

Cine Digital y sus Contenedores. Herramientas de Software libre basadas en las Especificaciones DCI

Proyecto de Fin de Carrera
Facultad de Informática

8 de junio de 2013

Pablo Romero

Supervisor UPV/EHU:
Iñaki Alegria

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Motivación

El Cine Digital es aquel que utiliza la tecnología digital para grabar, distribuir y proyectar películas.

En los años 90, el cine comenzó un proceso de transición, del soporte fílmico a la tecnología digital. Pero el salto definitivo se dio con las grandes superproducciones de principios del 2000. Con este cambio de era y debido a la rápida difusión del digital y la proliferación de formatos se creó el DCI (*Digital Cinema Initiative*), para cambiar el modo en que las personas consumen cine. Trabajando junto con los miembros del comité SMPTE (*Organización americana encargada de crear los estándares de la industria audiovisual formada por ingenieros, técnicos y fabricantes*) publicó un sistema de especificaciones que han adoptado las mayores productoras estadounidenses. Mediante este acuerdo, aseguraban la calidad técnica de las producciones, la compatibilidad entre sistemas y como no, su hegemonía particular. Entre las especificaciones técnicas que suscribieron que son la base actual del DCI figuran la resolución de fotograma, el espacio de color, la compresión de imagen, la encriptación y el método de empaquetado de archivos. Y hoy en día son un estándar en la masterización, distribución y en la proyección final en las salas de cine.

Una de las grandes esperanzas que hay puestas en la tecnología digital es la democratización en el mundo del cine y la supuesta abolición de las barreras económicas a la hora de realizar películas, dado lo barato que puede resultar la grabación digital y la posibilidad de pasar el material a video y editarlo en un ordenador doméstico.

Independientemente de los sistemas de edición que se utilicen, el formato de archivo o incluso el códec usado, los servidores de cine digital solo aceptan un tipo de archivo llamado DCP (*Digital Cinema Package*). Hay que aclarar que el DCP es abierto, documentado y que está basado en los estándares SMPTE. Por lo tanto, existen en el mercado actual herramientas de software libre que permiten crear un DCP válido según las normas del DCI y compatible con los actuales servidores de cine digital.

El propósito de este proyecto principalmente es documentar desde un punto de vista técnico la creación de un archivo DCP y analizar las diferentes

herramientas existentes en el mercado para poder realizarlo: tanto las de uso comercial, como las de software libre. Como base se partirá de las aplicaciones creadas por la empresa alemana *Fraunhofer* (EasyDCP Creator, Player) - es el software utilizado en el estudio REC - y de otras herramientas más rudimentarias y escritas en C++ como (asdcplib) de *Cinercert*.

Índice general

I	INTRODUCCIÓN	1
1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	DCI y SMPTE	4
1.2.	Ventajas del digital respecto al sistema de 35mm	5
1.3.	Esquema completo del sistema de cine digital	7
1.4.	Conceptos principales	8
1.5.	Estructura jerárquica	12
II	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
2.	DOCUMENTO DE OBJETIVOS DEL PROYECTO	17
2.1.	Descripción	18
2.2.	Objetivos	18
2.3.	Lista de tareas	18
2.3.1.	Procesos tácticos	19
2.3.2.	Procesos operativos	19
2.4.	Estimación del trabajo y su planificación	20
2.4.1.	Planificación del trabajo	20
2.5.	Análisis de riesgos	21
III	DESARROLLO TÉCNICO	25
3.	DIGITAL CINEMA DISTRIBUTION MASTER	27
3.1.	Introducción	27
3.2.	Requisitos fundamentales del DCDM	28
3.3.	Especificaciones de la imagen	29
3.4.	Especificaciones del audio	30
3.5.	Procesamiento de texto	30

4. COMPRESIÓN	35
4.1. Compresión de imagen	36
4.1.1. Esquemas de compresión	36
4.1.2. Algoritmos de Compresión	37
4.2. Especificaciones del decodificador de la sala de cine	38
5. EMPAQUETADO	39
5.1. Introducción	40
5.2. Descripción del empaquetado	41
5.2.1. Requisitos fundamentales	41
5.2.2. Conceptos del empaquetado	42
5.3. Contenedores MXF	42
5.4. Archivos específicos XML	44
5.5. CPL	45
5.6. DCP	47
6. TRANSPORTE Y SEGURIDAD	51
IV DESARROLLO PRÁCTICO	55
7. SOFTWARE	57
7.1. Prólogo	59
7.2. Software de licencia libre	59
7.2.1. AS-DCP	59
7.2.2. OpenDCP	62
7.2.3. Usando OpenDCP	62
7.2.4. DCP Builder	68
7.2.5. 2DCP	69
7.2.6. Cinemaslides	70
7.2.7. DVD-o-matic	71
7.2.8. opencinematools	71
7.2.9. Comparativa de software libre	72
7.3. Software Comercial	74
7.3.1. EasyDCP Creator	74
7.3.2. CineAsset	78
7.3.3. CuteDCP	79
7.3.4. Inition DCP Pro	80
7.3.5. DCP Tool	80
7.3.6. FinalDCP	81
7.3.7. OpenCubeDCP	82

Índice general

7.3.8. QubeMaster Pro	82
7.3.9. Otros: Dolby y Doremi	83
7.3.10. Comparativa de software comercial	83
8. CONCLUSIONES GENERALES	85
Referencias	89

Parte I

INTRODUCCIÓN

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

En el pasado Festival de San Sebastián, todas las películas de la sección oficial se proyectaban ya en formato digital. Los estudios de Hollywood dejarán de tirar copias en celuloide a finales de este año de cara a los mercados de: Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Japón y Australia. En nuestro país las salas están inmersas en un proceso forzoso de digitalización, ya que para 2015 no existirán las pesadas bobinas de celuloide y se dirá adiós a los costes de transporte, a los desenfoques y a las rayas en pantalla.

El actual DCP (*Digital Cinema Package*) es un ‘disco duro’ que contiene la película y que necesita una clave secreta proporcionada por la distribuidora. En realidad condiciona más a los exhibidores que el celuloide tradicional: la distribuidora puede establecer a qué horas o sesiones funcionará e incluso determinar en qué sala se proyectará. En Madrid se acaba de presentar un sistema de distribución vía satélite desarrollado en España y que supondrá la desaparición física de la película como tal.

Los laboratorios Deluxe Spain, la empresa de telefonía Ericsson, el satélite Hispasat y los cines Callao de Madrid se han aliado y próximamente Deluxe subirá los contenidos audiovisuales al satélite Hispasat y todos los cines conectados mediante una antena receptora y un ordenador con un software de descifrado podrán recibir de forma simultánea las películas de una forma segura y rápida, en un plazo de apenas tres horas.

Los cines Callao serán los primeros en adoptar esta nueva tecnología, que admite las mayores calidades de imagen del mercado: alta-definición, 3D y la

futura ultra alta definición. De acuerdo con los responsables del sistema, se estima que podrían distribuirse 20.000 copias de películas y 30.000 trailers al año a cerca de 2000 salas de cine en España.[1]

A continuación se van a exponer los principales elementos que componen el sistema del cine digital, para facilitar la lectura de los capítulos que vienen en las siguientes paginas:

1.1. DCI y SMPTE

Las dos siglas corresponden a las asociaciones que controlan y gestionan el actual cine digital y su devenir. DCI es la abreviación de *Digital Cinema Initiatives*[2], una organización representada por los mayores estudios de Hollywood. Fue fundada en Marzo de 2002 y la componen: *Disney, Fox, MGM, Paramount, Sony Pictures Entertainment, Universal y Warner Bros.* Se creó con el fin de poner de manifiesto sus opiniones técnicas sobre el cine digital. Y hoy en día, su propósito principal es establecer y documentar especificaciones para una arquitectura abierta que garantice un nivel elevado y uniforme de prestaciones técnicas, fiabilidad y control de calidad. Desde su creación este consorcio ha ido publicando y actualizando sus documentos, añadiendo nuevas normas o cambiando algunas existentes.

Basándose en muchos estándares SMPTE y ISO, como la compresión JPEG2000 de imagen o el sonido PCM/WAV, han definido como crear un DCP (*Digital Cinema Package*) partiendo de un archivo en bruto, así como añadirle la protección de contenido y el cifrado.

Aun así resulta curioso que a pesar de que este organismo sea el que especifica que tipo de requisitos se requiere para una correcta visualización y creación de un DCP, sea otro organismo el ya antes mencionado SMPTE (*Society of Motion Picture and Television Engineers*)[3] el que se encargue de dar el formato necesario a todos estos requisitos. El SMPTE fue fundado en 1916 y es una asociación internacional profesional. Tiene mas de 600 estándares, recomendaciones y directrices de ingeniería para la producción de televisión, cine digital, grabación de audio y muchos mas. En el siguiente enlace se pueden ver todos, clasificadas por temas: <http://standards.smpte.org/site/browse/browse-by-topic.xhtml>

1.2. Ventajas del digital respecto al sistema de 35mm

La principal ventaja es que mientras el pase consecutivo de las copias en 35mm genera polvo, rayas, suciedad y descompensación en el sistema digital todo es perfecto todas las veces. La resolución efectiva en ambos formatos es la misma hoy en día, siendo mucho más nítida en el caso de la proyección digital. También, permite la reproducción de formato 3D usando un sistema de doble imagen, con gafas 3D, otorgando gran calidad de proyección. Otras ventajas son que los bordes de la proyección son absolutamente nítidos, y su exhibición es totalmente homogénea de principio a fin.

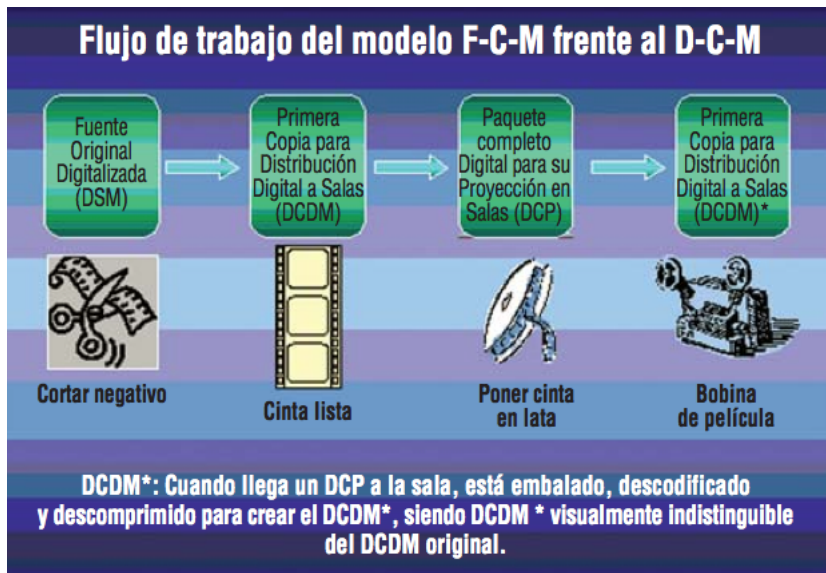


Figura 1.1: Relación de contenidos que existe entre el modelo de 35mm y el cine digital. Fuente: [12]

Para entender mejor la imagen de arriba he aquí una breve exposición: La película fotoquímica fue el único formato usado para capturar, revelar, proyectar y almacenar imágenes en movimiento durante más de 100 años. Uno de los primeros pasos en el proceso de producción, consiste en capturar las imágenes con la cámara. Esa tarea corresponde al director de fotografía que es el que ayuda al director a conseguir el aspecto visual deseado. Es una tarea complicada: se debe fijar en los colores, la composición, los ángulos, la calidad de la luz sobre el cabello, a través de una ventana o reflejándose en el suelo. Las cámaras de película fotoquímica son herramientas que enfocan y miden fotones de luz

y graban imágenes. La luz entra por el objetivo y llega al filme que hay detrás. El filme está recubierto con una emulsión que contiene granos formados por cristales de haluros de plata[35]. Dichos cristales reaccionan químicamente al contacto con la luz y se transforman en plata metálica en el rebelado. Así se forma la imagen fotográfica sobre la película. Después la película va al laboratorio, se rebela de noche y se positiva. Y luego al día siguiente esta lista para su reproducción. Por lo tanto el resultado final es una incógnita, porque durante el proceso de grabado no se puede saber con exactitud el resultado, hay que confiar en el director de fotografía.

Una cámara digital, en cambio, no usa película. En su lugar, tiene un sensor electrónico o chip situado detrás del objetivo. El sensor se compone de millones de minúsculos elementos de la imagen o píxeles. Cuando la luz atraviesa la cámara, entra en contacto con los píxeles y produce cargas electrónicas individuales. Estas cargas, se miden y se convierten en información digital que representa a la imagen. Con las cámaras digitales y la ayuda de monitores se puede ver exactamente lo que se está grabando en plato mientras se rueda en cada momento. A diferencia de las cámaras analógicas, no se tarda un día en poder ver el resultado de la grabación. Y la capacidad de almacenamiento es 100 veces superior al antiguo formato. Todo esto conlleva un gran ahorro de dinero y tiempo. Hay que tener en cuenta que en el formato antiguo cada rollo de película permite grabar un máximo de 10 minutos. Además el precio de la cámara es infinitamente inferior, su capacidad de almacenamiento es prácticamente infinita y la diferencia de peso y comodidad es inigualable.

El trabajo del montador también se facilita enormemente hoy en día. Antes, el montaje implicaba cortar y pegar trozos de película físicamente. Lo digital se fue imponiendo poco a poco, hasta el punto que las imágenes creadas por ordenador iban apareciendo con cada vez mayor frecuencia en las películas. Entonces se utilizaba la positivadora para unir las diferentes capas de películas. El paso anterior a la digitalización total fue cuando se logró escanear el filme, para poder editarlo en el ordenador. De esta manera se añadían los efectos especiales en películas como *Terminator*[36] y *Jurassic Park*[37]

Y ese fue el salto definitivo que cambió la industria. Se daba carpetazo por fin a las antiguas imágenes fotoquímicas que eran muy difíciles de manipular. Otro punto importante es la corrección de color, para dar el aspecto definitivo que queremos a la película antes de su pase en las salas de cine. En el método fotoquímico tradicional se revela el negativo y se positiva. Posteriormente, en el laboratorio se decide el aspecto final que el público va a ver en las salas. Los únicos ajustes posibles son el equilibrio de colores entre rojo, verde y azul y el

1.3. Esquema completo del sistema de cine digital

brillo.

La corrección digital de color va muchos mas allá, hace cualquier cambio posible: se puede aislar cualquier punto o fotograma y darle la tonalidad que se requiera.

Debido a todos estos cambios, la conclusión final era cambiar el sistema de entrega de películas adoptando el formato común del DCP para su distribución y posterior proyección en salas. Con el celuloide (se ponía la lata de la película en el camión, había que llevarlo a la ciudad, descargar las pesadas bobinas) y este nuevo formato abre un sinfín nuevo de posibilidades y formas que hacen mucho más cómodo el transporte.[4]

1.3. Esquema completo del sistema de cine digital

El esquema del sistema lo componen básicamente 7 apartados. Sin embargo, la realidad es que en este proyecto, solo se analizaran 5 que son los básicos, ya que el *sistema de cine y la proyección* se ven como apartados que quedan fuera del alcance de los creadores de un archivo de cine digital, por tratarse de puntos que corresponden a propietarios de salas de cine o trabajadores de la industria y no aportan nada extra, a pesar de que está bien saber de su existencia, ya que generan una visión global.[9]

- *Digital Cinema Distribution Master* (DCDM): En esta sección se definen las características de la imagen, el audio y los subtítulos: La imagen del DCDM contiene un conjunto común de estructuras, que se especifican en un contenedor de imágenes. El audio se caracteriza por las siguientes características: profundidad de bits, frecuencia de muestreo, número de canales mínimo, el mapeo de canal y los niveles de referencia. Los subtítulos también tienen un formato concreto para los archivos de cine digital. Contienen un conjunto de instrucciones para colocar el texto o las superposiciones gráficas en lugares precisos en los distintos grupos de fotogramas. Este tipo de archivos es un componente integral en la composición de una película digital y debe estar presente tanto en el masterizado como en la distribución. (ver capítulo 3)
- *Compresión*: Se especifica la secuencia de código JPEG2000 y su codifi-

cación según las normas DCI. (ver capítulo 4)

- *Empaquetado*: Se definen los requisitos para el empaquetado de los archivos DCDM (Imagen, audio y subtítulos) usando las especificaciones MXF (*Material eXchange Format*) y archivos auxiliares de índice en formato XML (*eXtensible Mark up Language*). El resultado de este proceso es el ya conocido DCP. También se definen los requisitos de la encriptación. (ver capítulo 5)
- *Transporte*: Define el proceso de distribución desde los centros de distribución a los cines usando los medios físicos, las redes virtuales privadas o las comunicaciones tipo satélite. (ver capítulo 6)
- *Seguridad*: El capítulo de seguridad establece los requisitos y especificaciones fundamentales para la protección de contenidos y el acceso controlado en una arquitectura de seguridad abierta. Estos objetivos son logrados utilizando una alta seguridad en un ambiente multiusuario, a través de la aplicación de estándares de encriptación. (ver capítulo 6)
- *Sistema de Cine*: Abarca todo el equipamiento necesario para la proyección en una sala de cine. Esto incluye proyectores digitales, *Media Block* (Son los responsables de la conversión en tiempo real del empaquetado, los datos comprimidos y cifrados, en la imagen en bruto en las salas de cine), sistemas de almacenamiento, sistemas de sonido, la *ingesta* de los archivos DCP (Es el proceso de recepción de contenidos y la información de seguridad en el auditorio), la automatización del cine, el sistema de gestión de pantallas (*SMS*) y el sistema de gestión teatros (*TMS*).
- *Proyección*: Se empieza con el proyector, junto con las tolerancias aceptables en torno a los parámetros críticos para la imagen y las generales de exposición. El objetivo es proporcionar un medio para lograr una calidad de color de imagen consistente y reproducible. Se especifican dos niveles de tolerancia: una tolerancia más ajustada para las salas de masterizado, donde se hacen los ajustes de color y una mayor tolerancia en las salas generales para la exposición pública.

1.4. Conceptos principales

Como punto de partida para la creación de un archivo DCP, debemos empezar del material final de la fase de posproducción: el DSM (*Digital Source*

1.4. Conceptos principales

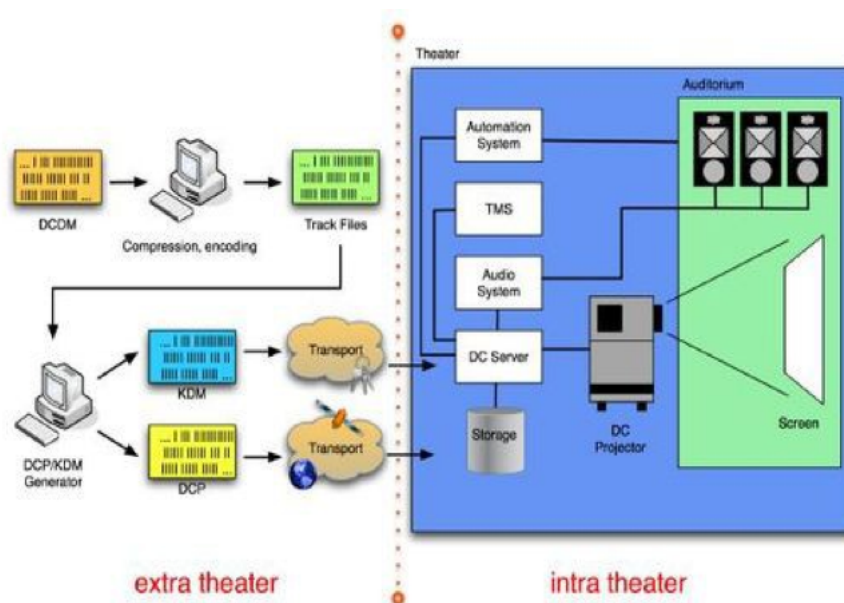


Figura 1.2: En la siguiente imagen se puede ver un sistema de configuración típico DCI. Se pueden diferenciar 2 partes: extra theater o parte exterior del teatro (creación del DCP y del KDM antes de la proyección en la sala) y intra theater o parte interior (corresponde al interior de la sala y a su proyección). Fuente:[38]

Master). Puede ser un archivo intermedio digital o una serie de imágenes acompañadas por audio. A continuación se crea el master digital para su distribución, conocido por las siglas DCDM (*Digital Cinema Distribution Master*). Sus fuentes - imagen, sonido y subtítulos - están aún sin comprimir ni encriptar. Las fuentes del DCDM se comprimen (obligatorio) y se encriptan (opcional) de forma que se convierte en un archivo más manejable y pequeño. Posteriormente se crea el listado de proyección o CPL (*Composition Playlist*) que comprende el orden de reproducción de avisos, trailers y “reels” de la versión completa de la película con audio, subtítulos y encriptación (opcional). Con todo ello junto, se crea el DCP, el famoso paquete de cine digital y se almacena en un disco duro externo para su distribución.

En las secciones siguientes se detallan alguno de los elementos de este flujo.

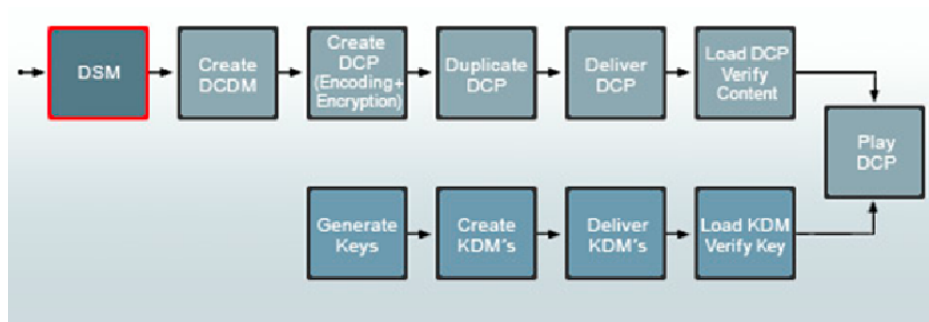


Figura 1.3: Flujo de trabajo para la creación del DCP. Fuente:[39]

Digital Source Master (DSM)

El DSM (Origen en la fig. 1.3) es el resultado del proceso de masterización de la posproducción y contiene la imagen final y los datos de audio. Es el punto de partida para la creación del DCP (*Digital Cinema Package*). En la imagen (fig. 1.4) vemos como el DSM puede tener diferentes puntos de origen:

- HDCAM SR/HD-D5: Partiendo de un grabador de video en alta definición.[5]
- OCN (*Original camera negative*): El punto de inicio en este caso es el negativo inicial. Era la forma original de lograr el DSM con las antiguas películas. (Sec 1.2)
- TIFF, DPX: Hoy en dia el metodo tradicional es partir de una serie de imágenes con el formato TIFF. Según el caso podría darse también que el origen de las fuentes fuera del formato tipo DPX.[6][7]

Digital Cinema Distribution Master (DCDM)

El DCDM es un formato de intercambio universal, que se consigue a través del DSM. Contiene los datos de imagen, audio, subtítulos y puede ser usado como un formato universal para todas las etapas de la cadena de explotación ya que los datos están aun sin comprimir ni cifrar. Para crearlo, las imágenes son codificadas en formato TIFF, pasando del espacio de color original al formato XYZ. El audio debe ser de 24 bits tipo WAV. El DCDM no esta preparado

1.4. Conceptos principales

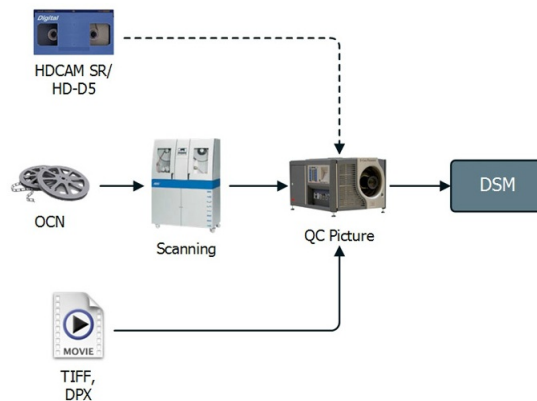


Figura 1.4: Creación del DSM. Fuente:[39]

para su distribución o exhibición pero permite tener una copia NO comprimida del master final, antes de la creación del DCP.[9]

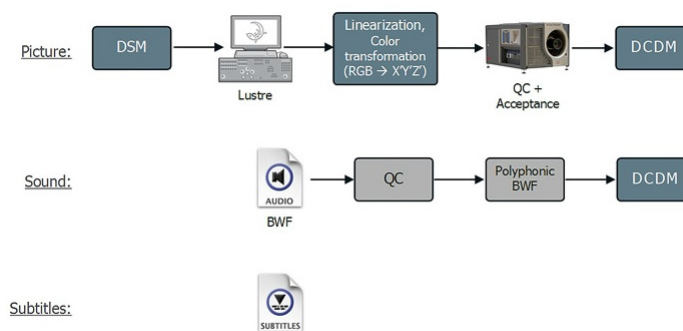


Figura 1.5: Fuentes del DCDM: Imágenes TIFF con el espacio de color XYZ, audio y subtítulos (opcional). Fuente:[39]

Digital Cinema Package (DCP)

El DCP es el master final de distribución para las películas digitales actuales. Una vez que el DCDM es comprimido, cifrado (opcional) y empaquetado para su distribución pasa a ser considerado un DCP. Se trata de codificar el archivo DCDM en imágenes tipo JPEG2000 de 12 bits y empaquetarlo y codificarlo en formato MFX creando un paquete. Este suele incluir elementos de

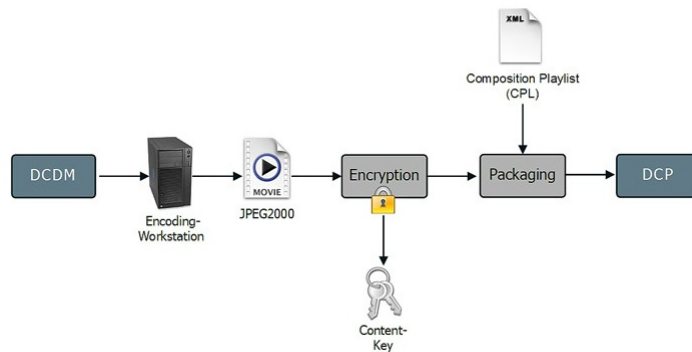


Figura 1.6: Creación del DCP. Fuente:[39]

texto, asegurando así la multiversión de idiomas. El DCP se puede manipular para crear diferentes versiones, con diferentes logos y certificaciones dependiendo del país o el idioma en el que se vaya a exponer. Y añadir subtítulos y audios diferentes.[9]

En la (fig. 1.6) se muestran dos detalles que se analizarán en posteriores capítulos: La encriptación y el *CPL* (Composition playlist) en el proceso de empaquetado.

En el caso específico de la encriptación y la creación de las llaves, hay que decir que se considera una herramienta avanzada y que no se utiliza por los estudios Rec y que todas las herramientas de software libre disponibles en el mercado actual no traen consigo esta opción. Su utilización está más enfocada a salas comerciales y su utilización en películas de estreno en grandes festivales.

1.5. Estructura jerárquica

Los equipos de almacenamiento y proyección (Sistema de Presentación) actuales se han diseñado específicamente para utilizarse con películas de formato digital que el exhibidor recibirá del distribuidor para su proyección en salas. El DCP y el sistema de salas 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

1.5. Estructura jerárquica

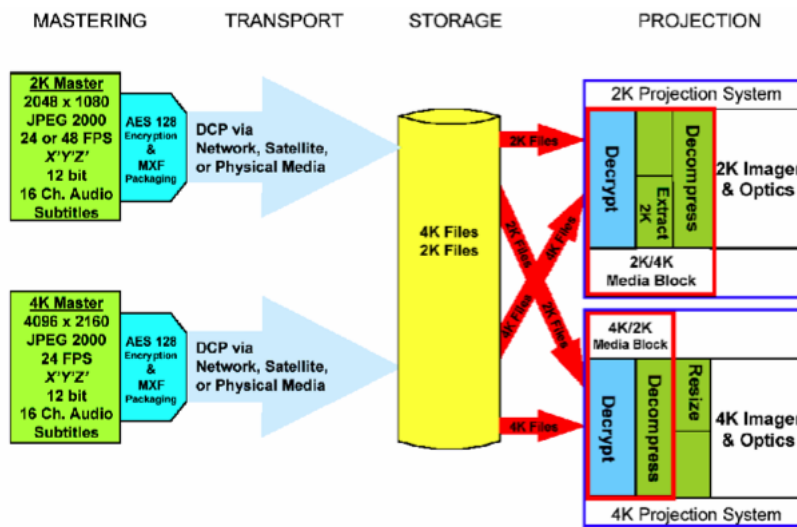


Figura 1.7: Estructura jerárquica. Fuente:[38]

se muestra en el gráfico. (ver figura 1.7) 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 una resolución de 2K, a partir de archivos 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.

Las siguientes figuras corresponden a los tamaños de las resoluciones de la sección 1.5

2K Aspect Ratios and Pixel Resolutions

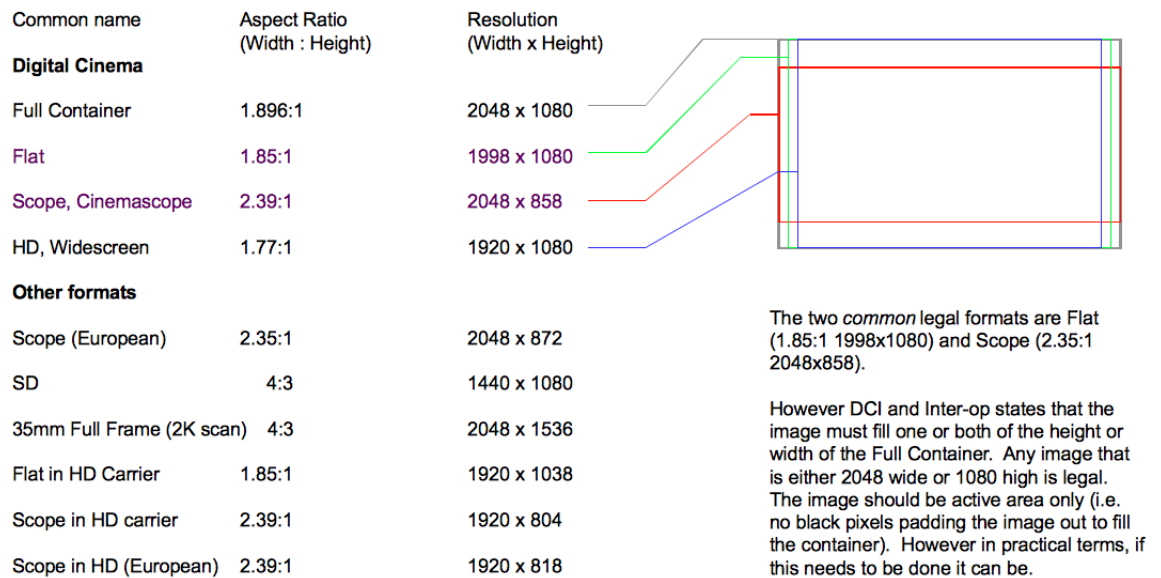


Figura 1.8: Tamaño de resoluciones y aspecto: 2K. Fuente:[9]

4K Aspect Ratios and Pixel Resolutions

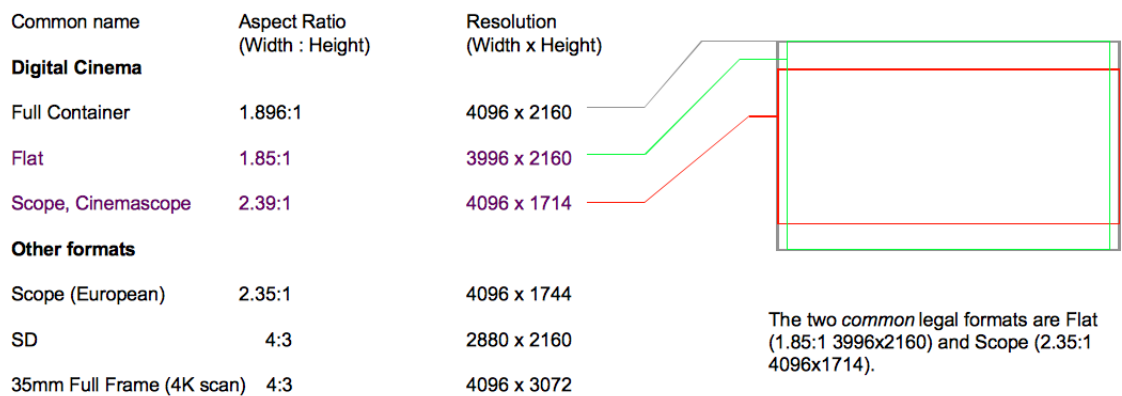


Figura 1.9: Tamaño de resoluciones y aspecto: 4K. Fuente:[9]

Parte II

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Capítulo 2

DOCUMENTO DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

Contenido

2.1. Descripción	18
2.2. Objetivos	18
2.3. Lista de tareas	18
2.3.1. Procesos tácticos	19
2.3.2. Procesos operativos	19
2.4. Estimación del trabajo y su planificación	20
2.4.1. Planificación del trabajo	20
2.5. Análisis de riesgos	21

2.1. Descripción

Hoy en día, están desapareciendo los soportes tradicionales utilizados en la proyección de películas de cine como el celuloide o el material fotografico de 35mm. Poco a poco el soporte digital esta ganando terreno y en España su implantación se estima en un 60 % , ni que decir en Europa o Estados Unidos. Hace unos años, los mayores productores y distribuidores mundiales llegaron a un acuerdo para desarrollar el Cine Digital y crearon el estándar SMPTE / DCI (Digital Cinema Initiative). Este estándar propone una arquitectura abierta para el cine digital y un alto nivel de disponibilidad, fiabilidad y garantía en el rendimiento técnico.

2.2. Objetivos

El proyecto consta de dos fases:

1) Analizar las opciones que hay en el mercado en el cine digital y sobre todo aquellas que son de software libre, teniendo en cuenta las características de REC. El resultado será un informe técnico.

2) La construcción de un prototipo, utilizando el software propuesto y basada en una necesidad real de REC. El resultado será un demo. Como base, se tomaran las aplicaciones creadas por FRAUNHOFER (EasyDCP Creator y Player) o CINECERT.

2.3. Lista de tareas

Las tareas se dividen en dos tipos de procesos: Procesos tácticos y procesos operativos. En los procesos tácticos se tienen en cuenta aquellos relacionados con la planificación y la organización del proyecto y en los operativos, en cambio, el análisis y los pasos a realizar en el desarrollo del proyecto.

2.3.1. Procesos tácticos

P: Planificación

P1.- Documento de Objetivos del Proyecto: Un documento que contenga la descripción del proyecto, la estimación del tiempo, los riesgos y el método de trabajo.

G: Gestión

G1.- Reuniones: Las reuniones se dividen en dos. Por un lado, las que se mantendrán con el tutor de la universidad y por otro lado las que se tendrán con el tutor del estudio de grabación REC. Estas pueden ser de dos tipos a su vez: Para mostrar los progresos que se han realizado y recibir la aprobación del tutor y las segundas, para que el proyecto siga adelante que decisiones hay que tomar.

G2.- Gestión de archivos: Organizar y clasificar la documentación generada y realizar copias de seguridad.

2.3.2. Procesos operativos

A: Análisis

A1.- Estudio de los programas y la tecnología: La investigación, el análisis y la comparación de las distintas herramientas y programas que se van a utilizar para completar el proyecto. Y en concreto las herramientas utilizadas en el estudio de grabación y las de software libre.

Se llevara a cabo su instalación, configuración y posterior prueba.

P: Prototipo

P1.- Creación del prototipo: Después de analizar los anteriores programas y la tecnología, toca meterse de lleno en la creación del prototipo. El objetivo principal, es satisfacer las necesidades del estudio de grabación.

D: Documentación

D1.- Hacer la memoria: Al finalizar el proyecto, hay que escribir y presentar el documento final, con todo el trabajo realizado. Tendrá varios archivos adjuntos tales como alguna guía de programas y los conocimientos necesarios para utilizarlos.

2.4. Estimación del trabajo y su planificación

TAREA	DESCRIPCIÓN	ESTIMACIÓN
PROCESOS TÁCTICOS	Total	30 horas
P: Planificación	Tiempo empleado en hacer la planificación	15 horas
P1: Hacer el documento de objetivos	Escribir el documento de objetivos del proyecto	10 horas
G: Gestión	Tiempo empleado	15 horas
G1: Reuniones	Tiempo empleado en las reuniones	4 horas
G2: Gestionar el archivo	Guardar los documentos y ordenarlos	2 horas
PROCESOS OPERATIVOS	Total	150 horas
A: Análisis	Tiempo empleado en el análisis	50 horas
A1: Investigación de los programas y la tecnología	Buscar, analizar y entender	42 horas
A2: Instalación	Instalar los programas	1 hora
A3: Configurar	Configurar los programas	2 horas
A4: Hacer las pruebas	Probar los programas	5 horas
PROTOTIPO	Horas invertidas en el desarrollo	40 horas
Creación del prototipo	Tiempo empleado en la creación del prototipo	40 horas
D: Documentación	Escribir toda la documentación	60 horas
D1: Hacer la memoria	Escribir el documento y organizarlo	50 horas
TIEMPO TOTAL	TIEMPO EMPLEADO EN HACER TODO EL PROYECTO	180 horas

2.4.1. Planificación del trabajo

Las horas estimadas para la realización del proyecto son 180. El objetivo es trabajar aproximadamente unas 3 horas diarias. En la primera fase, después de rellenar el documento de objetivos del proyecto, hay que analizar las diferentes herramientas y tecnologías que se utilizan en REC. Luego se tratara de hacer el mismo trabajo con herramientas de software libre comparándolas entre si.

En la segunda fase, después de terminar con un análisis completo de las herramientas utilizadas y con una conclusión, se procederá a la creación de un prototipo.

2.5. Análisis de riesgos

Por ultimo y para terminar, hay que escribir la memoria: Organizar y rellenar todas las partes del documento final.

Para realizar todas estas tareas, se utilizara el ordenador personal, sin embargo existe la posibilidad de utilizar los equipos del estudio o cualquier otro material, para realizar alguna prueba o algún test concreto.

2.5. Análisis de riesgos

A continuación se van a enumerar problemas o riesgos que se podrían tener, sus posibles consecuencias y en caso de tener alguno de ellos las medidas que deben adoptarse para solucionarlos adecuadamente.

- (A.-) Retraso del trabajo, los periodos estimados no se cumplen:

Descripción: Los plazos acordados con el tutor no se cumplen.

Nivel de gravedad: Moderado, en caso de no estar muy lejos de la fecha estimada. Cuanto mayor sea el retraso, mayor sera la gravedad.

Impacto: El trabajo se acumulara, alargando los plazos y provocara el retraso del proyecto.

Plan de contingencia: Ser disciplinado y meter las horas necesarias cada dia.

- (B.-) Falta de conocimiento:

Descripción: No saber utilizar el programa o la tecnología necesaria para llevar adelante el proyecto.

Nivel de gravedad: Moderado.

Impacto: Retraso del trabajo.

Plan de contingencia: Aprender cuanto antes el uso de los programas y la tecnologia necesaria.

- (C.-) Sitio de trabajo inadecuado:

Descripción: El lugar elegido para trabajar que no sea el apropiado por diversos motivos: ruido, falta de luz, falta de espacio

Nivel de gravedad: Bajo.

Impacto: Se reduce el nivel de confort y con ello el rendimiento personal.

Plan de contingencia: Antes de empezar a trabajar, hay que buscar un buen lugar de trabajo y si no lo hay adaptarse lo mejor posible.

- (D.-) Pérdida de datos:

Descripción: Desaparición o pérdida de uno o mas archivos por un fallo del ordenador, por quedarse sin batería o debido a un corte de energía.

Nivel de gravedad: Alto.

Impacto: Un gran retraso y tener que repetir el trabajo realizado con anterioridad.

Plan de contingencia: Después del final de la jornada de trabajo, es recomendable hacer una copia de seguridad en diferentes sitios: En el portátil, en un dispositivo portátil y en Dropbox.

- (E.-) Ponerse enfermo

Descripción: Debido a problemas de salud estar unos días sin poder trabajar.

Nivel de gravedad: Moderado, si se trata de unos pocos días. Pero cuantos mas dias el nivel de gravedad ira en aumento.

Impacto: Acumulación de trabajo y en el peor de los casos el retraso general del proyecto.

Plan de contingencia: Una vez recuperado, será necesario aumentar el numero de horas a dedicar al proyecto hasta alcanzar las horas perdidas.

- (F.-) Disponibilidad de recursos:

Descripción: No poder utilizar las herramientas, ordenadores y diferentes maquinas del estudio porque no están disponibles.

Nivel de gravedad: Bajo

Impacto: Pequeños retrasos

Plan de contingencia: Mientras tanto se puede adelantar otra parte del proyecto, para no perder el tiempo.

- (G.-) Retrasos en las reuniones con los responsables del estudio

Descripción: Debido al calendario y a la carga de trabajo, podría darse un cambio de fechas de las reuniones acordadas anteriormente.

Nivel de gravedad: Moderado.

Impacto: Retraso del trabajo

2.5. Análisis de riesgos

Plan de contingencia: Acordar un día en el calendario con tiempo y en caso de que alguna de las dos partes no pudiera acudir a la cita se podría ir realizando otro trabajo para adelantar materia.

Parte III

DESARROLLO TÉCNICO

Capítulo 3

DIGITAL CINEMA DISTRIBUTION MASTER

3.1. Introducción

Como se ha dicho en el primer capítulo, el *Digital Cinema Distribution Master* llamado a partir de ahora por sus siglas (DCDM) es una colección de formatos de archivos de datos, cuya función es la de proporcionar un estándar para el cine digital. Se trata de una representación de imágenes, audio y otro tipo de información cuyo objetivo no es otro que ofrecer una manera completa y estandarizada de conectar las películas y los estudios, posproducción y la exhibición.

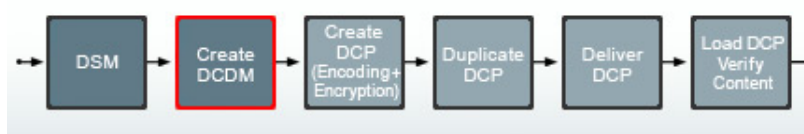


Figura 3.1: Segundo paso dentro del flujo de trabajo para la creación del DCP.
Fuente:[39]

Se trata de un elemento fundamental del sistema, dado que la tecnología de masterización continuará cambiando y evolucionando con el paso del tiempo, pero el DCDM está diseñado para adaptarse a los cambios. Hay áreas que se verán afectadas por el avance de la tecnología como el espacio de color, la

resolución, la frecuencia de muestreo o la profundidad de bits. El DCDM deriva directamente del DSM y se debe transformar en un DCP, si el objetivo es su distribución a las salas de cine. Sin embargo, puede ser enviado directamente sin ningún tipo de modificación a un sistema de reproducción para las tareas de control de calidad.

Cabe resaltar que el DSM (*Digital Source Master*) puede estar hecho de cualquier espacio de color, resolución, etc diferente del especificado por el DCDM pero deberá ser modificado si se quiere proyectar en un sistema de cine digital.[9]

Los requisitos que vienen en los siguientes puntos son los que hay que tener en cuenta necesariamente antes de empezar a crear el archivo DCP en los programas que analizaremos más tarde. Se trata de que todas las fuentes (imagen, sonido y subtítulos) partan del estándar común, ya que de esa manera no habrá ningún problema a la hora de importar los archivos a los programas y empezar el proceso. Por lo tanto antes de empezar con cualquier programa hay que asegurarse que las fuentes cumplen específicamente todo lo mencionado.

3.2. Requisitos fundamentales del DCDM

Formato de archivos comunes

El DCDM requiere utilizar un formato de archivo común estandarizado para los siguientes elementos (Imagen, audio y subtítulos). El formato de archivos de imagen para el DCDM requiere estar en un contenedor *MXF*, basado en las normas vigentes del SMPTE y el formato de audio debe ser del tipo *Broadcast Wave*.

Nota : Broadcast Wave Format es una extensión del popular formato de audio WAVE Microsoft y es el formato utilizado para la producción cinematográfica, de radio y televisión. [8]

3.3. Especificaciones de la imagen

Velocidad del fotograma

La estructura de imagen del DCDM admite una velocidad de 24.000 Hz para el contenido de imágenes de 2K y 4K. También puede soportar una velocidad de 48.000 Hz para el contenido de imágenes de 2K. La velocidad de fotogramas de cualquier DCDM debe ser constante.

Sincronización

Los archivos dentro del conjunto DCDM están sincronizados entre ellos. Se requiere como mínimo para cada uno de ellos un archivo de inicio y otro de recuento de fotogramas.

3.3. Especificaciones de la imagen

Espacio de color

Los sistemas de Cine Digital deben representar con exactitud los colores de las películas de 35mm. Hasta hace bien poco, el espacio de color utilizado no cumplía las expectativas ya que no contaba con un espacio de color suficientemente amplio para representar una película debidamente.

Después de muchas discusiones, el resultado fue un sistema llamado Capital XYZ. El color fue descrito por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación), que inventó un gráfico para mostrar los colores de una forma gráfica.

En resumen, los estándares propuestos por DCI precisan que el sistema de cine digital pueda llevar todas las coordenadas CIE XYZ[22]. 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.

Formato del archivo de imagen DCDM

El formato del archivo de imagen del DCDM corresponde al tipo TIFF [7].

3.4. Especificaciones del audio

El audio del cine digital requiere características estandarizadas, la asignación de un canal y un formato de archivo para su correcta reproducción en las salas de cine.

La asignación de canales se identifica y se localiza, para permitir el estilo uniforme y la comunicación de las fuentes de canales de audio para su posterior reproducción en los altavoces de cine.

Formato

El formato del archivo de audio debe ser del tipo Broadcast Wave (.wav) como hemos mencionado anteriormente. El formato se mantendrá sin comprimir: esto incluirá el empaquetado, la distribución así como el almacenamiento.

El archivo (.wav) debe de contener un metadato que indique la primera muestra del dato de audio. Es necesario para poder así mantener una cuenta de fotogramas continua con relación a la imagen así como la frecuencia de muestreo.

3.5. Procesamiento de texto

Se incluye un sistema de subtitulación que soporta múltiples idiomas. Existen varias opciones, pero los *subtítulos* y las *capturas de audio* son identificados como dos sistemas diferentes y por lo tanto, tienen un método de procesamiento que difiere entre si. Por norma general, los usuarios de la captura de audio son personas sordas o con problemas auditivos y una manera de procesar la información puede ser mediante un dispositivo inalámbrico. El idioma de origen

(el que se habla en la película) y el idioma que se muestra en pantalla (lo que aparece como subtítulos) es frecuentemente el mismo. El subtítulo, en cambio, es asociado con la traducción de una lengua extranjera para la proyección de la película en un territorio geográfico concreto. La lengua de origen y la que se nos muestra en pantalla por lo tanto es diferente, porque el objetivo es traducir la película. En las proyecciones en sala, se muestra como parte de la película sin opción de elegir y esta diseñada con una fuente de letras particular y sombreado.

Independientemente de la manera que se de la proyección en pantalla, ya sea mediante subtítulos incrustados previamente en el fotograma o posteriormente creados en el servidor de las salas de cine el formato común utilizado suele ser el mismo: el XML.

A continuación se exponen mas detalles y se especifican las características singulares de los archivos XML para los subtítulos.

La especificación común utilizada por los subtítulos es el formato SMPTE 428-7 del SMPTE[3]. Como ocurre con los demás apartados, la no existencia de un organismo que regule claramente el cine internacional hace que existan otros estándares como el Interop. Hasta ahora era normal que los proyectores de las salas de cine soportaran los dos formatos, aunque el primero va ganando terreno. La validez del documento, se define mediante un DTD (*Document Type Definition*)[16]. Un archivo XML bien formado se debe componer de caracteres *Unicode*[40], expresado en alguno de sus codificaciones. Se soporta tanto *UTF-8*[41] como *UTF-16*.

Nomenclatura de los archivos XML

El nombre del archivo debe incluir el nombre de la función o un nombre abreviado, el idioma y si fuera necesario el número de reel.[10]

Film_Title_Italian_Reel1.xml

Se recomienda utilizar caracteres alfanuméricos y no debe haber espacios. La manera correcta para delimitar las palabras es utilizar el símbolo: _

El punto de sincronización y la velocidad

El punto de sincronización debe tomar como referencia el primer fotograma y la velocidad debe ser también indicada en el archivo XML, para que el texto vaya correctamente sincronizado con la imagen.

*** FFP = 00:00:00:000 Running Speed = 24fps ***

Identificador único universal

El archivo además debe incluir un UUID valido en el prólogo del archivo, utilizando los caracteres **<SubtitleID >**

Uso de las fuentes

Debe haber una línea en el prólogo del archivo XML que detalle la fuente a utilizar, **<LoadFontId= 'Arial' URI= 'arial.ttf' >**

La id puede ser cualquier nombre, pero el URI debe ser el nombre exacto del archivo actual de la fuente que se va a utilizar. El formato debe ser como el que se ve en la parte superior.

Debe haber otra línea después detallando los atributos de la fuente: **** La identificación de la fuente debe ser la misma que se ha especificado anteriormente, el atributo 'shadow' podría sustituirse por 'border' y el tamaño de la fuente variara según la región: 42 es una buena medida para las fuentes occidentales y el 56 es el empleado para fuentes asiáticas.

Esta es la información mínima necesaria, pero se pueden agregar mas detalles adicionales: color, efecto del color, letra cursiva y una amplia variedad mas.

Detalles

Otros detalles importante a tener en cuenta a la hora de crear los subtítulos es el posicionamiento que tendrá el texto en la pantalla. El posicionamiento vertical, ajusta las letras a la altura especificada en la pantalla y el horizontal viene predeterminado ya de antemano (se posiciona en el centro).

El formato de tiempo es Horas:Minutos:Segundos:Ticks. El *Tick* es un valor entre 0 - 249 y tiene una duración de 4 mili-segundos. La conversión aproximada es de 1 fotograma = 10 ticks.

Presentación

Maneras de presentar los subtítulos[42]:

- Archivos PNG: Es la manera mas común hasta la fecha. Los archivos de este tipo se deben presentar con su correspondiente archivo XML para su correcta sincronización. Se trata de un sistema de visualización gráfica, el texto viene ya incrustado en la imagen, no se acopla después. El archivo PNG debe contener el espacio de color y la misma resolución que el DCDM. Por ejemplo, un DCP que contiene un master de 4K requiere unos archivos PNG de 4K, no de otra resolución. El archivo XML será el encargado de especificar los tiempos y la tasa de fotogramas que corresponden a la imagen.
- Texto Programado (La captura de audio o subtítulos): Es una información que se presenta en una duración de tiempo determinada. El texto debe sincronizarse con el audio y el video. Se puede implementar mediante un proyector principal o secundario o en su defecto mediante un dispositivo externo. Se utiliza en los siguientes casos: Subtitulación de películas en lengua extranjera en tiempo real, para personas que carecen de dispositivos de audio o con deficiencias auditivas, karaoke o aplicaciones de teleprompter.

He aquí un ejemplo de cómo debe aparecer un archivo XML bien estructurado cuando se ve en un editor de texto[10]:

Capítulo 3. DIGITAL CINEMA DISTRIBUTION MASTER

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- *** XML Subtitle File *** -->
  <!-- *** Created by Your Company *** -->
  <!-- *** Creation Date *** -->
<!-- *** FFP = 00:00:00:000 Running Speed = 24fps *** -->
<DCSubtitle Version="1.0">
<SubtitleID>EAE5652F-0EE5-4009-ACAB-EAE5B450C357</SubtitleID>
<MovieTitle>Name of Movie</MovieTitle>
<ReelNumber>1</ReelNumber>
<Language>Your Language</Language>
<LoadFont Id="Arial" URI="arial.ttf" />
<Font Id="Arial" Effect="shadow" Size="42">
<Subtitle SpotNumber="0001" TimeIn="00:00:05:042"
TimeOut="00:00:07:156">
<Text VAlign="bottom" VPosition="15.00">
Top line of first subtitle.</Text>
<Text VAlign="bottom" VPosition="9.00">
Bottom line of first subtitle</Text>
  </Subtitle>
  <Subtitle SpotNumber="0002" TimeIn="00:00:08:113"
TimeOut="00:00:10:218">
  <Text VAlign="bottom" VPosition="9.00">
Single line second title.</Text>
  </Subtitle>
<Subtitle SpotNumber="0003" TimeIn="00:00:12:204"
TimeOut="00:00:15:016">
  <Text VAlign="bottom" VPosition="9.00"><Font Italic="yes">
Third title in italics.</Font></Text>
  </Subtitle>
</Font>
</DCSubtitle>
```

Capítulo 4

COMPRESIÓN

La compresión de datos en el Cine Digital utiliza técnicas de reducción para comprimir el tamaño de los datos para ajustar costes y ahorrar almacenamiento y facilitar el transporte. Se utiliza un tipo de técnica de codificación para lograr una compresión de imagen sin pérdida de calidad visual. Es importante tener en cuenta que la compresión de imágenes se utiliza normalmente para asegurar la transmisión en el ancho de banda o las limitaciones de almacenamiento. Pero esto no ocurre en el cine digital, la compresión de imagen es mucho menos dependiente del ancho de banda o de los requisitos de almacenamiento, con lo que la tasa de bits depende de la calidad de imagen deseada. El audio y los subtítulos no necesitan de este proceso.[9]

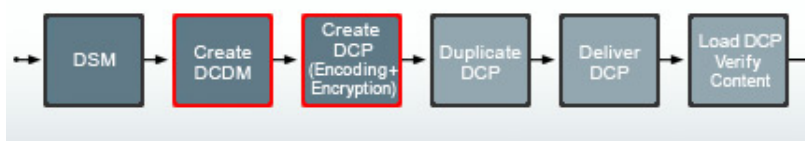


Figura 4.1: El DCP es el sustituto digital de las antiguas copias de cine. Para este propósito los datos de imagen del DCDM se comprimen en formato JPEG2000. Fuente:[39]

Como se verá en el apartado práctico dedicado al software, la mayoría de los programas de licencia libre que son asistidos y contienen interfaz gráfica incluyen una pestaña por separado para realizar esta compresión de imágenes (se trata del primer paso para lograr el definitivo DCP) - cada pestaña es un

proceso. En el caso de los de uso comercial todo el conjunto de pasos viene dado en la misma ventana y esto contribuye a que el trabajo sea mas sencillo.

4.1. Compresión de imagen

Los requisitos, se resumen de la siguiente manera[9]:

- Alta resolución: resolución mínima de 1920/2048x1080 pixeles (2K) o 4096x2160 pixeles (4K)
- Índices de frecuencia de 150Hz/120Hz
- Codificación de color con 10 o 12 bits por componente, logarítmico o lineal.
- Índices de compresión que soporten transferencias rápidas, en general 10:1 y 20:1 según el método de compresión y la complejidad del contenido de la imagen.
- Soportar las diversas resoluciones y 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.

Estándar de compresión

El estándar de compresión usado es el *JPEG2000*. [11]

4.1.1. Esquemas de compresión

Los esquemas de compresión se clasifican en dos grandes clases[12]:

Intra-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. El formato *JPEG2000* es de este tipo.

Inter-fotograma

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 una 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 de compresión inter-fotograma es *MPEG-2*. [9]

Aunque el JPEG2000 es considerado el estándar para archivos DCP, el *Moving Pictures Experts Group 2* [13], conocido como (MPEG2), es también un estándar de compresión muy utilizado hasta la fecha y que soportan innumerables programas. He aquí la explicación por la que se menciona en este capítulo.

4.1.2. Algoritmos de Compresión

Otra forma de clasificar los métodos de compresión es por sus algoritmos internos. De nuevo hay que hablar de dos clases principales:

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 subregión 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 del 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 *JPEG2000* es un método *Wavelet*.

4.2. Especificaciones del decodificador de la sala de cine

Una distribución 2K: La resolución del contenedor DCDM es de 2048x1080

Una distribución 4K: La resolución del contenedor DCDM es de 4096x2160

Por lo tanto un decodificador 2K produce hasta 2048X1080 datos de resolución.

Un decodificador 4K produce hasta 4096x2160 datos de resolución de un archivo comprimido de 4K y produce hasta 2048x1080 datos de resolución para uno de 2K

Todos los decodificadores deberán decodificar ambas distribuciones: 2K y 4K.

Capítulo 5

EMPAQUETADO

Contenido

5.1. Introducción	40
5.2. Descripción del empaquetado	41
5.2.1. Requisitos fundamentales	41
5.2.2. Conceptos del empaquetado	42
5.3. Contenedores MXF	42
5.4. Archivos específicos XML	44
5.5. CPL	45
5.6. DCP	47

5.1. Introducción

El DCDM, por si mismo, no representan una presentación completa. Para una presentación completa y buscando la reproducción pretendida son necesarios otros datos, tales como herramientas de sincronización, gestión de archivos, metadatos o protección de contenido. Esto es especialmente importante ya que los archivos son comprimidos o encriptados y ya no son reconocibles como una simple imagen o audio.

El empaquetado es una manera de organizar todo el material para su correcto almacenamiento y transmisión a su destino, para una reproducción coherente.

En la búsqueda de un estándar común para el cine digital entre la post-producción y la exhibición, se entiende que puede haber múltiples fuentes de contenido, distribuidas por más de un distribuidor. Esto requiere una consideración especial para lograr el intercambio del DCP.

Por lo tanto, es necesario una estructura de intercambio de empaquetado o contenedor para operar en los diferentes dominios. También se proporciona una serie de requisitos para la encriptación de los archivos tipo Material eXchange Format (MXF)[14]

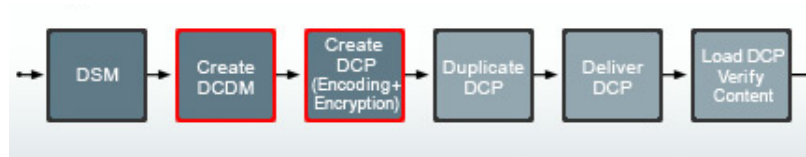


Figura 5.1: Se empaqueta la imagen, el sonido y cualquier otro metadato en el formato MXF. La encriptación es opcional. Cabe resaltar que uno de los elementos principales es el CPL, que especifica el orden de los reels. Fuente:[39]

Llegados a este punto, hay que entender que la preparación de las fuentes (imagen, audio, subtítulos), la compresión de la imagen (JPEG2000) y el empaquetado forman parte del objetivo final, que no es otro que la creación del DCP.

5.2. Descripción del empaquetado

Para el propósito de documentar los requisitos específicos del sistema de empaquetado, es útil dividir el sistema en un conjunto de componentes[9].

Composición (CPL): Una representación de una obra completa de cine digital; tal como una película, trailer o un anuncio. (ver figura 5.3)

Un paquete de distribución (DCP): Los archivos físicos y la lista que describe los archivos y que proporcionan un medio para su autenticación. (ver figura 5.5)

5.2.1. Requisitos fundamentales

- Estándar abierto: Se requiere que el empaquetado este basado en un estándar mundial abierto. Este formato debe ser una tecnología de libre licencia.
- Interoperable: El formato de empaquetado debe tener un marco de trabajo abierto que se adapte a archivos comprimidos, archivos cifrados o a cualquier otro archivo utilizado en el cine digital.
- Escalable: El formato de empaquetado debe ser capaz de acomodar cualquier numero de componentes o datos. No hay limite en el número de archivos incluidos en el paquete o en el tamaño de dichos archivos.
- Seguridad: Tiene que asegurar la integridad y la seguridad.
- Extensible: El formato de empaquetado debe permitir nuevas características y composiciones
- Sincronía: Tiene la obligación de proporcionar soporte para la sincronización de todos los datos
- Identidad: El formato requerido tiene que tener como base la identificación única y duradera de los archivos utilizando identificadores irrepetibles para cada uno de ellos: UUID

5.2.2. Conceptos del empaquetado

Es una practica común dividir una película en reels (rollos). (ver figura 5.3) Estos rollos son ensamblados, junto con otro contenido, para crear los discos modernos que usamos en la actualidad. Este concepto es requerido en el cine digital.

El empaquetado del sistema digital sigue una estructura jerárquica. El elemento mas básico del sistema de empaquetado es una pista de archivo. Estas pueden ser imágenes, pistas de audio, subtítulos o cualquier otro tipo de metadato.

5.3. Contenedores MXF

El formato de archivo elegido por el consorcio DCI para los contenedores fue el estándar abierto de intercambio de archivos llamado *Material Exchange Format* (MXF). Esta desarrollado para el intercambio de esencia (material de audio y video) y sus metadatos asociados, entre distintas estaciones de trabajo con diversas aplicaciones y equipos, incluso distintas tecnologías.

Para entender el concepto de archivo contenedor, veamos el siguiente ejemplo: El formato AVI (*Audio Video Interleaved*)[15] corresponde al sistema Windows, para los usuarios de MAC el formato *MOV*. Estos archivos son independientes de los datos multimedia (audio, video, subtítulos,..) que contienen. Así resulta que, un archivo .avi o .mov puede contener un video DivX con audio AAC o video MPEG2 con audio MP3. La extensión de un archivo contenedor (.avi, .mov, .mp4, .mxf) no da ninguna información acerca de su contenido exacto sino de su compatibilidad con determinados sistemas (operativos, de reproducción, de almacenamiento,..)

Usando contenedores se facilita el trabajo entre sistemas ya que se detalla los parámetros de cada dato multimedia contenido en él (llamados metadatos) permitiendo su correcta interpretación y lo más importante, la relación y sincronización que debe existir con el resto de elementos contenidos.

La estructura de un fichero MXF consiste en una cabecera donde se detalla a nivel de metadatos los elementos contenidos y su sincronización, el cuerpo donde se encuentran los datos multimedia originales y una cola que cierra el

5.3. Contenedores MXF

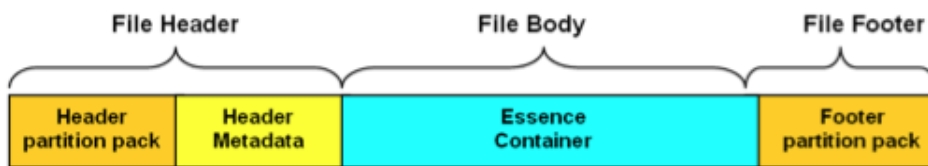


Figura 5.2: Estructura básica de un archivo contenedor. Fuente: Digital Cinema System Specification[9]

archivo. El archivo MXF que contiene los fotogramas se denomina video track (pista de video) y el archivo que contiene los audios, a su vez audio track (pista de audio). Los metadatos generales que proporciona un archivo MXF son:

- Identificador único
- Tipo de archivo (imagen o sonido)
- Descripción física del formato (píxeles activos horizontales y verticales)
- Relación de aspecto (sólo para imagen)
- Frecuencia de muestreo (sólo para audio)
- Bits por muestra (sólo audio)
- Número de canales (sólo audio)
- Etiquetado de los canales (sólo audio)
- Formato de datos (sólo audio)
- Título normalizado de la producción
- Inicio de los datos (mark in)
- Fin de los datos (mark out)
- Duración de cada medio (en fotogramas)
- Tasa de fotogramas
- Sincronización interna

Los datos contenidos en un archivo MXF son almacenados usando una subdivisión en tripletes de valores KLV (Key-Length-Value). Se basa en el uso de una clave (key) de identificación única de 16 bytes para cada triplete, una indicación de la longitud (length) de los datos almacenados y los datos (value) propiamente dichos.

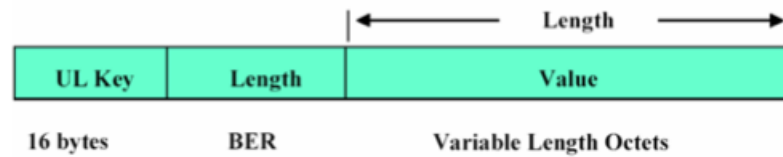


Figura 5.3: Ejemplo de codificación KLV. Fuente: Digital Cinema System Specification[9]

Esa forma de organizar los datos permite al decodificador localizar rápidamente cualquier elemento específico dentro del archivo MXF, con tan solo leer las claves. Además, esta estructura de archivo se diseñó para su descarga por redes telemáticas y es un aspecto a tener en cuenta ya que en un futuro próximo una de las principales vías de distribución para las descargas de los archivos DCP desde la distribuidora a la sala de cine comercial se espera que sea de este tipo.

Cabe resaltar, que en la actualidad existen dos formatos MXF diferentes para crear un DCP y que cada uno tiene sus características de interoperabilidad. Los formatos son: SMPTE declarado estándar desde el 2011 y Interop. De Interop existen dos tipos - MPEG o JPEG en función de si están basados en un video o en una secuencia de imágenes JPEG2000, Aunque la versión MPEG, usada hasta hace bien poco ha quedado obsoleta.

5.4. Archivos específicos XML

Tras comprobar que es necesario crear contenedores de medios para facilitar el trabajo con los fotogramas y los canales de audio, a continuación hay que ver como se relacionan y se llaman en reproducción esos archivos. La lista de reproducción necesita saber para cada DCP qué archivos se tienen que reproducir a la vez (audio y fotogramas) y en qué orden. La manera de indicar

5.5. CPL

al reproductor esa información es mediante unos archivos específicos XML. Los archivos XML (*eXtensible Markup Language*)[16] son archivos de texto plano (legible y modificable por cualquier editor de texto) y estructurado (poseen una sintaxis propia que facilita la identificación y acceso de los metadatos contenidos) que se usan para intercambiar información básica entre sistemas. Son cuatro los archivos XML necesarios en un DCP como se verá en el apartado 5.6 que viene a continuación: VOLINDEX, ASSETMAP, PKL.xml y CPL.xml

5.5. CPL

El archivo CPL (Composition Playlist), es la sesión de cine propiamente y especifica la secuencia de pistas que crean los reels (rollos) en una composición.

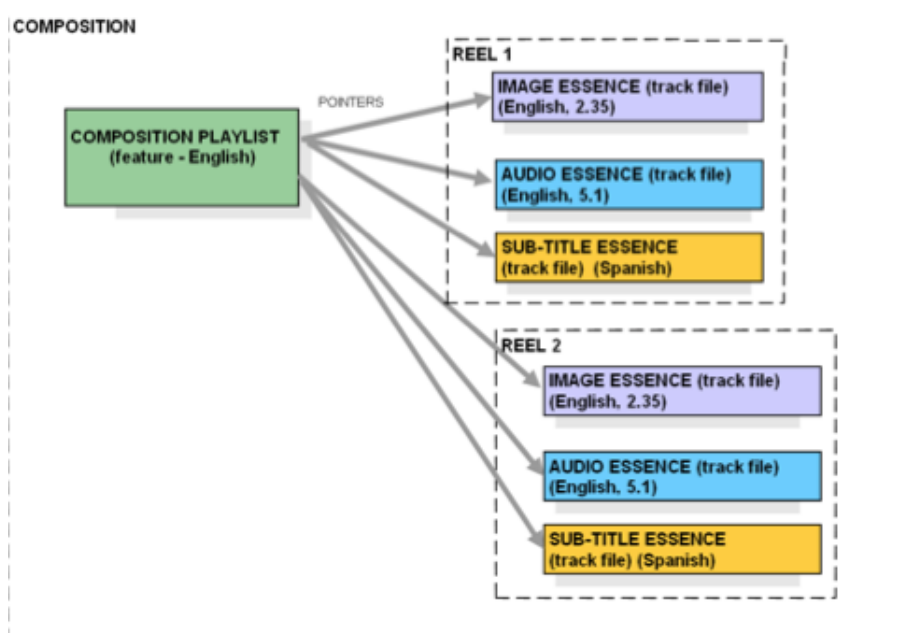


Figura 5.4: Un ejemplo visual de un CPL. Fuente: Digital Cinema System Specification[9]

Un CPL se crea en el proceso de masterizado del cine digital para ensamblar una composición completa. Esta composición la forman los archivos o metadatos necesarios para una presentación única de una película, trailer, anuncio. Debe contener toda la información sobre como se van a reproducir los archivos, junto con la información requerida para sincronizar las diferentes pistas. Y

puede estar dividida en uno o varios reels. Como si de una escaleta se tratara, indica a nivel interno cómo se relacionan los diferentes tracks (audio, video y subtítulos) y el orden de estos durante durante la sesión. Esto se denomina *múltiplex temporal*, es decir, una reproducción simultánea y sincronizada de varios archivos. Un DCP puede contener varios CPL y cada track puede ser referenciado por más de un CPL. Por ejemplo: Hay un CPL separado para cada versión de idioma. Por ejemplo un DCP de una película dirigida al mercado europeo con pistas de audio de Frances, Italiano, Alemán y Español contendrá 4 CPL diferentes, uno por cada pista de sonido.

Esto aporta flexibilidad y permite reducir el volumen de datos a transportar para diferentes sesiones. De esta forma se consigue crear versiones de diferentes idiomas, opción solo de reproducir el trailer, incluso versiones extendidas y reducidas, todas en un solo archivo DCP.

La composición queda guardada en un archivo de tipo XML, de la siguiente manera[18]:

```
<Reel>
<Id>urn:uuid:632437bc-73f9-49ca-b687-fdb3f98f430c</Id>
<AssetList>
  <MainPicture>
    <Id>urn:uuid:46afe8a3-50be-4986-b9c8-34f4ba69572f</Id>
    <EditRate>24 1</EditRate>
    <IntrinsicDuration>340</IntrinsicDuration>
    <EntryPoint>0</EntryPoint>
    <Duration>340</Duration>
    <FrameRate>24 1</FrameRate>
    <ScreenAspectRatio>2048 858</ScreenAspectRatio>
  </MainPicture>
  <MainSound>
    <Id>urn:uuid:1fce0915-f8c7-48a7-b023-36e204a66ed1</Id>
    <EditRate>24 1</EditRate>
    <IntrinsicDuration>340</IntrinsicDuration>
    <EntryPoint>0</EntryPoint>
    <Duration>340</Duration>
  </MainSound>
</AssetList>
</Reel>
```


Como se ve, se divide en dos partes: Main Picture y MainSound que hacen referencia a la imagen y sonido respectivamente. Para empezar se establece un uuid único. En las siguientes líneas se ven apartados como la frecuencia (framerate), la duración (duration) y el punto de entrada (entrypoint) que deben tener los mismos valores para la imagen y el sonido para que ambos estén sincronizados.

5.6. DCP

A estas alturas ya se sabe que el *Digital Cinema Package* es el sistema usado actualmente en proyección digital 2D y 3D en cines. Es el archivo o conjunto de archivos comprimidos y cifrados que engloban el contenido (la película digital) y la información asociada que el exhibidor recibirá del distribuidor. Soporta resoluciones 2K y 4K a 24 y 48 FPS, diferentes “capas” de subtítulos, múltiples audios y formatos de imagen (*Flat, Full y Scope*). El sistema de audio usado es totalmente puro sin compresión, mientras que en el caso de la imagen, se usa la compresión JPEG2000 con codificación de color XYZ.

La estructura más sencilla[17] de un DCP contiene los dos archivos contenedores MXF: uno de audio (audio track) y otro de video (video track). Además, aparecen cuatro archivos XML, donde dos de ellos son *VOLINDEX* y *ASSETMAP* (los descriptores del contenido) y los otros dos son el ya conocido *CPL* (*Composition Playlist*) y el *PKL* (*Packaging List*)

Empezaremos por los descriptores de contenido:

VOLINDEX, es el descriptor de la unidad de almacenamiento. La unidad puede ser bien un disco duro externo, una partición de éste o un directorio. Todas las identificaciones se realizan mediante la asignación de un número único y especial (UUID) para cada unidad, fichero y archivo. Esta asignación permite, independientemente del nombre que tenga, marcar el elemento de forma unívoca. El otro archivo descriptor es el mapa de los contenidos (*ASSETMAP*). Aparte de indicar que archivos son los propios del DCP, apunta donde se encuentran en la estructura de archivos (su camino o path) y de la misma manera que ocurría con *VOLINDEX*, refleja el UUID de cada uno de ellos. Este archivo además permite que los archivos muy grandes de un DCP se encuentren repartidos en unidades diferentes, lo que se conoce como DCP multivolumen, indicando entre sus metadatos todos los *VOLINDEX* y los UUID que contienen



Figura 5.5: Estructura de archivos DCP. Fuente: tmbroadcast

las partes del archivo indicado.

En resumen, ASSETMAP y VOLINDEX serán los encargados de indicar al servidor de medios, como se llaman y donde se encuentran todos los archivos que conforman el DCP. Además, proveen el UUID de cada elemento de forma que se comprueba que no falta ningún archivo.

Por otro lado, el PKL parece que tiene una función parecida a ASSETMAP y en cierta manera así es: la de asegurar la integridad del DCP. Sin embargo, sus funciones resultan complementarias y las funciones asignadas son diferentes. El PKL es el inventario de todos los archivos pertenecientes al DCP: Nombre, identificador único y su hash. Así como el UUID es un valor muy grande asignado aleatoriamente, el hash es un valor único y pequeño, resultado de pasar el archivo por un algoritmo matemático. Estos valores, sirven para detectar cualquier modificación, manipulación o error durante la transmisión de un archivo. El servidor en este caso, es el encargado de calcular para cada archivo que copia del paquete DCP su valor hash y luego compararlo con aquel proporcionado por el PKL, de forma que se comprueba la integridad total de los datos.

```
<Asset>
<Id>urn:uuid:46afe8a3-50be-4986-b9c8-34f4ba69572f</Id>
<Hash>iqZ3X7TdAjAqniOxT2/hj66VCUU=</Hash>
<Size>210598692</Size>
<Type>application/x-smpte-mxf;asdcKind=Picture</Type>
</Asset>
```

5.6. DCP

Fuente:[18] En el código anterior se describe un contenedor MXF de imagen, con su Hash y su tamaño.

Pero los metadatos del PKL van mas allá y en entre ellos se encuentra el autor del DCP (quien tiene los derechos de explotación), el sistema usado para la creación del paquete, etc..

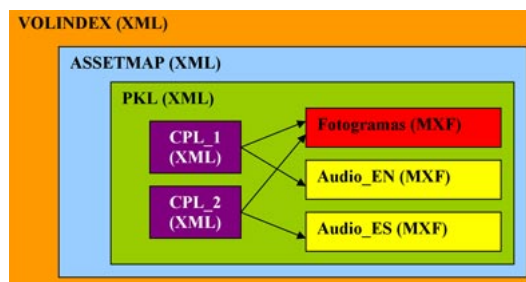


Figura 5.6: Esquema de relación jerárquica de los archivos de un DCP. Se observa además que existen dos listas de reproducción, que hacen referencia a un mismo video track, pero que usan archivos de audio diferentes (inglés o castellano). Fuente:[17]

Por último y una vez que tengamos el DCP creado, existen una serie de reglas para nombrarlo y así poder hacer mas legible su contenido (ver figura 3.7) en la siguiente pagina.

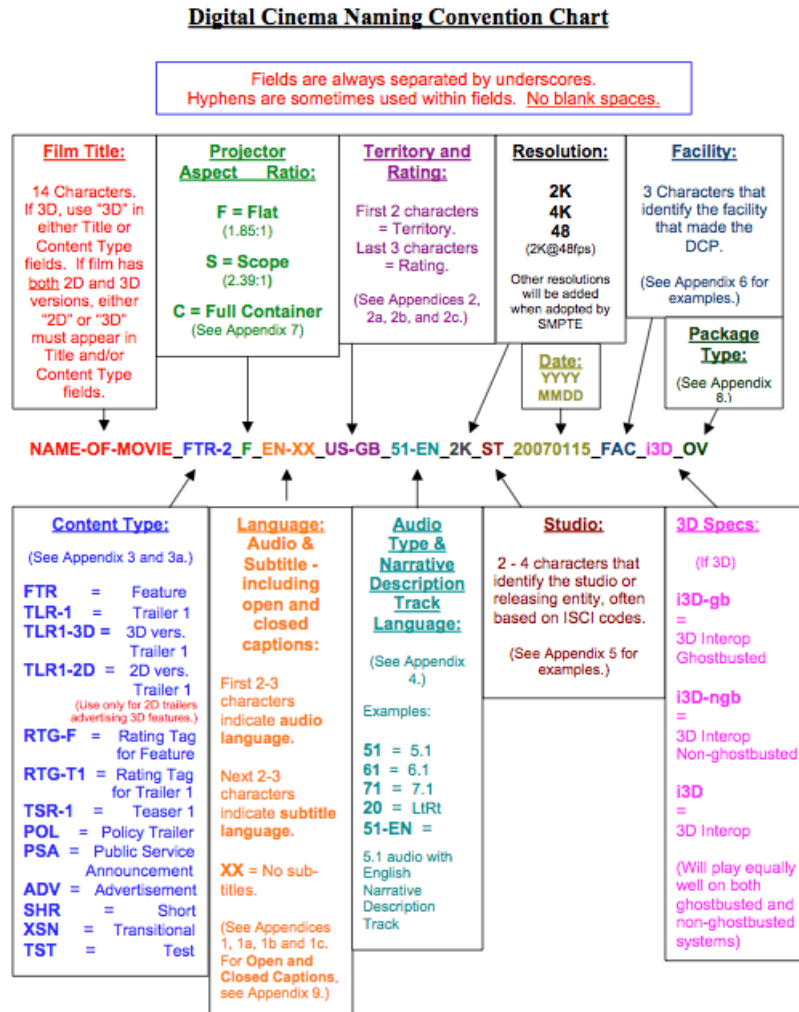


Figura 5.7: Nomenclatura del archivo de cine digital. Fuente:[17]

Capítulo 6

TRANSPORTE Y SEGURIDAD

El transporte se refiere al movimiento del contenido del cine digital que está empaquetado previamente. Se puede hacer de múltiples maneras: Por medios físicos, mediante VPN o vía satélite y la clave necesaria para el uso del contenido suministrado en los cines seleccionados es el *KDM*[19].

Por un medio físico, el distribuidor facilita la copia del DCP al auditorio a través de disco duro o usb. Si es mediante conexión vía satélite o red (ADSL o fibra) dependerá exclusivamente de la línea de datos que se tenga contratada.

No cabe duda de que la seguridad es un punto clave ya que se debe evitar el acceso no autorizado, la copia, la edición o la reproducción de películas sin autorización. Se deberá proporcionar principalmente a través de la aplicación de la tecnología de encriptación y la gestión de las claves de acceso al contenido. Esto hace que cuando el contenido es recibido de forma cifrada por cualquier medio de transporte citado anteriormente, es necesario establecer ciertos métodos de descifrado para desbloquearlo posteriormente.

En la arquitectura de seguridad de los cines, las funciones de gestión de seguridad se confían a un administrador de seguridad (*SM*). Cada auditorio tendrá su propio sistema de seguridad dedicado, que está compuesto por varios subsistemas, bajo la supervisión del ya mencionado *SM*. Para cada sesión, cada *SM*, requiere y recibirá una o más claves únicas para desbloquear los contenidos de los archivos cifrados. Cada llave se suministra en un mensaje o *KDM* con un

periodo de reproducción limitado. Habrá una hora de inicio y fecha y una hora de detención y fecha asociada a cada llave. Esta dependerá del acuerdo al que hayan llegado el exhibidor y el distribuidor. El gestor de seguridad, autentificara por cada sesión las llaves correspondientes y permitirá la reproducción o no de la película.

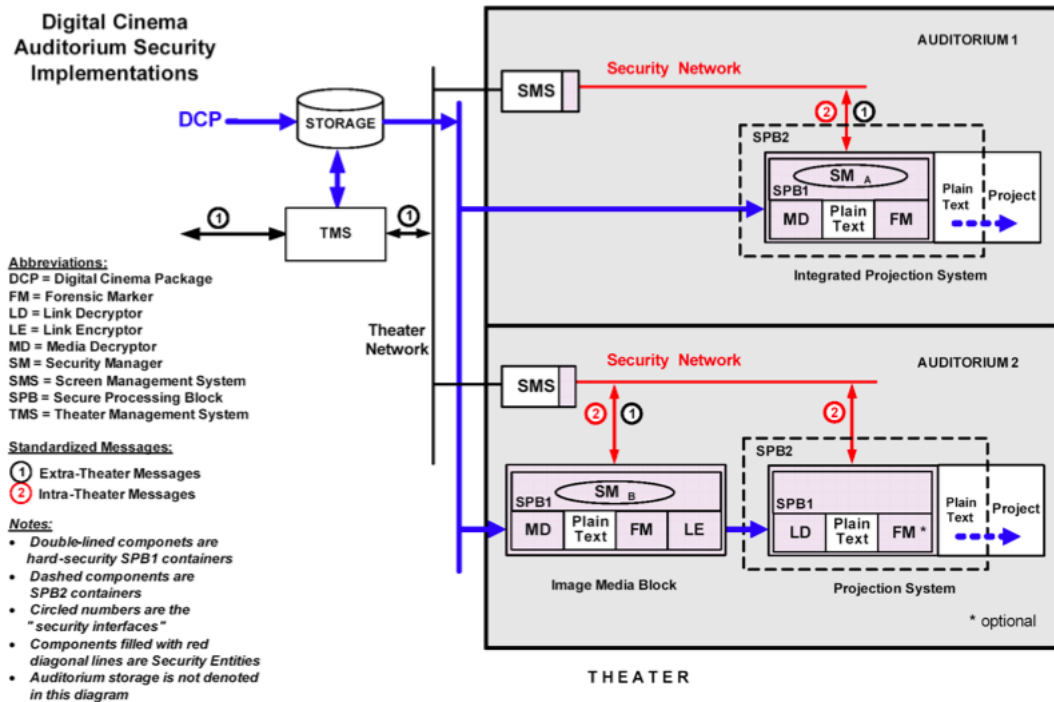


Figura 6.1: Implementación de seguridad de un auditorio. Fuente: Digital Cinema Initiatives

Encriptación

La encriptación afecta sólo a los contenedores MXF de audio y video. Se usan llaves digitales especiales (*códigos criptográficos*) basadas en el estándar AES (*Advanced Encryption Standard*) con una longitud de cadena de 128 bits. Para hacerse una idea de su seguridad, basta recordar que fue desarrollado por encargo del gobierno de los Estados Unidos. Así pues, los paquetes MXF se mandan encriptados a los cines y ahí entra en escena el último fichero XML que integra el DCP: El KDM o *Key Delivery Message*.

Para explicar que es un KDM primero se deben explicar un par de con-

ceptos. Todos los servidores de cine digital que cumplen con la norma DCI (prácticamente todos los existentes en los cines), llevan grabada una llave privada (*Private Key*) de software en una memoria interna que no es accesible ni reprogramable por nadie ajeno al fabricante. Así mismo, el fabricante proporciona al dueño del servidor una llave pública (*Public Key*) que es también única para cada servidor.

Volviendo al KDM se debe saber que es un fichero XML encriptado mediante otro estándar de encriptación *RSA*. Así, usando el *public Key* correspondiente a cada cine, se genera un KDM para cada uno de ellos en el que va incluida y encriptada la clave de desencriptación AES del contenido de los MXF. Este KDM es único para cada servidor y sólo puede ser abierto por el servidor que tiene la *Private Key* correspondiente con la *Public Key* usada para crear dicho KDM.

En el KDM se incluye así mismo metadatos sobre los días que se ha contratado el pase de la película y la clasificación por edades, entre otras informaciones y un certificado de firma (*Signing Certificate*) generado por el sistema creador del DCP, con información sobre la empresa y sistema con los que se ha creado el DCP (día de creación y otros datos). Este *Signing Certificate* es encriptado también mediante *RSA* y está relacionado con la *Private Key* del sistema usado para generar el DCP.

Una de las problemáticas del DCP encriptado es que tiene caducidad - una vez superadas las fechas de reproducción o fuera del equipamiento para el que fue encriptado, no puede ser nunca más reproducido - y esto tiene repercusión en la perduración de los nuevos materiales digitales. Por ello, blindar un DCP con un KDM significa su posterior extinción.[9]

Parte IV

DESARROLLO PRÁCTICO

Capítulo 7

SOFTWARE

Contenido

7.1. Prólogo	59
7.2. Software de licencia libre	59
7.2.1. AS-DCP	59
7.2.2. OpenDCP	62
7.2.3. Usando OpenDCP	62
7.2.4. DCP Builder	68
7.2.5. 2DCP	69
7.2.6. Cinemaslides	70
7.2.7. DVD-o-matic	71
7.2.8. opencinematools	71
7.2.9. Comparativa de software libre	72
7.3. Software Comercial	74
7.3.1. EasyDCP Creator	74
7.3.2. CineAsset	78
7.3.3. CuteDCP	79
7.3.4. Inition DCP Pro	80
7.3.5. DCP Tool	80
7.3.6. FinalDCP	81
7.3.7. OpenCubeDCP	82
7.3.8. QubeMaster Pro	82

7.3.9. Otros: Dolby y Doremi	83
7.3.10. Comparativa de software comercial	83

7.1. Prólogo

Después de ver toda la parte teórica, llega el turno de analizar el distinto software disponible en el mercado. Los pasos a realizar para conseguir un DCP válido son claros: normalización de las fuentes (los formatos de los archivos deben ser los adecuados), la compresión y el empaquetado. Pero como se verá en las siguientes líneas existe una diferencia considerable en como logran los distintos programas el objetivo. El resultado se analizara en las conclusiones. Hay que aclarar llegados a este punto, que el estudio Rec trabaja normalmente con vídeos ya editados y que extrae el audio e imagen y los convierte en el nuevo formato. No utilizan la encriptación ni la consiguiente creación del KDM, como norma general. El software se va a dividir en dos grupos: Software de licencia libre y Comercial. En ambos casos, el primer software analizado, serán aquellos que se cogieron como base para este trabajo: El AS-DCP de *CineCert* y el software de *Fraunhofer - EasyDCP Creator*. A partir de estos dos, ya que el objetivo final es encontrar el software adecuado, los programas se ordenaran en función de su complejidad y de lo idóneo que resulte para lograr el cometido.

7.2. Software de licencia libre

7.2.1. AS-DCP

Especificaciones

- Creador: CineCert[20]
- Web: <http://www.cinecert.com/asdcplib/>

Análisis

Es una implementación de código abierto del SMPTE y del formato de archivo imagen & sonido MXF Interop. Originalmente fue desarrollado con el apoyo del DCI.

Positivo: Soporta la lectura y escritura de archivos MXF que contienen

sonido PCM (formato de codificación digital del sonido sin pérdida - Pulse Code Modulation) y imagen (JPEG2000 o MPEG-2).

Negativo: No es un programa de creación del paquete de cine digital: DCP. Es un conjunto de librerías, en las cuales se apoyan muchos programas actuales y que ayudan de alguna manera a crear alguno de los pasos de transición del DCP. Requiere saber un mínimo de línea de comandos y además puede que se necesiten codecs adicionales. No tiene interfaz gráfica.

Creación de DCP

Mediante esta herramienta exclusivamente se antoja imposible la creación del archivo final, pero tratándose de una de las principales librerías que utilizan todos los programas, existen otras herramientas de uso libre que permiten hacer los pasos que faltan y que son necesarios. Se trata de pequeños programas, que son utilizados para dar solo un paso concreto de toda la fase de creación.

Por lo tanto, los tres primeros pasos se realizan con tres programas diferentes para lograr que las fuentes estén en el formato adecuado, antes de llegar al paso cuatro, en el cual ya podemos utilizar las citadas librerías para lograr el DCP.

- Paso 1: Exportar imágenes PNG del video de origen. Herramienta: `ffmpeg`[21]
- Paso 2: Convertir las imágenes en color XYZ[22] a 12 bits por canal. (Este paso se realiza automáticamente en los programas de licencia comercial) Herramienta: `ImageMagick`[23]

```
convert FRAME.png -type TrueColor -alpha Off \
-background black -extent 2048x1080-64 -depth 12 \
-gamma 0.454545 \
-recolor "0.4124564 0.3575761 0.1804375 \
0.2126729 0.7151522 0.0721750 \
0.0193339 0.1191920 0.9503041" \
-gamma 2.6 FRAME.tif
```

En este código de ejemplo, se cogen los archivos png (1920x1080) del paso 1, se pasan a (2048x1080), se establece la profundidad de bits a 12 bits por pixel y se hace el cambio de color de RGB a XYZ. La salida es una imagen de tipo TIFF.

7.2. Software de licencia libre

- Paso 3: Conversión de TIFF a JPEG2000. Herramienta: OpenJPEG[24]

```
image_to_j2k -cinema2K 24 -i FRAME.tif -o FRAME.j2c
```

- Paso 4: Resto de archivos para crear el DCP. Este paso tiene cinco pasos secundarios, cada uno de los cuales genera uno o más de los archivos necesarios para el DCP.

Comando A: (Crear el archivo MXF de imágenes, desde la carpeta de archivos JPEG2000)

```
asdcptest -v -L -c PROJ.video.mxf FOLDER_OF_J2KS
```

Comando B: (Crear un archivo MFX de audio)

```
asdcptest -v -L -c PROJ.audio.mxf left.wav right.wav \  
center.wav sub.wav surrLeft.wav surrRight.wav
```

Comando C: (Crear el CPL)

```
mkcpl --kind feature --title DCPFULLNAME \  
--annotation DCPFULLNAME --norating \  
PROJ.video.mxf PROJ.audio.mxf > PROJ.cpl.xml
```

Comando D: (Crear el PKL)

```
mkpkl --issuer BitFilms --annotation DCPFULLNAME \  
PROJ.video.mxf PROJ.audio.mxf PROJ.cpl.xml > PROJ.pkl.xml
```

Comando E: (Crear los archivos XML: VOLINDEX y ASSETMAP)

```
mkmap --issuer BitFilms \  
PROJ.video.mxf PROJ.audio.mxf PROJ.cpl.xml PROJ.pkl.xml
```

Por lo tanto ya se ve, que crear un DCP mediante la aplicación de CineCert y el apoyo de las otras herramientas descritas no es una tarea imposible, pero requiere un conocimiento previo.

7.2.2. OpenDCP

Especificaciones

- Creador: Terrence Meiczinger
- Web: <https://code.google.com/p/opendcp/>

Análisis

OpenDCP es una aplicación multiplataforma, que contiene una interfaz de usuario sencilla. Es compatible con todos los estándares y permite la creación del DCP de forma modular

Positivo: Múltiples opciones y facilidad de uso para todos los sistemas operativos. Es la herramienta más completa de las analizadas hasta ahora y sin ninguna duda la mejor.

Negativo: Como contrapartida, solo acepta el formato TIFF para los fotogramas.

A continuación se da una breve explicación de los pasos que hay que seguir, para crear el archivo del cine digital.

7.2.3. Usando OpenDCP

Para el correcto uso del programa las fuentes previamente deben cumplir las normas DCI.

- Las imágenes deben ser de 8/12/16 bit RGB TIFF.
- El sonido: archivos wav de 24bit a 48 KHz o 96 KHz (cada canal es un archivo wav mono por separado)

Hay varias maneras, para poder crear la secuencia de imágenes TIFF y los múltiples canales de archivos wav como utilizar *Quictime Pro* o *Final Cut*. Al

7.2. Software de licencia libre

exportar la secuencia de imágenes es importante utilizar los nombres ordenados adecuadamente de esta manera sin espacios ni caracteres extraños:

image-0001.tiff

image-0002.tiff

...

image-0100.tiff

A continuación y una vez instalado el programa, el proceso será el siguiente: OpenDCP convertirá las imágenes TIFF en JPEG2000 y al espacio de color XYZ. Luego se crearan los archivos MXF y XML necesarios para la creación del DCP.

Paso por paso:

1.- Conversion a JPEG2000

Una vez que se tenga la secuencia de imágenes de origen en formato TIFF en la GUI seleccionaremos la pestaña JPEG2000.

- Parámetros del codificador JPEG2000:

- Encoder (Codificador): OpenJPEG
- Overwrite Existing (Sobreescribir existente): Si esta seleccionado, los archivos JPEG2000 existentes se vuelven a codificar y sobreescribir.
- Profile (Perfil): Característica del archivo de salida: 2K o 4K
- Stereoscopic: Seleccione esta opción si va a crear una secuencia 3D
- Frame Rate (Velocidad de fotogramas): Esta es la velocidad de los fotogramas de la fuente. Solo se utiliza para calcular el tamaño de salida de las fuentes no para su conversión.
- Bandwidth (Ancho de banda): Ajusta la velocidad de bits total de la secuencia de imágenes. Un valor más alto, no siempre significa mayor calidad. Para 2K&24fps, 124 mb/s es mas que suficiente.

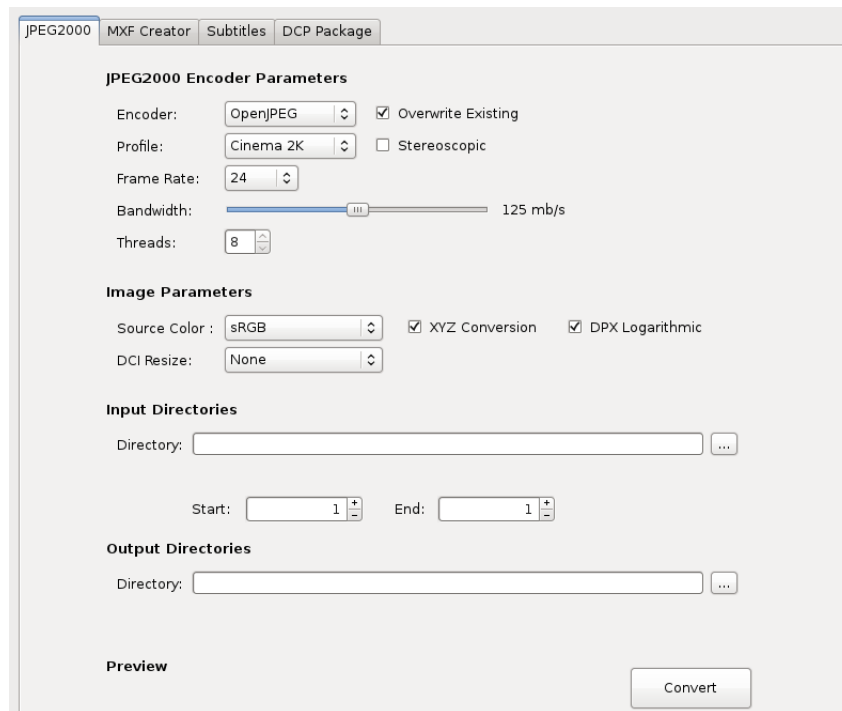


Figura 7.1: Pestaña de codificación de los parámetros JPEG2000. Fuente: OpenDCP

- Hilos: El número de hilos es detectado automáticamente, pero si se tiene una memoria limitada o se desea limitar el uso de la CPU, se puede ajustar el número de hilos.

- Los parámetros de imagen:

- Source Color (Color de la fuente): Color de perfil de la imagen fuente
- XYZ Conversion (Conversión a XYZ): Seleccione esta opción para ejecutar la conversión XYZ. Es NORMAL que las imágenes parezcan extrañas después.
- DPX Logarithmic: Si las imágenes son del tipo DPX
- DCI Resize (Redimensionar DCI): Si las resoluciones de las imágenes no son compatibles con las normas DCI, selecciona esta opción para que se ajuste a la resolución adecuada.

7.2. Software de licencia libre

- Directorios:

- Seleccionar el directorio donde estan las imágenes de origen. (en el caso de que sean estereoscópicas, deberás seleccionar el directorio de la izquierda y derecha sucesivamente)
- Seleccionar el directorio de destino, donde se guardarán las imágenes JPEG2000. Si son estereoscópicas, seleccionar la carpeta izquierda y luego la derecha.

Por último y para terminar haga click en convertir y el proceso comenzará. Hay que tener en cuenta que es un proceso lento

2.- Creación del MXF

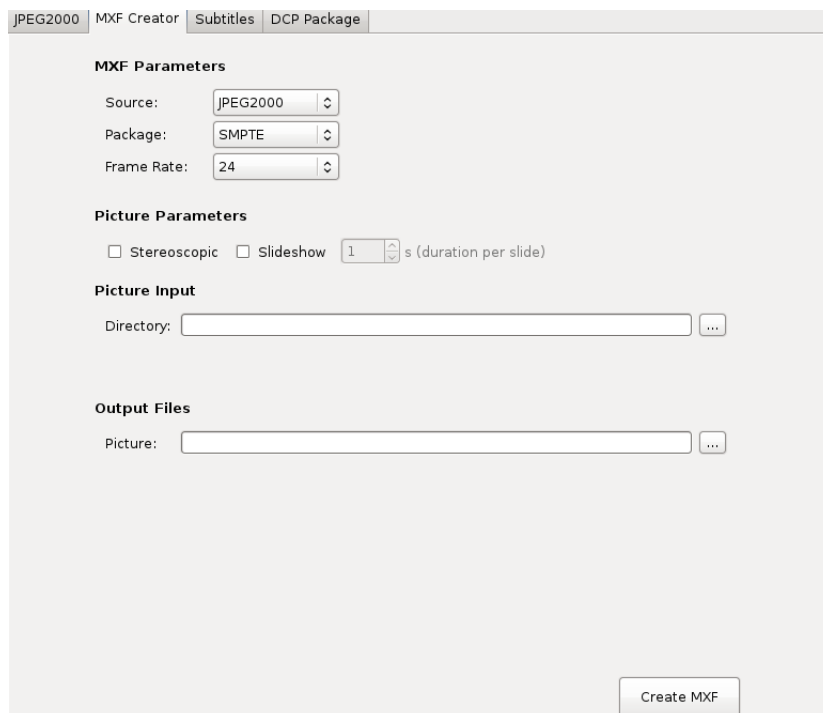


Figura 7.2: Pestaña de los parámetros MFX

Una vez se tenga las imágenes en JPEG2000 y el sonido en tipo wav, hay que crear los ficheros MXF. Como hemos explicado, el archivo MXF es un

paquete contenedor de todos los datos. Esto va a permitir que los archivos sean gestionados como un único archivo.

En la pestaña, MXF hay las siguientes opciones:

- Parámetros MXF:

- Type (Tipo): Es el tipo de contenido que está utilizando para crear el MXF. Para archivos MXF de imágenes se puede escoger entre JPEG2000 o MPEG2. Para audio en cambio, WAV.
- Label (Clasificación): 2 opciones: SMPTE es la especificación más reciente y MXF Interop es la obsoleta.
- Frame Rate (Velocidad de fotogramas): Hay que seleccionar la velocidad de fotogramas del material de origen.

- Parámetros de la imagen:

Esta sección aparece cuando se selecciona una fuente tipo JPEG2000 o MPEG2. Las opciones varían según la fuente elegida:

- Stereoscopic: Hay que seleccionar esta opción si se está haciendo un paquete con imágenes estereoscópicas.
- Slideshow (Presentación): Con las imágenes que escojamos a través del directorio o carpeta, se creará la presentación en la que cada diapositiva aparecerá durante el tiempo especificado.

- Parámetros del sonido:

Las opciones del archivo MXF de sonido son tres: sonido estereo, 5.1,.. Existe una opción incluso para la audiencia con discapacidad visual.

- Directorios:

El número de directorios dependerá de la opción elegida. Solo hay que seleccionar el origen y el destino.

Para finalizar solo falta pulsar el botón - Create MXF -

7.2. Software de licencia libre

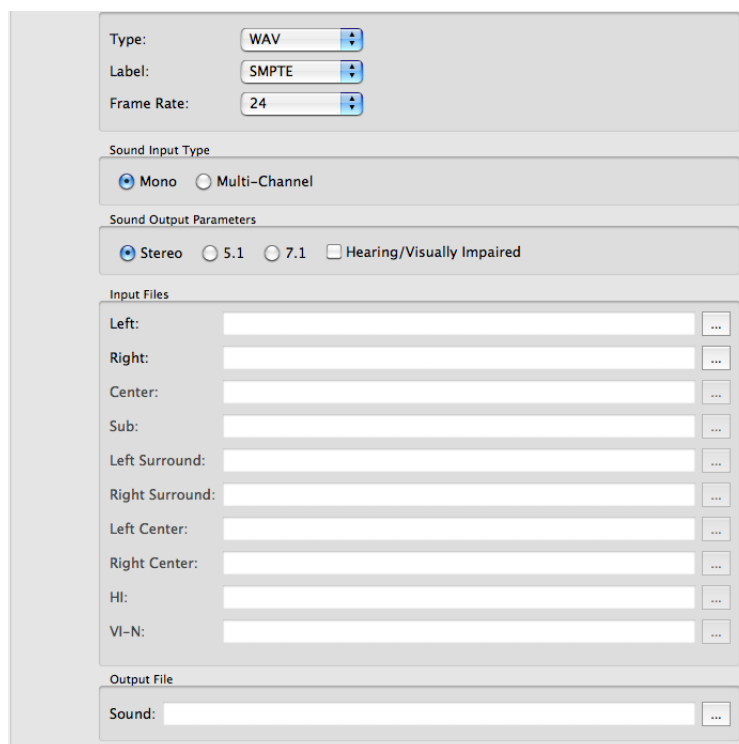


Figura 7.3: Pestaña de los parámetros MFX referidos al sonido

3.- Añadir subtítulos

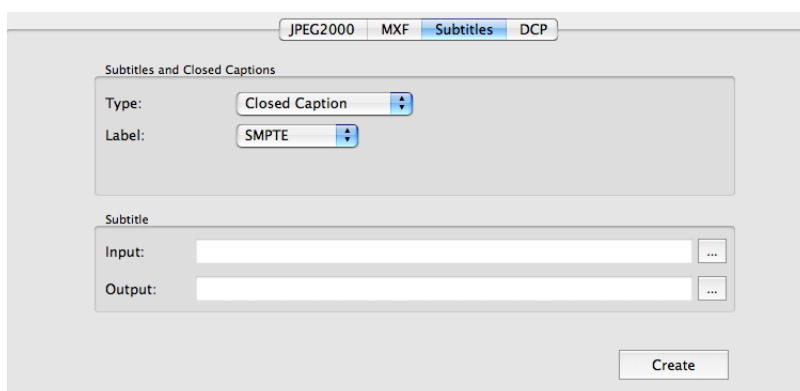


Figura 7.4: Pestaña de los subtítulos

Existe la posibilidad de añadir subtítulos y deben cumplir la normativa explicada en el capítulo correspondiente al DCDM.

4.- Creación del DCP

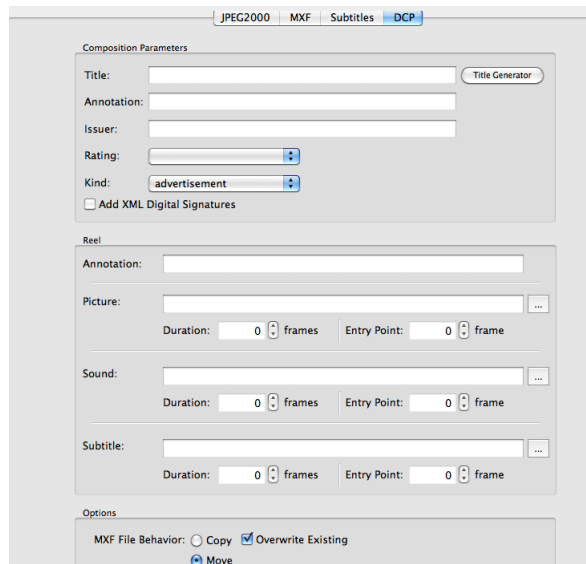


Figura 7.5: Pestaña de los parámetros del DCP

Es el último paso antes de terminar definitivamente todo el proceso de la creación del DCP. Con los archivos MFX generados en la pestaña posterior, crea los XML necesarios para el servidor del cine digital. De esa manera el servidor podrá reconocer que son y cómo se van a reproducir.

Hay que asegurarse, que ambos archivos MFX (Imagen, sonido) son de la misma duración, en caso contrario hay que ajustarlo.

7.2.4. DCP Builder

Especificaciones

- Creador: Giuseppe Baruffa
- Web: <http://www.dcpbuilder.com/>[27]

7.2. Software de licencia libre

Análisis

Este software hace uso de múltiples bibliotecas de libre disposición. Según la propia página el programa está concebido para ser utilizado por profesionales del cine y no por un usuario ocasional por su elevada cantidad de opciones comparada con otros programas del estilo.

Positivo: Es un software multiplataforma completísimo y que incluye una extensa guía explicativa de como hacer uso del programa. Una buena alternativa a OpenDCP.

Negativo: Superpone una marca de agua, pero se puede obtener un código gratuitamente para poder inhabilitarlo. Solamente hace falta, registrarse en la pagina web del creador.

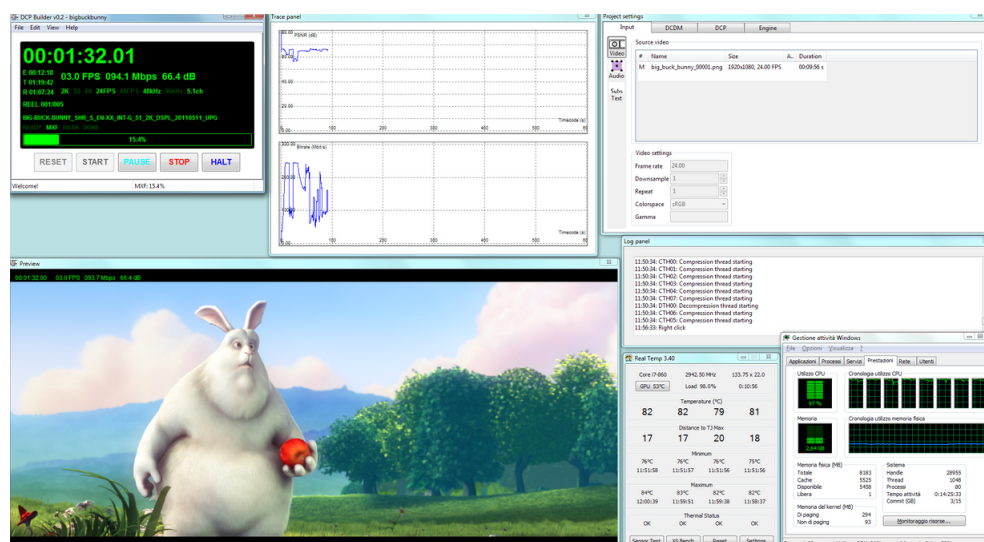


Figura 7.6: Captura de pantalla del programa DCP Builder

7.2.5. 2DCP

Especificaciones

- Fabricante: MIK - DIGITAL[25]
- Web: <http://www.mik-digital.de/>

Análisis

Basado en herramientas de software libre, este programa soporta los diferentes tamaños de marco tanto a 24 y 48 fps, así como el canal de audio más común: 5.1. Es capaz de convertir las imágenes en el formato JPEG2000 y a su vez soporta el multihilo, por lo que cuanto más CPU tengamos disponible, más rápida será la conversión.

Positivo: No requiere instalación, es un archivo ejecutable, que se descarga desde la página del creador.

Negativo: El software se encuentra en alemán y aunque posee una interfaz sencilla, sin dominio de este idioma se hace indispensable un diccionario.

7.2.6. Cinemaslides

Especificaciones

- Creadores: GitHub[26]
- Web: <https://github.com>

Análisis

Se trata de una herramienta funcional mediante línea de comandos y técnicamente se trata de un script que actúa como unión y organizador de otra serie de herramientas: La ya comentada librería asdcplib, ImageMagick, SoX, MPlayer, OpenJPEG,...

Positivo: Si se requiere, se puede crear un DCP encriptado y tiene un modo para crear también las KDM necesarias. Además soporta una amplia gama de formatos de imagen y audio.

Negativo: Al no contar con una interfaz gráfica y al tener que operar mediante la línea de comandos, se requiere tener cierto nivel. No incluye la posibilidad de utilizar todo el potencial de la CPU, por lo que puede ser un proceso largo y tedioso.

7.2.7. DVD-o-matic

Especificaciones

- Creador: GPL
- Web: <http://carlh.net/software/dvdomatic/>

Análisis

Es un programa gratuito y de código abierto y soporta archivos en formatos muy diferentes, incluyendo VOB (de los DVD), M2TS (del Blu-ray), MP4, AVI, MKV y muchos más. Cabe resaltar que este programa deriva de un programa que hemos analizado anteriormente: OpenDCP

Positivo: La última versión actualizada es de abril de este año e incluye una opción profesional como la de enviar el DCP al TMS (Sistema de gestión de las salas de cine). Incluye una guía, para el uso correcto del software.

Negativo: Se trata de una copia de otro programa y no incluye suficientes opciones nuevas que nos hagan decantarnos por este nuevo programa. Además, si lo comparamos con el software que copia, no tiene una versión para Mac OS X.

7.2.8. opencinematools

Especificaciones

- Creador: Marc Vandenbosch
- Web: <https://code.google.com/p/opencinematools/>

Análisis

Es la herramienta de software libre más veterana. la última versión 1.1.2 tiene soporte 3D y es completamente compatible con SMPTE DCP.

Positivo: Su uso esta orientado a la linea de comandos para todos los sistemas operativos, pero también contiene una interfaz gráfica de usuario para Windows (DcpMaker) que se agradece, ya que facilita el trabajo con los ficheros

Negativo: Sin embargo, a pesar del GUI, se trata de una herramienta que lamenta el paso del tiempo y la falta de atención de sus creador. Actualmente se encuentra sin soporte más allá de los foros de Internet.

7.2.9. Comparativa de software libre

En la siguiente pagina hay una tabla que resume todo el software anteriormente analizado con sus características.

Hay que tener en cuenta, el significado de las siguientes siglas:

- GUI: Graphical user Interface (Interfaz gráfica de usuario)
- CLI: Command Line Interface (Línea de comandos)
- XYZ: Espacio de color XYZ
- FPS: Frames per second (Fotogramas o cuadros por segundo)
- SO: Sistema operativo.

7.2. Software de licencia libre

		GUI	CLI	JPEG2000	XYZ	MXF	XML	TAMAÑO DE MARCO	3D	FPS	KHZ	MULTITHREADED	FORMATO DE SALIDA	OS
ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS DE SOFTWARE LIBRE														
2DCP	Si	-	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,48	48,96	Si	Múltiples	Win
AS-DCP	No	Si	No	Si	Si	Si	No	2K,4K	Si	24,25,30,48,50,60	48,96	Si	2K,WAV,XML	Win,Mac OS X, Linux
Cinemaslides	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	No	24,25,30,48,50,60	48,96	No	Múltiples	Linux
DCP Builder	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,25,30,48,50,60	48,96	Si	Múltiples	Windows,Mac OS, Linux
DVD-o-matic	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K	No	23,98,24,25,30,48	48,96	Si	Múltiples	Windows, Linux
OpenCinemaTools	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	2K,4K	Si	24,48	48	No	TIFF	Win,Mac, Lin
OpenDCP	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,25,48	48,96	Si	TIFF,DPX	Win,Mac, Lin

7.3. Software Comercial

7.3.1. EasyDCP Creator

Especificaciones

- Fabricante: Fraunhofer
- Web del creador: <http://www.iis.fraunhofer.de/en/bf/bsy/download/easydcp-creator.html>

Web del producto: <http://www.easydcp.com/index.php>

Análisis

EasyDCP Creator es una herramienta de fácil manejo pero muy potente con guía, tutorial escrito y en vídeos. Se trata de la herramienta utilizada en los estudios Rec, para la creación del archivo del cine digital. Ha sido diseñada para pequeñas y medias empresas de postproducción para obtener un DCP completo con unos pocos clics. El software está disponible tanto para PC como para Mac.

Positivo: La versión completa (EasyDCP Creator+) incluye una extensa gama de herramientas: Encriptación y firma digital, generación de KDM, interfaz de línea de comandos,.. Existe la posibilidad de bajar una versión demo gratuita.

Negativo: La versión de prueba marca el DCP de salida con una marca de agua. Una vez más, en un software de este tipo dirigido a una empresa el precio es un obstáculo: La suite completa llega a costar 5,500 + la renovación de licencias cada 6 meses.

Utilizando EasyDCP Creator

Se parte como siempre de los archivos fuente: Una secuencia de imágenes tipo TIFF y varios archivos de audio.

7.3. Software Comercial

- Paso 1: *New Project Settings*

Project type: 2K (Full Container 2048 x 1080 Pixel).

Advanced Settings: Framerate: 24 fps

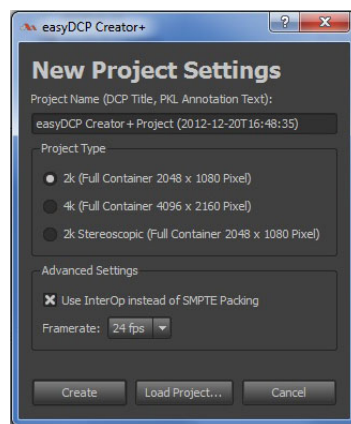


Figura 7.7: Captura de pantalla de un nuevo proyecto. Fuente: Test realizado en el ordenador

- Paso 2: *Add picture Track*

Hay que seleccionar la carpeta con la secuencia de imágenes (TIFF) del proyecto.

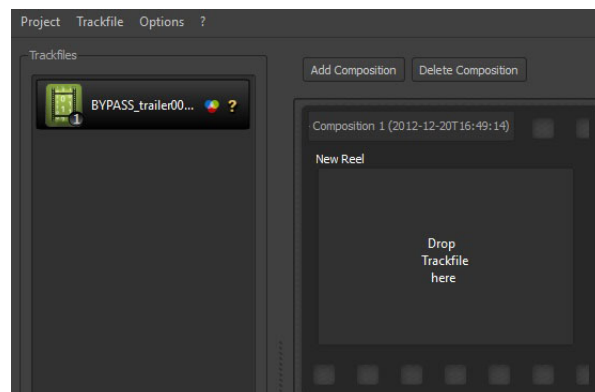


Figura 7.8: Captura de pantalla, con la secuencia de imágenes añadida. Fuente: Test realizado en el ordenador

- Paso 3: *Add Sound Track*

Como en el paso anterior, pero esta vez, hay que seleccionar la carpeta con los archivos de audio wav.

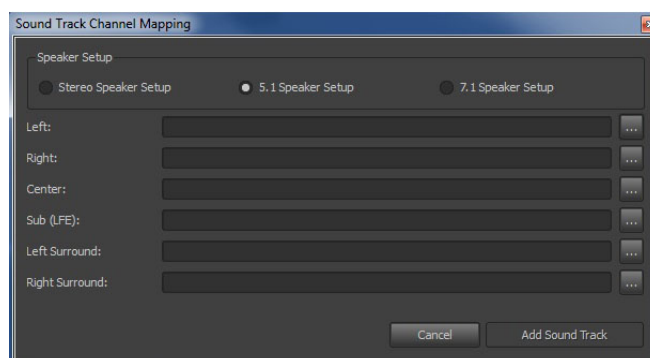


Figura 7.9: Hay que añadir cada archivo de audio en la casilla que corresponde. Fuente: Test realizado en el ordenador

Además se añade el archivo de los subtítulos en caso de que fuera necesario. No hay que olvidar, que en este paso el mismo trailer puede contener los audios en diferentes idiomas. Después se guarda el proyecto.

- *Project - Packing List (PKL) Parameters*

Bypass_TRL_2K_5.1_HD (Bypass es el nombre del trailer y el resto es un resumen con las características del trailer que se acaba de crear)

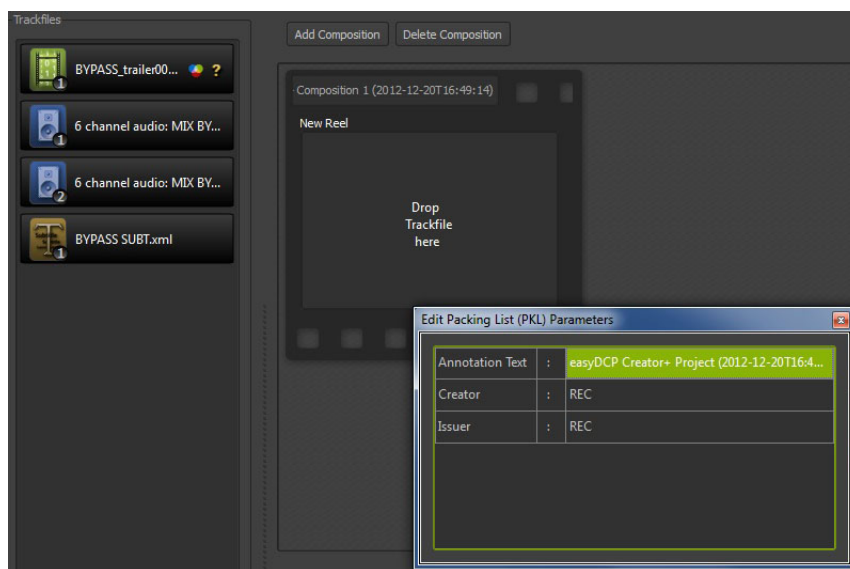


Figura 7.10: A la izquierda de la imagen se ven las fuentes y en el centro se está editando los parámetros del PKL . Fuente: Test realizado en el ordenador

- *Check Source Files.* Se analizan 6 puntos diferentes, para comprobar que

7.3. Software Comercial

en el proceso de creación del DCP no hay ningún fallo. Es un paso opcional, pero recomendable.

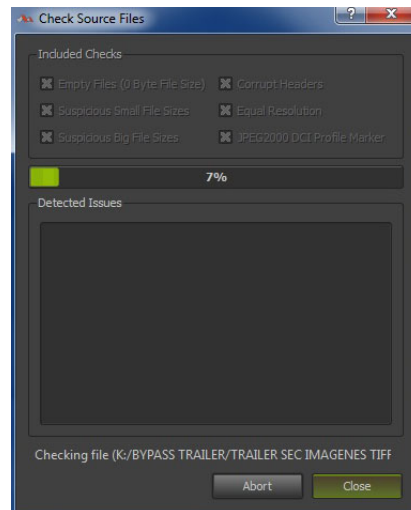


Figura 7.11: Proceso de comprobación. Fuente: Test realizado en el ordenador

- En la pestaña *options*, las 2 primeras opciones han de estar habilitadas.

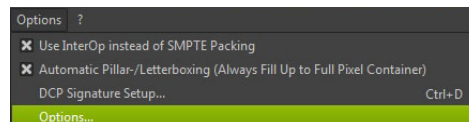


Figura 7.12: *User InterOp* y *Automatic Pillar* activados. Fuente: Test realizado en el ordenador

- *Options: Image Processing - use JPEG2000*

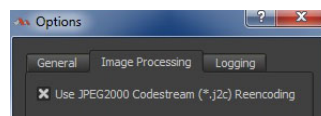


Figura 7.13: Opción *Use JPEG2000 Codestream* habilitada. Fuente: Test realizado en el ordenador

- *Generate DCP*

Es el el ultimo paso y es hora de guardar el recién creado archivo DCP. En *Destination* elegiremos una carpeta de destino y el proceso empezara.

Finalmente como se ve en la última imagen se pueden ver los archivos creados.

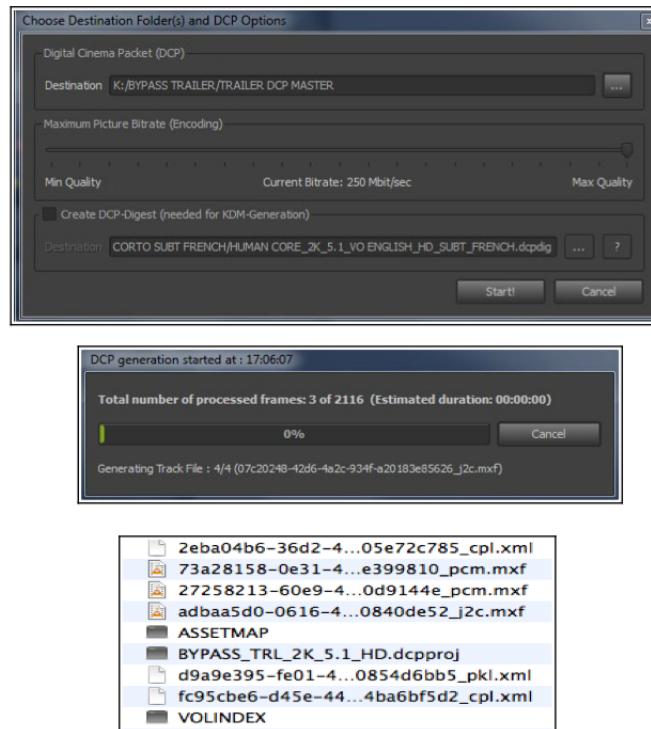


Figura 7.14: Último paso
Fuente: Test realizado en el ordenador

7.3.2. CineAsset

Especificaciones

- Fabricante: Doremi
- Web: <http://www.doremilabs.com/products/cinema-products/cineasset/>

Análisis

Se trata de una suite completa que puede crear y reproducir paquetes compatibles con el DCI, tanto encriptados (versión Pro) o no.

7.3. Software Comercial

Positivo: Incluye una base de datos para la gestión de archivos, que facilita mucho las cosas. Además la versión Pro añade la capacidad de generar fácilmente el KDM correspondiente para cualquier contenido encriptado de la base de datos. También se incluye CinePlayer, un software para poder controlar la calidad de los DCP creados, sin necesidad de un servidor de cine digital. Si utilizamos el software con servidores de cine digital Doremi, se ofrece adicionalmente los controles de transporte, transferencia de archivos y gestión de KDM para los dispositivos conectados.

Por último para los usuarios de Mac, se incluye un plug-in para *Final Cut Pro*, que permite convertir las secuencias y los formatos de medios habituales en paquetes de cine digital.

Negativo: Su elevado precio. La versión normal del software CineAsset cuesta aproximadamente 3000 euros y la versión Pro ronda los 7000 euros. Si además añadimos el plug-in para Mac, así como el reproductor CinePlayer el coste se puede disparar a otros 6000 euros más.

7.3.3. CuteDCP

Especificaciones

- Fabricante: Fandev
- Web: <http://www.fandev.com/cutedcp.html>

Análisis

CuteDCP es una herramienta de creación de DCP para *After Effects*. Se trata de un plug-in para cualquier archivo importado en *After Effects* y consigue reducir el número de pasos al mínimo, al tener todos las herramientas en el mismo programa.

Positivo: La versión demo, es igual que la versión de pago (sin marcas de agua) y puede ser usado para videos de menos de 360 fotogramas.

Negativo: Se requiere el programa After Affects (1390 euros) + la versión de pago de CuteDCP (149 euros)

7.3.4. Inition DCP Pro

Especificaciones

- Fabricante: Inition
- Web: <http://inition.co.uk/3D-Technologies/dcp-pro>

Análisis

DCP Pro está dirigido a cualquiera que quiere producir contenidos para su posterior exhibición en salas de cine.

Positivo: Los archivos DCP creados a partir de este programa son compatibles con todos los servidores estándar actuales: Doremi, XDC, GDC, Qube, Sony y con todas las tecnologías de visualización que cumplen con el estándar DCI

Negativo: Para hacerse con una copia del programa se necesita pedir una demo. En la web del fabricante no aparecen detallados los precios del programa. Comparándolo con otros productos no ofrece nada destacable.

7.3.5. DCP Tool

Especificaciones

- Creador: La universidad de Rheinmain (Alemania)
- Web: <http://www.hs-rm.de/en/faculty-of-engineering/about-us/people/personen-im-fb-ing/wolfgang-ruppel/mastering-workflow/index.html>

Análisis

La universidad de Ciencias aplicadas ha implementado esta herramienta para el masterizado y empaquetado del cine digital. Incluye los más importantes

7.3. Software Comercial

pasos como la conversión al espacio de color X'Y'Z', la codificación JPEG2000 y el empaquetado final del DCP.

Positivo: El software está pensado para ser utilizado en equipos medios y aunque las operaciones se hagan a una velocidad menor, el resultado sigue siendo totalmente compatible con los estándares actuales. Los requisitos del equipo a utilizar son bastante más bajos que la mayoría de software comercial analizado.

Negativo: En realidad se divide en dos programas. Uno para el proceso inicial del masterizado (para conseguir que las fuentes estén en el formato adecuado) y el segundo programa DCP Tool, que se encargará del empaquetado. Es un software de características similares a los libres disfrazado de software comercial, bajo los derechos de la universidad.

7.3.6. FinalDCP

Especificaciones

- Fabricante: Innovative pixel
- Web del producto: <http://www.innovative-pixel.de/>

Análisis

Originalmente creado como solución para la empresa misma, su versión pública tiene una interfaz gráfica atractiva, de arrastrar y soltar.

Positivo: No requiere de herramientas extras. Con este programa, se puede crear un DCP directamente desde la salida de cualquier programa y formato. Es compatible con múltiples formatos de fuente directa: RED R3D RAW, GoPro-CineForm, GoPro-CineForm 3D, GoPro-CineForm DPC (aka DPX-C), AVID DNxHD, Apple ProRes, Grass Valley HQX, Quicktime, AVI, TIFF, JPEG2000, DCI MXF JPEG2000, WAV,.. Además, da información instantánea de como se verá el futuro proyecto.

Negativo: La versión beta, como era de esperar viene capada. No incluye, ni la codificación JPEG2000, ni MXF y por supuesto añade la marca de agua.

La versión completa cuesta 1,499 euros.

7.3.7. OpenCubeDCP

Especificaciones

- Fabricante: EVS
- Web del producto: <http://www.evs.com/emea/product/opencube-dcp>

Análisis

OpenCubeDCP es una potente versión de un grabador de discos digital. Por lo tanto no se trata únicamente de un software, es una estación de trabajo propia que incluye lo necesario para facilitar la producción de los DCP. Por lo tanto, incluye la conversión de espacio de color, la codificación JPEG2000, encriptación, MFX y la generación de KDM.

Positivo: Al tratarse de un servidor, viene con una gran cantidad de E/S para dispositivos y mediante la conectividad de la red, permite trabajar en los fotogramas de video durante el proceso de grabación. Funciona bajo una distribución Linux.

Negativo: No es una suite informática y su coste no es precisamente barato, por lo tanto su compra debería ser para una empresa que trabaje realizando este tipo procesos de postproducción y requiera de un equipamiento avanzado.

7.3.8. QubeMaster Pro

Especificaciones

- Fabricante: Qube
- Web del producto: <http://qubecinema.com/products/QubeMasterPro>

Análisis

El software de esta compañía se encuentra en la cresta de la ola por sus productos innovadores. La familia QubeMaster consta de tres productos: Uno dirigido a profesionales, otro para un usuario medio (ambos funcionan bajo un sistema operativo Windows) y el tercero una versión para Mac Os X.

Positivo: Su software alcanza velocidades muy grandes a la hora de la codificación y encriptación en las comparativas realizadas con otros programas.

Negativo: En su versión pro se necesita un equipo con altas prestaciones. Los precios del software varían desde los 799 euros la versión mas simple a los 1800 euros la versión mas completa.

7.3.9. Otros: Dolby y Doremi

Existen otras posibilidades en el mercado, aparte de las mencionadas anteriormente. Las ofrecen grandes marcas y aparte de su software propio, disponen de un catalogo completo de equipos o estaciones de trabajo para realizar todo el proceso de masterizado y posterior empaquetado. Su uso esta totalmente orientado a empresas con gran volumen de trabajo.

7.3.10. Comparativa de software comercial

Como ya ocurriera en la sección dedicada al software libre a continuación hay una tabla que resume todo el software analizado con sus características. Hay que tener en cuenta, el significado de las siguientes siglas:

- GUI: Graphical user Interface (Interfaz gráfica de usuario)
- CLI: Command Line Interface (Línea de comandos)
- XYZ: Espacio de color XYZ
- FPS: Frames per second (Fotogramas o cuadros por segundo)
- SO: Sistema operativo.

ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS DE SOFTWARE COMERCIAL													GUI	CLI	JPEG2000	XYZ	MXF	XML	TAMAÑO DE MARCO	3D	FPS	KHZ	MULTITHREADED	FORMATO DE SALIDA	SO
	Dereem CineAsset	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	Todos	48,96	Si	Multiples	Win,Mac								
CineDCP	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K	Si	24,25,30,48,50,...	48,96	Si	Multiples	Win,Mac									
Initoon DCP Pro	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K	Si	24	48	Si	Multiples	Win									
DCP Tool	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,48	48	Si	TIFF,DPX,WAV,AIFF	Win									
EasyDCP Creator	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,25,30,48,50,60	48	Si	DPX, TIFF, J2K, JPEG,...	Win,MacOS X									
FinalDCP	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,48	48	Si	Multiples	Win,MacOS X									
OpenCubeDCP	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,48	48	Si	DPX,CIN, TIFF,RAW,...	Linux									
QubeMaster Pro	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	2K,4K	Si	24,25,30,48,50,60	48,96	Si	Multiples	Windows									

Capítulo 8

CONCLUSIONES GENERALES

En la primera parte del proyecto se recopila la información necesaria entorno a la tecnología y los pasos a seguir para crear el archivo del cine digital. A primera vista y tratándose de algo novedoso quizás resulte algo complicado, pero nada más lejos de la realidad. Para lograr un DCP hay que seguir unos sencillos pasos, eso sí, poniendo especial atención en ellos para que el resultado final sea el esperado. En la segunda parte, en el desarrollo práctico se ha intentado mostrar el diferente software disponible en el mercado y las diferencias que existe entre un programa y otro. Tras ver los pros y los contras de cada programa y teniendo muy presente las tablas que resumen cada programa, el elegir un software de todas estas herramientas depende de muchas variables. Es complicado, no cabe duda, sin embargo hay ciertas pautas a seguir y dependerá sobre todo del tipo de trabajo que se quiera realizar, el sistema operativo que se tenga y si se quiere que la creación del archivo sea bajo dirección asistida o no y sobre todo de disponibilidad económica del sujeto o la empresa en cuestión.

Para aficionados, gente amateur e incluso profesionales independientes está claro que el software descrito en la primera parte va a ser más que suficiente. Les va a permitir prácticamente realizar las mismas funciones que un programa profesional con el beneficio de un coste cero y una mayor elección de sistemas operativos. De las herramientas utilizadas la más completa y estable y en la que se basan muchos programas analizados es el programa OpenDCP y además esta disponible para todos los sistemas operativos. Tiene prácticamente todas

las opciones de un software profesional excluyendo la encriptación y la creación de las llaves.

La gran diferencia entre los programas libres y comerciales radica principalmente en las interfaces de usuarios (mucho más claras y atractivas en las comerciales), mas opciones y herramientas, programas extra para la reproducción del DCP creado, mayor optimización de los recursos del ordenador y la opción necesaria para profesionales de este mundo: la inclusión de generar llaves para la protección de los DCP.

Para una empresa o gente que se dedique exclusivamente al mundo del cine digital va a necesitar sin duda el uso de estos programas comerciales o en su defecto alguna estación de trabajo que incluya todas las herramientas. Pero aquí, hay que tener muy en cuenta el coste del equipo. Si compramos un software, además del gasto de la licencia deberemos añadir un equipo lo suficientemente potente para poder gestionarlo o quizás habría que barajar la posibilidad de hacerse con un servidor de las principales marcas.

En cuanto al software comercial, cual de todos estos programas hay que elegir no es una tarea fácil, el sistema operativo puede ser un factor clave pero siempre se llegará a la misma conclusión, el presupuesto disponible. Dentro de las herramientas comerciales, hay muchas similitudes, pero se debería escoger un software de una gran marca, ya que asegura la compatibilidad con todos los servidores, actualizaciones frecuentes y soporte.

El software de Fraunhofer EasyDCP Creator utilizado en Rec es una muy buena herramienta y su gran ventaja respecto a otro software es su interfaz sencilla pero de aspecto serio y llena de opciones. Si lo comparamos con el mejor software libre (OpenDCP), a primera vista se ve que crear un DCP es muy distinto. En OpenDCP, tenemos que ir de pestaña en pestaña para crearlo. Cada pestaña equivale a un proceso, pero es todo muy intuitivo. En EasyDCP todo se resume en una ventana principal aunque claro esta, tratándose de un software tan potente todo es mucho mas profesional. Este cambio evidente entre los dos programas no es algo relevante.

El dilema es gastar una buena cantidad de dinero por un software más potente, con mas opciones y soporte o elegir un software gratuito, sin soporte real que te garantice soluciones específicas a problemas muy concretos y con las opciones justas para crear un DCP válido. Todo depende del trabajo a realizar finalmente: aunque debe quedar claro que para crear un DCP ocasional el software libre es mas que suficiente. Aunque la idea que debe prevalecer es que

actualmente el software libre se encuentra por debajo del comercial.

Los objetivos del proyecto en un primer momento y tras una reunión con los responsables del estudio era elaborar un informe técnico basándose en las necesidades que tenían y en un segundo paso tratar de elaborar la construcción de un prototipo o demo que incluyera las principales características de los programas analizados. Pero debido a problemas en la empresa, que se encuentra afectada por la crisis actual no se han podido desempeñar los trabajos solicitados. Por lo tanto, el trabajo ha quedado un poco a medias y solo se ha podido cumplir el primer objetivo. Esto ha acarreado unos cuantos problemas, sobre todo el no saber a ciencia cierta cual era el camino a seguir y la duración del trabajo que se ha alargado considerablemente. Las horas invertidas han sido notablemente mas altas que las esperadas, motivado por las anteriores razones aunque gracias al tutor del proyecto finalmente se ha conseguido enderezar el rumbo.

Los resultados a pesar de no ser los esperados y quedar el trabajo un poco a medias, son satisfactorios por mi parte. He sabido recomponerme a las pequeñas adversidades y he aprendido un montón de cosas nuevas referidas a un tema que me atraía pero del que no tenia mucha idea.

Bibliografía

- [1] [Diario el correo] : *Las salas de cine se descargarán películas*. Autor: Oskar L.Belategui. Fecha: 15/03/2013
- [2] [DCI] : *Digital Cinema Initiatives*. Url = "http://www.dcimovies.com/
- [3] [SMPTE] : *Society of Motion Picture Television Engineers*. Url = "http://standards.smpte.org/
- [4] [SBS] : *PELICULA: SIDE BY SIDE (El impacto del cine digital)*. Url = "http://www.filmaffinity.com/es/film386358.html
Año: 2012. Director: Christopher Kenneally. Sinopsis: Documental sobre la reducción del uso del formato de 35mm en el cine y la introducción masiva del formato digital en el cine.
- [5] [HDCAM] : *HDCAM (high-definition video digital recording videocassette)*. Url = "http://en.wikipedia.org/wiki/HDCAM
- [6] [DPX] : *DPX (Digital Picture Exchange)*. Url = "http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Picture_Exchange
- [7] [TIFF] : *TIFF (Tagged Image File Format)*. Url = "http://en.wikipedia.org/wiki/Tagged_Image_File_Format
- [8] [BWF] : *BWF (Broadcast Wave Format)*. Url = "http://en.wikipedia.org/wiki/Broadcast_Wave_Format
- [9] [DCSS] : *Articulo - Digital Cinema System Specification*. Autor = Digital Cinema Initiatives. Fecha = 10/10/2012
- [10] [DDXML] : *Articulo - Digital Cinema XML subtitle file requirements*. Autor = deluxe digital.

-
- [11] [JPEG2000] : *JPEG2000 (Joint Photographic Experts Group)*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/JPEG_2000"
- [12] [EDCF] : *Artículo - Guía EDCF para exhibidores pioneros* . Autor = Gremi d'Empresaris de Cinemes de Catalunya.
- [13] [MPEG2] : *MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group 2)*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/MPEG-2"
- [14] [MXF] : *MXF (Material eXchange Format)*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/MXF"
- [15] [AVI] : *AVI (Audio Video Interleave)*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/AVI"
- [16] [XML] : *XML (Extensible Markup Language)*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/Extensible_Markup_Language"
- [17] [GL11] : *DCP (Un acercamiento práctico al estándar de proyección de cine)*. Autor = Gorka Larralde Url = "http://www.tmbroadcast.es/index.php/dcp-i/"
- [18] [DCP] : *DCP (Digital Cinema Package)*. Url = "http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Cinema_Package"
- [19] [KDM] : *FAQs (Digital Cinema Technology Frequently Asked Questions)*. Url = "http://mkpe.com/digital_cinema/faqs/tech_faqs.php#kdm"
Año = 2011
- [20] [CC] : *CineCert (CineCert asdcplib)*. Url = "http://www.cinecert.com/asdcplib/"
- [21] [FF] : *FFmpeg*. Url = "http://ffmpeg.org/about.html"
- [22] [XYZ] : *XYZ (CIE 1931 color space)*. Url = "http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space"
- [23] [IM] : *ImageMagick (Convert Command-Line Tool)*. Url = "http://www.imagemagick.org/script/convert.php"
- [24] [OJ] : *OpenJPEG*. Url = "http://www.openjpeg.org/"
- [25] [MD] : *MIK-DIGITAL (2DCP)*. Url = "http://www.mik-digital.de/programme.html"

Bibliografía

- [26] [GH] : *GitHub (Cinemaslides)*. Url = "https://github.com/wolfgangw/digital_cinema_tools/wiki/Cinemaslides"
- [27] [DCPB] : *DCP Builder*. Url = "http://www.dcpbuilder.com/"
- [28] [DM] : *DVD-o-matic*. Url = "http://carlh.net/software/dvdomatic/"
- [29] [OT] : *opencinematools*. Url = "https://code.google.com/p/opencinematools/"
- [30] [ODCP] : *opendcp*. Url = "https://code.google.com/p/opendcp/"
- [31] [DL] : *Cineasset*. Url = "http://www.doremilabs.com/products/cinema-products/cineasset/"
- [32] [RS] : *DVS Clipster*. Url = "http://www.dvs.de/products/video-systems/clipster.html"
- [33] [CDCP] : *CuteDCP*. Url = "http://www.fandev.com/cutedcp.html"
- [34] [TE] : *DCPC*. Url = "http://cinema.terminal-entry.de/"
- [35] [HP] : *Haluro de plata*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/Haluro_de_plata"
- [36] [TT] : *The Terminator*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/The_Terminator"
- [37] [PJ] : *Parque Jurásico*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/Parque_Jurasico_(pelicula) "
- [38] [DCI2] : *Digital Cinema Initiatives Wikipedia*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/Digital_Cinema_Initiatives"
- [39] [ARRI] : *ARRI Group (Uno de los mayores fabricantes y distribuidor mundial de cámaras de cine, sistemas digitales y equipos de iluminación)*. Url = "http://www.arri.com/"
- [40] [UNI] : *Unicode*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/Unicode"
- [41] [UTF] : *UTF-8*. Url = "http://es.wikipedia.org/wiki/UTF-8"

- [42] [SSXML] : *Artículo - Subtitle Specification (XML File Format)*. Autor = Texas Instruments Incorporated.