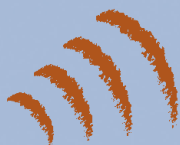


# Cine Digital

Guía EDCF para exhibidores pioneros



Gremi d'Empresaris  
de Cinemes  
de Catalunya

Con la colaboración de:



# Foro Europeo de Cine Digital



A raíz de las relaciones entre el Swedish Work Group for E-cinema (Instituto Cinematográfico Sueco), el DTI/DCMS Group on Digital Film Production and Distribution (Reino Unido) y el Groupe de Travail Cinéma Numérique (CNC/CST, Francia), se fundó en Estocolmo, el 13 de junio de 2001, el EDCF, en una reunión que juntó a treinta representantes de instituciones, empresas y asociaciones comerciales pertenecientes a los sectores del cine, televisión, vídeo y telecomunicaciones europeos.

Objetivos del EDCF:

- Funcionar como red de cooperación europea para actividades relacionadas con el Cine Electrónico (E-cinema) y el Cine Digital (D-cinema).
- Identificar asuntos clave, recabar información y crear formatos para fomentar la inversión privada y los programas de ayuda pública.
- Contactar con otras entidades de relevancia para ayudar al establecimiento de normas apropiadas de carácter mundial para el Cine Electrónico y el Cine Digital
- Coordinar y establecer requisitos para usuarios a nivel europeo con el fin de establecer normas para todas las secciones de las cadenas de Cine Electrónico y Cine Digital.
- Iniciar y coordinar la I+D que sea relevante para el cine digital europeo.
- Estimular la producción europea con una amplia variedad en los contenidos de calidad para el Cine Electrónico y el Cine Digital.

El EDCF es una organización sin ánimo de lucro constituida como una fundación (stichting) al amparo de la ley holandesa. Se puede contactar con el Secretario General, John Graham, a través de la oficina del EDCF ubicada en c/d BKSTS (British Kinematograph Sound and Television Society), Pinewood Studios, Iver Heath, Bucks, UK. SLO 0NH. Teléfono: +44 1753 656656. Correo electrónico: [info@bksts.com](mailto:info@bksts.com).

Guía EDCF para exhibidores pioneros

El objetivo de esta guía es actuar como orientación y proporcionar tanto la información preliminar como las directrices para principiantes en el mercado de la proyección de cine digital. No se puede incluir en esta guía la totalidad de las arquitecturas del sistema, ya que la intención es hacerlo en una guía adicional completa sobre sistemas de salas de cine posterior a ésta.

**El EDCF está extraordinariamente agradecido a las siguientes empresas miembro que han patrocinado la publicación de esta Guía EDCF para exhibidores pioneros.**

Colaboradores:



El Gremi d'Empresaris de Cinemes de Catalunya quiere agradecer al Sr. John Graham, Secretario General del EDCF su colaboración y disponibilidad para iniciar el proyecto de traducción, al Departamento del Audiovisual del ICIC por su apoyo y sensibilidad en los temas que interesan y preocupan a los exhibidores de Cataluña y, finalmente, al Sr. Tomás Naranjo, Director General de Kelonik, que fue quien dio la idea al GREMI de la conveniencia de la traducción de la Guía de Cine Digital y que ha colaborado en la supervisión técnica de la traducción.

Gremi d'Empresaris  
de Cinemes  
de Catalunya

Con la colaboración de:



## Guía EDCF para Exhibidores Pioneros

	<b>Prólogo</b>	<b>4</b>		<b>Audio para Cine Digital</b>	<b>19</b>
1.1	La guía	4	7.1	Antecedentes	19
	<b>El Comité Técnico del EDCF</b>	<b>5</b>	7.2	Preparación del contenido	19
	<b>Sistemas para salas cinematográficas</b>	<b>5</b>	7.3	Transmisión del audio	19
3.1	Categorías y arquitecturas	5	7.4	Equipo de reproducción cinematográfica	20
3.1.1	Cine digital	6		<b>Protección de contenidos</b>	<b>21</b>
3.1.2	Contenidos alternativos	6	8.1	Introducción	21
3.1.3	Pre-show y publicidad digitales	6	8.2	Protección de películas digitales	21
3.2	Sistema de salas cinematográficas: el sistema principal para el exhibidor de Cine Digital.	7	8.2.1	Prevención del robo de contenidos	21
3.3	Sistema de sala	7	8.2.2	Control del acceso a contenidos	22
3.4	Preguntas más frecuentes	9	8.2.3	Cumplimiento de los usos comerciales	23
	<b>2K, ¿sí o no?</b>	<b>10</b>	8.3	Elementos de sistemas de seguridad	23
4.1	Píxeles	10	8.3.1	Visión general	23
4.2	¿Qué es un K?	10	8.3.2	Seguridad física	23
4.3	K comunes	10	8.3.3	Diseño de un sistema de protección de películas	24
4.4	Categorías de proyección amplia	10		<b>Contenidos alternativos</b>	<b>25</b>
4.5	Masterización	11	9.1	Película	25
4.6	Proceso de masterización (2K)	11	9.2	HDTV	25
4.7	Primera copia para distribución digital a salas	11	9.3	SD Vídeo	26
4.8	Paquete de Cine Digital	11	9.4	Inserción local	27
	<b>Proyección digital</b>	<b>12</b>	9.5	Audio	27
5.1	Estándares de Cine Digital y Electrónico	12	9.6	Películas para el gran público	27
5.1.1	Cine Electrónico (E-Cinema)	12	9.6.1	DI analógico	27
5.1.2	Cine Digital (D-Cinema)	12	9.6.2	Analogico	27
5.2	Formatos de imagen	12	9.6.3	Digital	27
5.3	Tecnologías de proyección existentes	12	9.7	Profundidad de bit	28
5.3.1	LCD	13	9.8	Espacio de color	28
5.3.2	DMD y DLP	13		<b>De analógico a digital. Repercusiones comerciales</b>	<b>29</b>
5.3.3	DLP Cinema	14	10.1	El impacto en los negocios	29
5.3.4	LCD reflexivo y D-ILA	14	10.1.1	35mm - un auténtico estándar global	29
5.4	Resumen	14	10.1.2	Cambiar el negocio	29
5.4.1	Sistemas de reproducción 4K y 2K	15	10.1.3	Cine Digital (D-cinema): ¿un producto nuevo?	29
5.4.2	Mediciones	15	10.1.4	Peligro de no tener un estándar	30
	<b>Compresión y almacenamiento</b>	<b>16</b>	10.1.5	Publicidad	30
6.1	Introducción	16	10.1.6	Los requisitos DCI de D-cinema están casi listos, pero, ¿qué pasa con el hardware?	30
6.2	Compresión de imagen	16	10.1.7	¿Cine de 35mm y Digital en paralelo?	31
6.2.1	Opciones actuales de compresión de imagen	17	10.1.8	¿Quién paga y quién gana?	31
6.3	Opciones de almacenamiento	18	10.1.9	Propiedad y control del equipo	31
6.4	Hoja de ruta para Cine Digital de nivel 1	18	10.1.10	Inversiones y costes de explotación	32
			10.1.11	Europa debe adoptar este tipo de Tecnología	32
			10.1.12	Confianza y seguridad	32
			10.2	Alta calidad - el (cada vez más estrecho) espacio entre HDTV y 2K	33

# 1. Prólogo

El Cine Digital todavía está en pañales: hace solamente cuatro años que esta tecnología se ha empezado a considerar como equiparable a la de las películas de 35mm.

Los sistemas analógico y digital de transmisión y proyección se han estado usando durante muchos años, si bien estos sistemas no cumplían los estrictos requisitos de los principales productores de Hollywood. Los avances tecnológicos han cerrado la brecha que existía entre las copias en 35mm y las proyecciones digitales y en la actualidad se pueden disfrutar de algunos de los beneficios que la tecnología digital ofrece en cuanto a calidad, consistencia y ahorro potencial de costes de distribución.

Los sistemas de cine digital empleados hasta ahora utilizan principalmente una sola tecnología de proyección y más de un formato de compresión incompatibles entre ellos.

Para armonizar requisitos, los estudios más importantes constituyeron una asociación llamada DCI (Digital Cinema Initiatives LLC) para redactar un documento que describa las necesidades del cine digital dominante. Este documento será presentado en breve a la SMPTE para su normalización internacional. La SMPTE ya está trabajando en el borrador. Puesto que la SMPTE es una organización que cumple con las normas ISO, esta normalización puede llevar hasta dos años.

Gran parte de la tecnología relativa a los requisitos DCI se encuentra en fase de desarrollo, concretamente la proyección, los servidores y la compresión con resolución 4K (elementos filmográficos de 4096 horizontal x 2160 vertical, comúnmente conocidos como píxeles).

La seguridad es un tema básico. Por un lado, los estudios desean incrementar su control sobre los contenidos y lo que se hace con ellos, pero por otro lado, los exhibidores no desean que se merme su flexibilidad. Por supuesto, la piratería es una de las preocupaciones primordiales, puesto que disminuye los ingresos de todas las partes legítimamente involucradas.

El comité técnico del EDCF cuenta con un núcleo de alrededor de treinta y cinco participantes y su primer trabajo consistió en recabar información del comité comercial del EDCF y elaborar una serie de directrices. Estas directrices son de alto nivel y representan un espectro de aplicaciones mayor que el de la DCI de Hollywood Blockbuster. Por supuesto, no tiene sentido crear sistemas para Europa diferentes a los de Estados Unidos, por lo cual el EDCF ha definido dos niveles (1 y 2) para Cine Digital, que en un principio están configurados en torno a los requisitos de la DCI. También existen dos niveles (3 y 4) para aplicaciones alternativas y, posiblemente, con contenido ajeno al de Hollywood.

La DCI es una empresa y en su documento de requisitos presenta las opiniones conjuntas de siete de los estudios más importantes de Hollywood.

Puesto que la SMPTE es una sociedad de estandarización regulada estrictamente por el ANSI (Instituto Nacional Americano de Normalización), debe tener en cuenta la opinión de sus miembros y seguir estrictos procedimientos de votación. La SMPTE no puede estandarizar los requisitos DCI sin que todos los miembros registrados del comité hayan tenido la opción de incluir sus puntos de vista.

El subgrupo DC28 de la SMPTE y la DCI han estado trabajando estrechamente durante algún tiempo, y gran parte del trabajo de estandarización ya se ha comenzado. Existen unas pocas áreas que implican nuevos avances científicos, lo cual aún llevará algún tiempo en realizarse.

Los niveles tres y cuatro del EDCF giran en gran medida en torno a la tecnología actual de TV y por lo tanto son bastante compatibles con los estándares existentes.

## 1.1 La guía

¿Por qué realizaría el EDCF una guía para exhibidores pioneros?

En Europa ha habido diferentes proyectos experimentales de Cine Digital (D-cinema) y de Cine Electrónico (E-cinema) en funcionamiento, algunos de ellos comerciales y otros subvencionados por el gobierno.

En estos proyectos se ha utilizado una amplia variedad de equipos y se han dedicado a éxitos de taquilla y a la retransmisión de eventos culturales o comerciales. La mezcla de equipos utilizados puede o no puede significar que los proyectos puedan mostrar material de Hollywood. Esto depende hasta cierto punto de los distribuidores locales, pero la realidad es que los estudios de Hollywood se están volviendo cada vez más exigentes en cuanto al tipo de equipos con el que permiten presentar sus contenidos.

Dentro del DC28 de la SMPTE se propuso documentar los sistemas utilizados por los exhibidores pioneros y elaborar directrices sobre, por ejemplo, la forma de exhibir una imagen de relación de aspecto de 2.25:1 en un proyector horizontal de resolución 1.3K usando lentes anamórficas. A este documento se le llamó DTIMS. Esto significó originalmente Digital Theatre Intermediate Mastering System, pero se cambió a Digital Theatrical Interchange Master Image Format. La presión por parte de algunos miembros de la DCI que no tenían prisa por adoptar el cine digital dio lugar a que la SMPTE-DC28 abandonara el DTIMS. La información contenida dentro del DTIMS pasará a formar parte del DCDM (Primera Copia para Distribución Digital a Salas). El EDCF consideró que sería de utilidad redactar algunas directrices para los operadores que quisieran trabajar con proyectos de Cine Digital en Europa antes de que finalizara el proceso de estandarización. Aunque el EDCF no puede realizar sugerencias comerciales respecto a los equipos de los fabricantes individuales, se pensó que podríamos describir asuntos relacionados con la tecnología que se está utilizando hasta la fecha y en un futuro inmediato.

El documento tendrá carácter informativo y explicará en palabras llanas los principales temas y la terminología utilizada en Cine Digital, así como cuáles son sus repercusiones. Los usuarios potenciales sabrán entonces qué preguntas deben realizar a los fabricantes de equipos y a los distribuidores de películas antes de invertir en equipos. Finalmente el documento también capacitará al operador para decidir en qué sector del mercado desea comerciar.



*Peter Wilson  
Presidente del Comité  
Técnico del EDCF  
Vicepresidente del EDCF  
Industriales*

## 2. El Comité Técnico del EDCF

El Comité Técnico del EDCF está presidido por Peter Wilson, de High Definition and Digital Cinema Ltd., siendo su secretario Robert Spray, de BT Exact.

### El comité tiene siete Grupos Temáticos secundarios:

- Adquisición de cine digital e Intermediario digital (Presidente: David Bancroft, Thomson)
- Transporte y entregas (Presidente: Wolfgang Ruppel, T-Systems)
- Seguridad (Presidente: Xavier Verians, Octalis)
- Sistemas para salas de cine (Presidente: Angelo D'Alessio)
- Audio (Presidente: Jasón Power, Dolby)
- Sistemas de proyección (Presidente: Matthieu Sintas, (CST)
- Sistemas de servidor (Presidente: Benoit Michel, XDC)

## 3. Sistemas para salas cinematográficas



*Sección escrita  
por Angelo D'Alessio,  
de Cine Design Group*



### 3.1 Categorías y Arquitecturas

La definición e interpretación de categorías y arquitecturas de los sistemas para salas de cine es el primer paso para un exhibidor pionero que trate de introducirse en el cine digital y todo lo relacionado con él.

Sin dicha aclaración, el término sistema de salas referido al cine digital podría utilizarse con inexactitud para describir cualquier cosa que tenga que ver con la tecnología de proyección digital de contenidos.

Podemos considerar tres categorías de sistemas de salas cinematográficas:

- Cine digital (D-Cinema)
- Contenidos alternativos (A-Content)
- Pre-show y publicidad digital

Para cada una de estas categorías, el exhibidor puede contar con dos tipos de arquitecturas:

- Arquitectura de pantalla única
- Arquitectura de pantalla múltiple

Los términos 'Cine Digital', 'Contenidos Alternativos', 'Pre-show' y 'Publicidad' se refieren a la calidad y prestaciones generales de los sistemas para las salas cinematográficas, teniendo en cuenta las prestaciones del sistema de presentación (servidor + proyector), el sistema de distribución y la preparación de los contenidos para las tres categorías.

### 3.1.1 Cine Digital

El D-cinema es un término que ha acabado haciendo referencia a películas comerciales de gran presupuesto en las salas, con un sistema de presentación de alta calidad (servidor + proyector) que cumple con los estándares y especificaciones globales aprobados y ofrece una imagen que iguala o mejora la de una copia cero de 35mm. Los equipos de almacenamiento y proyección (Sistema de Presentación) se han diseñado específicamente para utilizarse con películas de cine. La calidad de la proyección satisface los exigentes estándares y requisitos de la industria y las expectativas de entidades cinematográficas críticas como la DCI. En la medida de lo posible, el sistema de Cine Digital debe emular las operaciones y el modelo de negocio de las salas, tal y como son hoy en día.

La información/especificaciones esenciales son: Distribución por medios de comunicación físicos para comenzar/J-Peg2000/10.12 bits profundidad/ Almacenamiento y promoción / Estándares SMPTE.

### 3.1.2 Contenidos alternativos

Por contenidos alternativos se entiende la presentación de material ajeno a la película empleando equipos digitales. Normalmente, los equipos de almacenamiento y proyección utilizados en instalaciones de contenidos

alternativos son productos estándar diseñados generalmente para aplicaciones diferentes de las salas de cine. Aunque el equipo es más económico, la calidad de presentación puede ser todavía alta, dependiendo del sistema individual y del contenido que se proyecte. Los contenidos alternativos se incluyen en el apartado conocido como LSDI (Imágenes digitales en Pantalla Grande) por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

La información/especificaciones esenciales son: Distribución en su mayoría por satélite/M-Peg2-4/ 8-10Bits profundidad/en su mayoría eventos en vivo / estándares ITU.

### 3.1.3 Pre-show y publicidad digitales

Muchos cines están instalando equipos digitales para sustituir los proyectores de diapositivas estáticas que muestran la programación y la publicidad. Aunque estos proyectores y equipos pueden ofrecer un pre-show más espectacular, su rendimiento no es el apropiado para proyectar una película.

Todo parece apuntar a que la calidad de estos contenidos acabará alcanzando gradualmente la calidad del cine digital y/o de los contenidos alternativos.

La siguiente tabla muestra un resumen de las categorías.

Categoría	Uso	Estándares	Equipo habitual	
<b>Cine Digital (D-Cinema)</b>	Películas cinematográficas de los grandes estudios (norteamericanos).  Almacenamiento y envío.  No excluirá la capacidad para contenidos alternativos y películas independientes de alta calidad.	Estándares industriales de dominio público ampliamente aceptados y codificados por organismos internacionales de normalización, como SMPTE, ANSI y OSI/IEC.	Proyectores:	Aprobados por los estudios (norteamericanos) y con características especiales para cine. Habitualmente, enlaces de seguridad, mayor espacio de color y contraste y resolución de máximo nivel (4 k y 2 k).
			Reproductores:	Compresión aprobada por los estudios (norteamericanos).
<b>Contenidos alternativos (LSDI) (A-Contents)</b>	Contenidos alternativos.  Principalmente eventos en directo.  Películas cinematográficas de los grandes estudios (norteamericanos) solo a la discreción de los distribuidores y el estudio.	En desarrollo por parte de ITU.	Proyectores:	Proyectores de alta luminosidad y alta resolución (HDTV) para grandes salas, con una salida mayor de 4.000 lúmenes ANSI.
			Reproductores:	Principalmente compresión Mpeg 2-4.
<b>Pre-show y publicidad</b>	Pre-show y publicidad.	Establecidos por la aplicación específica.	Proyectores:	Desde proyectores profesionales de alta calidad para salas de cine hasta sistemas de cine digital y contenidos alternativos.
			Reproductores:	Cualquier compresión, con preferencia por la utilizada para cine digital y contenidos alternativos.

### 3.2 Sistema de salas cinematográficas: el sistema principal para el exhibidor de Cine Digital (D-cinema).

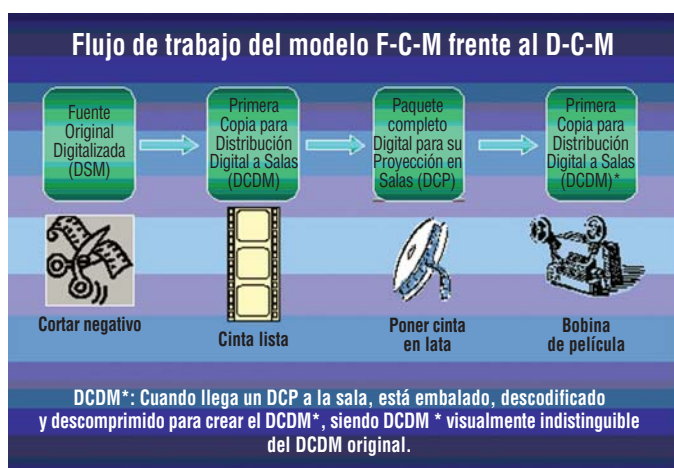
El sistema de salas cinematográficas cuenta con los requisitos para el equipo del sistema instalado en una sala para la presentación, control, programación, explotación y diagnóstico.

Uno de los factores clave para el exhibidor, sin considerar otros asuntos también importantes como modelos financieros y comerciales, es la interoperabilidad.

La interoperabilidad tiene especial importancia para los exhibidores de cine. Estos reconocen que es poco probable que se cambien al mismo tiempo todas las pantallas de 35mm por pantallas digitales. Se espera que el proceso de expansión del cine digital dure muchos años. Por eso, el hardware y el software utilizados en el sistema de salas deberían ser fácilmente actualizables a medida que se logren diferentes avances tecnológicos. Las mejoras de formato deberían diseñarse de manera que ese contenido pudiera distribuirse y ser proyectado de forma compatible tanto con el software y el hardware más modernos, como con los equipos pioneros ya instalados. Si los sistemas instalados en el quinto año tienen que funcionar con la infraestructura construida en el primer año, la interoperabilidad a nivel de sistema es imprescindible para una expansión satisfactoria.

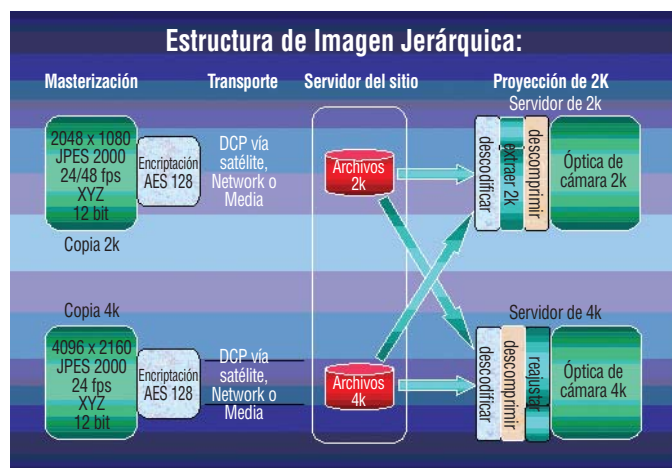
La película digital que el exhibidor recibirá del distribuidor se llama DCP (Paquete completo Digital para su proyección en Salas). El DCP es el archivo o conjunto de archivos comprimidos y encriptados que engloban el contenido (la película digital) y su información asociada. Con el objetivo de familiarizarnos con la nueva terminología, analizaremos la relación de contenidos que existe entre el Film-Centric-Model (modelo de 35mm) y el Data-Centric-Model (cine digital).

El siguiente gráfico proporciona una explicación simple de esta relación.



Para el Film-Centric-Model (35mm) sólo se utiliza un nivel de calidad. Para el Cine Digital (D-cinema) se han especificado dos niveles de calidad de DCP, llamados 2K y 4K.

El DCP y el sistema de sala utilizarán una Estructura de Imagen Jerárquica, tanto para archivos de resolución 2K como para 4K, por lo que los estudios pueden elegir entregar copias/archivos de DCP tanto de 2K como de 4K, y pueden utilizarse tanto los proyectores de uno como de otro tipo, tal y como se muestra en el siguiente gráfico. Esto implica que todos los servidores serán capaces de almacenar un DCP comprimido de 2K o 4K de resolución. Los servidores para proyectores de 2K serán capaces de extraer y proyectar archivos de 2K de resolución a partir de archivos de DCP de 2K o 4K. Los servidores para proyectores 4K podrán proyectar el DCP completo de 4K, mientras que son capaces de reclasificar un DCP que contenga solamente un archivo de 2K.



Nota: se aconseja que cuando se use un sistema de proyección de 2K, se emplee un sistema de transferencia de 2K en lugar de hacer una conversión en el momento desde un sistema de 4K.

### 3.3 Sistema de sala

El sistema de sala incluye todo el equipamiento necesario para realizar una proyección en sala y en un auditorio ubicado en un complejo de salas. Esto incluye proyectores, servidores de seguridad, almacenamiento, sistema de sonido, conexión de transferencia de DCP, automatización de sala, interfaces, sistema de gestión de pantalla (SMS) y sistema de gestión de sala (TMS). El sistema de gestión de sala controla, supervisa y ofrece información sobre todo el equipo que hay en la sala. El sistema de gestión de pantalla es el interfaz humano del gestor de la sala que controla las operaciones de reproducir, detener, pausar, seleccionar y editar una lista de reproducción. La arquitectura del sistema de sala, el equipo y la interconexión dentro de la sala pueden referirse a:



### 3.4 Preguntas más frecuentes

A continuación se indican algunas preguntas clave que los exhibidores necesitan responder antes de planificar la transición al cine digital:

- **Uso de Contenidos Alternativos.** ¿Los propietarios de salas cinematográficas quieren exhibir cualquier tipo de entretenimiento en su cine distinto al de proyección de películas? En caso afirmativo, ¿qué tipo de producto? (conciertos, programación educativa, eventos deportivos, etc).
- **¿Se trata de una sala nueva o de una antigua?** ¿Cuántas salas tiene? ¿Cuál es el tamaño de cada sala y de cada pantalla?
- **En caso de haber alguno, ¿con qué sistema de sonido digital cuenta actualmente?** ¿Cómo funciona el sonido de la sala?
- **Seguridad del contenido del cine.** ¿Supone la piratería un problema para su sala? ¿Qué pasos se están dando actualmente para asegurar la seguridad de sus locales y contenido (películas)?
- **Soluciones para discapacitados.** ¿Alguna innovación a tener en cuenta para proporcionar ayuda a la gente con problemas auditivos y discapacidad visual?
- **Publicidad en pantalla.** ¿De qué tipo? ¿Necesita edición local?
- **Tráiler.** ¿Acompañan tráileres a la película?

## 4.2K ¿sí o no?



Artículo escrito por Peter Wilson,  
del High Definition & Digital Cinema Ltd.

Patrocinado por Snell and Wilcox.

En respuesta a una serie de informaciones relativas a la calidad de proyección de 2K y 1.3K es obvio que el “estribillo” de 1.3K, 2K y 4K no es algo que se haya entendido con facilidad ni las implicaciones prácticas que estas definiciones conllevan. Este artículo está basado en la presentación realizada por Wilson para el equipo de directivos de EDCF y su objetivo es descifrar el significado de 1.3K, 2K y 4K.

Una imagen digital está compuesta por elementos horizontales y verticales llamados píxeles. Si se mira de cerca una pantalla moderna de plasma o una pantalla plana LCD se podrá ver un conjunto de puntos, que son los píxeles. Estos elementos se escanean de la parte superior izquierda a la parte inferior derecha, igual que un tubo de rayos catódicos normal de televisión.

El escaneo progresivo de la imagen comienza desde la parte superior izquierda y va hasta la parte inferior.

El escaneo entrelazado de la imagen comienza desde la parte superior izquierda y escanea hasta la parte inferior central y se mueve desde la parte superior central y escanea hasta la parte inferior de nuevo. Por lo tanto se entrelazan dos medias imágenes verticales.

### 4.1 Píxeles

Como se dijo anteriormente, un píxel es el mínimo elemento que compone una imagen. En la mayoría de las exhibiciones existe un píxel para la luz roja, verde y azul. Los píxeles son elementos electrónicos capaces de cambiar los valores digitales o analógicos según el flujo de luz. Existen diferentes maneras de formar las imágenes de color, ya que inherentemente los píxeles sólo muestran brillo monocromo.

### 4.2 ¿Qué es un K?

Un K o Kilo es normalmente la representación de 1000 unidades. Un K en el cine digital es la representación binaria de 1000 (2 elevado a la potencia de 10) o 1024. ¿Se usa el término K de forma adecuada? ¡No! pero ello no supone ningún problema.

### 4.3 Los K comunes

Cuando Kodak desarrolló el sistema Cineon para procesar digitalmente las películas, desarrolló primero los escáneres y las grabadoras necesarios. En el escaneo, repartieron la lectura de un fotograma completo de 35mm en trozos de 3 micras, obteniendo así una cantidad de información por fotograma de 4K. De esta forma:

- La conversión de fotoquímico de 35mm a digital con un escáner a 3 micras produce 4096 píxeles horizontales x 3112 píxeles verticales, lo cual equivale a 4K, que son realmente 12 millones de píxeles o megapíxeles.
- La conversión de fotoquímico de 35mm a digital con un escáner a 6 micras produce 2048 píxeles horizontales x 1556 píxeles verticales, lo cual equivale a 2K, que son realmente 3 megapíxeles.
- La transferencia de cine digital DCI de 4K y una matriz de proyección de 4096 x 2160, son 8,8 megapíxeles.
- La transferencia de cine digital DCI de 2K y una matriz de proyección de 2048 x 1080, son 2,2 megapíxeles.
- Una tarjeta gráfica de PC de 1.3K en los primeros proyectores de cine digital de 1280 por 1024 píxeles, son 1,3 megapíxeles (utilizado con lentes anamórficas para pantalla ancha)

Como referencia para lo usuarios, el HDTV @ 1920 x 1080 son 2,1 millones de píxeles.

Indicar el número de píxeles en el que se ha descompuesto cada fotograma es la mejor forma de describir la resolución potencial verdadera. Ésta no es la forma usual en el caso del Cine Digital (D-cinema), debido a razones políticas. La razón por la que el DCI no ha adoptado la tabla de clasificación de Kodak como modelo de representación es que ya no se producen suficientes películas en formato ‘Academia’. La mayoría de ellas están en formato pantalla ancha o ‘Cinemascope’.

### 4.4 Categorías de proyección amplia

#### Cine Digital

- Amplia gama de color
- Alto contraste
- Resolución especificada

#### Gran escenario

- Gama de color de TV
- Alto brillo
- Resolución variada

#### Cine en casa

- Gama de color amplia o de TV
- Brillo y contraste limitados
- Resolución variada

#### Gráficos comerciales

- Gama de color de TV/PC
- Brillo y contraste muy limitados
- Resolución de gráficos de PC

Aparte de los proyectores de Cine Digital o D-cinema, ninguno de los sistemas está calibrado juntando los dos extremos.

## 4.5 Masterización

El D-cinema se puede almacenar en servidores 4K - (4096x2160) o en servidores 2K (2048x1080).

La tabla muestra los números que se emplean:

Niveles	Nº de píxeles horizontales	Nº de píxeles verticales	Relación de aspecto	Relación de aspecto de píxel
1	4096	1714	2:39	1:1
2	3996	2160	1:85	1:1
1	2048	858	2:39	1:1
2	1998	1080	1:85	1:1

Un formato de D-cinema de los primeros a menudo conocido como DTIMS (Digital Cinemas Interim Mastering Systems) usaba lentes anamórficas con proyectores digitales 1.3K y 5x4 de relación de aspecto. Estos son los comúnmente conocidos como proyectores 1.3K que aún se encuentran instalados en muchos cines de todo el mundo. Las lentes anamórficas amplifican más en sentido horizontal que en sentido vertical y compensan por el hecho de que los chips de relación de aspecto 5x4 tienen realmente forma errónea.

Los proyectores que no son de D-cinema que utilizan chips 5x4 pueden perder exceso de resolución vertical sin lentes anamórficas para películas en pantalla ancha.

## 4.6 Proceso de masterización (2K)

- Preparar la DSM (Fuente Original Digitalizada)

Hoy en día puede tener uno de estos dos enfoques:

Contenedor 2048 x 1080, basado en archivo (Digital Intermediate or Film Scan). Aunque este es un 'verdadero 2K' se puede ver que el contenedor al completo no se ha llenado (véase Tabla DCI más arriba).

Contenedor 1920 x 1080 basado en tiempo real, la película se transfiere al disco duro desde una máquina de Telecine. El color se corrige utilizando un proyector de Cine Digital y una salida de archivo en formato DSM. En este caso, la señal será más probable en formato componente con intensidad de bit limitada a 10 bits. Actualmente se llevan a cabo un número importante de estrenos de Cine Digital de esta forma.

## 4.7 Primera Copia para Distribución Digital a Salas (DCDM)

El proceso de preparación de DCDM comienza habitualmente tomando la DSM y preparándola para su compresión en los siguientes formatos:

- 2.35:1 2048x858, JPEG 2000 lentes planas en un contenedor 2048x1080
- 2:35:1 1920x818 MPEG 2, lentes planas en un contenedor 1920x1080
- 2:35:1 1280x735 MPEG 2, proyección 1.3k, 1.35:1 lentes en un contenedor 1920x1080

Nota: los formatos anteriores se generan a partir de un scaler de hardware justo antes de almacenarlo en un paquete de cine digital.

Antes existía cierta confusión respecto a los proyectores 1.3K pues las primeras unidades no tenían escala vertical. Todos ellos han sido virtualmente sustituidos por proyectores 1.3 que pueden medir la imagen horizontal y verticalmente. En este caso, se puede crear una copia a 2K/HD y el proyector 1.3K medirá la imagen para encajar con los moduladores de luz 1.3K.

Cinema Net Europe copia a 2K/HD aunque sus redes utilizan fundamentalmente proyectores 1.3K y muchos de sus contenidos son de la definición estándar para TV.

## 4.8 Paquete de Cine Digital

Una vez se han comprimido los contenidos de la imagen, se cifran y se envían con el resto de elementos necesarios para la reproducción de la película. Por norma general, esto incluye múltiples pistas de sonido envolvente, múltiples pistas de lenguaje, pistas de audiodescripción, subtítulos para describir información y los ajustes necesarios para la presentación. El envase utiliza MXF (Media Exchange Format), que se trata de un SMPTE (Asociación de Ingenieros de Cine y Televisión) estándar.

# 5. Proyección digital



Sección escrita por Mathieu Sintas, de CST.

El Cine Digital y el Cine Electrónico requieren el uso de las mejores tecnologías electrónicas de proyección. Algunas de estas tecnologías están actualmente disponibles y otras en proceso de desarrollo. Esta sección proporciona un breve resumen de esas tecnologías.

## 5.1 Estándares del Cine Digital y Electrónico

Generalmente los fabricantes proporcionan los parámetros principales de sus productos medidos en condiciones de laboratorio. Para las aplicaciones D(Digital) y E(Electrónico), puede que los usuarios quieran alcanzar un nivel mínimo de calidad para su público. Ello requerirá que se cumplan los requisitos de combinación entre el rendimiento del proyector y las características de la sala de proyección.

Por ejemplo, el fabricante facilita el flujo luminoso del proyector y los estándares para el Cine Digital precisarán de una determinada luminancia en la pantalla. Cuanto mayor sea la pantalla, más potente debería ser el proyector. La siguiente información está basada en el borrador de estándares y recomendaciones de abril de 2005 referidos al nivel de rendimiento que se debería exigir. Estas recomendaciones se basan en los estándares ITU para LSDI (imágenes digitales en pantalla grande, es decir, el cine electrónico), el borrador de los estándares y prácticas recomendadas de SMPTE, basado en el borrador de DCI y el nuevo estándar AFNOR para la proyección digital.

### 5.1.1 Cine Electrónico (E-cinema)

En cuanto al Cine Electrónico, hay pocas recomendaciones en el aspecto de la proyección, excepto para el uso de SLET (tubo eliminador de luz parásita), que se menciona en el documento ITU BT R 1686.

### 5.1.2 Cine Digital (D-cinema)

Respecto al D-cinema, todos los documentos concuerdan en que la resolución mínima de la matriz debería ser 2K (2048x1080) y que el espectro del color debería cumplir al menos los primarios de la tecnología del cine DLP.

La luminancia de una imagen blanca es de  $48\text{cd/m}^2$  en el borrador de estándares de DCI/SMPTE y AFNOR.

La relación de contraste exigida se mide por la diferencia entre una imagen totalmente blanca y una totalmente negra. El valor para las salas de proyecciones es de 1200 en los documentos DCI/SMPTE y de 1000 para el borrador de estándares de AFNOR.

## Estado de los documentos

Todos estos documentos no son obligatorios. Sin embargo, algunos distribuidores (por ejemplo, los principales estudios de Hollywood) es posible que exijan que la proyección cumpla los estándares SMPTE para proyectar sus películas. En Francia, la administración exigirá el cumplimiento de los estándares AFNOR para permitir que se proyecten las películas en las salas digitales (cortos, largometrajes y documentales).

## 5.2. Formatos de imagen

Los principales formatos de imagen utilizables para pantalla ancha son los definidos por DCI (2K y 4K) y el HD definido por ITU BT R 709 (1920x1080). Cuando las imágenes se proyectan es posible que sea necesario realizar algún ajuste. Si el formato original del proyector es diferente del formato de la imagen, habrá que proceder a ajustarlo. Si el formato de proyección original tiene que actualizar todos los píxeles simultáneamente, y si la imagen está entrelazada, será necesario llevar a cabo en algún momento del procesamiento un desentrelazado o procesamiento de la tasa de velocidad. Existen técnicas que convierten imágenes entrelazadas y desentrelazadas. Dichas técnicas van desde el simple line doubling hasta los sofisticados sistemas de captura de movimiento. Las técnicas más sofisticadas (y supuestamente de mayor calidad) de desentrelazado suponen un procesamiento importante y pueden resultar caras.

## 5.3 Tecnologías de proyección existentes

Los primeros proyectores empleaban CRT (tubos de rayos catódicos) para aplicaciones de poco brillo y válvulas de luz (con películas de aceite o basadas en LCD). En los tres casos, se obtenía la imagen usando un haz de electrones en una configuración de escaneado de trama. Dichos proyectores funcionaban sin problemas con una señal entrelazada. Las tres tecnologías han sido superadas por el DMD™, el D-ILA™ y el LCD.

En la actualidad hay dos grandes tecnologías de proyector digital para pantalla grande. Se trata del LCD transmisor y el DMD reflexivo ((Digital Micro-mirror Device o dispositivo digital de microespejo). También existen ya algunos proyectores basados en dispositivos LCD reflexivos (D-ILA).

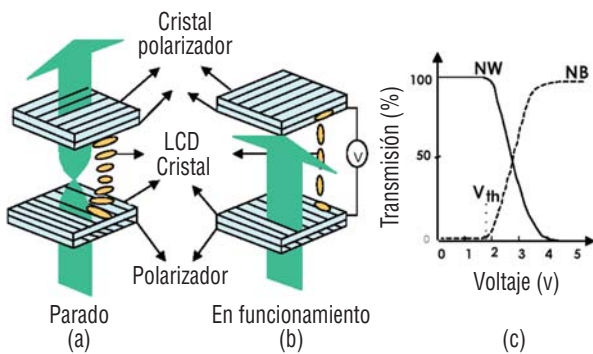
Todas estas tecnologías emplean dispositivos planos con píxeles direccionables individualmente. En los proyectores de las grandes salas que usan estas tecnologías todos los píxeles de la imagen se actualizan simultáneamente.

### 5.3.1 LCD

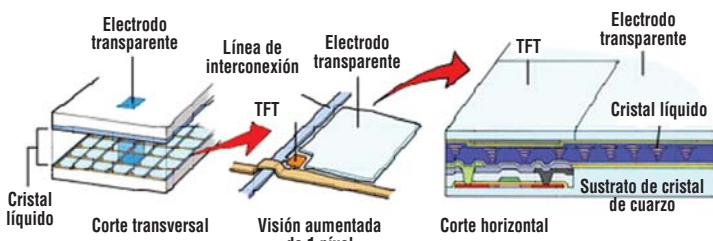
El LCD transmissivo es una tecnología de modulación analógica y direccionamiento digital que emplea un cristal LCD para modular la polarización de la luz en cada píxel. La fuente de luz suele ser una lámpara HMI porque el LCD cuenta con una baja eficacia luminosa.

El LCD posee propiedades analógicas que pueden variar la intensidad de la luz de cada píxel dependiendo de cuánto se gire el píxel. Cuando gira el cristal, la polaridad de la luz cambia. Los cambios de intensidad se realizan usando filtros polarizados en el recorrido de la luz. Cada panel de LCD se encarga de una señal de color; los proyectores emplean 3 paneles para procesar las imágenes de color RGB.

El diagrama muestra la matriz LCD en funcionamiento y parada.



La tecnología LCD es empleada en proyectores frontales de nivel de brillo pequeño y mediano, que en algunos modelos puede alcanzar hasta los 6000 lúmenes. Las resoluciones típicas en las salas grandes son SXGA (1280x1024), si bien algunos modelos de 1920x1080 de resolución ya están disponibles. Los proyectores que emplean LCD transmissivos actualizan toda la imagen a la vez. Estos proyectores pueden aceptar y reproducir contenidos entrelazados, ya que poseen los circuitos de procesamiento apropiados dentro de la electrónica del proyector.

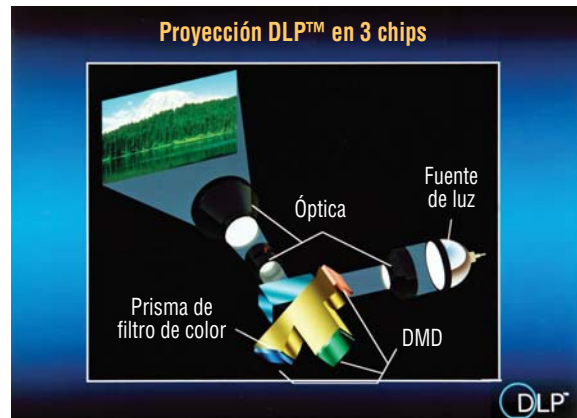


Panel de transmisión LCP (fuente: Epson)

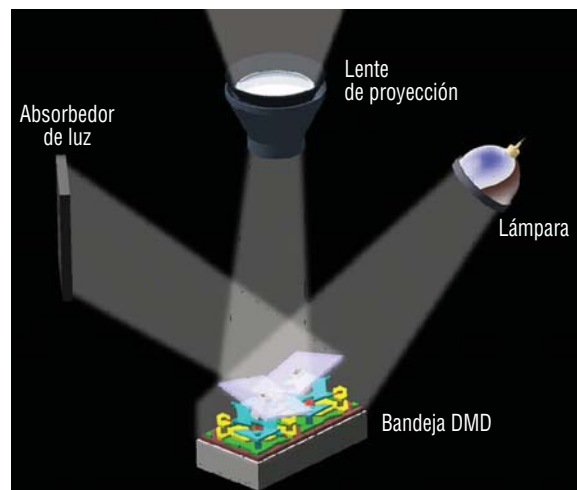
### 5.3.2 DMD y DLP

El DMD™ (Digital Micro-mirror Device o dispositivo digital de microespejo), también llamado DLP™ (Digital Light Processor), es una tecnología reflexiva binaria desarrollada por Texas Instruments que usa modulación de ancho de pulso para conseguir una representación analógica de brillo por cada píxel. Cada píxel es creado por un espejo montado en un poste móvil que se puede mover para proyectar la luz bien hacia una pantalla o hacia un disipador de calor. Toda la imagen se carga en una memoria de imagen (frame buffer) y cada espejo se modula en función del valor del brillo del píxel. La fracción de tiempo en que el espejo está en "on" es directamente proporcional al brillo del píxel direccionado. Cada dispositivo contiene una serie de espejos encargados de un componente del color.

Los proyectores emplean tres dispositivos para tratar las imágenes de color RGB. El DMD está muy extendido en proyectores frontales y retro de mucho brillo debido a su alta tolerancia al calor y a la luz. Los proyectores DLP actualizan toda la imagen a la vez y requieren que los contenidos entrelazados sean procesados antes de que se reproduzca. Algunos modelos pueden aceptar y reproducir contenidos entrelazados, ya que poseen los circuitos de procesamiento apropiados dentro de la electrónica del proyector.



Configuración tridimensional de DMD (fuente: Texas Instruments)



Inclinación de dos microespejos (fuente: Texas Instruments)

### 5.3.3 DLP Cinema

El DLP Cinema representa una evolución de la tecnología que emplea un espectro de color más amplio (mediante el uso de un set alternativo de filtros ópticos en el recorrido de la luz). También emplea un procesamiento digital mejor para direccionar con más precisión el nivel inferior de la imagen.

Un proyector de DLP Cinema no posee mando a distancia con acceso al brillo, el color y el tono como sí tienen otros proyectores. Todos estos ajustes se realizan durante el proceso de calibración, con una medición precisa de la luz reflejada en la pantalla. Este proceso se lleva a cabo conectando un PC con un software específico al proyector.

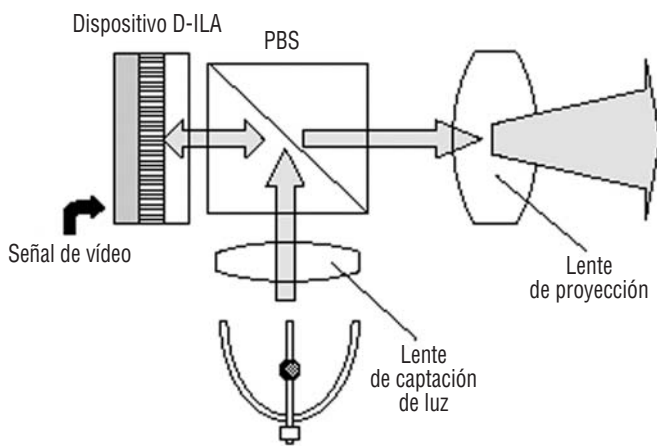


Diagrama representativo de un sistema de proyección D-ILA y LCOS. Los dispositivos tricólores poseen tres trayectos ópticos para los canales Rojo, Verde y Azul.

Los proyectores DMD de mayor calidad, incluyendo los instalados en las aplicaciones de Cine Digital, son actualmente 2K (2048x1080). Hay disponibles proyectores basados en dispositivos DMD que pueden admitir fuentes de luz de arco de xenón de hasta 6-7 kW, y pueden proporcionar una salida de luz de hasta 20.000 lúmenes.

### 5.3.4 LCD reflexivo y D-ILA

Las pantallas LCD, normalmente conocidas como LCoS (Liquid Crystal on Silicon) y D-ILA (Digital Image Light Amplifier - tecnología desarrollada por JVC), emplean un sustrato de espejos con una estructura LCD para modular la luz. Los LCDs reflexivos tienden a ser menos eficaces que los LCD transmisivos o el DMD. Las pantallas D-ILA y LCoS pueden fabricarse con mayores densidades de píxeles y factores de llenado mayores que el DMD, pero sufrir los mismos problemas de temperatura y capacidad de calor que la tecnología transmisiva de LCD.

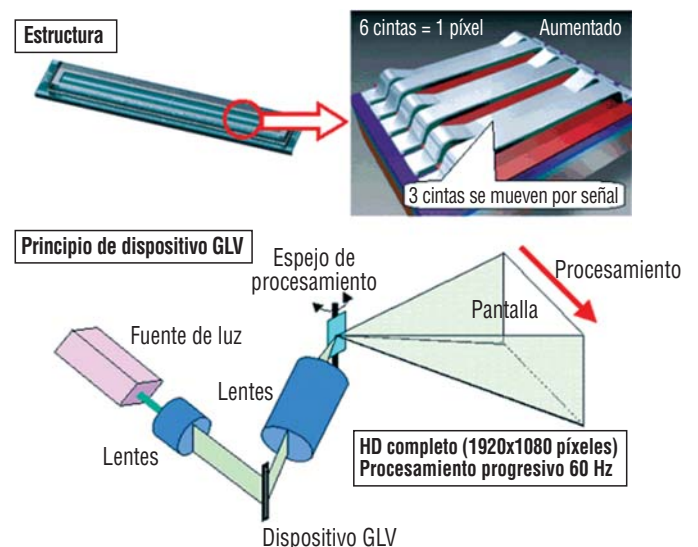
Los proyectores que emplean dispositivos reflexivos LCD están en el mercado para ser usados con pantallas de hasta

10 metros, y ya se han presentado prototipos para pantallas mayores. Las resoluciones para D-ILA son tan altas como las QXGA (2048x1536) y se ha llevado a cabo una demostración con un proyector 3840x2048. Todos estos proyectores actualizan toda la imagen de una vez simultáneamente. Los modelos de proyectores D-ILA actuales aceptan y visualizan contenido entrelazado, ya que poseen los circuitos de procesamiento apropiados dentro del proyector.

## 5.4 Resumen

Las tecnologías de reproducción actualmente instaladas en las salas son topologías más planas de píxeles direccionados que, aplicadas en proyectores comerciales, actualizan todos los píxeles simultáneamente. Están al mismo nivel que los dispositivos actuales de captura de imagen progresiva que capturan todos los píxeles de la imagen simultáneamente. Los proyectores del futuro basados en dispositivos en desarrollo también son planos, con la excepción del GLV (Grating Light Valve), que es un dispositivo de actualización en línea. Todos los dispositivos emplean una memoria de imagen para almacenar los píxeles antes de reproducirlos.

Cualquier contenido entrelazado destinado a ser reproducido en pantallas grandes requerirá, debido a la naturaleza de los proyectores comercialmente disponibles, un procesamiento antes de ser realmente reproducido. Como consecuencia de la reproducción en una gran pantalla, y la probabilidad de que haya distancias de visión cortas (1-3 veces la altura de la imagen), todo el procesamiento de la imagen debería realizarse con la mayor calidad posible.



#### 5.4.1 Sistemas de reproducción 4K x 2K

CRL (Communications Research Laboratory) y JVC (Victor Company of Japan) han desarrollado conjuntamente un sistema de reproducción de 2000 líneas llamado Quadruple HDTV. El proyector emplea tres paneles LCD de 3840x2048 píxeles. La salida de luz del proyector es de 5200 lúmenes y la relación de contraste es mayor de 750:1. La resolución de este sistema corresponde a 2x2 veces la de la reproducción de 1920x1080 píxeles.

NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation) también ha desarrollado un sistema de cine digital que puede almacenar, transmitir y reproducir imágenes en 2000 líneas con 10 bits para cada uno de los componentes R, G y B. El proyector del sistema es el mismo que el de CRL - JVC. Las fuentes de imagen del sistema son películas de 35 mm a 24 Hz y el sistema funciona con frecuencias de 24 Hz ó 48 Hz. El proyector reproduce las imágenes con una frecuencia de 96 Hz para así poder evitar cualquier parpadeo. La resolución de este sistema también corresponde a 2x2 veces la de la reproducción de un proyector de 1920x1080 píxeles.

Recientemente Sony ha presentado un proyector de 4K con tecnología LCoS. Este proyector emplea tres paneles de 4096x2160 píxeles y ha anunciado que ofrece 10.000 lúmenes.

#### 5.4.2 Mediciones

Las mediciones para los proyectores digitales (tanto E como D) constan en los documentos internacionales como IEC 61947-1 (más conocido como estándar ANSI) e ITU R BT 1686 (para el uso de SLET – tubo eliminador de luz parásita) y el estándar de medición VESA FPDM v2.0.

Se pueden distinguir dos métodos de medición. Uno de ellos es únicamente relativo al rendimiento del proyector en un laboratorio. En este caso la luminancia se mide con un luxómetro.

Para realizar dicha medición en una sala se necesita usar un SLET para eliminar toda la luz parásita que haya en el lugar de la proyección.

El otro método consiste en considerar la luminancia reflejada por la pantalla y medir lo que el público verá. En este caso, se medirá la luminancia de la pantalla con un medidor de luminancia en  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

Para calcular la luminancia de la pantalla con un flujo luminoso específico (lúmenes ANSI), se podría usar la siguiente fórmula si el sistema emplea una pantalla lambertiana con un incremento de 1.

$$L = \varnothing/\pi A$$

En la que:

L = la luminancia de la pantalla en  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

A= el área de la pantalla

$\varnothing$  = el flujo luminoso del proyector en lúmenes

Nótese que la eficacia de la lámpara disminuye con el tiempo y en el teórico final de su vida (procedimiento ANSI) el flujo luminoso del proyector será la mitad de su valor inicial.

# 6. Compresión y almacenamiento



T...Systems...

Artículo escrito por Wolfgang Ruppel de T-Systems y  
Benoît Michel de XDC



- Color codificado con 10 ó 12 bits por componente, logarítmico o lineal, con pre-corrección para lineal.
- Índices de compresión que soporten transferencias rápidas de programas de Cine Digital, en general entre 10:1 y 20:1 según el método de compresión y la complejidad del contenido de la imagen; para la distribución de TV y HDTV, estos índices giran en torno a 60:1 y 200:1
- Que soporte las diversas resoluciones, relación de fotograma, niveles de calidad.
- Aplicación de bajo coste y tamaño reducido para su instalación dentro de los proyectores.
- Codificación visualmente sin pérdidas cuando el tamaño de los archivos transferidos es importante.
- Codificación completamente sin pérdidas para aplicaciones de archivo cuando se necesita una alta calidad y el tamaño del archivo parece menos importante.

## 6.1 Introducción

Cuando hablamos de la distribución de contenidos a los cines, hay que tener en cuenta tres grandes áreas técnicas: primero, los formatos de compresión para elementos de imagen y sonido (incluyendo audio no comprimido); segundo, el formato de almacenamiento, que actúa como servidor para las series de elementos comprimidos y metadatos asociados; y, en tercer lugar, el esquema de codificación aplicado. Este artículo versa sobre los formatos de compresión y almacenamiento, mientras que las posibilidades de codificación son consideradas en otro artículo del presente documento.

## 6.2 Compresión de imagen

La distribución de Cine Digital incluye el proceso de transmisión de películas a salas de cine y su consiguiente proyección. Por tanto, la compresión de los datos es necesaria para reducir el coste y el tiempo de transmisión y almacenamiento de películas. Para el uso diario, los índices de compresión deben ser más altos que los de un archivo permitiéndose así una compresión con algo de pérdida pero 'visualmente sin pérdidas'. Se entiende por 'visualmente sin pérdidas' que la película reconstruida después de la descompresión no puede distinguirse del original por un observador humano al ser exhibida en las condiciones normales de visionado de una sala de cine.

El Cine Digital ha generado una gran cantidad de trabajo en las industrias que intervienen en la codificación de vídeo de alta calidad, así como en laboratorios universitarios y organismos de normalización. Los requisitos ideales para el Cine Digital se pueden resumir de la siguiente manera:

- Alta resolución: resolución mínima de 1920/2048x1080 píxeles (es decir, 2K) o mejor, cuatro veces dicho tamaño (4K)
- Índices de frecuencia hasta 150Hz/120Hz.

Los organismos de normalización SMPTE y MPEG han establecido grupos de estudio sobre Cine Digital para definir una norma estándar en compresión de vídeo en cine digital teniendo en cuenta dos aplicaciones principales: archivo y distribución, donde se han incluido siempre a representantes de la industria y de las universidades. Las soluciones propuestas competirían por ser la base de potenciales estándares futuros de compresión para cine digital. MPEG decidió finalmente terminar con esta actividad debido a la falta de colaboración por parte de las industrias implicadas (probablemente debido a cuestiones relacionadas con la propiedad intelectual). Más recientemente, esfuerzos conjuntos han hecho que la DCI recomendara una solución tecnológica para la distribución basada en el desarrollo de JPEG2000.

Los esquemas de compresión se clasifican en dos grandes clases: intra-fotograma e inter-fotograma. La clase 'intra' se compone de métodos de compresión que se aplican a una película fotograma a fotograma de forma independiente. Cada imagen se comprime, almacena o transmite, luego se comprime la siguiente, etc. Estos métodos tienen varias ventajas, tales como un fácil acceso a cualquier imagen de la película y esquemas sencillos para 'empalmar' o unir distintas secuencias.

La clase 'inter' de métodos de compresión utiliza información redundante entre fotogramas consecutivos para reducir algo más la cantidad de información transmitida. Los gigabytes que se ahorran gracias a esta ventaja se usan para reunir información más detallada dentro de cada fotograma, lo que se traduce en calidad similar en un menor espacio o mejor calidad dentro del mismo espacio en comparación con los resultados de la primera clase. El precio que hay que pagar por esta ventaja es la complejidad en los algoritmos de compresión y la necesidad de decodificar varias imágenes antes de poder mostrar una sola. Un ejemplo típico de compresión intra-fotograma es JPEG2000, mientras que un ejemplo de compresión inter-fotograma es MPEG-2.

Otra forma de clasificar los métodos de compresión es por sus algoritmos internos. De nuevo hay que hablar de dos clases principales: método de transformación discreta del coseno (DCT) y métodos wavelet. DCT trata la imagen dividiéndola en regiones pequeñas, por lo general cuadradas, mientras que wavelet realiza el trabajo sobre la imagen como un todo. A efectos prácticos, la diferencia para el espectador reside en la manera en que los errores de compresión son visibles en la imagen restaurada después de la compresión y la descompresión: con los métodos DCT, los errores son pequeños y se limitan a la sub-región tratada, por lo general un área cuadrada de 8x8 píxeles. Con los métodos wavelet, los errores son más generales y se suelen localizar en fronteras de contraste alto entre objetos. Merece la pena reseñar que en ambos casos, en los índices de compresión de cine digital, estos errores son tan pequeños que se necesitaría tener una vista de lince para descubrirlos. MPEG-2 es un método de compresión DCT, mientras que JPEG-2 es un método wavelet.

### Compresión de Imagen en el futuro

Como hemos visto antes, los dos principales esquemas de compresión actuales pertenecen a clasificaciones distintas, cuyos criterios se han definido en la sección anterior.

Como muestra la siguiente tabla, las combinaciones ideales de ventajas parecen estar en la línea inter-fotograma y en la columna wavelet de la tabla. En un futuro lejano, podría haber oportunidades para crear un nuevo esquema de compresión tomando los mejores aspectos de ambos casos, y ya hay equipos de investigación trabajando en ello.

Clase de compresión	Algoritmo DCT	Algoritmo wavelet
Interfotograma	MPEG-2 (variante long GOP)	JPEG2000
Intrafotograma	MPE-2 (variante '1')	

Otra forma de clasificar los métodos de compresión disponibles es comparar sus características principales. La tabla siguiente muestra las cualidades más destacadas de ambos métodos de compresión, así como que existen ventajas e inconvenientes claros en los dos. MPEG-2 ofrece la mejor economía en las aplicaciones actuales, mientras que JPEG2000 ofrece una calidad potencialmente mejor pero a mayor precio.

Método de compresión	Índice de compresión	Resolución de color	Resolución espacial	Acceso aleatorio a una imagen	Máximo rendimiento
MPEG-2	20:1	8 bits/elemento	1920x1080 std 2048x1080 no-std	Difícil	Garantizado
JPEG 2000	10:1	8 ó 10 bits+/elemento espacio XZY	1920x1080 2048x1080 + x4K	Fácil	No garantizado

El grupo MPEG está definiendo actualmente un nuevo esquema de codificación llamado 'MPEG-21 parte 13', conocido también como 'Codificación Escalable de Vídeo' o SVC (Scalable Video Coding). Este nuevo estándar, que se difundirá a finales de 2006, pretende ofrecer una solución escalable de codificación de vídeo eficaz y sin cortes. La industria de la post-producción estará muy interesada en este nuevo estándar, dado que la escalabilidad permite que los proxies sean montados con ordenadores menos potentes o redes de menor ancho de banda. En el caso de que no se adopte la compatibilidad JPEG2000 en MPEG SVC, habrá otra estrategia para promover la introducción de la codificación inter-fotograma sobre JPEG2000 dentro del grupo JPEG. Esta solución tendría potencialmente el apoyo de numerosas industrias que ya han invertido en JPEG2000. Sin embargo, por muy interesantes que sean estas soluciones, siguen siendo objetivos a largo plazo y no afectan a la realidad diaria con la que ahora nos enfrentamos.

### 6.2.1 Opciones actuales de compresión de imagen

En la actualidad se han extendido básicamente dos formatos de compresión, sin contar el Microsoft Windows Media 9, que se utiliza en algunas demostraciones. En los niveles 1 y 2, casi todos los equipos utilizan MPEG-2 Main Profile a alto nivel para los elementos de la imagen, con un formato de imagen dependiendo de la relación de aspecto, pero inscritas en un cuadro de 2048x1080 píxeles. Además, un esquema de compresión, wavelet patentado ha sido utilizado por un solo distribuidor. Aunque esto parece asegurar un cierto nivel de interoperabilidad entre equipos de cine de distintos distribuidores, no es el caso. Las razones son las diferencias entre los formatos de almacenamiento, las formas de manejar los metadatos y las diferencias en los sistemas de codificación.

Windows Media 9 Compression también ha sido desarrollada por algunos distribuidores, permitiendo la presentación de HDTV con un índice de compresión aún mayor.

Los estudios 'major' sí admiten MPEG-2 como tecnología de práctica habitual, aunque insisten en JPEG2000 como codificación a medio plazo. Windows Media 9 no es aceptado por las majors, o principales estudios, en el Nivel 1, pero tiene aplicaciones para la proyección de material de preestreno o para salas experimentales en los que los requisitos de calidad son más flexibles.

### 6.3 Opciones de almacenamiento

Actualmente, debido a la falta de estándares en el pasado, los fabricantes de sistemas de cine han difundido diferentes formatos de almacenamiento, sobre todo relativos al modo de introducir metadatos en los equipos ya instalados para redes de multicines. Algunos ejemplos de prácticas actuales son las transmisiones de flujo en MPEG-2 y la utilización de MPEG-2 para la señal básica de vídeo. Estos flujos de datos se almacenan en archivos GXF ó MXF: el GXF (Generic eXchange Format) se utiliza actualmente pero se espera que sea sustituido por MXF (Media eXchange Format), el estándar en alza.

La variedad de los sistemas existentes ha provocado la ineficacia de la toma de decisiones por parte de los estudios por la necesidad de crear distintos soportes de distribución de una película para cubrir la totalidad de equipos instalados. Casi todos los distribuidores de equipos de cine están haciendo esfuerzos para superar esta situación llegando a un acuerdo sobre un esquema de intercambio de archivos interoperables basado en la compresión MPEG-2 y en almacenamiento y codificación compatibles con ASMPTE/DCI basados en MXF. Este esquema ha sido especificado por la iniciativa de interoperabilidad MPEG, un foro profesional abierto a todos los fabricantes de servidores. Es muy probable que el esquema MPEG Interop sea adoptado por todos los principales fabricantes de equipos para salas de cine de nivel 1 y 2, y así ofrecer al mercado un solo tipo de almacenamiento válido para casi todos los

cines. Será posible adaptar los sistemas ya instalados al formato MPEG Interop, lo que llevará a acordar conjuntamente un formato de almacenamiento que facilite la producción de productos digitales y baje el listón para que los proveedores de contenidos opten por lo digital.

### 6.4 Hoja de ruta para Cine Digital de nivel 1

El formato MPEG Interop es el primer paso hacia los sistemas totalmente compatibles con DCI/SMPTE. Este formato ya ofrece almacenamiento de imagen, audio y almacenamiento con claves de seguridad. Éstas son distribuidas en un mensaje corto codificado llamado KDM o Key Delivery Message (mensaje de distribución en clave).

El segundo paso será el cambio de la compresión MPEG-2 a JPEG2000 para el negocio de distribución a gran escala. En el primer paso, el almacenamiento acorde con DCI/SMPTE se extenderá junto con mecanismos de seguridad compatibles con DCI/SMPTE y distribución de claves, aunque el formato de compresión seguirá siendo, al menos durante un período transitorio, MPEG-2. Con el segundo paso, que los estudios esperan completar en unos 2 años, la compresión MPEG-2 será sustituida por la compresión JPEG2000, que permite no sólo una calidad de imagen mejor sino también un acceso más directo a cada fotograma dentro de una película.

# 7. Audio para Cine Digital



Artículo escrito por Jason Power, de Dolby.

## 7.1 Antecedentes

En la última década, los sistemas de audio digitales se ha introducido ampliamente en los cines. La mayoría de las películas que se proyectan ahora cuentan con una banda sonora digital, además de la banda analógica para una perfecta compatibilidad. Los sistemas de banda sonora digitales permiten la reproducción de audio de alta calidad en una amplia gama dinámica, usando múltiples canales de altavoces envolventes y un canal de efectos de baja frecuencia para crear una mayor sensación de participación e impacto. Estos sistemas suelen emplear canales 5.1 (delante a la izquierda, frontales en el centro, delante a la derecha, sonido envolvente a la izquierda, sonido envolvente a la derecha y efectos de baja frecuencia), canales 6.1 (con canal adicional posterior de sonido envolvente) o canales 7.1 (con canales adicionales interiores delante a izquierda y derecha). En los formatos digitales de audio cinematográfico, así como en los analógicos, el altavoz en el centro de la pantalla desempeña un papel importante ya que contribuye a ajustar el diálogo y otros sonidos en pantalla en el lugar adecuado para los oyentes situados en cualquier punto del auditorio. Si bien los sistemas actuales de audio de cine convencional ofrecen un alto nivel de rendimiento, los sistemas asociados al cine digital podrían ofrecer mejoras superiores, incluyendo nuevos canales potenciales y soporte multilingüe.

## 7.2 Preparación del contenido

La edición y mezclado de la post-producción de audio para el cine ya se realizan habitualmente en formato digital mediante la edición y reproducción en disco duro. Se pueden usar el mismo equipo y las mismas técnicas para crear bandas sonoras de producciones en cine digital. Las bandas sonoras de las actuales producciones cinematográficas se preparan en condiciones estándar, representativas de las condiciones de un cine, y después se reproducen en cines ajustados a los mismos estándares.

Esto permite al director y al equipo técnico tomar decisiones creativas basadas en cómo percibirá el público final el audio. Los estándares principales incluyen ISO2969 para la respuesta acústica de la sala. La sonoridad percibida de contenidos como anuncios publicitarios o tráiler está empezando también a ser regulada según BS5550 7.4.2. Hay que señalar que las bandas sonoras ejecutadas específicamente para DVD o televisión no suelen crearse por lo general en un ambiente estándar que contemple las condiciones de un cine, y por tanto los resultados pueden variar al reproducirse directamente en la sala. Cabe destacar también que la acústica de las salas grandes, la construcción de la pantalla y el resultado de fabricar altavoces con amplia capacidad de cobertura quizás afecten más a la calidad del audio que el propio medio de transmisión.

## 7.3 Transmisión de audio

Los requisitos para los niveles 1 y 2 mencionados en otros apartados de esta Guía (cine futuro y actual) estarán probablemente muy influenciados por las necesidades del mercado mundial de películas de Hollywood. El amplio trabajo dirigido por SMPTE en este aspecto se advierte sobre todo en los grupos DC28. Aunque el trabajo aún no se ha concluido en el momento de escribir este informe, existe la convicción generalizada de que el sistema de Cine Digital se guardará en archivos, será de almacenar y remitir, y que el equipo de reproducción permitirá la distribución futura de soportes de cine digital de hasta 14 canales principales más uno para personas con problemas de oído (HI) y uno para personas con problemas de vista (VI). Ya se han propuesto varias configuraciones distintas para los canales adicionales, incluyendo altavoces envolventes y altavoces de altura hacia la parte superior de la pantalla. Estos canales pueden mezclarse en la reproducción hasta una configuración mínima de 5.1 + HI + VI. Se prevé que las interfaces digitales funcionen con un sampling de al menos 48 kHz y 24 bites de resolución. Dentro del sistema de distribución, la compresión no se prescribe ni se descarta, pero ya se ha destacado la necesidad de un sistema integral que no ofrezca una limitación perceptible. Esto equivale a un índice de 5 en la escala de limitación ITU.

En la actualidad existen algunas normas de transmisión de audio que pueden ser de utilidad para definir el contenido alternativo y el contenido en vivo. En el nivel básico, la interfaz de audio AES3 estándar de la industria es flexible y puede transportar audio tanto en PCM como de forma codificada (SMPTE337M), así como la equivalente al consumidor, que se aplica en dispositivos como los descodificadores de señales digitales para la TV doméstica, los DVB, y los reproductores DVD (IEC61937). El audio AE63 puede transmitirse en flujos de transporte MPEG2 (según SMPTE 302M, lo cual

permite que se transfieran cuatro series AES3 bajo un único programa ID). Ya existe un hardware para codificar y descodificar SD y HD compatible que apoye lo anterior. Es probable que los sistemas de distribución y reproducción necesiten del apoyo de un mínimo de 5.1 canales de audio. Algunas partes del DVB son también relevantes ya que definen la transmisión multicanales de audio AES3, AC3 y MPEG dentro de los flujos de transporte MPEG2. La ITU ha realizado pruebas de audición en diversos sistemas audio, clasificándolos en Calidad de Emisión (4.0 en la escala ITU, ver BS1196-1-2001) y Calidad de Distribución (4.5 en la escala ITU).

## 7.4 Equipo de reproducción cinematográfica

Los cines actuales están equipados con un procesador de audio llamado "Cinema Processor", que descodifica la banda sonora digital o analógica de la película, controla la selección de fuentes, conmutación de los altavoces y redundancia, y ejecuta procesamiento de niveles y EQ, ajustando las características de la sala a las del estudio en el que se haya mezclado la producción. El "Cinema Processor" también sirve de interfaz con el sistema de automatización de la proyección para permitir el control automatizado de las características como la selección de

formato y el control de nivel. Muchas instalaciones actuales presentan procesadores de cine antiguos en los que la única entrada multicanal externa es una entrada de 6 canales analógica, que normalmente se usa para conectar un descodificador externo para la banda sonora de la película digital. Hay interfaces que permiten que esta entrada se comparta con una fuente de Cine Digital (entrada multicanal AES3) y una fuente descodificadora convencional (entrada analógica). Ahora se pueden encontrar ya "Cinema Processors" con entradas multicanales digitales (AES3) para conectarlos directamente a los servidores de Cine Digital.

Los cines actuales de 35mm suelen instalarse con 3 o más canales de altavoz frontales (pantalla), un altavoz subwoofer, y altavoces múltiples envolventes configurados en 4 series independientes. Cabe notar que algunos mezcladores de sonido han mostrado su interés en emplear canales adicionales potencialmente disponibles en cine digital para crear altura adicional, sonido envolvente y otros efectos, si bien la compatibilidad de mezclado con los cines actuales de 5.1 será algo esencial. También hay que señalar que se están desarrollando labores de investigación en el campo de la reproducción espacial por parte de ciertas organizaciones, tales como la Universidad de Delft, que en un futuro puede permitir la creación de sonidos envolventes mejorados, o permitir que los efectos de este sonido se consigan usando menos altavoces.

# 8. Protección de contenidos



Artículo escrito por  
Xavier Varians, de Octalis



## 8.1 Introducción

La industria del cine es muy sensible al fenómeno de la piratería. Cada año se pierden miles de millones de euros por la distribución pirata de películas en DVD, a través de Internet o por cualquier otro medio.

La digitalización de las películas podría ofrecer nuevas oportunidades para los piratas. Una copia digital es idéntica a la original. El formato digital de los contenidos facilita la vida de los piratas, ya que sólo necesitan ordenadores para reproducir y distribuir el contenido en cantidades ilimitadas.

Existen dos fuentes principales de piratería que perjudican directamente a la industria de exhibición cinematográfica: el robo del contenido antes o durante el período de proyección en sala y la grabación de la película tomada de la propia pantalla de la sala. Ambas son muy perjudiciales porque las copias piratas pueden estar disponibles antes del período de presentación en sala, reduciendo así los ingresos desde el principio de la vida de la película.

Esta parte del documento se centra en la descripción de los mecanismos y herramientas que pueden usarse para evitar o combatir la piratería relacionada con la distribución y exhibición en salas. El objetivo es detallar cómo se diseñan dichos sistemas y cuáles son sus principales formas de aplicación. Las descripciones más detalladas son las de aquellas partes que se van a estandarizar, mientras que las explicaciones más simplificadas son las de las otras partes. Esta parte del documento no es un curso de codificación o de cómo fabricar un sistema de protección de contenidos. Las descripciones son simples para que puedan ser accesibles al mayor número de personas.

La protección de contenidos es un asunto candente en lo que se refiere al Cine Digital. Tiene implicaciones técnicas, pero también económicas. Un sistema de protección de contenidos puede ser muy incómodo para

algunas empresas, o bien puede modificar el equilibrio de beneficios entre distribuidores y exhibidores. Este debate aún sigue vivo y ha evolucionado espectacularmente a lo largo de los últimos cuatro años. Este documento no entra en ese debate, ya que debería ser solucionado por las propias empresas, es decir, los estudios, los distribuidores y los exhibidores, y no por un experto en seguridad.

## 8.2 Protección de películas digitales

La seguridad, o más exactamente, la protección de los contenidos en el cine digital suele ir asociada a la prevención de la piratería. Un sistema de protección de películas tiene varios objetivos:

- Evitar el robo de contenidos de alta calidad
- Controlar el acceso a los contenidos
- Velar por el cumplimiento de los usos comerciales

El primero de los objetivos es claramente el más importante. Evitar el robo de contenidos es obligatorio por ley, especialmente durante (o antes) de las primeras semanas de lanzamiento. La consecuencia del robo de contenidos a menudo suele ser la distribución de versiones piratas de la película en DVD o a través de Internet.

El segundo objetivo va aparejado al primero. La protección de contenidos debe ir unida a un sistema que permita a los usuarios autorizados acceder al contenido. Dicho sistema debe diseñarse de tal manera que no afecte demasiado a los usos comerciales. Los dos primeros objetivos son la base de un sistema de seguridad.

El tercer objetivo está integrado por soluciones que aprovechan la presencia de un sistema de seguridad para ayudar a controlar o hacer cumplir la aplicación de usos y contratos comerciales.

Estos objetivos se detallan en los siguientes apartados.

### 8.2.1 Prevención del robo de contenidos

Una de las primeras cosas que los estudios, distribuidores y exhibidores quieren evitar es el posible robo de contenidos de alto valor que se puedan pasar a DVD piratas o distribuir por Internet. El robo se puede producir en muchas etapas de la cadena de valor del contenido. En función de la naturaleza de éste, se pueden emplear dos tipos de soluciones:

- La codificación del contenido digital y la gestión adecuada de las claves de codificación pueden evitar el uso fraudulento de dichos contenidos. Actualmente este es el objetivo de la mayoría de soluciones de codificación o protección de contenidos.

- El robo de contenidos analógicos es un problema de las salas. **Las tecnologías antigrabadoras y la introducción de sistemas de huellas** impedirán, respectivamente, que un pirata grabe la película de la pantalla con una cámara digital y que el origen del producto pirateado se pueda rastrear en el marco de una investigación policial.

Ambas soluciones son obligatorias para el cine digital. La primera protege los contenidos digitales de alta calidad del robo, desde el momento en que se produce el contenido hasta que éste es descodificado para su proyección. La segunda se encarga de la protección del contenido una vez que éste ha sido reproducido con un proyector, situación en la que es fácilmente accesible para un pirata equipado con una videocámara.

## 8.2.2 Control de acceso a los contenidos

### Establecer condiciones para poder acceder a los contenidos

El sistema de protección de contenidos no solo debe ser capaz de protegerlos del robo, sino que además debe permitir el acceso de los usuarios autorizados a éstos. Es imprescindible distinguir a los usuarios autorizados de los no autorizados, puesto que los piratas muchas veces intentarán acceder al contenido ya no quebrantando la protección directamente, sino haciéndose pasar por un usuario autorizado para el sistema.

El control de acceso a los contenidos, en su forma más simple, definirá quién (o qué dispositivo) tendrá capacidad para acceder a ellos. La mayoría de los sistemas de protección actuales también incluyen la posibilidad de definir las condiciones necesarias para permitir el acceso al contenido. Estos sistemas suelen recibir el nombre de Gestión de Derechos Digitales (Digital Rights Management, DRM). Un derecho digital es en realidad la descripción de las condiciones según las cuales se puede acceder a un contenido. Ejemplos de condiciones son:

- un período limitado de tiempo para acceder al contenido (p.e., tres semanas),
- un mínimo de requisitos para ciertas prestaciones del dispositivo,
- un número máximo de accesos (total o por tiempos de acceso),
- el cumplimiento de ciertas condiciones previas evaluadas por el sistema.

La cantidad y los tipos de condiciones son infinitos. En la práctica, este número es limitado, ya que los usuarios comerciales tienen que especificar para cada serie de

condiciones si se puede acceder al contenido o no. Esta definición de la política de acceso no es nada fácil.

### Inspección del acceso a los contenidos

Otra forma de controlar el acceso a los contenidos es registrar cada acceso que se produce a éstos. Los sistemas de protección de contenidos suelen contar con registros. Un registro es una lista de las operaciones (reproducción de contenidos, modificaciones de derechos, etc) realizadas en el sistema junto con los parámetros importantes del sistema (hora, usuario que lo emplea, etc.) Las inspecciones son el resultado del análisis de los registros de una forma más accesible.

La inspección de los registros permite a los propietarios de los derechos conocer quién accedió al contenido y cuándo. Es evidente que los registros no impiden la piratería. Sin embargo, al combinarlos con las técnicas de introducción de huellas o marcas de agua, los mecanismos de inspección pueden desempeñar un papel disuasorio, porque de esta manera es posible rastrear el origen de la copia pirata.

Con frecuencia el mecanismo de inspección va combinado con el sistema DRM. Esta interacción tiene dos ventajas:

- La capacidad de definir derechos de acceso en función de la información inspeccionada, por ejemplo para que una proyección sólo se autorice si la proyección anterior se terminó sin ninguna interrupción.
- La capacidad para detectar la manipulación con el sistema de protección de contenidos, comparando el perfil de accesos autorizados con los accesos que han quedado realmente registrados.

La mayoría de sistemas DRM actualmente incluyen herramientas de registro local o global.

### Equilibrio entre inspección y limitaciones

Los dos apartados anteriores exponen que existen dos políticas muy distintas en cuanto a la protección de contenidos en un contexto comercial:

- El primero define los derechos restrictivos para acceder a los contenidos. Es imposible acceder a un contenido en ciertas condiciones si el usuario no ha recibido los derechos para hacerlo. Esta política tiene la ventaja de impedir el acceso no autorizado a los contenidos, y de reducir de esta manera el riesgo de piratería.
- El segundo define un sistema seguro de registro e inspección que permite a los propietarios de los

contenidos verificar si se ha accedido a ellos de acuerdo con los contratos mercantiles. Esta política cuenta con la ventaja de ser más cómoda para el empresario, ya que los usuarios tienen mucha libertad para acceder a los contenidos de acuerdo con los contratos.

El mundo del Cine Digital actualmente apuesta por el equilibrio entre ambas políticas, lo cual tiene como resultado una mezcla de ambos enfoques. Los estudios y los distribuidores prefieren la primera, ya que así tienen más control sobre el uso de los contenidos. Los exhibidores prefieren la segunda, dado que así tienen más flexibilidad para proyectar sus películas y, además se reduce el riesgo de que la pantalla se quede en negro por culpa de un problema de transmisión o de derechos específicos para la proyección.

Este equilibrio es una cuestión muy delicada en el mercado del Cine Digital. A lo largo de la breve historia del Cine Digital, el péndulo ha oscilado primero hacia el lado de las limitaciones, y después solo hacia el lado del control, si bien en la actualidad oscila entre ambos lados. Independientemente de la situación actual, el futuro de este equilibrio dependerá en gran medida de la evolución de los modelos de negocio dentro del Cine Digital. Los sistemas de protección de contenidos serán buenos para el mercado del cine digital sólo si pueden dar cabida a esta tensión constante entre las dos políticas antes mencionadas.

### 8.2.3 Cumplimiento de los usos comerciales

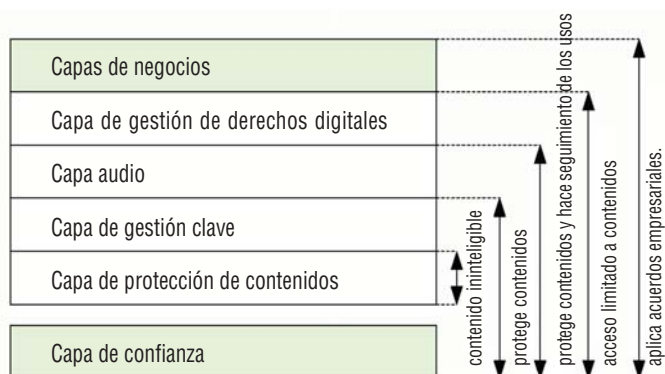
En cuanto sea posible definir condiciones de acceso a los contenidos y después controlar el acceso real a ellos, la posibilidad de disponer de acuerdos comerciales ya no estará tan lejos. Como consecuencia de ello, algunos sistemas de seguridad también cumplen usos comerciales. El Cine Digital es un sector regido por los contratos orales y escritos. Estos contratos hacen referencia al uso del propio contenido, así como a ciertas condiciones adicionales. Las soluciones integradas en materia de seguridad también pueden incluir la supervisión del cumplimiento de las cláusulas de un contrato determinado. Aunque estos elementos no están directamente relacionados con el contenido, sí que influyen en el modo de distribuirlo o de acceder a él. Por esta razón, los sistemas de seguridad a veces implementan herramientas para concretar parte de estos contratos comerciales. Por ejemplo, un distribuidor puede exigir a algunos exhibidores que faciliten toda la información de inspección, mientras que otros quizá no tengan que hacerlo. O el propio distribuidor puede acordar que un exhibidor se beneficie de una política “de no pantalla negra” en sus películas, mientras que otro puede no aceptar esto. Un tercer ejemplo sería la capacidad de algunas salas de obtener licencias de proyección del servidor de distribución automáticamente,

mientras que otros pueden que tengan que esperar a que el distribuidor les envíe las licencias de proyección explícitamente.

## 8.3 Elementos de un sistema de seguridad

### 8.3.1 Visión general

Generalmente, un sistema de protección de contenidos puede dividirse en varias capas, cada una con un objetivo diferente. El diagrama muestra una visión general de estas capas, centrándose en el objetivo de éstas y en cómo interactúan juntas, para proporcionar un sistema de protección de contenidos completo. Con excepción del nivel de confianza, que está presente en todo sistema, todas las demás capas añaden una función fundamental al sistema y necesitan cada una de las del nivel inferior. Todo sistema de seguridad implementa todos estos niveles, pero existen sistemas en los que algunos de ellos sólo aparecen de forma rudimentaria.



### 8.3.2 Seguridad física

Aunque el debate sobre las medidas antipiratería suele centrarse en los métodos de codificación, estas técnicas solo son una parte de la solución general. En el interior del sistema de proyección de cine digital, los datos de la película no siempre permanecen codificados, puesto que hay que descodificarlos antes de que la imagen se pueda descomprimir para su posterior proyección. Aunque una vez descodificados, los valiosos datos de la imagen se codifican otra vez antes de salir del sistema de reproducción hacia el proyector, son necesarios otros métodos para proteger los datos mientras se procesan dentro del sistema de reproducción.

Para evitar que un pirata consiga abrir el equipo y robe los datos de la película desprotegidos que haya dentro, se puede recurrir a la seguridad física para evitar el acceso a cualquier parte del circuito en que se procesan los datos de la película. La seguridad física impide al pirata hacerse

físicamente con las partes importantes del circuito, por ejemplo imposibilitando el acceso a los chips de procesamiento o las pistas portadoras de señales que hay en la placa. Las medidas de seguridad física también pueden incluir el registro de intentos de desmontar o dañar la unidad. Los debates actuales sugieren que en el futuro algunos grandes distribuidores quizá exijan seguridad física además de la codificación con el fin de proteger las películas de la piratería.

### 8.3.3 Diseño de un sistema de protección de películas

Detallar cómo diseñar un sistema de protección para el cine digital es demasiado complicado para lo que se pretende que sea una 'Guía para usuarios pioneros', y ya hemos visto que la seguridad es mucho más que una cuestión técnica. Sin embargo, a continuación daremos algunas pistas.

Codificar una película equivale a meterla en una caja de caudales cerrada con un candado. Sólo las personas que trabajen en las salas que tengan la clave del candado tendrán acceso a la película. Actualmente hay algoritmos estandarizados de codificación como el AES, que pueden utilizarse como si fuesen un candado digital. Son conocidos por ser irrompibles, dado que la longitud de la clave supera los 128 bits, pero esto no soluciona el problema. En lugar de buscar la manera de distribuir con seguridad la película a las salas, ahora nos encontramos con el problema de hacer llegar la clave a las salas de manera segura. ¿Acaso volvemos al punto de partida? No, la principal diferencia estriba en que la clave es muchísimo más pequeña que una película digital completa.

Para pequeños paquetes de datos, los potentes –pero lentos– algoritmos codificadores, como el RSA, se pueden usar para distribuir claves a las salas. Al contrario que el

AES, estos algoritmos son asimétricos y permiten establecer comunicaciones seguras entre entidades que no tienen la misma clave.

Una vez que podamos distribuir las claves de las películas, tendremos que añadir a dichas claves los derechos digitales. Estos deberán ir autenticados, protegidos y firmemente unidos a las claves de contenidos.

La criptografía proporciona herramientas para proteger, firmar, evitar la modificación y verificar la recepción segura de los derechos digitales. Estas mismas herramientas se pueden usar para proteger y firmar información de inspección.

¿Eso es todo? No, falta una cosa: la confianza. Cuando firmamos un contrato con otra persona, tenemos que estar seguros de que se trata de la persona apropiada, de lo contrario, no hay contrato que valga. De esta misma forma, para estar seguros de que las claves que se están usando corresponden realmente a la sala o al proyector correctos, es necesaria una infraestructura de confianza. Dicha infraestructura puede estar basada en personas, en una autoridad de certificación o en secretos compartidos o cualquier otro medio que inspire confianza.

Ahora que ya confiamos en la persona con quien hablamos, es posible proteger un contenido solo para esa persona, definir derechos de uso del contenido, firmarlos y enviarlos al destinatario con toda seguridad. ¡Ya tenemos un sistema de seguridad!

Este apartado simplifica muchísimo el diseño de un sistema de seguridad. En realidad, este proceso hay que ejecutarlo de forma muy rigurosa con el fin de evitar la aparición de un agujero en la seguridad debido a un error de diseño. Esto requiere expertos, ya que un solo error podría resultar fatal para todo el sistema.

# 9. Contenidos alternativos



Sección escrita por Peter Wilson de la compañía High Definition & Digital Cinema Ltd. Patrocinado por Snell & Wilcox

Contenidos alternativos es quizás un término peyorativo que se emplea para describir los contenidos que no son de Hollywood. John Fithian, de la North American Exhibitors Association, acuñó el término O.D.S., (Other Digital Stuff, otro material digital). Éste puede hacer referencia tanto a producciones independientes con un presupuesto razonablemente alto como a una película en DV, o incluso a la transmisión en directo de un partido de fútbol, por ejemplo.

Puesto que existe una gran variedad de contenidos alternativos, hay que tener en cuenta su distribución. Si se trata de una película o de una producción de vídeo que esté disponible con cierto tiempo de antelación, es mucho mejor para procesar, comprimir y distribuir que si se tratase de un contenido normal de Cine Digital (D-cinema).

Por tanto, tan sólo consideraremos los diferentes tipos de contenidos alternativos y tal vez la mejor forma de tratarlos. Hay una regla de oro que debemos recordar que es que "si entra basura, sale basura". En la práctica esto significa que hay cierto material que nunca será bueno debido al factor magnificador de la gran pantalla, pero puede que todavía resulte de mucho interés y merezca la pena presentar. Así que veamos los formatos típicos y cómo tratarlos.

## 9.1 Película

Si se tiene una película de 35 o 16 mm en un momento dado se puede llevar a una empresa que traspasa películas para transformarla en 1080p 24 (1080 líneas escaneadas progresivamente, con 24 fotogramas por segundo) o 2K.

Una vez transformada en un formato como el 1080p 24 se puede enviar a una empresa de compresión para comprimirla, embalarla y después distribuirla.

En la actualidad, la tecnología HDTV 24p es la que se suele emplear ya que es muy rápida y económica. Si se cuenta con un presupuesto mayor, se puede escanear en 2K (2048x1556), guardar una copia y volverla a copiar en un contenedor de 2048x1080 2K o en uno de 1920x1080 HD.

Para evitar reproducir en el proyector, la imagen real debería ser, por ejemplo, 1920x818 (2.35:1 de relación de

aspecto) para distribución o 1920x1038 (1.85:1 de relación de aspecto).

Lo anterior es aplicable a MPEG como formato de compresión. Si se emplea un sistema de compresión alternativo que tenga un container de 2048x1080, puede que todavía se quiera reproducir en postproducción en lugar de en el proyector. El formato 2048x1080 no responde a ningún estándar de cinta así que siempre habrá que buscar alguna alternativa. Por ejemplo, 2048x871 para 2.35:1 o 1998x1080 para 1.85:1.

Los proyectores 1.3K pueden usarse con los mismos originales pero habrá que tener cuidado con el número real para distribución. Una relación amplia de aspectos como 2.35:1 normalmente emplea lentes anamórficas en un proyector 1.3k. Algunas tienen una capacidad de reproducción limitada. Esto puede significar contar con un inventario múltiple en la fase de archivos comprimidos pero al menos significa que Transfer, la pieza más cara, es común en archivos comprimidos de 1.3K y 2K.

Este enfoque significa que se tienen muchas posibilidades para conseguir un audio de calidad y vaciar el contenido. También significa que se puede emplear el canal estándar de distribución y los operarios de los cines pueden manejar su programa como si tuviese un contenido estándar. El encuadre de pantalla ya estará preparado para la relación de aspectos estándar.

## 9.2 HDTV

Si se trata de una producción HDTV entonces puede haber alguna ventaja en la corrección del color para proyectores de Cine Digital. En cualquier caso, los proyectores de Cine Digital cuentan con tablas mejoradas para espacios de color ITU 709.

Casi con toda seguridad las empresas de compresión tomarán el formato de cinta HD y lo comprimirán en formato de distribución; al igual que antes, esto también significa que se puede usar el canal de distribución estándar y los operarios de los cines pueden manejar su programa como si tuviese un contenido estándar. El encuadre de pantalla ya estará preparado para la relación de aspectos estándar.

Hay que tener en cuenta, con las producciones HD, que éstas pueden presentarse de varias formas. 24p es el sistema que mejor encaja con el Cine Digital, pero en Europa será bastante común usar 1080i 50 (1080 líneas escaneadas entrelazadas, con 50 campos por segundo) para la creación y en EE.UU. 1080i 59.94 o 720p 59.94.

Hay que tener cuidado con esto, ya que los proyectores de Cine Digital son de Progressive Scan. Puede que no cuenten con medios para aceptar los formatos entrelazados.

El entrelazado es un sistema muy antiguo para la reducción de datos, puesto que se inventó en los años 30 para la TV. Por entonces era una forma muy inteligente de reducir la tasa de datos al 50%. No obstante, plantea problemas, ya que una imagen entrelazada se escanea como dos medios fotogramas llamados campos. Esta forma de escanear originalmente denominada escáner raster en los tiempos del CRT, captura las dos mitades, una después de la otra. Al tener imágenes en movimiento la resolución vertical con que se cuenta se reduce y esto puede hacer que se produzca un alias, que se manifiesta con una señal que parpadea o fillos dentados. Desde el punto de vista matemático, el entrelazado es muy difícil de comprender, lo cual ha llevado a que se hagan muchos algoritmos para desentrelazar y de poca calidad, especialmente en la industria de la tecnología de la información. Por tanto un entrelazado de baja calidad tiene mala fama y el escaneo progresivo va ganando terreno, pero dobla los requisitos de ancho de banda en el dispositivo de captura y proyección. Esta es la razón por la que 720 de escaneo progresivo tiene la mitad de la resolución teórica de un entrelazado de 1080. Si los dos campos de una imagen entrelazada son capturados al mismo tiempo, como sucedería con una película o 24p, entonces el sistema puede procesar una mayor cantidad de resolución en dirección vertical sin artefactos.

Esta es una razón por la que 24p es tan aceptado para producción y por lo que los canales de películas de HD usan 1080i, mientras que los canales de deportes usan la mejor definición de 720p, incluso si eso significa desperdiciar la mitad de la resolución.

Volvamos a asuntos prácticos: algunos proyectores de Cine Digital funcionan a una velocidad que va de los 23,97 fotogramas por segundo hasta los 96 fotogramas por segundo, lo cual se emplea para 3D. 720p 50 o 720p 59.94 están incluidos en la gama de velocidad de los fotogramas del proyector pero suponen menos de la mitad de la resolución. Esto significa que estas fuentes necesitan aumentarse para usar una parte mayor de la zona del chip de proyección del proyector. Si no se hace eso se acaba teniendo una imagen pequeña. Los proyectores originales 1.3K solo cuentan con adaptación horizontal y no vertical.

Este problema se puede abordar de dos formas: enviando 1280x720 archivos si los proyectores de destino tienen adaptadores, o usando cajas de entrada de contenido alternativo en el proyector para adaptar las imágenes entrantes y que encajen con el proyector. Esto precisará apartarse de la vía de seguridad del proyector, y por tanto puede que no resulte viable. La mayoría de los adaptadores externos funcionan bien con fuentes progresivas pero a menudo la calidad del trabajo es baja cuando se trata de imágenes entrelazadas.

Si la fuente es de 1920x1080p 24, los proyectores 2K pueden aceptar esto y el archivo comprimido puede

reconfigurarse para que encaje con la relación de aspectos dentro del contenedor de 1920. Los proyectores 1.3K sólo pueden reducir horizontalmente y puede que usen lentes anamórficas para algunas relaciones de aspecto.

Si la fuente es de 1080i 50 o 1080i 59.94, hay un problema. Los estándares que DCI propone solo reconocen 24fps o 48fps, los cuales serán incorporados al sistema de compresión JPEG2000.

La compresión en MPEG2 reconoce 1080i 50 y 1080i 59.94, pero no 1080p 50 ni 1080p 59.94.

MPEG AVC (Codificación avanzada de vídeo) reconoce 1080p 50 y 1080p 59.94, pero esto es tan nuevo que no existen equipos para estas relaciones.

Esto significa que el entrelazado de conversión de escaneo progresivo tiene que hacerse in situ para el proyector en cuestión. Ello conlleva dos grandes problemas:

- **Seguridad:** se tiene que romper el servidor de seguridad hacia el proyector para pasar por el adaptador.
- **Calidad:** los adaptadores externos son normalmente una ocurrencia tardía y suelen tener unos algoritmos de desentrelazado de poca calidad.

Los proyectores para gran pantalla de Cine no Digital suelen contar con unas características mejores que lo proyectores de Cine Digital. La mayoría llevan incorporados unos dispositivos desentrelazadores y adaptadores; no obstante, hay que tener en cuenta que el rendimiento varía y por tanto deberían probarse como parte de cualquier proceso de evaluación para proyectores de Cine no Digital.

Los proyectores 2K pueden aceptar esto y el archivo comprimido puede reconfigurarse para que encaje con la relación de aspectos dentro del contenedor de 1920. Los proyectores 1.3K pueden solo reducir horizontalmente y puede que usen lentes anamórficas para algunas relaciones de aspectos.

## 9.3 SD Vídeo

En una pantalla grande solo se ven bien las imágenes con definición de vídeo que cuentan con el mejor estándar de calidad.

Nuevamente, siempre que sea posible es mejor contar con un dispositivo para convertir de SD a HD y comprimir con la mejor calidad posible, y así introducir el archivo en el sistema de distribución estándar.

A algunos formatos tales como VHS siempre les vendrá bien pasar por un proceso profesional de limpieza y

estabilización antes de ser usados, y de hecho, puede que no funcionen a nivel local debido a razones de estabilidad en el transporte de la cinta.

## 9.4 Inserción local

Este asunto requiere especial atención. Es posible proyectar desde un DVD a través de una caja de adaptación o desde una retransmisión en directo, pero las películas originales serán adaptadas a ambientes o entornos de proyección domésticos.

Los entornos del cine son muy diferentes de los domésticos, y la calibración del proceso de masterización requerirá que se adapten para su uso en cines.

La experiencia de Rezfest en UK Digital Test bed sugiere que cada programa necesita ser previsualizado con tiempo para ajustarlo al sistema adecuadamente.

El sistema de Cine Digital (D-cinema) suele estar bien calibrado, pero siempre existe la posibilidad de que el operario produzca algún error, y deje los ajustes mal fijados.

Lo mismo es aplicable a la emisión vía satélite de eventos culturales y deportivos. Las señales de prueba tienen que ser transmitidas por adelantado respecto al programa y los operarios necesitan recibir formación para saber cómo ajustar el sistema para estos contenidos.

## 9.5 Audio

No debemos olvidar el audio. El audio puede tener que ser re-codificado respecto a la película, puede que solo sea estéreo y puede copiarse para DVD en un entorno doméstico. Para realizar proyecciones más formales, recomendamos volver a copiarlo. Como mínimo, se necesita revisar que el audio sea de calidad.

## 9.6 Películas para el gran público

En la actualidad existen varios métodos para proyectar películas para el gran público en formato digital; la elección del flujo de trabajo depende de varios factores tales como:

- Proceso de producción – DI o convencional
- Negativo escaneado o Telecine
- Presupuesto

Como hemos dicho anteriormente, la nueva forma de postproducción de una película se realiza usando el proceso Digital Intermediate. Para simplificar este proceso, suele seguir los siguientes modelos de flujo de trabajo:

### 9.6.1 DI analógico

- Captación en película de 35mm
- Rough Colour Time
- Telecine para edición de Dailies / Offline
- Escanear el negativo a 2K o 4K
- Generar elementos CG para componer
- Edición online (1K al servidor intermediario)
- Colour Time (final) para proyector / ajustar área de proyección activa
- Proyectar a 2K o 4K
- Salida de Distribución Digital
- Salida para grabar película vía Colour Cube

### 9.6.2 Analógico

La alternativa para las películas de producción convencional es coger una copia y seguir este proceso:

- Rollos de película Telecine
- Rollo de Colour Time para el funcionamiento (durante la transferencia o post-transferencia)
- Ajustar una zona de proyección activa.

### 9.6.3 Digital

- Capturar en el componente HD de la cámara digital, RGB, 10 bit Log.
- Generar elementos CG para la composición
- Edición offline
- Edición online
- Colour Time en el proyector / ajustar el área de proyección activa
- Salida para distribución digital
- Salida para grabador de películas vía Colour Tube

Nótese que en los ejemplos simplificados anteriores es normal que los elementos de la película reboten al pasar del equipo HDTV a Procesos de película digital basados en archivos.

Como el formato en archivo de 2K (2048x1080) no representa ninguna relación de aspecto cinematográfico usado en la actualidad, es razonable asumir que la operación mezclada de HD/2K continúe durante bastante tiempo. El formato usado realmente en algún momento de la cadena dependerá de la operación que se lleve a cabo.

El sistema DCI propuesto está pensado para películas con un amplio espacio de color, amplia profundidad de bit (12 bits) y 2K o 4K de resolución.

DCI no exige que la producción o post-producción se realice con estos parámetros ampliados; la idea del DCI es que se especifique un sistema con un alto nivel de rendimiento y que permita a los productores de películas ampliar los nuevos parámetros con el tiempo.

## 9.7 Profundidad de bit

Los sistemas basados en archivos pueden usarse con cualquier profundidad de bit que se desee, siendo 14 bit lineal un buen objetivo dentro del post-proceso.

La profundidad de bit suele confundirse como una medida de contraste, pero no lo es. La profundidad de bit define el número de niveles con los que se ha probado cada píxel. Los bits son valores digitales de 1 a 0 descritos en notación binaria.

1 bit (0 ó 1) puede expresarse en máximo y mínimo, representando el índice de contraste como "full on" o "full off". El dispositivo de proyección ajusta el máximo contraste de forma que un proyector con una relación de contraste de 2000:1, por ejemplo, puede ser modulado de full off a full on cambiando tan solo un bit: el bit más importante. Los bits adicionales se encuentran en la gama del medio y ajustan la granularidad (el número de pasos para pasar de on a off).

Se necesitan más bits para conservar la calidad de los tonos en la película.

8 bits (2 de la potencia de 8) tienen 256 niveles de intensidad. La mayoría de los grabadores de TV usan 8 bits incluso si el resto de la maquinaria es de 10 bits.

Con una iluminación menor en una gran pantalla, los 8 bits solo son marginalmente aceptables para reproducir bien los tonos, y puede que se produzca una posterización de la imagen en imágenes de caras o generadas por ordenador.

Una segunda consideración es que los bits no se aplican a una señal lineal. La salida desde la cámara digital está sujeta a un proceso no lineal denominado Gamma. Éste fue inventado para compensar las características del tubo de rayos catódicos. Gamma también encaja bastante bien con las características del ojo así que aún se sigue usando, aunque los displays suelen ser ahora lineales. Proporciona un formato de compresión de un nivel muy eficaz.

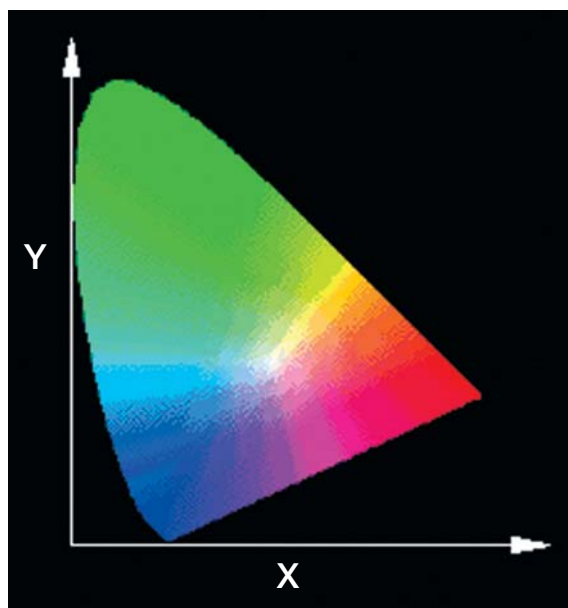
El DCI especifica 12 bits no lineales. 12 bits = 4096 niveles, las máquinas de cintas HD D5 y SRW tienen 10 bits = 1024 niveles. Aunque es una pérdida de memoria, 10 bits encajan dentro de 12 bits. Ahora bien, si se va de una profundidad de bit mayor a una menor hay que prestar especial atención para evitar posibles accidentes.

Como regla general, se requieren dos bits extra para procesar un espacio lineal. De forma que un espacio de 12 bits Gamma se transforma en un espacio lineal de 14 bits.

## 9.8 Espacio de color

Los sistemas de Cine Digital deben representar con exactitud los colores de las películas de 35mm. El espacio de color utilizado normalmente para HDTV, el ITU709, no cuenta con un espacio de color suficientemente amplio para representar una película debidamente. Por ello, Texas Instruments desarrolló una tecnología de proyección con una gama de color más amplia comúnmente denominada P3. Ésta se especifica usando una fuente de luz xenón.

La reticencia comercial de otros fabricantes de proyectores a emplear un espacio de color produjo muchas discusiones sobre qué debía usarse específicamente según DCI. El resultado de tales discusiones fue un sistema llamado Capital XYZ. Esto suena complejo pero en realidad no lo es. El color fue ya descrito por la CIE, Comisión Internacional de Iluminación, en 1931. La CIE inventó un gráfico para mostrar los colores de una forma gráfica.



Este gráfico también debería contar con un eje de profundidad llamado Z.

En resumen, los estándares propuestos por DCI precisan que el sistema de cine digital pueda llevar todas las coordenadas CIE XYZ. Esto va más allá del espectro visible, de forma que cada dispositivo de proyección contará con un circuito para dibujar un mapa desde el recipiente CIE hasta sus propios parámetros.

El punto importante aquí es que el proyector de referencia para masterización use una fuente de color TI P3. Si avanzan las nuevas tecnologías, como por ejemplo los proyectores láser, entonces esta referencia para masterización tendrá que cambiar.

# 10. De analógico a digital. Repercusiones comerciales



Sección escrita por Anders Geertsen, de Danish Film Institute.

## 10.1 El impacto en los negocios

La introducción de una nueva tecnología afectará a cualquier negocio. Tendrá un impacto en la forma en que se hagan negocios y en la fuerza relativa de los principales actores del mercado. Su único punto de venta, sus productos y la forma en que crean valor también se verán afectados, ya que puede que tengan que volver a reconsiderar y plantearse su negocio.

Algo como esto es lo que probablemente suceda cuando la distribución y la exhibición de los contenidos cinematográficos pasen de lo analógico a lo digital. En la pasada década, la filmación y la postproducción ya eran digitales. Cuando la distribución y la exhibición sean digitales en la próxima década, los laboratorios, empresas de postproducción, distribuidores y exhibidores sentirán las consecuencias.

### 10.1.1. 35mm, un auténtico estándar global

Antes de hacer especulaciones sobre cómo va a afectar la tecnología digital al negocio de los laboratorios, distribuidores y exhibidores, podría valer la pena detenerse en el todavía vigente estándar 35 mm.

El estándar 35 mm fue inventado y aceptado en todo el mundo mucho antes de la segunda guerra mundial, y pese a que la captura, almacenamiento y reproducción del sonido han cambiado mucho desde entonces, el estándar básico de 35 mm para las imágenes en movimiento no ha variado en absoluto durante casi cien años. Son muy pocos los negocios que pueden lograr este tipo de estabilidad. De hecho, la película de 35 mm es un estándar realmente global y abierto. Se puede coger un proyector de 35mm de hace 20 años de cualquier rincón del planeta, llevarlo a otro país completamente diferente, enchufarlo, y funcionará. ¿Hay alguien que pueda decir lo mismo de un ordenador, o de un software?

Nadie “es propietario” del estándar 35mm, y no existe patente o licencia de software relacionada con el uso de un proyector de 35mm.

Este estándar 35 mm global y abierto, así como su extraordinaria estabilidad, han hecho posible que las películas viajen por todo el mundo. Siempre que una cinta esté en 35 mm, podrá proyectarse en cualquier parte, en cualquier país. Bien es cierto que ha habido una serie de obstáculos en la libre circulación del contenido cinematográfico, pero las barreras técnicas, las patentes, las tasas de licencias y los sistemas incompatibles no han impedido la circulación de las películas.

Deberíamos hacer todo cuanto esté en nuestras manos para que la situación continúe así, incluso en la era digital.

### 10.1.2 Cambiar el negocio

En un nivel más práctico, ¿cómo afectará la enorme transformación tecnológica -descrita en esta “Guía EDCF para exhibidores pioneros”- al negocio de los distribuidores y exhibidores? En esta fase temprana del cambio de lo analógico a lo digital, nadie puede contestar esta pregunta. No obstante, podría ser de utilidad destacar algunas implicaciones comerciales fundamentales de la nueva tecnología, y señalar las áreas en las que habría que investigar más a fondo. Téngase en cuenta que lo que sigue a continuación no es una lista de respuestas o pautas sobre cómo navegar con seguridad por una zona agitada del mercado. Por el contrario, se trata de una lista de áreas que precisan una mayor investigación en beneficio de laboratorios, distribuidores y exhibidores europeos.

### 10.1.3 Cine Digital (D-cinema): ¿un producto nuevo?

Para el exhibidor, esta es la pregunta fundamental: ¿es el Cine Digital un producto nuevo o solo se trata de una tecnología entre bastidores para ofrecer el mismo producto ya conocido? Si el D-cinema es un producto nuevo, entonces debería ser comercializado como tal, cotizado como tal, e inevitablemente competiría con los “viejos” productos, a saber, la proyección en 35mm. Si por el contrario el D-cinema no es un producto nuevo, sino simplemente una nueva forma de presentar la ya conocida proyección de una película en una sala, entonces no existe algo nuevo en el mercado para vender o cotizar, y los clientes no deberían preocuparse por ello.

Por otra parte, si el D-cinema es un producto nuevo, entonces debería ofrecer la promesa del crecimiento del mercado, o la captación de las cuotas del mercado de los

productos existentes. Puede que se cotice de forma diferente, y puede que resulte una ventaja competitiva importante para los exhibidores que realicen el cambio primero. Existen además unos ingresos adicionales e incrementales por generar.

Si el D-cinema es un producto nuevo, los distribuidores deberían decidir ofrecer los productos antiguos y los nuevos juntos, es decir, el mismo título en 35 mm y en digital, pero a precios diferentes y en competencia. Sin embargo, para hacer esto, el exhibidor tendrá que tener muy claro cuál va a ser el único punto de venta del producto D-cinema, y de este modo convertirlo en una estrategia de mercado eficaz.

#### 10.1.4 El peligro de no tener un estándar

Los requisitos DCI del D-cinema estarán listos pronto y seguirán el camino de la ruta de normalización internacional, en este caso mediante el SMPTE, y después la ISO. Las especificaciones DCI son el resultado de un largo y complejo proceso, iniciado y propuesto por los siete principales estudios americanos de Hollywood, aunque con una importante aportación europea. No obstante, dichas especificaciones podrían considerarse americanas, y existe el peligro de que algunos territorios no vean estas especificaciones DCI del D-Cinema como estándares globales, obvios y abiertos que puedan sustituir el estándar básico 35 mm para la distribución y exhibición de películas cinematográficas por todo el mundo. Las salas de cine y el público serán las primeras víctimas de esa "guerra de estándares".

Puesto que aproximadamente el 70% de las películas proyectadas en Europa procede de Estados Unidos, es obvio que los distribuidores y exhibidores europeos tendrán que adherirse a las especificaciones DCI cuando proyecten contenidos de Hollywood, pero ¿tendrán algunos territorios la tentación de crear su propio estándar digital para sus propias películas? o, ¿se sentirán tentados algunos distribuidores o productores a optar por un estándar diferente para los documentales, por ejemplo?

El coste podría ser una fuerza motriz, ya que el equipo para dirigir una sala de cine D-Cinema compatible con el DCI es aún considerable.

No obstante, los actores del mercado europeo, y por supuesto los gobiernos y otros organismos institucionales, deberían considerar seriamente el peligro de crear un lugar en el mercado europeo en el que se muestren diferentes tipos de películas con diferentes equipos, y además más baratos, de E-Cinema, ya sea basados en la nacionalidad de la cinta o en el género de la misma. Normalmente al usarse equipos de E-Cinema más económicos la calidad que se consigue es inferior, y si las películas nacionales,

más los documentales se proyectan con dichos equipos por toda Europa, el público lo notará. El público notará que un contenido no americano puede parecer prácticamente tan bueno como uno americano, y que la experiencia de ir al cine, es decir, de la gran pantalla, el sonido y la extraordinaria nitidez y calidad de la imagen siguen siendo propios del cine de Hollywood, y no tanto de otros tipos de películas. Con esta baza, puede que los estudios americanos y sus películas tuviesen una aplastante ventaja sobre las películas europeas.

#### 10.1.5 Publicidad

Hablando de contenidos, ¿qué sucederá con la publicidad?

Tradicionalmente, la publicidad previa a una película se ha proyectado con el mismo proyector estándar 35mm que la película en cuestión. Esto está comenzando a cambiar en algunos países, en los que los anuncios se están proyectando ahora con proyectores de E-Cinema.

Probablemente todavía sea muy pronto para decir qué tecnología y qué modelos de negocio se acabarán imponiendo en el ámbito de la publicidad previa a las proyecciones de películas. A nivel comercial, cabría destacar que la proyección digital de anuncios introduce una nueva flexibilidad, a través de la cual el contenido de los anuncios puede ir dirigido a segmentos de público específicos, por ejemplo, una serie de anuncios para cada película proyectada, o una serie concreta de anuncios, en una secuencia determinada, para las proyecciones matinales, y otra serie diferente para un público más joven a las 8:00 p.m. de las proyecciones de los viernes por la noche. Se trataría, en efecto, de un producto nuevo y por tanto, cotizado de forma diferente.

#### 10.1.6 Los requisitos DCI de D-cinema están casi listos, pero, ¿qué pasa con el hardware?

Cuando se mira el estándar DCI del D-Cinema, hay que recordar que aunque tales especificaciones indiquen cómo debe almacenarse, codificarse, asegurarse, comprimirse y finalmente proyectarse una película digital, dichas especificaciones no detallan cómo debería ser el hardware para hacer esto. Además éstas no indican si las películas deben trasladarse en discos duros pequeños, en cintas o vía satélite, ni la forma o tamaño de dichas cintas o discos. Esto lo tratarán las empresas que produzcan el hardware, quienes probablemente procurarán imponer en el mercado su propio hardware compatible con el DCI. En otras palabras, a los propietarios de salas de cine se les ofrecerán distintos tipos de hardware, por parte de fabricantes rivales, que probablemente afirmarán cumplir con los estándares DCI del D-Cinema. ¿Pero, son

tales piezas de hardware compatibles? ¿Será todo tan fácil como enchufar y ver?

Los exhibidores no solamente deberían buscar el distintivo de conformidad DCI D- cinema, sino además deberían prestar mucha atención a la interoperabilidad a nivel de hardware.

### 10.1.7 ¿Cine de 35mm y Digital en paralelo?

¿Cuánto durará el periodo de transición entre la fase analógica y digital? Esto es algo que deberían tener en cuenta tanto el distribuidor como el exhibidor. Lo que es seguro es que el nuevo sistema estará disponible para proyección de D-cinema, pero ¿qué ocurrirá con el antiguo sistema, nuestro patrimonio cinematográfico? A este respecto, el D-cinema es una tecnología perjudicial, para nada compatible con el sistema anterior.

No se concibe que nuestros archivos cinematográficos y nuestro patrimonio filmográfico sean digitalizados en un futuro previsible, por lo que cualquier exhibidor que quiera proyectar con el sistema antiguo probablemente necesite guardar su proyector de 35mm en su cabina de proyección durante un buen tiempo. Pero las cabinas de proyección tienden a ser pequeñas y a estar atestadas de maquinaria. En otras palabras, los cines existentes podrían tener que modificar y agrandar sus cabinas de proyección para meter un proyector digital sin deshacerse del antiguo, y los nuevos cines obviamente tendrán que tener cabida para ambos tipos de equipos de proyección.

### 10.1.8 ¿Quién paga y quién gana?

No es un secreto que la fuerza motriz clave para cambiar al sistema digital es la posibilidad de ahorro de costes. También es ampliamente conocido que aquellos que se ahorrarán los costes no son los mismos que los que tendrán que invertir en el nuevo equipo de proyección digital. A largo plazo, la distribución de los costes bajará cuando las películas no se fabriquen y distribuyan ya en los pesados rollos del formato de 35mm, sino en pequeñas y ligeras cintas o discos duros. Pero antes de que lleguemos a eso, otros actores del mercado, los exhibidores, tendrán que invertir en nuevos equipos de Cine Digital.

Realmente se trata de la clásica situación de ¿qué fue antes: el huevo o la gallina? No habrá un ahorro real de costes para el distribuidor si no hay un número sustancial de salas de cine equipadas digitalmente y los exhibidores no podrán justificar la inversión en nuevos proyectores hasta que exista una oferta masiva de copias digitales. Por lo tanto, obviamente, la transición de lo analógico a lo digital no tendrá lugar antes de que los distribuidores y los exhibidores hayan llegado a un acuerdo de carácter financiero, válido para ambas partes. Se han

discutido tres modelos financieros:

#### • Alquiler de películas

El alquiler es la parte de la taquilla que los exhibidores pasan a los distribuidores y productores. Por lo tanto, podría parecer una herramienta apropiada si los distribuidores quieren alentar a los exhibidores a que inviertan. Lo cierto es que, hasta ahora, muy pocos distribuidores han querido bajar el alquiler de la película para aquellos exhibidores que invierten en equipos de Cine Digital.

#### • Terceras partes inversoras

Una manera más viable, al menos en Estados Unidos, es la introducción de una tercera parte financiera, un intermediario, es decir, entre estudios y distribuidores por una parte y exhibidores por otra. El papel de esta tercera parte, por lo general un banco, sería prestar dinero a los exhibidores para que pudieran comprar el equipo de Cine Digital. La tercera parte es entonces respaldada financieramente por el distribuidor y por los estudios. En un mercado regido por una normativa antimonopolios, este es uno de los modos más importantes y los distribuidores pueden potenciar la introducción del equipo de Cine Digital ante los exhibidores mientras se mantenga cierta distancia entre producción/distribución y exhibición.

#### • Contratos de leasing

Recientemente, al menos en Europa, se está probando un modelo de leasing. En este modelo, el exhibidor alquila su equipo de Cine Digital del distribuidor y de este modo evita una inversión importante. Al mismo tiempo, al exhibidor se le incita a proyectar publicidad del distribuidor que le alquila su proyector. Cada vez que el cine proyecte la publicidad de un distribuidor de la competencia, tendrá que pagar a modo de penalización una cuota de alquiler por minuto al distribuidor propietario del equipo.

### 10.1.9 Propiedad y control del equipo

Todos estos modelos de negocio distintos, y especialmente el modelo de leasing, ponen de relieve el tema de la propiedad. Tradicionalmente, un cine posee su equipo y en el mercado de los 35mm, no existe un incentivo financiero particular para un exhibidor que proyecte películas de un distribuidor específico. El cine trata obviamente de obtener publicidad y posiblemente generar la mejor taquilla, y de obtenerla lo más rápido posible. Solo cuando los exhibidores comiencen a alquilar sus equipos de los distribuidores, se presentará un fuerte vínculo financiero nuevo entre los distribuidores y los exhibidores, impulsando a éstos a proyectar películas de los distribuidores que actualmente poseen el equipo. Huelga decir que estos

planes cambiarán el mercado y la relación entre los dos colectivos clave.

#### 10.1.10 Inversiones y costes de explotación

Mientras que no es difícil para un cine comprobar el precio del equipo de Cine Digital necesario, es mucho menos evidente calcular los costes de explotación para utilizar, mantener y modernizar el sistema. Aún hay muy pocos datos disponibles sobre esto.

Los costes de explotación obviamente incluyen electricidad, mantenimiento, asesoramiento informático, formación, lámparas, etc. Pero, ¿se producirá un ahorro en comparación con las salas que usen 35mm, por ejemplo un ahorro de pantalla?

Este ahorro podría darse solamente el día en que la sala de cine pudiera funcionar de un modo completamente digital, dejando de lado el viejo sistema de proyección de 35mm. Pero, ¿ocurrirá esto en un futuro cercano?

Hoy, esto es solamente un juego de preguntas y respuestas, puesto que nadie sabe en qué derivará, pero se trata definitivamente de un área que necesita ser seguida de cerca, y donde los datos de la experiencia tomada de la vida real son muy valiosos.

#### 10.1.11 Europa debe adoptar este tipo de tecnología

Dejando por el momento a un lado los cines, debemos considerar también el impacto de la distribución digital en los estudios, laboratorios, empresas de postproducción y distribuidores. También se ha mencionado que los distribuidores no verán un ahorro en los costes hasta que una cantidad importante de exhibidores se hayan provisto de equipos de Cine Digital, permitiendo así una distribución eficiente y racionalizada.

Existe además otro aspecto a tener en cuenta. Cada país europeo tiene su propia producción nacional de películas, y los distribuidores nacionales están garantizando obviamente la distribución de éstas en su propio territorio. Tan pronto como la exhibición digital gane impulso, cada uno de los distribuidores nacionales europeos tendrán que aprender cómo codificar, asegurar, comprimir y presentar sus propias películas nacionales conforme a las especificaciones de la DCI para Cine Digital. Si no, no serán capaces de asegurar una distribución eficiente y rentable de la producción cinematográfica nacional.

Los laboratorios, empresas de post-producción y distribuidores de cada país europeo se deberían preparar para esto y adoptar con cautela la nueva tecnología. De lo contrario, podría suponer un gran obstáculo para la

distribución europea de publicidad nacional, así como una distribución paneuropea sobre la que a menudo se pone la etiqueta de publicidad no nacional y no Hollywood, por ejemplo, las películas europeas que se exhiben en otros países europeos.

Debido a la diversidad de lenguas europeas, los laboratorios, empresas de post-producción y distribuidores europeos juegan también un papel clave en la adaptación de películas americanas al mercado europeo mediante el doblaje y el subtítulo. Pero en la práctica, ¿cómo puede el distribuidor europeo doblar una película americana, almacenada y codificada según las especificaciones de la DCI para Cine Digital? ¿Necesitarán los laboratorios europeos la clave digital para 'abrir' las películas? y ¿obtendrán esta clave de Estados Unidos? ¿Cómo funcionará todo ello? No hace falta decir que es demasiado pronto para saberlo.

Pero los laboratorios, empresas de post-producción y distribuidores europeos deberían empezar a preocuparse por esto, a leer las especificaciones de la DCI, aprender sobre el algoritmo de Norma de Encriptación Avanzada (AES) y planificar cómo mantener y gestionar sus negocios en Europa en el mercado digital. Si no, la primera víctima será la producción cinematográfica nacional europea, los exhibidores y por supuesto el público europeo.

#### 10.1.12 Confianza y seguridad

La relación entre distribuidor y exhibidor podría no solamente cambiar como consecuencia de los nuevos acuerdos financieros, ya se trate de un contrato de alquiler o leasing de una película modificada, sino también por la forma en que la tecnología digital introduce la protección antipiratería. Y el tema de la seguridad no es solo un asunto técnico. No podemos hablar sobre seguridad sin tener en cuenta a la gente, el comportamiento, las prácticas comerciales y la confianza. Hoy en día, el exhibidor es de hecho una parte de confianza. Los estudios y los distribuidores alquilan a cada almacén del exhibidor los rollos físicos de las películas y cualquiera podría literalmente irrumpir en el almacén del cine, robar los rollos, copiarlos o venderlos. Sin embargo, aunque no parece que esto ocurra muy a menudo en la realidad, el robo de una copia digital bien podría ser un desastre financiero para los estudios y los distribuidores. Por tanto, tienen que preocuparse de esto y asegurarse el nivel de seguridad apropiado.

Los asuntos sobre seguridad son profundamente tratados en temas comerciales, y en la relación entre distribuidores y exhibidores, de diferentes formas: confianza, coste de seguridad y asuntos de interoperabilidad. Si los distribuidores no confían en los exhibidores, ¿cómo puede funcionar un mercado? Cualquier mercado necesita una

mezcla adecuada de mecanismos de confianza y control. Este equilibrio se ha encontrado hace tiempo en el mercado analógico basado en los 35mm, pero aún queda por ver cómo lo reemplazará la era digital. Los exhibidores están preocupados por esto, temiendo que el balance entre confianza y control gire entorno a un control más fuerte y a una menor confianza.

Controlar cuesta, y no solo está el coste de las claves de codificación, del software y del hardware. Un control muy ajustado también tiende a convertirse en tirantez, y por lo tanto en pérdida de flexibilidad. Un ejemplo muy claro: si una sesión de cine se ve interrumpida de forma repentina por un corte en el suministro eléctrico, y cuando el operador reinicia la proyección el sistema de seguridad controlado por el distribuidor lo para, simplemente porque la sala ha sido preparada solamente para una única proyección, y para el sistema de seguridad, como esta proyección comenzó hace una hora ya no podrá reiniciarse. Esto parece absurdo, pero todos sabemos que el software, la protección y los ordenadores son altamente complicados, estos son exactamente el tipo de problemas absurdos que suelen ocurrir. Y aquí es cuando llega la confianza. En un sistema demasiado rígido, se tiende a perder flexibilidad y los costes tienden a incrementarse. Se debe lograr un nuevo equilibrio entre confianza y control, entre riesgo y seguridad dentro del grupo de las salas y distribuidores.

Todo este asunto de la confianza y la seguridad aún se puede complicar más por otro factor. Si solamente tuviéramos un distribuidor, se podría idear fácilmente un sistema de seguridad y un nivel de confianza adecuados. Pero en un mercado competitivo, existe un claro riesgo de que cada estudio y cada distribuidor deje el listón a diferente nivel, optando no solo por diferentes niveles de seguridad, sino también por distintos sistemas propios.

## 10.2 Alta calidad - el (cada vez más estrecho) espacio entre HDTV y 2K

El mercado del Cine Digital debería fijarse cuidadosamente en la emergente Televisión de Alta Definición (HDTV) y los Sistemas de Cine en Casa. Cuando se introdujo en un principio la televisión, después de la segunda guerra mundial, el cine vio mermada parte de su presencia previa a la contienda. Esto ocurrió en un breve lapso de tiempo. No hay que negar que el entretenimiento casero y la proyección en salas compiten en cuanto a la atención, tiempo y dinero de los consumidores.

Ahora estamos a punto de presenciar el enorme crecimiento de la calidad tanto de la imagen como del sonido de los sistemas de cine en casa. Y con la llegada de la HDTV y una nueva generación de DVDs de alta definición, los consumidores contarán en casa con una pantalla que alcance los 1920 píxeles horizontalmente. Esto se acerca mucho a la resolución de 2K (2048) de las especificaciones DCI para Cine Digital, y seguramente alcanzará la barrera de las expectativas de los consumidores. La televisión y los sistemas de cine en casa están dando un paso de gigante en torno a una mejora de la calidad. En términos de píxeles y resolución, están muy cerca de la proyección 2K en los cines.

Una proyección en sala es mucho más que píxeles y resolución. Y este 'mucho más' -pantalla gigante, sonido, ambiente- debe protegerse y además desarrollarse si se quiere mantener el punto de venta único de las salas.

También es bueno recordar que las 2K y los 24 fotogramas por segundo de las especificaciones de las DCI del Cine Digital son exactamente los requisitos mínimos. Las 4K están en el punto de mira, y bien podría ser el momento en que los cines retomen la superioridad visual obvia sobre la televisión en casa.