredes laterales y traseras de la sala, diseñados para recrear un campo sonoro difuso.

Figura 2- Sistema de sonido analógico completo

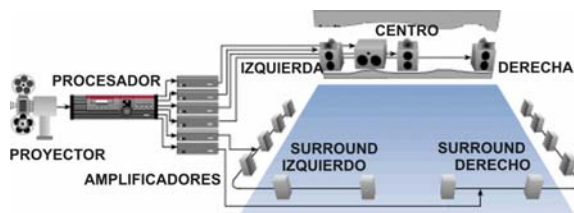
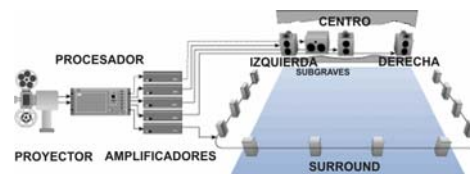


Figura 3- Sistema de sonido digital completo

El primer intento para introducir sonido digital en el cine llega de la mano de Kodak en 1989, tratando de introducir un sistema de sonido digital “incluido en la cinta” para películas llamadas CDS (Cinema Digital Sound). Este sistema no tiene éxito, y poco tiempo después Dolby introduce su sistema Dolby Digital. La primera película distribuida con este formato fue “Batman vuelve”, en 1992. Este sistema incorpora la señal digital como una serie de micro-imágenes incluidas en la misma cinta, que constituyen bloques de datos que son leídos por una micro-cámara dispuesta en los proyectores a tal efecto. La micro-cámara envía la señal de video al procesador, el cual la traduce en una serie de datos digitales y los decodifica, para reconstruir cinco canales de banda completa y uno de banda limitada para sonidos sub-graves. Estos canales de sonido, debidamente ecualizados y amplificados, son reproducidos por múltiples altavoces de sala. Los canales son: centro, principal izquierdo, principal derecho, ambiente izquierdo, ambiente derecho y canal sub-graves, figura 3.



La compañía DTS, propiedad de Universal y otros productores, lanza en 1993, con la película “Parque Jurásico”, un nuevo sistema digital llamado DTS (digital Theatre Sound). Este sistema almacena la información digital en 1 ó 2 CD-ROM,



los cuales son leídos con un sistema sincronizado con el proyector.

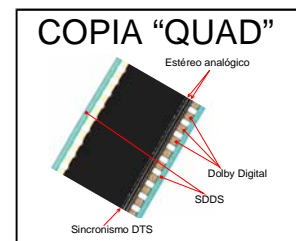
El hecho de que la información sonora como tal esté en discos, permite disponer de distintas versiones de bandas sonoras (versiones originales, dobladas, etc....) con una sola copia cinematográfica. Incluso usando dos reproductores, permite reproducir simultáneamente una película en varios idiomas a través de sistemas de auriculares.



El gigante japonés Sony desarrolla su propio sistema de sonido multicanal digital, similar al Dolby pero con 7.1 canales de sonido independientes. Sistema SDDS (Sony Dynamic Digital Sound).



Como norma general, las copias cinematográficas que circulan actualmente en las salas comerciales son de 35mm e incluyen los 4 sistemas de sonido, el analógico y los 3 sistemas digitales (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). A estas copias se las denomina "Quad".

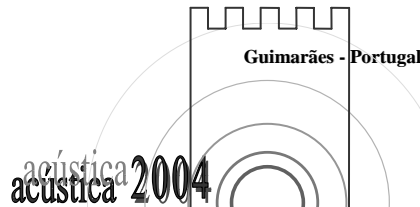


THX no es un sistema de sonido en sí mismo, sino una serie de especificaciones a cumplir. THX ha certificado los tres sistemas digitales de sonido, considerando que son válidos para las salas que pretenden conseguir las certificaciones THX.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN THX

Existen varias guías técnicas acerca de cómo debe diseñarse una sala de cine para conseguir una correcta audición, pero se trata de recomendaciones muy genéricas, y muy pocas son las que contemplan el aspecto multicanal de los más modernos sistemas sonoros. Además existen unas someras recomendaciones de la SMPTE (Society of Motion Picture and Television) en su Engineering Guideline EG 18-1994 acerca de cómo debe diseñarse una sala de cine. Así las cosas, aparece un estándar que abarca todos los aspectos de la proyección y el sonido en una sala de cine, desde el diseño a la ejecución y el equipamiento, siendo propiedad de una empresa privada norteamericana, LucasFilm LTD, cuyo fin es asegurar la excelencia sonora en las salas de cine y en su equipamiento. Ese estándar es la certificación THX.

El conocido director y productor de cine George Lucas, propietario de *Lucasfilm LTD.*, quería encontrar el modo de asegurar que las películas fueran vistas y oídas de igual modo en cualquier sala donde fueran exhibidas, y por supuesto, de un modo correcto. Para ello, encarga a *Tomlinson Holman*, director técnico corporativo de *Lucasfilm* y un equipo de ingenieros que elabore unas directrices y estándares en la construcción, reforma y equipamiento de salas de exhibición cinematográfica, que aseguren una correcta visión y audición de las películas. Así nace la certificación THX, que toma su nombre de la primera película de George Lucas, "THX 1138".



Para que una sala de proyección cinematográfica pueda exhibir el logotipo THX, debe seguir los siguientes pasos: Petición de Licencia y Evaluación, Diseño, Aprobación, Construcción / Renovación y Certificación.

Al solicitar la licencia THX se compromete a alquilar los "crossover THX", someterse a los criterios de THX y a pagar por el uso del logotipo THX. El contrato debe ser renovado anualmente, abonando una tasa para ello. La oficina técnica THX proporciona los diagramas detallados y la información técnica necesaria para la correcta ejecución del proyecto. El proceso de certificación que sigue THX pasa por la comprobación de una serie de criterios de calidad recogidos en 4 grupos básicos: Estructura física, Sistema de Proyección, Disposición de las butacas y Sistema de Sonido.

En el caso de la certificación de una sala ya construida, es necesario un estudio completo de las características acústicas de la sala mediante mediciones "in-situ", además de un listado completo del equipamiento existente.

Para asegurar que el ruido de fondo sea inapreciable THX establece que los auditorios no deben exceder el nivel NC-30 de criterio de ruido, aunque lo recomendable es un nivel NC-25. en cuanto al tiempo de reverberación THX exige que sea inferior a un valor fijado por ellos y determinado por el tamaño de la sala. En relación con el aislamiento requerido, THX recomienda como mínimo una STC (Sound Transmission Class) de 75. Los valores de aislamiento mínimo, por octavas, de la STC 75 se recogen en la tabla 1:

Table 1 - Valores de aislamiento correspondientes a la STC 75.

Frecuencia [Hz]	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Aislamiento [dB]	38	48	52	54	66	66	66	66	66

La sala de cine y la cabina deben tener un nexo de unión: la ventana de proyección. THX establece que el ruido producido por el proyector debe ser inaudible para los espectadores, para lo cual hace unas recomendaciones en cuanto a la construcción de dichas ventanas.

Especialmente importante es para esta certificación la estructura de los baffles. Bajo este nombre genérico, THX se refiere al conjunto de altavoces de pantalla, su disposición y a los elementos auxiliares a estos, como pantallas aislantes, reflectoras, etc. Desde la Oficina Técnica de Diseño de THX se proporciona para cada sala en concreto un juego de diagramas con instrucciones para la construcción e instalación del baffle. En ellos se especifican las dimensiones, los materiales y el proceso constructivo que debe seguirse con exactitud.

THX también suministra el diseño y la distribución de la cadena de altavoces surround para proporcionar una cobertura uniforme de toda la audiencia. Así, desde la oficina técnica de THX se proporcionará la exacta colocación de los altavoces, el espaciamiento entre estos, la altura e incluso el ángulo de montaje necesario.

De forma general, THX proporciona a los arquitectos, ingenieros y técnicos encargados del diseño, construcción e instalación de la sala, los siguientes elementos e información: Diagramas, (baffles, altavoces surround, ...), curvas límite de reverberación, recursos materiales y consejos generales sobre equipamiento, materiales absorbentes, instalación, etc.

3. MEDIDAS REALIZADAS

Con Objeto de tener una referencia y comparar las características acústicas de una sala certificada THX con las existentes en una sala sin esta certificación, hemos realizado diversas medidas de aislamiento acústico, ruido de fondo y tiempo de reverberación en ambos tipos de salas. Hemos elegido dos salas, una es la sala N° 1 de los cines LAUREN, situados en el centro comercial VALSUR en Valladolid, la cual posee la certificación THX, y la otra sala es la N° 4 de los cines UGC Ciné Cité, situados en el centro comercial EQUINOCCIO de Valladolid y que no posee dicha certificación.



3.1 Descripción de los Cines

Como se aprecia en la tabla 2, los dos cines son muy similares

Table 2 – Características de los cines

	Aforo [personas]	Superficie [m ²]	Planta	Altura [m ²] Frente/Fondo
Lauren(THX)	284	308	Rectangular	7,5/5
UGC Ciné Cité	228	345	Rectangular	7,25/4,25

En ambas salas, las paredes y el techo están recubiertos de material absorbente acústico y el suelo esta recubierto de moqueta en las zonas libre de butacas, y un pavimento cerámico en la zona de butacas. También las puertas de acceso son similares en ambos casos son puertas dobles, con una cámara intermedia de unos 6 m².



3.2 Medidas del Aislamiento Acústico

Los resultados de las medidas del aislamiento, por octavas, realizadas en las dos salas, son las siguientes:

Table 3 – *Medidas de aislamiento acústico.*

Frecuencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
D=L ₁ -L ₂ [dB]	43,5	60,2	59,2	66,5	77,9	71,5
Cines Lauren (THX)						
D=L ₁ -L ₂ [dB]	42,1	64,6	67,8	67,5	68,4	64,1
Cines UGC Ciné Cité						

El aislamiento acústico bruto ponderado A en la sala Lauren (THX) es: D = 63,8 dB(A).

El aislamiento acústico bruto ponderado A en la sala UGC Ciné Cité es: D = 62,3 dB(A)

Comparando los valores obtenidos para el aislamiento acústico por octavas, con los valores recomendados por THX, tenemos lo siguiente:

Table 4 - *Valores de aislamiento recomendados THX (octavas).*

Frecuencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Recomendación THX [dB]	52	54	66	66	66	66
Sala Lauren(THX) [dB]	43,5	60,2	59,2	66,5	77,9	71,5
Sala UGC Ciné-Cité [dB]	42,1	64,6	67,8	67,5	68,4	64,1

La sala *Lauren* no cumple con las recomendaciones en las bandas de 125 y 500 Hz, mientras que la sala *UGC* no cumple para 125 y 4000 Hz. El hecho de que la sala *Lauren* no cumpla con el aislamiento sugerido por THX y sin embargo esté certificada, hace pensar que no es necesario el estricto cumplimiento de todas y cada una de sus normas, siempre y cuando el excelente comportamiento acústico no se vea especialmente afectado.

3.3 Medida del ruido de fondo

De las medidas efectuadas en las dos salas de cine, obtenemos los valores de la tabla 5, correspondientes al promedio de tres posiciones distintas dentro de cada sala:

Table 5 - *Valores del ruido de fondo en cada sala.*

Frecuencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Ruido de Fondo [dB]	28,3	17,6	10,2	9,1	9,0	9,0
Cines Lauren (THX)						
Ruido de Fondo [dB]	18,8	13,9	8,5	8,9	9,4	10,8
Cines UGC Ciné Cité						

Llevando estos valores a la gráfica con las curvas NC, figuras 4 y 5, puede comprobarse que cumplen incluso con la Curva NC-10, por lo que sobrepasa ampliamente la especificación THX en la que se recomienda una curva máxima NC-25.

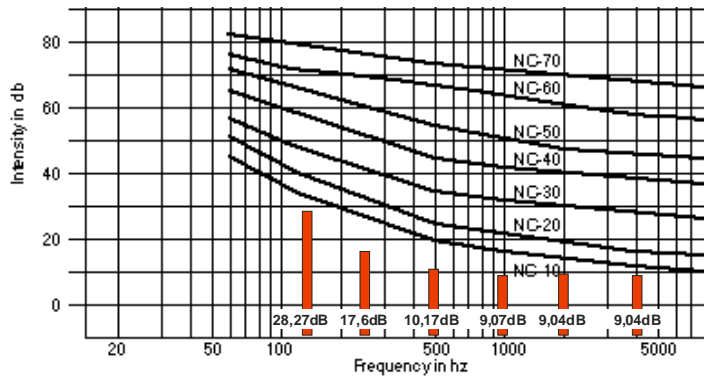


Figura 4- Representación del ruido de fondo sobre las curvas NC de la sala Lauren (THX)

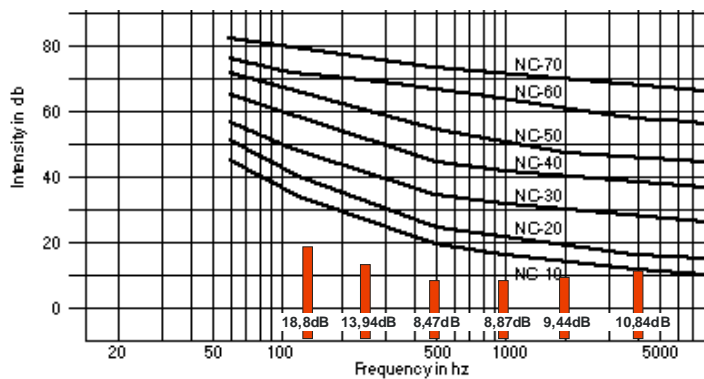


Figura 5- Representación del ruido de fondo sobre las curvas NC de la sala Cines UGC Ciné Cité

3.4 Medida del tiempo de reverberación

Los valores obtenidos son los siguientes:

- a) Cines Lauren (THX): $T_{60} = 0,46\text{seg}$
- b) Cines UGC Ciné Cité: $T_{60} = 0,56\text{seg}$

En cuanto al tiempo de reverberación, la recomendación depende de las características de cada sala, pero los valores obtenidos de 0,46 seg. para la sala Lauren y de 0,56 seg para la sala UGC son suficientemente bajos para permitir una buena reproducción sonora con la reverberación elegida por el director de sonido en cada secuencia de la película.

Cabe señalar que en ambos casos, las curvas de decrecimiento del nivel sonoro presentan una pendiente inicial más abrupta, para irse suavizando ligeramente.

En la tabla 6 podemos ver los resultados de las medidas en las 2 salas de cine

Table 6 – Resultados de las medidas en las dos salas de cine.

	Aislamiento acústico [dB(A)]	Ruido de fondo (Curvas NC)	Tiempo de Reverberación [S]
LAUREN(THX)	63,9	Mejor que NC-10	0,46
UGC Ciné-Cité	62,3	Mejor que NC-10	0,56

CONCLUSIONES

Del análisis de las características acústicas exigidas para la certificación THX de salas de proyección cinematográficas, y dentro de las limitaciones impuestas por la política de confidencialidad de la empresa Lucasfilm, hemos obtenido las siguientes conclusiones:

- ✓ Se ha comprobado que los parámetros acústicos más importantes para esta certificación son el tiempo de reverberación, el aislamiento acústico y el ruido de fondo.
- ✓ En cuanto al equipamiento de la sala, la mayor exigencia está en los crossovers y la cabina de proyección.
- ✓ La disposición y características de los bafles y altavoces de la sala están determinadas para cada caso por la empresa certificadora.
- ✓ Las dos salas estudiadas (una THX y la otra no) tienen unas características constructivas similares y unos valores de los parámetros acústicos medidos muy próximos.
- ✓ A la vista de los resultados parece que la certificación se puede obtener sin cumplir escrupulosamente las recomendaciones, siempre que la correcta acústica de la sala no se vea afectada.
- ✓ De todo lo anterior se puede concluir que ***una sala THX es necesariamente buena, pero también que la certificación no es necesaria para obtener una sala acústicamente impecable.***

RECONOCIMIENTOS

A la empresa IBERACÚSTICA por su colaboración este trabajo