

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL URUGUAY  
DÁMASO ANTONIO LARRAÑAGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS

## **MPEG-4 SOBRE CATV**

Memoria de Grado presentada como requisito parcial  
para la obtención del grado de Ingeniero en Informática

Ing. Augusto Rywaczuk  
Orientador

Alberto Hill  
Montevideo, Marzo de 2003.

Tabla de Contenidos
---------------------

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>1 - INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
1.1 Introducción al problema .....	7
1.2 Objetivo del estudio .....	14
1.3 Enunciado del problema .....	15
1.4 Metodología .....	16
1.5 División de la tesis en capítulos.....	17
<b>2 - MPEG Y ENTREGA DE LA SEÑAL .....</b>	<b>18</b>
2.1 Introducción.....	18
2.2 Sistemas de compresión MPEG-1 y MPEG-2 .....	19
2.3 Redes CATV .....	23
2.3.1 Historia .....	23
2.3.2 CATV en la región.....	24
2.3.3 El cable coaxial.....	24
2.3.4 La fibra óptica .....	25
2.3.5 Normas .....	26
2.3.6 Estructura de las redes CATV.....	27
2.4 Resumen de hallazgos .....	34
<b>3 - MPEG-4.....</b>	<b>35</b>
3.1 MPEG-4 y sus competidores.....	35
3.2 El nuevo paradigma de MPEG-4.....	35
3.3 Herramientas MPEG-4.....	39
3.4 La capa de entrega de MPEG-4.....	39
3.5 La lógica MPEG-4 .....	41
3.6 Escenario para la difusión (broadcasting).....	44
3.7 La implementación IM1 .....	45
3.8 Resumen de hallazgos .....	46
<b>4 EXPERIMENTOS Y MODELOS .....</b>	<b>49</b>
4.1 Modelo de Verificación (VM).....	49

---

4.2 Experimentos Fundamentales .....	50
4.3 Resumen de hallazgos .....	53
<b>5 METODOLOGÍA, RESULTADOS Y COMENTARIOS.....</b>	<b>55</b>
5.1 Metodología .....	55
5.2 Resultados y Conclusiones.....	55
5.3 Comentarios.....	57
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>59</b>
1. Metodología, redacción y presentación .....	59
1.1 Libros .....	59
1.2 Sitios en la Internet.....	60
2. Fuentes de Información sobre el área de trabajo .....	61
2.1 Libros electrónicos.....	61
2.2 Libros .....	61
2.3 Sitios en la Internet.....	64
2.4 Listas de correo y foros de discusión .....	66
2.5 Otras fuentes de información de la Internet .....	66
2.6 Revistas.....	67
2.7 White papers .....	69
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>70</b>
<b>APÉNDICE A-1: INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>73</b>
<b>APÉNDICE A-2: INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÉNDICE B-1: ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIÓN DE SONIDOS .....</b>	<b>75</b>
<b>APÉNDICE B-2: ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIÓN DE IMÁGENES .....</b>	<b>77</b>
<b>APÉNDICE C: MPEG-4 SYSTEMS LICENSE .....</b>	<b>79</b>

---

## RESUMEN

---

Este estudio describe y presenta diferentes métodos para distribuir video digital comprimido mediante el formato MPEG-4 por medio de redes de CATV para ser visualizados en equipos de televisión. Se busca como resultado que esta tecnología sea una alternativa a la que actualmente se encuentra en uso en Uruguay y otros países de América del Sur. Dentro de los estándares que pueden ser utilizados se encuentran DVB-C (*digital video broadcast for cable*) e IP (*internet protocol*).

El estudio compara las tecnologías que existen actualmente con el objetivo de determinar cual es la mejor forma de transmitir contenido MPEG-4 sobre redes de CATV. **La hipótesis de trabajo es que la entrega de este tipo de contenido sobre dicho medio no difiere a la entrega de cualquier señal digital**, es decir, para que la misma sea entregada, primero debe pasar por un medio de comunicación, como por ejemplo: pares trenzados de cobre, cables coaxiales, fibras ópticas, etc.

Se llega a la conclusión de que lo propuesto es posible. MPEG-4 es una alternativa que puede ser tomada en cuenta para nuevas aplicaciones de CATV en la región. Este es un estudio desde el punto de vista técnico, pero en la práctica las decisiones sobre qué tecnología usar se basan generalmente en otros elementos.

**Palabras clave: MPEG-4, CATV, Difusión.**

---

## ABSTRACT

---

This dissertation study describes and presents an alternative method for delivering digital video, the MPEG-4 compression format, through the use of an analog cable network for direct viewing on television sets. The purpose of the study is to propose this technology as an alternative to the present cable network technologies in Uruguay and elsewhere in South America. Delivery standards that might be used over such a CATV network include DVB-C (*digital video broadcast for cable*), and IP (*internet protocol*) networks.

The study compares the current technologies to determine which would be the best way to provide such delivery over CATV networks. **It is the argument of this study that the delivery of MPEG-4 format streaming video is no different than the delivery of any type of digital signal:** in order for the signal to be delivered, it must pass through a transmission medium such as fiber-optic cable, twisted-wire pair, coaxial cable, etc.

The dissertation makes the case that MPEG-4 is a feasible alternative technology which should be considered for new CATV applications in this region. This study is from a technical point of view, when it comes to implementation there are other elements that should be taken into account.

**Keywords: MPEG-4, CATV, Broadcasting.**

---

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

---

<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>AF</b>	Audio frequency
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode
<b>CATV</b>	Community Antenna Television / Cable Television
<b>CCIR</b>	Comité Internacional de la Radio
<b>DAB</b>	Digital Audio Broadcasting
<b>DBS</b>	Digital Broadcast Satellite
<b>DCT</b>	Discrete Cosine Transform
<b>DSP</b>	Digital Signal Processor
<b>DTV</b>	Digital Television
<b>DVB</b>	Digital Video Broadcasting
<b>DVD</b>	Digital Versatile Disc
<b>HFC</b>	Hybrid Fiber / Coax
<b>IEC</b>	International Electro Technical Commission
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronic Engineers
<b>IF</b>	Intermediate Frequency
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>MPEG</b>	Moving Picture Experts Group
<b>NTSC</b>	National Television Standards Committee
<b>PAL</b>	Phase Alternating Line
<b>PCM</b>	Pulse Code Modulation
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant
<b>PES</b>	<i>Packetized</i> Elementary Streams (MPEG-2)
<b>POTS</b>	Plain Old Telephone Service
<b>PS</b>	Program Stream (MPEG-2)
<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network
<b>PTT</b>	Postal Telephone and Telegraph Administrations
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RF</b>	Radio Frequency
<b>RTP</b>	Real-Time Transport Protocol (IETF)
<b>RTSP</b>	Real-Time Streaming Protocol (IETF)
<b>SECAM</b>	<i>Séquentiel Couleur Avec Mémoire</i>
<b>STB</b>	Set Top Box
<b>URSEC</b>	Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones
<b>VCR</b>	Video Cassette Recorder
<b>VHS</b>	Video Home System
<b>VO</b>	Video Object
<b>VOD</b>	Video-On-Demand
<b>VOL</b>	Video Object Layer
<b>VOP</b>	Video Object Plane
<b>XMT</b>	Extensible MPEG-4 Textual Format

---

# 1 - INTRODUCCIÓN

---

## **1.1 Introducción al problema**

El concepto básico de la compresión de datos se remonta como mínimo a la época de los Romanos, quienes se dieron cuenta de que era posible ahorrar espacio en las piedras utilizadas para la escritura si por ejemplo al número cinco lo representaban por medio de una "v" en lugar de "IIIII" /BYT 94/.

Hoy en día, la transmisión y almacenamiento de datos cuesta dinero. Cuanto más información se maneja, mayor es el costo /SMI 99/. La compresión de datos para que puedan ser transmitidos sobre diferentes redes de una manera económica y sin retrasos es un fenómeno establecido y al mismo tiempo algo que causa mucho interés en un mundo donde la información es un artículo muy valioso. La necesidad de comprimir surge de que cuanto más compleja es la información, mayor es la cantidad de espacio digital (en términos de ceros y unos) que se necesitan para representarla, ya sea con el fin de almacenarla, recuperarla o transmitirla. Por ejemplo, el texto requiere 8 bits por carácter (unos 20kbits por página); los discos compactos de audio requieren unos 1500 kbits por segundo (1500Kps); las señales de televisión sin comprimir más de 200 Mbits por cada segundo de transmisión.

A continuación se explica de qué forma se llega a los valores mencionados:

Uno de los estándares para la digitalización de señales de video es conocido como "*Muestreo 4:2:2*" (CCIR-601). La señal de luminancia se muestrea en 13,5 MHz y cada una de las dos señales diferencia color a 6,75 MHz (  $2 * 3,375$  MHz ). La suma da 27 MHz. Tomando muestras de 10 bits, el resultado es 270 Mbps. En el caso de muestras de 8 bits el resultado es 216 Mbps.

Para una calidad de disco compacto de música se deben tomar 44,100 muestras por segundo \* 16 bits / muestra \* 2 canales = 1411,2 Kps.

Mientras que la necesidad de comprimir resulta evidente tanto en el almacenamiento como en la recuperación de la información, es claro que en su transmisión sin retrasos es donde se encuentra la mayor parte de los problemas. Sin compresión, una señal digital abarca aproximadamente cinco veces el ancho de

banda de la misma en formato analógico. En el caso particular de una señal de TV, esto significa que serían necesarios cinco canales de TV para transportar solamente un canal de televisión digital /PAR 98/. La figura 1.1 ilustra el problema asociado con la transmisión de datos digitales sobre las redes existentes en la actualidad.<sup>1</sup>

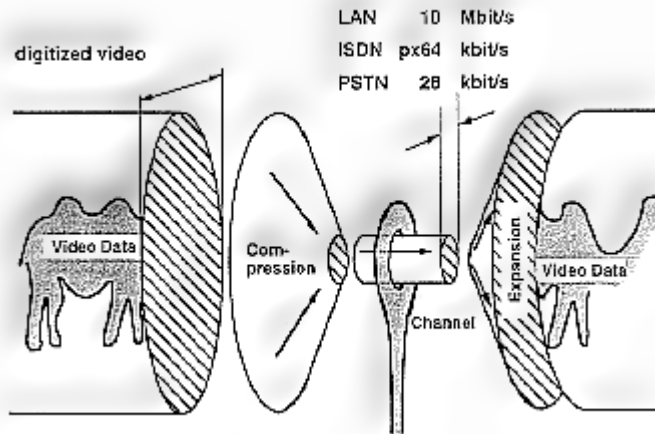


Figura 1.1: Comprimir para poder transmitir información digital

Tanto el tiempo como el ancho de banda constituyen recursos limitados. Así por ejemplo, bajo condiciones ideales, las conexiones por medio de un *MODEM* a través de una línea telefónica convencional están limitadas a un máximo de 56Kps, velocidad que en la realidad no se alcanza.

Los *MODEMS ADSL* pueden alcanzar velocidades de bajada de 8Mps y hasta 1Mps de subida, mientras que las conexiones por medio de redes de televisión por cable tienen un potencial que puede llegar a 30Mps hasta el abonado (aunque normalmente dicho ancho de banda es compartido entre varios miles de usuarios). Por lo tanto, si una conexión de estas características fuese utilizada por una sola persona, siete segundos sería el tiempo que le tomaría para bajar un segundo de video digital con calidad de TV. Como en la práctica dicho ancho de

<sup>1</sup> Imagen obtenida de:

<http://www.cs.ru.ac.za/Honours/mmcourse/compression/mpeg/eth/mpeg1.html>



banda es compartido entre una gran cantidad de usuarios, un segundo de video puede llegar a consumir varias horas.

La tabla 1.1 ilustra los diferentes potenciales de ancho de banda de los servicios y redes existentes en la actualidad /GIB 01a/ (Página 3).

Service/Network	Rate
POTS (plain old telephone system)	28.8-56Kps
ISDN (Integrated Services Digital Network)	64-128Kps
ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)	1.544-8.448Mps (downstream) 16-640Kps (upstream)
VDSL (Very High Rate DSL)	12.96-55.2Mps
CATV (Cable Television)	20-40Mps
OC-N/STS-N (Optical Cable-Number of times the single link bandwidth/synchronous transport protocol-number of times the single link bandwidth)	Nx51.84Mps
Ethernet	10Mps
Fast Ethernet	100Mps
Gigabit Ethernet	1000Mps
FDDI (Fiber Distributed Data Interface)	100Mps
802.11 (wireless)	1,2,5,5, and 11Mps in 2.4 GHz band
802.11a (wireless)	6-54Mps in 5 GHz band

Tabla 1.1: Networks and Network Services

Según Chen /CHE 02/ *“sin ningún tipo de dudas la compresión digital de video es el elemento más importante en el desarrollo de comunicaciones de video modernas”* (Página 1). Algunas de las ventajas del video digital comprimido sobre el analógico son:

- Reducción de costos en la distribución de video,
- Mejor calidad de video y mayor seguridad en la señal ,
- Potencial para interactuar.

En la vida de la informática han surgido y desaparecido una gran cantidad de estándares gráficos y sonoros. MPEG ha sido uno de los pocos que no ha sucumbido con el paso de los años. Al contrario, nuevos dispositivos como el DVD, la televisión de alta definición y la distribución de contenido audiovisual por la Internet le han dado mayor fuerza a uno de los sistemas de compresión que ofrece la mayor calidad en el mínimo espacio.

Los estándares para la compresión tanto de audio como de video han sido establecidos por el Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento bajo los auspicios de la Organización Internacional para la Estandarización. Los padres del

invento son el italiano *Leonardo Chiariglione* y el japonés *Hirashi Yasuda*. En la actualidad el grupo esta formado por cientos de expertos de varias partes de mundo.

El primer conjunto de estándares publicados fueron los de MPEG-1 (*ISO/IEC-11172*), donde no se enfocaba hacia el transporte y comunicación, sino más bien se hacía hincapié en los aspectos relacionados con el almacenamiento y recuperación tanto de video como de audio. El estándar ha sido utilizado primordialmente para el almacenamiento en CD-ROMs y audio. Dentro de este último se ha usado principalmente en la forma de MP3. Al mismo tiempo ha sido usado para discos compactos de video de baja resolución (320x240 píxeles), suministrando aproximadamente una hora de video en un disco compacto del tipo R de 650MB o del tipo RW.

Las especificaciones técnicas oficiales de los esquemas MPEG están contenidas en documentos que pueden adquirirse en la Organización Internacional para la Estandarización<sup>2</sup>.

MPEG-2(*ISO/IEC-13818*), que incluye al estándar MPEG-1 (tradicionalmente los estándares MPEG son compatibles con sus ancestros de forma de no hacer que tanto el soporte lógico informático como los equipamientos físicos queden obsoletos), tiene un componente el cual "*define PSs (program streams) apropiados para aplicaciones sobre un medio confiable y TSs (transport streams) apropiadas para su distribución*" /KAL 01/. MPEG-2 se ha popularizado bastante y es utilizado para la transmisión digital por satélite y para el almacenamiento de video en medios como el DVD (dos horas de video en un disco de 4.7GB).

Es más, MPEG-2 ha funcionado tan bien que los trabajos sobre MPEG-3, creado para regular la televisión de alta definición, fueron abandonados en poco tiempo (ya no se utiliza) luego de que los expertos se dieron cuenta de que con unas pequeñas modificaciones, el formato MPEG-2 podía cumplir con todos los requisitos de la televisión de alta definición.

MPEG es utilizado en una importante cantidad de aplicaciones comerciales, entre las que se incluyen la reproducción de contenido desde unidades de almacenamiento, difusión de programación audiovisual sobre variedad de

---

<sup>2</sup> <http://www.iso.org>

canales, conexiones punto a punto conmutadas para entregar material audiovisual digital, televisión de alta definición y aplicaciones multimedia.

MPEG-4(ISO/IEC-14496) difiere en forma significativa con MPEG-1 y MPEG-2. MPEG-4 da un salto de la pasividad a la actividad ya que se definen objetos audiovisuales con los que se puede interactuar, mezclando sonido, imagen real, texto y gráficos en dos y tres dimensiones. La compresión y descompresión son diferentes dado que las imágenes están divididas en "*componentes de vídeo-objetos (VOC) y componentes de audio-objetos (AOC)*" que son tratados de forma independiente y donde deben definirse relaciones entre los mismos. En lugar de comprimir un marco (imagen) de forma completa, MPEG-4 utiliza un enfoque basado en capas, donde se separa el primer plano de la escena de su ambientación. A modo de ejemplo, si se tiene a una persona caminando en primer plano y en un entorno relativamente estático, MPEG-4 los trata como dos capas diferentes y utiliza distintas compresiones para cada una de ellas. Uno de los problemas del estándar MPEG-2 es la compresión de objetos que se mueven a gran velocidad. Bajo esas circunstancias es que se tiende a dividir o producir lo que en inglés se denomina *artifacts* definidos por /SYM 98/ como "*elementos de la entrada que no son realmente parte de la información*".

MPEG-7(ISO/IEC-15938) ya se encuentra en desarrollo y es denominado como una interfaz de descripción de contenido multimedia "*preocupada con la interpretación de la información de tal forma que pueda ser usada o buscada por dispositivos o computadoras*") /GB 01b/ (Página 127).

Dado que MPEG-4 puede comprimir el fondo de una forma diferente a la del primer plano, pueden conseguirse imágenes de alta calidad sin dichos *artifacts*. La pregunta que muchos se hacen es: ¿Qué tan alta puede ser la calidad de la imagen transmitida?. Gomez /GOM 02/ afirma que "*según los que proponen el estándar, a una tasa de unos 300Kps, teóricamente sería posible visualizar en tiempo real imágenes con calidad VHS. Dicha velocidad es alcanzable hoy en día mediante tecnologías como xDSL o CABLE MODEM*".

Existe un elemento que no ha sido tratado y es crucial sin importar que tipo de compresión sea utilizada. Dicho elemento es el equipamiento necesario para codificar la señal en un extremo y decodificarla en el otro. El mismo debe poder empaquetar la señal antes de ser enviada y desempaquetarla antes de ser

vista. Las figuras 1.1 y 1.2 muestran de forma simplificada la estructura de los codificadores y decodificadores MPEG respectivamente<sup>3</sup>.

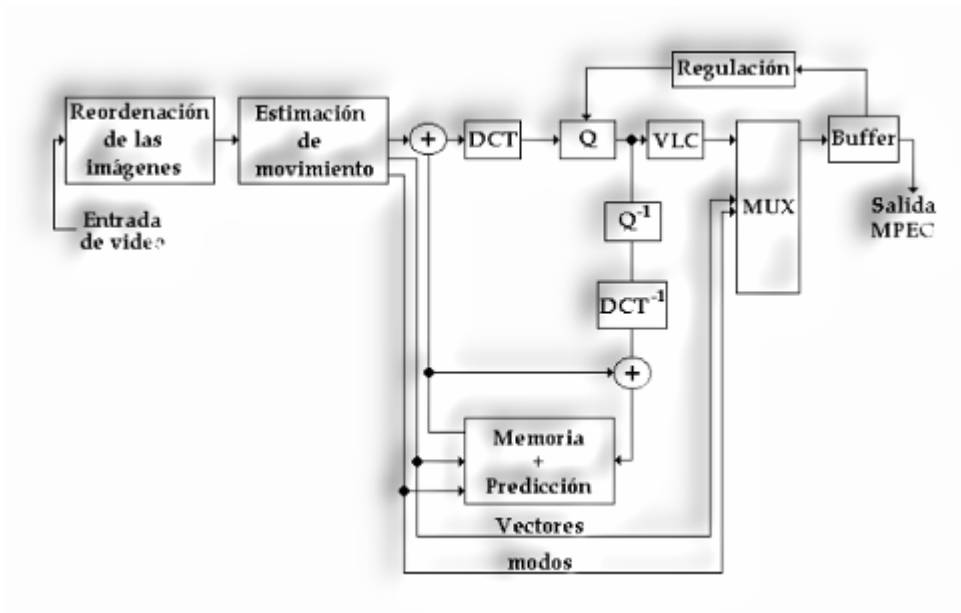


Figura 1.2: Codificador MPEG simplificado

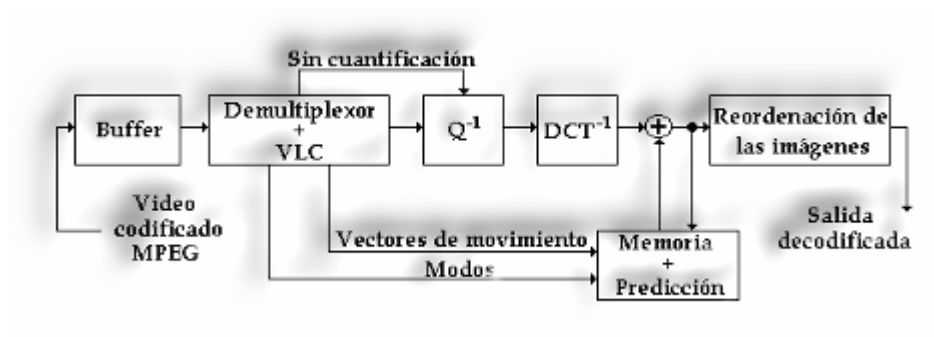


Figura 1.3: Decodificador MPEG simplificado

<sup>3</sup> Imágenes obtenidas de:

<http://www.fuac.edu.co/autonoma/pregrado/ingenieria/ingelec/proyectosgrado/compresvideo/MPEG1.htm>

Para que el sistema funcione, tanto el codificador como el decodificador deben ser compatibles. Quienes diseñaron originalmente el formato MPEG aseguraron dicha compatibilidad por medio de una definición de la señal entre los dispositivos en lugar de definir los dispositivos en sí. Watkinson /WAT 02/ dice que *"los ingenieros crean un simple decodificador que funciona bien, pero ocasionalmente encuentran un tipo particular de imagen que no puede ser comprimida. En ese momento, los ingenieros desarrollan una nueva herramienta que soluciona el problema. Como resultado, el codificador encuentra imágenes que no puede comprimir con menor frecuencia, pero siempre se encuentran con alguna imagen que no puede ser comprimida mediante la versión mejorada. Es así que los ingenieros constantemente tienen que adaptar sus herramientas a las dificultades que encuentran en el camino"* (Página 2).

MPEG-4 difiere mucho de MPEG-1 en términos de complejidad y tipos de objetos que puede manejar. MPEG-4 puede comprimir y transmitir objetos virtuales en tres dimensiones como entramados, los cuales pueden ser recreados del lado del usuario usando un mapa de la superficie o textura del objeto. Al mismo tiempo el objeto puede ser reproducido desde determinado punto de vista, el cual puede ser el punto de vista del usuario, creando un sistema interactivo. Finalmente, el diseño de MPEG-4 permite que el mismo sea distribuido utilizando UDP (*user datagram protocol*) sobre IP (*internet protocol*), PSTN (*public switched telephone network*), ATM (*asynchronous transfer mode*) y corrientes de MPEG-2. Todo esto tiene un precio, el cual radica en la complejidad del codificador y del decodificador.

*"MPEG-4 probablemente represente el límite en la complejidad de la codificación. A pesar de poder reducir una imagen en movimiento a unos pocos vectores, requiere que el decodificador sea un potente dispositivo de "graphics-rendering". Incluso teniendo en cuenta que las herramientas para manipular objetos de MPEG-4 son muy eficientes, son fácilmente aplicables sólo a imágenes generadas por computadores. En principio, se podría construir un decodificador para esa tarea, pero sería algo muy complejo"* /WAT 02/ (Páginas 5 y 6).

## 1.2 Objetivo del estudio

El objetivo es buscar algún método alternativo para la transmisión de video digital en formato MPEG-4 utilizando una red analógica de TV por cable. No se busca una transmisión, almacenamiento y posterior visualización, sino una transmisión en tiempo real. Por lo tanto el tiempo para que la señal llegue al abonado no puede ser superior a la velocidad a la cual el video es enviado. Existen estándares que pueden ser utilizados sobre redes de televisión por cable, como DVB-C (*digital video broadcasting for cable*) y redes IP (*internet protocol*). El presente estudio examina estos métodos para poder determinar cual puede ser la mejor forma de transmitir contenido MPEG-4 utilizando el medio mencionado.

Básicamente, la entrega de material en formato MPEG-4 como una corriente, no difiere de la de la entrega de cualquier otra señal digital. Para que la señal sea entregada, debe pasar por un medio de comunicación. La tabla 1.2 indica los roles de las señales analógicas y digitales en cualquier sistema de televisión por cable /THO 99/ (Página 3).

Cable television system components	Signal characteristics
Satellite feed to head end	Digital or analog microwave signals over the air on a microwave carrier
Return path pay-per-view message from set-top box	Digital information modulated onto a return carrier dedicated to the purpose
Fiber feed for importing remote TV channels	Analog and digital signals light wave modulated onto an optical fiber
NTSC (National Television System Committee), PAL (phase alternate line) or SECAM (sequential width memory) televisión	Analog video modulated onto a carrier and transmitted over the air on a cable or fiber
Cable modem (also on phone line)	Digital base band modulated onto a burst carrier
Hybrid fiber coax (HFC) signal distribution	Analog and digital signals transmitted as analog signals.

Tabla 1.2: Digital and Analog Use Throughout Cable Television Systems

Dicho de una manera diferente, el propósito del estudio es determinar si el formato de compresión MPEG-4 es compatible y consistente con la entrega de corrientes de video sobre redes convencionales de CATV.

### **1.3 Enunciado del problema**

Para lograr una corriente de video MPEG-4, lo que se necesita hacer es implementar un sistema de codificación y emisión de la corriente del lado del proveedor y un decodificador del lado del cliente. Debe hacerse notar la naturaleza asimétrica en los algoritmos de compresión y descompresión en el formato MPEG. La compresión es mucho más compleja (tanto en términos de equipamientos físicos como de soporte lógico informático) que la descompresión y de esta manera debe ser al transmitir señales al cliente.

*"Para CATV esto significa que el trabajo pesado de la compresión debería ser llevado a cabo por donde se inicia la transmisión, como puede ser un satélite o una fibra óptica. Ni el head-end ni quien recibe la señal debe tener el software o hardware para manejar dichos paquetes. Los STBs de los subscriptores pueden ser de bajo costo, estandarizados y simples" /THO 99/ (Páginas 120-121).*

Dada la complejidad de los algoritmos MPEG-4, el equipo del lado del cliente será también complejo, tal vez alcanzando los límites de este tipo de compresión en relación al costo. Kalva /KAL 01/ describe el uso del formato MPEG-4 para aplicaciones multimedia. Este enfoque puede ser fácilmente aplicable para intentar el transporte de este tipo de contenido al usuario. *"Con una representación audiovisual basada en objetos, las presentaciones pueden contener varios tipos diferentes de medios y no es práctico tener una terminal con decodificadores por hardware ... Las terminales que soporten presentaciones basadas en objetos deben incluir decodificadores por software e incluso procesadores programables para una decodificación eficiente ... debido al contenido multimedia basado en objetos y por la posibilidad de interactuar del usuario, sus terminales se están transformando en algo cada vez más complejo" (Página 9).*

Se puede enunciar el argumento planteado en esta tesis de la siguiente forma: **"Es posible entregar una corriente de video MPEG-4 a través de una red de CATV, de forma que el usuario pueda ver el video en tiempo real sin tener que bajarlo antes y almacenarlo en algún dispositivo. El usuario final no sólo debe poder ver la corriente de video, sino que además debe conseguir interactuar con los objetos definidos en el estándar MPEG-4 (de lo contrario MPEG-2 seguiría siendo suficiente). Para**

**lograr eso, debe encontrarse una solución para la complejidad existente tanto del lado del abonado como del proveedor para codificar, decodificar y transmitir la información en forma de corriente. En el presente documento se examinan potenciales soluciones para dicho problema".**

En cuanto al contexto, el espacio se limita a las redes de CATV con arquitecturas similares a la existente en Montevideo, Uruguay. Puede ser perfectamente tenido en cuenta en países con realidades tecnológicas semejantes. En lo que se refiere al tiempo, el trabajo está orientado a ser utilizado en la actualidad.

Con el fin de acotar el problema, se debe recalcar que el trabajo está hecho desde un punto meramente tecnológico. Se estudia el potencial de un estándar y se dejan de lado aspectos como pueden ser legales que innegablemente tienen gran peso a la hora de implementar una nueva solución.

Actualmente **URSEC** es el organismo encargado de la regulación y el control de las actividades referidas a las telecomunicaciones en el Uruguay.

## **1.4 Metodología**

La prueba del enunciado se realizará utilizando una combinación de métodos tanto **cuantitativos** como **cuantitativos**. Entre ellos están:

1. Examinar y analizar la literatura existente, tanto en lo práctico como en lo teórico, en los campos de compresión MPEG, configuración de redes de TV por cable, manipulación de señales analógicas y digitales y tecnologías de codificación y decodificación. Esto incluye material en informática, electrónica e ingeniería audio-visual como ser protocolos de transmisión de video-sobre-demanda /CAR 01/ y futuro de las redes de telecomunicaciones /KAZ 01/.
2. Examinar previos estudios y experimentos en el área, con énfasis en la implementación de transmisión de señales MPEG-2 en redes de televisión por cable. Por ejemplo, operadores de TV por cable de Estados Unidos que han pasado a HFC para implementar el



protocolo MPEG-2. Al mismo tiempo, se examinarán estudios específicos que utilizando MPEG-4 fueron llevados a cabo por el grupo MPEG, expertos designados y laboratorios no pertenecientes al grupo.

Se ha sugerido que uno de los problemas del formato MPEG-4 es que fue creado con mercados convergentes en mente y designado para trabajar dentro de esos mercados en constante expansión. Dichos mercados son los de la televisión/cine/entretenimiento, informática y comunicaciones. Esta abstracción y expansibilidad puede ser un problema para propósitos de prácticas específicas. Para el transporte por cable, es importante que el estándar sea alcanzado en términos de complejidad de objetos, por ejemplo: *"Para el cable, un perfil estándar de corriente de video debe garantizar que el set-top sea capaz de detectar la entrada de objetos MPEG-4, para asegurar que pueda bajar el software y determinar que su CPU pueda decodificar su número de objetos. El set-top luego crearía dichos objetos por software y los manejaría como MPEG-2" /YOS 00/.*

## **1.5 División de la tesis en capítulos**

Este trabajo se encuentra dividido en cinco capítulos. El primero da una introducción al tema, seguido de una sección sobre referencias y estudios sobre MPEG-4 y redes de televisión por cable, haciendo hincapié en el envío de señales digitales por medio de redes analógicas y el equipamiento físico y soporte lógico informático requeridos.

La siguiente sección va a consistir en una evaluación de dichos estudios relacionados a la transmisión de MPEG-4 sobre redes de TV por cable. Esto será seguido por un análisis sobre la viabilidad de experimentos con corrientes en formato MPEG-4 y la interacción desde el punto de vista del usuario final en la manipulación de objetos dentro del marco de video.

En el capítulo final se muestra un resumen de los resultados obtenidos siguiendo la metodología establecida, conclusiones y notas finales.

---

## 2 - MPEG Y ENTREGA DE LA SEÑAL

---

### **2.1 Introducción**

Esta sección contiene una revisión del material existente específicamente en asuntos relacionados con el tema estudiado. Estos son los estándares MPEG tanto para la codificación como decodificación de video, formas de distribuir dicho material y en el caso particular de este estudio, las redes de CATV. El propósito es examinar la compatibilidad de ambos para transmisiones de video tal cual se encuentran configurados en la actualidad, haciendo hincapié en el estándar MPEG-2 que es el usado mayoritariamente a la fecha de elaboración de este trabajo (Febrero, 2003).

El material fue obtenido de varias fuentes, entre las que se incluyen libros, revistas, artículos, sitios en la Internet, entrevistas telefónicas con personas vinculadas al área del CATV, charlas con ingenieros de SAETA TV Canal 10, material y experiencia adquirida en estudios previos como ser el curso en línea "*The Brain And How It Works*"; (Enero 2003) - *BNU*; y los cursos técnicos y prácticos de "Electrónica básica" (24 de Agosto 1992) y "Radio y televisión en colores" (19 de noviembre de 1992) - *National Schools*, Montevideo, Uruguay, consultas a psiquiatras para entender mejor la forma en que el ser humano procesa los estímulos, contactos por correo electrónico con expertos en el tema y la base de datos InfoTrac. Se tuvo especial cuidado en examinar la confiabilidad de las fuentes de información.

El capítulo se encuentra dividido en cuatro secciones:

1. La presente introducción.
2. Sistemas de Compresión MPEG-1 y MPEG-2.
3. Redes de CATV.
4. Resumen de hallazgos.

## 2.2 Sistemas de compresión MPEG-1 y MPEG-2

Como Solari /SOL 97/ señala, los sistemas de compresión como JPEG y la familia MPEG no funcionan basados en una técnica en particular sino en un grupo o familia de técnicas. Esto le da libertad a los desarrolladores para optar la técnica que mejor se adapte a sus aplicaciones particulares. El estándar MPEG-1 fue creado en el intento de encontrar alguna forma para codificar tanto audio como video en un disco compacto con una tasa constante de transferencia de 1.5 Mbps. Las especificaciones para MPEG-1 incluyen:

- ❖ Resolución horizontal de 360 píxeles;
- ❖ Resolución vertical de 240 píxeles para NTSC; 288 para PAL y SECAM;
- ❖ 30 Hz para NTSC; 25 tanto para PAL como SECAM; 24 para filmes.

Con MPEG-2 lo que se intentó fue definir un estándar aplicable para las resoluciones reales de la televisión, cuatro veces mayor que las que el estándar MPEG-1 podía proveer. El estándar MPEG-2 usa una estructura jerárquica de seis capas para dividir la información en segmentos que puedan ser fácilmente decodificados. La tabla 2.1 muestra las mencionadas capas y en que consiste cada una de ellas en particular /SOL 97/ (Página 221).

Syntax Layer	Functionality
Sequence layer	Context unit
Group-of-pictures layer	Random-access unit: video coding
Picture layer	Primary coding unit
Slice layer	Resynchronization unit
Macro block layer	Motion compensation unit
Block layer	DCT unit

Tabla 2.1: Capas y sus funcionalidades

El primer paso en la producción de una señal de audio/video que ocupe la menor cantidad de ancho de banda manteniendo una calidad aceptable se encuentra en la codificación de la señal analógica original.

Las razones por las cuales la codificación MPEG-2 es utilizada en DVB (*digital video broadcasting*) son:

- ❖ Soporte de diferentes calidades de video hasta televisión de alta definición,
- ❖ Su alta flexibilidad.

Según de Bruin & Smits, *"El sistema de codificación reduce el ancho de banda quitando sucesivas partes de la señal digital de video. En caso que mencionadas porciones sean iguales (por ejemplo cuando la pantalla del televisor esté mostrando una imagen de un solo color), no hay codificación. En el decodificador la información que fue sustraída es añadida a la siguiente parte de la señal para reconstruir la señal de video original. El estándar MPEG-2 hace que la sustracción tenga lugar a una frecuencia igual a la que la imagen en la pantalla de la televisión es actualizada"* (Página 147).

El sistema de decodificación MPEG-2 básicamente revierte el proceso utilizado en la codificación. Una de las cosas que MPEG-2 permite es lo que se denomina "escalabilidad espacial". Esto significa que la resolución de una imagen en la pantalla de un televisor no es fija, pero puede optimizarse mediante el uso de una señal digital de video que incluya tanto una resolución básica como una alta resolución.

Otra particularidad de MPEG-2 es el uso de niveles y perfiles dentro de su conjunto de estándares. Así, en lugar de un estándar, MPEG-2 permite cuatro formatos de datos o niveles y cinco diferentes perfiles, cada uno con su propio conjunto de herramientas de compresión. Los cuatro niveles varían desde televisión de baja resolución (calidad VCR), resolución estándar (PAL, SECAM y NTSC), definición mejorada y HDTV.

De las 20 posibles combinaciones de niveles y perfiles, 11 fueron seleccionadas para el estándar MPEG-2. La tabla 2.2 ilustra las once combinaciones, conocidas como *"MPEG-2 conformance tools" /BRU99/*.

Profiles	Low-Level	Main-Level	High-1440 Level	High-Level
Simple	—	720x576 (15Mbps)	—	—
Main	352x288 (4Mbps)	720x576 (15Mbps)	1440x1152 (60Mbps)	1920x1152 (80Mbps)
SNR scalable	352x288 (4 or 3Mbps)	720x576 (15 or 10Mbps)	—	—
Spatial scalable	—	—	1440x1152 or 720x576 (60 or 40.15Mbps)	—
High	—	720x576 or 352x288 (20 or 15.40Mbps)	1440x1152 or 720x576 (80 or 60.20Mbps)	1920x1152 or 960x576 (100 or 80.25Mbps)

Tabla 2.2: Niveles y perfiles MPEG-2

Para que la señal codificada de video MPEG sea transmitida de forma exitosa, debe contener tres elementos:

1. información sobre el audio.
2. información sobre el video.
3. información para brindar soporte a los dos primeros elementos.

MPEG-2 suministra lo que se denomina como "*MPEG-2 systems*" a fin de proveer todo lo necesario para la transmisión de las mencionadas señales. En la forma de "*packetizers*" producen una corriente de paquetes (*packetized elementary stream of PES*) para cada uno de los tres elementos. Estos *PESs* pasan luego por un *MUX* para generar una corriente de datos estandarizada conocida como la corriente de transporte (*TS*). La figura 2.1 ilustra una representación funcional de los sistemas MPEG-2 /BRU 99/ (Página 153).

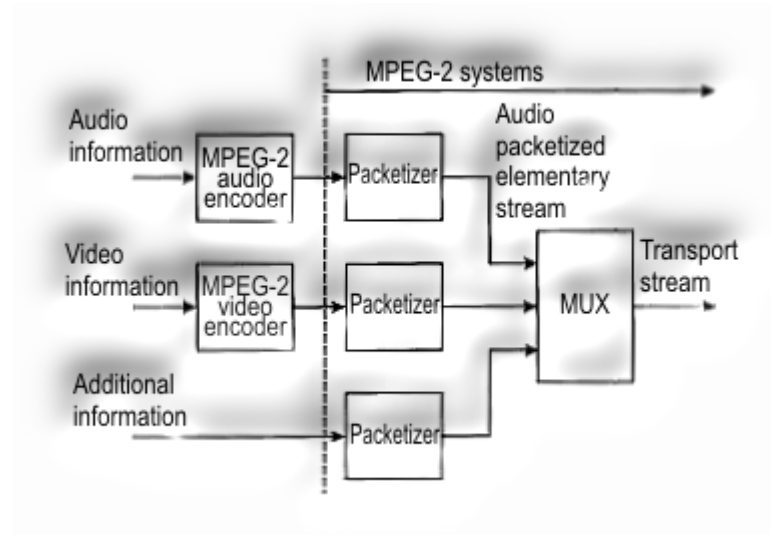


Figura 2.1: Representación funcional de los sistemas MPEG-2

Es importante recalcar que MPEG-2 es compatible con MPEG-1 por medio de PSs. Esto, junto con sus niveles y perfiles, hacen que MPEG-2 sea genérico. De Bruin & Smits /BRU 99/ concluyen: *"El estándar MPEG-2 suministra un conjunto de herramientas de compresión y técnicas de transmisión. Para cualquier aplicación, los usuarios eligen que herramienta utilizar ... Esto debe darle a los proveedores de servicios y / o fabricantes un incentivo para diferenciarse entre sí. El usuario puede beneficiarse de esto ya que se le da la posibilidad de elegir entre una gran gama de servicios con distintos tipos de calidad"*.

Dado su múltiple equipamiento de herramientas y su habilidad para codificar video *interlaceado*, MPEG-2 es muy útil en varias aplicaciones como ser televisión digital por cable, DVDs, televisión digital satelital, etc. Varias empresas (entre ellas ITV y la BBC en Inglaterra) y compañías satelitales transmiten actualmente parte de su programación codificada mediante el formato MPEG-2 /GHA 99/.

Wiseman aclara que obviamente se necesita contar con estándares para la compresión de video. El problema es que cuando estos estándares vayan a ser implementados, será el momento en que los costos van a entrar en juego. Por ejemplo, sería inútil para un usuario tener que adquirir varios aparatos decodificadores para poder tener acceso a señales provenientes de diversos e

incompatibles *codecs* de compresión. Parte de la decisión de elegir MPEG como el estándar para la compresión y transmisión de video digital es porque el mismo es multiplataforma. Además, "El estándar MPEG ... permite a los desarrolladores de aplicaciones crear sistemas que puedan sacrificar calidad por costo o tasa de transmisión, entre otros elementos" ("Professional Digital Video Networking" Página 4).

## **2.3 Redes CATV**

### **2.3.1 Historia**

El origen de las redes de CATV se remonta a fines de la década de 1940. Las ciudades rodeadas por zonas montañosas en *Pennsylvania* (Estados Unidos de Norteamérica) no podían recibir las señales emitidas por la estación de TV más cercana, ubicada en *Philadelphia* debido a las condiciones topográficas adversas.

El dueño de un comercio de venta de equipos de televisión, John Walson, experimentaba dificultades para vender sus productos debido a dicho problema. Si bien la señal no podía atravesar las montañas, era posible su recepción en la cima de las mismas. Fue así que Walson instaló una antena en lo alto de una montaña cercana y transportando hacia su comercio la señal recibida por medio de un cable, exhibió sus equipos de televisión con imágenes. Sus ventas aumentaron en forma notoria y Walson se hizo responsable de distribuir la señal hasta los hogares de sus clientes con la máxima calidad posible. Para que la señal no perdiera potencia, tuvo que crear sus propios amplificadores. Así fue como surgió lo que en un principio se conoció como "*Community Antenna Television*" o CATV. Actualmente es más común referirse al término como "*Cable Television*".

Más tarde, Milton Shapp aplicó el mismo fundamento a nivel de edificios, evitando así la acumulación de antenas particulares en las azoteas. Shapp fue el primero en usar cables coaxiales para tal fin.

Las redes CATV se popularizaron y se extendieron por todos los Estados Unidos de Norteamérica. En el año 1972, Service Electric ofreció el primer servicio de televisión para abonados, denominado HBO (*Home Box Office*), a través

de su sistema de cable. Aunque la primera noche de emisión de HBO sólo fue vista por un reducido número de personas, su crecimiento fue vertiginoso y se convirtió en el servicio de cable con mayor difusión. En parte, ello se debió a que sus propietarios decidieron distribuir la señal por satélite, en lo que también fueron pioneros.

### **2.3.2 CATV en la región**

Los primeros sistemas de TV por cable de la zona fueron implantados en la Argentina a fines de la década de 1980 /BRA 95/. En el Uruguay los mismos recién comenzaron a utilizarse a mediados de la década de 1990. La primer ciudad del Uruguay con servicio de CATV fue Minas<sup>4</sup>. Luego comenzaron a surgir operadores por otras ciudades hasta que uno de los últimos lugares donde se empezó a ofrecer CATV fue la ciudad de Montevideo.

No han existido cambios en la arquitectura de las redes de CATV de Montevideo desde sus inicios hasta hoy en día. En cambio, en la ciudad de Buenos Aires por ejemplo, en 1996 varios operadores comenzaron a migrar hacia HFC.

### **2.3.3 El cable coaxial**

De forma resumida, un cable coaxial es un conductor de cobre o aluminio cubierto en cobre, rodeado por una capa dieléctrica de polietileno. La capa aislante es cubierta con una malla tubular compuesta por finas bandas de cobre trenzado, o un tubo de aluminio sin costura, finalmente todo protegido por una cubierta de PVC. El conductor y el blindaje interactúan para crear un campo electromagnético entre ellos, de esta forma se reducen las pérdidas en frecuencia y le da al cable una gran capacidad de transmitir señales. La siguiente figura muestra su estructura /GIB 01c/ (Página 121).

---

<sup>4</sup> Probablemente debido a la topología de la región.



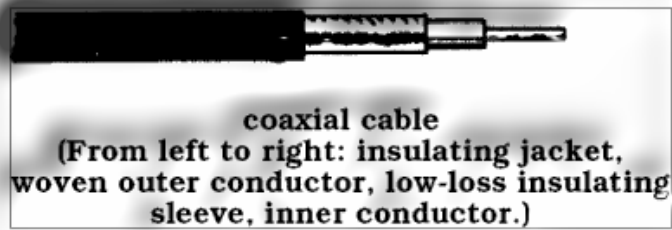


Figura 2.2: Cable coaxial

### 2.3.4 La fibra óptica

Existen varios tipos de fibras ópticas. Una fibra individual está compuesta por un núcleo de vidrio por el que se propaga la luz, el mismo está rodeado por un revestimiento de vidrio con un índice de refracción menor que el del núcleo para que la luz se mantenga en el núcleo /TAN 97/. La figura 2.3 ilustra la estructura de una fibra óptica /GIB 01c/.

**fiberoptics** **1.** Also called *optical fibers*. Extruded materials, such as certain plastic filaments, that provide paths for light. **2.** The science of developing and using communications systems that use optical fibers to transfer data.

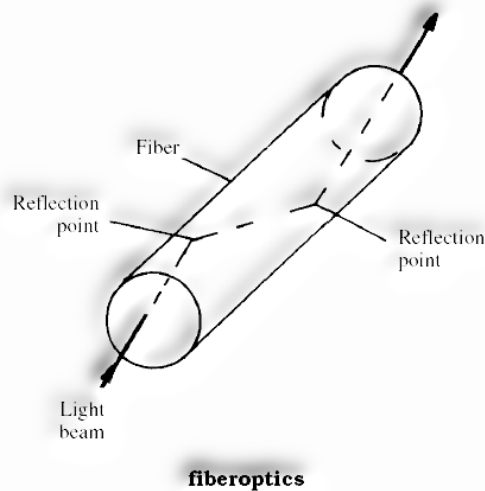


Figura 2.3: Fibra óptica

### 2.3.5 Normas

Durante más de 50 años, los sistemas NTSC y PAL demostraron ser medios duraderos para la transmisión de información mediante un método analógico. Sin embargo, dichos métodos analógicos no se prestan a la compresión de banda ancha, así que no pueden manejar suficiente información. De acuerdo a la tecnología actual, se considera universalmente que la transmisión analógica representa un uso ineficaz de un espacio muy valioso en el espectro.

NTSC (*national television standards committee*) fue el grupo que estableció en los años cuarenta las especificaciones del actual sistema de transmisión analógica de televisión. La imagen televisiva NTSC tiene un ancho de banda de canal de 6MHz, 525 líneas con resolución horizontal de 427 píxeles y una proporción dimensional de cuatro unidades horizontales por tres unidades verticales.

PAL (*phase alternating line*) tiene un ancho de banda de canal de 8 MHz, 625 líneas con resolución horizontal de 427 píxeles y la misma proporción dimensional que NTSC.

Por otro lado, la televisión de alta definición tiene 1050 líneas por 600 píxeles, un ancho de banda de 18 MHz y una proporción dimensional de 16:9 /RCA 98/.

Si se tiene una señal en NTSC, puede convertirse a PAL. El proceso inverso también es posible. Por lo tanto todos los conceptos incluidos en este estudio donde se hace referencia a la norma NTSC son aplicables a la norma PAL, que es la utilizada en Uruguay. Según la reglamentación vigente en la materia, las señales deben llegar al abonado cumpliendo con la norma PAL-N. Existe una excepción, la cual es DIRECT TV, puesto que la salida de su señal es NTSC.

La tabla 2.3 indica el formato adoptado por algunos países /TAY 02/.

PAL	NTSC
Afghanistan	Bahamas
Argentina	Bermuda
Australia	Bolivia
Austria	Canada
Belgium	Chile
China	Colombia
Denmark	Cuba
Germany	Ecuador
Great Britain	El Salvador
Hong Kong	Guatemala
Iceland	Honduras
India	Jamaica
Italy	Japan
Malaysia	Mexico
Monaco	Panama
New Zealand	Peru
Norway	Puerto Rico
Paraguay	Taiwan
Portugal	Trinidad Tobago
Sweden	U.S.A.
Switzerland	Venezuela
Uruguay	Virgin Islands

Tabla 2.3: Normas de video adoptadas por algunos países.

### 2.3.6 Estructura de las redes CATV

En la actualidad las redes CATV suelen transportar la señal mediante fibra óptica para cubrir distancias relativamente largas y coaxial para la distribución en las proximidades. Se trata de una red híbrida de fibra y coaxial, habitualmente referida como HFC (*hybrid fiber/coax*). La misma se compone básicamente de cuatro partes: (1) El *head-end* o cabecera, (2) el troncal, (3) red de distribución y (4) red de acometida de abonados. La cabecera administra todo el sistema. Se encarga de tareas que van desde el monitoreo de la red hasta el control de los servicios prestados. El troncal normalmente es una red en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. La red de distribución está formada por nodos secundarios donde las señales ópticas se

convierten en eléctricas y se distribuyen a los clientes por medio de una estructura del tipo bus coaxial. La mayoría de los nuevos servicios que es posible ofrecer (telefonía, datos, acceso a la Internet y VOD) requieren comunicaciones bidireccionales.

El uso de amplificadores impide la comunicación bidireccional por medio del cable. Lo que se conoce como sistemas de cable duales son tendidos de dos cables coaxiales paralelos de forma que los datos son enviados por uno y recibidos por el otro.

Otro esquema es el conocido como subdividido, el cual utiliza determinado rango de frecuencias para recibir información y otro rango para enviarla. En este caso se reserva una parte del espectro para el canal de retorno. Esta solución requiere entre otras cosas, la eliminación de los amplificadores unidireccionales y la instalación de nuevos *head-ends*.

Es importante aclarar que en Uruguay los operadores de CATV tienen una licencia de "BROADCASTING". Es decir, pueden difundir la señal, pero no tienen una licencia para que el abonado haga uso del medio para comunicarse con el operador.

Al momento de la redacción del presente trabajo, el troncal de la red de CATV de Montevideo es irregular, pero la intención de los operadores es llegar a formar un anillo en el presente año (es necesario unir unos pocos tramos para lograrlo). Actualmente el cableado alcanza a un 80% de la ciudad y se espera llegar al 100% en este año.

Existe un nodo central ubicado en la calle Joaquín de Salterain donde se reciben las señales satelitales (MPEG-2 y DVB-S<sup>5</sup>). En ese lugar las señales digitales en formato MPEG-2 se convierten en señales analógicas PAL-N y son distribuidas por medio de fibra óptica a diferentes zonas de Montevideo.

Por otro lado, para subir señales a un satélite se cuenta con un equipamiento que consiste en 6 placas codificadoras las cuales reciben las señales analógicas de los canales 4, 5, 10, 12 y otros dos canales y las codifica en formato MPEG-2, las mezcla y las sube utilizando el estándar DVB-S.

---

<sup>5</sup> *Digital Video Broadcasting for Satellite.*

Originalmente, el medio utilizado era simplemente cable coaxial. Un cableado estándar de CATV consiste en un cable coaxial que transmite las señales desde el operador al abonado. El tipo de cable coaxial es de 75 OHMs.

El operador recibe las señales por satélite, microondas, etc. Mediante un equipo especial las debe procesar, ya que pueden venir de diferentes formas. Luego las señales son "multiplexadas" y la señal final es transmitida utilizando como medio cables coaxiales. Se hace uso de amplificadores cada cierta distancia para reforzar la señal, ya que los que están más cerca del origen de la misma tendrán la mejor calidad y los más lejanos la peor. El esquema básico puede observarse en la figura 2.4 /BRA 95/.

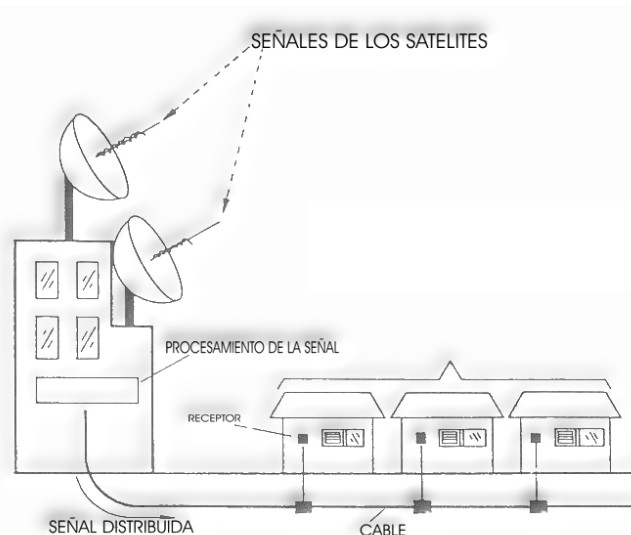


Figura 2.4: Arquitectura básica de un sistema de CATV

En el interior del Uruguay se utiliza esa arquitectura. En una entrevista telefónica con Juan Gabriel Nicolleau Igoa, dueño de TV Cable Color de la ciudad de Cardona, comentó que el único medio para distribuir la señal es el cable coaxial. Dicho operador recibe de forma satelital todos los canales que distribuye, con excepción de Canal 8 de Rosario, el cual lo recibe por antena terrestre. Luego un equipo se encarga de "multiplexarlas" y transmitir las por medio del cable coaxial en formato PAL-N.

Hace poco tiempo, el mencionado operador de CATV comenzó a ofrecer 2 tipos de servicios, uno básico y otro codificado. Esquemáticamente un sistema con codificación puede representarse de la siguiente manera /BRA 95/:

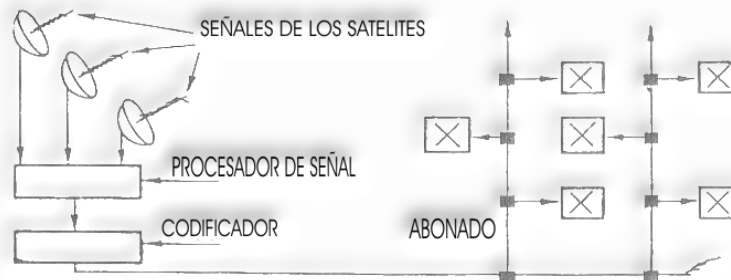


Figura 2.5: Cable básico codificado

Los usuarios que contratan el servicio *premium* reciben un decodificador para poder acceder a una mayor cantidad de canales. Entre las técnicas de codificación para señales analógicas se encuentran: Trampas (*traps*), Inversión de video, Portadora interferida, Eliminación del sincronismo horizontal y "Embarullamiento" de líneas.

La razón por la que se usa la fibra óptica es porque la misma funciona mejor cuando las señales deben ser enviadas a través de largas distancias. Al mismo tiempo el uso de fibra óptica permite aumentar el ancho de banda sin tener que actualizar la planta física.

En esencia, el sistema CATV difunde el mismo tipo de frecuencias que la televisión por aire, con la excepción que las señales son enviadas por un medio guiado como lo es cable /SHE 01/. Sin embargo, el cable se diferencia de las señales por aire en forma significativa. Una de estas diferencias es el hecho de que puede soportar (al menos en teoría) una expansión casi infinita de ancho de banda. De ahí el nombre de "*broadband*" o banda ancha en castellano.

En la práctica, debido a la resistencia a la señal, ésta solo puede viajar un trecho limitado antes de perder su potencia, por lo que es necesario el uso de amplificadores de la señal luego de determinadas distancias. Originalmente, los *STBs* surgieron porque los equipos de televisión no tenían la capacidad de aceptar todas las señales suministradas por la televisión por cable. Hoy en día su

uso principal es brindar servicios avanzados como por ejemplo pay-per-view /PAR 98/. Hasta no hace mucho tiempo, eran muy pocos los equipos de televisión capaces de aceptar directamente una señal digital.

No todos los sistemas de CATV son capaces de distribuir todas las aplicaciones digitales comentadas. *"Para los sistemas de CATV que no tienen la suficiente capacidad y carecen del capital para actualizarse, un sistema híbrido que combine el cable con distribución satelital puede ser utilizado. El tendido coaxial existente puede seguir transportando la señal analógica mientras que las señales digitales son entregadas por medio de uno de los servicios DBS y ambas señales son mezcladas en el STB del cliente"* /PAR 98/.

Como regla general, las señales digitales seriales no pueden ser transmitidas directamente sobre una red de cables coaxiales, es necesario utilizar adecuados MODEMS y / o TRANSCEIVERS. Así, el suministro de una señal digital (en formato MPEG-2 por ejemplo) se recibe en el head-end. Ahí, la señal pasa por un modulador el cual la convierte en una señal analógica que es conducida a un up-converter. El up-converter traduce la señal modulada a determinados canales de CATV y esta señal es enviada por la red coaxial de CATV. Según Maxwell: *"Dado que esta señal digital no puede ser aceptada directamente por una televisión analógica, un STB debe ser suministrado al cliente. El mismo convierte la señal digital de video en analógica"*.

Uno de los elementos clave para el éxito en el envío de señales digitales de video utilizando los medios actuales es la confiabilidad del head-end. Actualmente el mismo debe poder manipular tanto señales digitales como analógicas. *"Esto hace que los mismos sean más grandes, más complicados y requieran mayores mantenimientos y pruebas"* /BAR 00/.

Sin importar que técnica de compresión se utilice, uno de los mayores problemas con los que se deben enfrentar las redes de CATV es la falta de ancho de banda suficiente para conducir la creciente demanda de nuevos servicios que sus clientes desean. Chen /CHE 01/ sugiere el embebido del contenido adicional en las transmisiones de video como una forma de aumentar su capacidad. Algunas de las ventajas de esto son:

- ❖ La habilidad de entregar servicios digitales dentro del mismo espectro de frecuencias que el video.

- ❖ La posibilidad de seguir haciendo uso de la televisión analógica y los STBs que existen actualmente. *"Aproximadamente 500 MHz del espectro están reservados para transmisiones de televisión analógica ... embebiendo el contenido digital en los canales existentes, los operadores pueden migrar de la infraestructura analógica a la era digital"* /CHE 01/;
- ❖ Esto trae como resultado obtener alrededor de 100MHz más del espectro para señales digitales.

Mediante el uso de un chip que se encargue de embeber la información, un operador de CATV puede entregar programación digital dentro de los canales NTSC analógicos.

La siguiente figura muestra esquemáticamente el funcionamiento descrito /CHE 01/.

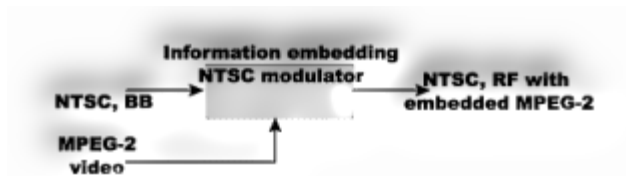


Figura 2.6: Servicios digitales embebidos sobre canales NTSC analógicos

La diferencia entre este modulador NTSC y el común, es que el primero acepta señales tanto NTSC como señales de video MPEG-2, las cuales son luego embebidas dentro de la señal analógica. *"Cualquier equipo de televisión o set-box ya sea analógico o digital puede demodular la señal NTSC generada. Un set-box equipado con el apropiado chip de extracción puede demodular tanto la señal NTSC o el contenido embebido MPEG-2, dependiendo de lo que el usuario desee ver"* /CHE 01/.

Es importante resaltar que no es necesario un nuevo equipamiento para lograr esto: cualquier sistema que sea capaz de convertir un canal en la banda RF a IF funcionará en los tres campos: analógico, puramente digital y embebido. Lo mismo es aplicable para el decodificador MPEG-2 el cual puede ser tanto para espectros totalmente digitales y embebidos.



Todo lo mencionado es posible aplicarlo para moduladores PAL. La mayoría de los productos existentes para los operadores de cable (*head end*) en la actualidad detectan y trabajan con señales tanto NTSC como PAL. En el caso particular de Uruguay, los operadores de CATV tienen una licencia para transmitir señales de ciertas características. La reglamentación al respecto es ambigua y una posible interpretación es que el producto de embeber señales analógicas con digitales es una señal que no cumple con la reglamentación de URSEC.

La figura 2.6 ilustra el rango de frecuencias utilizadas para la transmisión sobre redes CATV /TAY 02/.

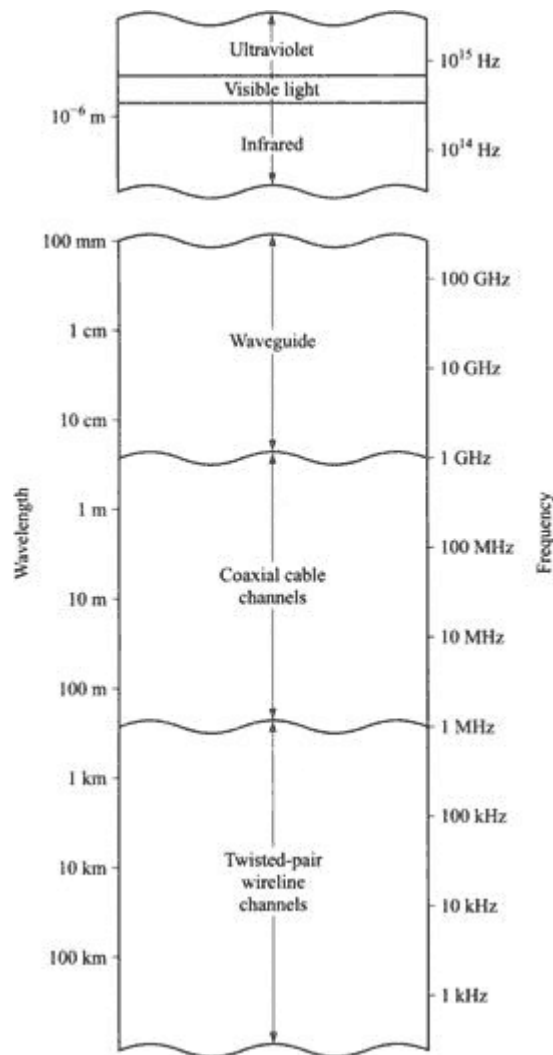


Figura 2.6: Frecuencias utilizadas por los cables coaxiales

## **2.4 Resumen de hallazgos**

Las técnicas de compresión MPEG, combinadas con el potente conjunto de herramientas disponibles para codificar y decodificar video, hace que MPEG-2 probablemente se convierta en el estándar de facto para la distribución de video digital a los abonados. Además, dado que es posible la transmisión de material codificado mediante MPEG-2 por medio de redes CATV con los codificadores y decodificadores apropiados, los operadores de CATV tienen la posibilidad hoy en día de ir actualizando su infraestructura sin forzar a sus clientes a gastar grandes cantidades de dinero en la transición. Igualmente los operadores no tienen la necesidad de realizar tendidos de fibra óptica hasta que estén preparados para hacerlo sin que esto les quite la posibilidad de ofrecer a sus clientes contenido digital en formato MPEG-2.

Sin embargo, debe aclararse que no existen garantías de que actualmente esta tecnología (como ser documentos embebidos) pueda ser utilizada para la transmisión de video digital MPEG-4 sobre redes CATV. El siguiente capítulo trata en concreto al formato MPEG-4, sus diferencias con MPEG-2 y como podría verse afectada la transmisión de MPEG-4 e incluso si es teóricamente posible transmitir dicho tipo de contenido sobre redes CATV.

---

## 3 - MPEG-4

---

### 3.1 MPEG-4 y sus competidores

MPEG-4 es uno de los tantos sistemas de compresión de video digital que compite actualmente en el mercado para satisfacer las necesidades de los usuarios en esta área. Entre los protagonistas más importantes se encuentran RealPlayer de RealNetworks, Windows Media Player de Microsoft y QuickTime de Apple. La ventaja que MPEG-4 posee, además de que sus versiones previas 1 y 2 ya están establecidas, es que fue creado y diseñado de forma de poder trabajar con diversos dispositivos electrónicos de bajo costo y bajo poder de procesamiento contra los otros tres que requieren hacer uso de la potencia de procesamiento de los PC.

Según Ryan Jones, asesor de medios y entretenimiento para el Yankee Group<sup>6</sup>, *“los consumidores desean experimentar lo mismo que el cine en el living de sus hogares”*. Esto significaría que los *STBs* podrían evolucionar hasta ser uno de los pilares para la distribución de video digital.

Otra ventaja del formato MPEG-4 es que contiene una gran y robusta caja de herramientas, lo cual permite a un usuario adaptar uno o más de sus 23 perfiles matemáticos para cualquier número de dispositivos, desde *PDA*s hasta *STBs*.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado, se puede decir que MPEG-4 tiene una considerable ventaja frente a sus competidores.

### 3.2 El nuevo paradigma de MPEG-4

Pereira /PER 02/sostiene que el estándar permite dar un paso al costado de lo que él denomina *“paradigma de la televisión”*. Básicamente una vista

---

<sup>6</sup> The Yankee Group (A Reuter's Company) is a globally established leader in technology research and consulting services, covering communications, and IT products and services.

en dos dimensiones del mundo, una contra otra, en la cual el usuario puede no sólo observar lo que está aconteciendo sino también interactuar. En otras palabras, MPEG-4 ayuda a que se junten los mundos de las comunicaciones, informática y televisión/cine/entretenimientos.

Los estándares MPEG-1 y -2 fueron creados con alcances claramente definidos y tecnologías conocidas. Por el contrario, los trabajos en el estándar MPEG-4 comenzaron en un período de grandes y rápidos cambios, por lo que surgieron dificultades en definir el alcance del mismo. MPEG-4 es el primer estándar de representación de imágenes en movimiento que pasa de simplemente "mirar" a "interactuar".

El ser humano no desea interactuar con entidades abstractas, sino con entidades que posean un significado. El concepto de escena es central en MPEG-4. Otro aspecto es la integración. MPEG-4 busca de forma armoniosa integrar objetos audiovisuales tanto naturales como sintéticos. La flexibilidad y extensibilidad son aspectos fundamentales en el entorno tecnológico que vivimos. MPEG-4 brinda esos aspectos mediante un lenguaje denominado SDL (*syntactic description language*). MPEG-4 se centra en tres industrias que crecen rápidamente y cuyas interdependencias aumentan de forma constante. La figura 3.1 ilustra dicha convergencia<sup>7</sup>.

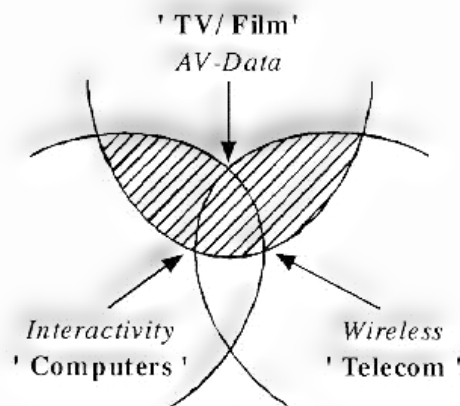


Figura 3.1: Convergencia del Cine/TV, Informática y Comunicaciones

<sup>7</sup> Imagen obtenida de:

<http://www.cs.ru.ac.za/Honours/mmcourse/compression/mpeg/eth/mpeg4.html>

En el área de las telecomunicaciones, se experimenta un gran avance en las comunicaciones inalámbricas (Telecom). El audio y video se hace rápidamente su espacio en el mundo de la informática (TV/Cine). La interactividad se introduce dentro de los servicios y aplicaciones audiovisuales (Informática).

A diferencia de MPEG-2 el cual opera a altas tasas de bits, MPEG-4 ofrece:

- ❖ Todo tipo de representación de datos. Desde video (altas y bajas tasas de bits) y música a objetos en tres dimensiones y texto;
- ❖ La posibilidad de manipular varios objetos dentro de una escena;
- ❖ La posibilidad de interactuar;
- ❖ Proveer un sistema de entrega independiente del formato de representación y de esa manera permitir que sea usado sobre una amplia variedad de entornos para la entrega de los datos.

El enfoque de este nuevo sistema de codificación y decodificación se basa en objetos, en lugar de simplemente series de imágenes. Esto quiere decir que la escena es creada mediante el uso de objetos individuales y relaciones en el espacio y el tiempo en lugar de imágenes completas. Entre las ventajas de este enfoque se pueden destacar:

- 1) La posibilidad de representar diferentes objetos de manera distinta a la hora de comprimirlos.
- 2) La posibilidad de integrar varios tipos de datos en una única escena (por ejemplo dibujos animados y acción de la vida real).
- 3) La posibilidad de interactuar con los objetos.

La figura 3.1 muestra de forma esquemática la representación de la arquitectura MPEG-4 /PER 02/.

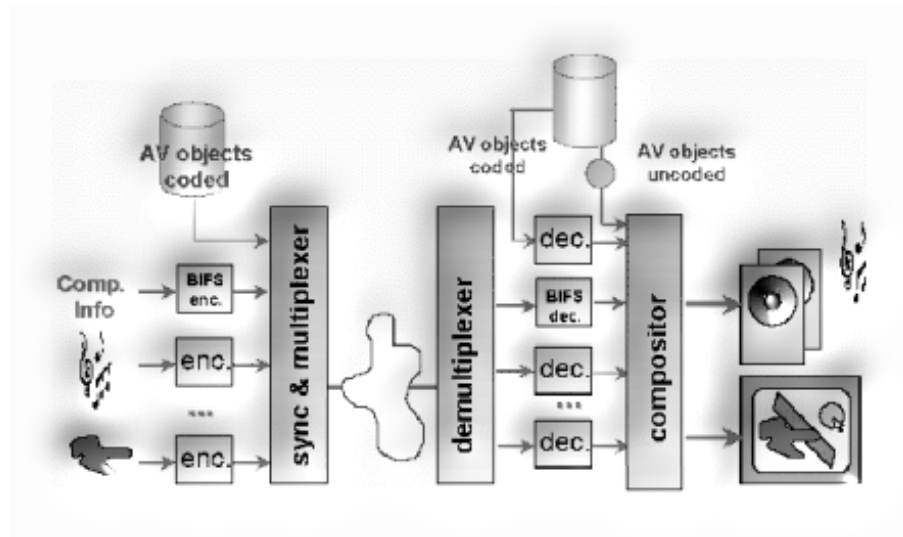


Figura 3.2: La arquitectura basada en objetos de MPEG-4

El estándar MPEG-4 está compuesto por seis partes:

- 1) Sistemas: Descripción de la escena, "*multiplexación*" y sincronización.
- 2) Visual: Representación codificada tanto de objetos naturales como sintéticos.
- 3) Audio: Representación codificada de objetos naturales y sintéticos de audio.
- 4) Prueba de conformidad.
- 5) Software de Referencia.
- 6) DMIF (*Delivery Multimedia Integration Framework*): Para su corriente sobre sistemas genéricos.

MPEG-4 surgió sólo como un intento de aumentar considerablemente la razón de compresión alcanzada por MPEG-2. Sin embargo, rápidamente se percataron que dicho objetivo no justificaba la creación de un nuevo estándar (al igual que sucedió con MPEG-3, el cual se descartó y con unas pequeñas modificaciones en MPEG-2 lograron cumplir con los requisitos de MPEG-3). Los objetivos debían ser expandidos. Así es que cuando nace la idea de trabajar con industrias convergentes surge también la de soportar nuevas formas, basadas en

contenido para la comunicación, acceso y manipulación de datos audiovisuales digitales.

### **3.3 Herramientas MPEG-4**

Aparte de las herramientas heredadas de MPEG-1 y MPEG-2 (*systems target, decoder y paquetizacion de corrientes*), MPEG-4 posee un nuevo conjunto de herramientas:

- ❖ *Systems Decoder Model*: Dado que las corrientes de MPEG-4 pueden diferir de las anteriores fue necesario asegurar que la forma en la cual el contenido se transporta, no se encuentre integrado dentro de su arquitectura;
- ❖ *Sync Layer*: Codifica la información sobre la sincronización que se necesita para asegurar que MPEG-4 pueda *direccionar* desde pocos kbps hasta varios Mbps;
- ❖ *FlexMux (Flexible Multiplex)*: Su función es mejorar el transporte de contenido MPEG-4 en ambientes donde dichas corrientes pueden comportarse de forma impredecible en el transcurso del tiempo y ese comportamiento impredecible puede ocurrir reiteradamente.

### **3.4 La capa de entrega de MPEG-4**

Avaro describe esta tarea de los sistemas MPEG-4 como "el desarrollo de una corriente codificada que sea posible representar como corriente para objetos audio visuales y sus datos que varían en el transcurso del tiempo así como la forma en la que son combinados". Una de las claves de la flexibilidad MPEG-4 (y su potencial para ser usado como una forma de distribuir corrientes de video digital) es el hecho que el diseño de MPEG-4 se separa de cualquier especificación así como de la forma de distribución usada.

Lo dicho fue realizado mediante la interfaz de aplicación (DAI) del DMIF (*Delivery Multimedia Integraton Framework*) la cual "define el proceso de intercambio de información entre la terminal y la capa de entrega conceptualmente" y "define procedimientos para inicializar una sesión MPEG-4 y obtener acceso a las varias corrientes elementales contenidas en ella".

A una persona que desee presentar un clip de video en un monitor, no le interesa si el mismo es reproducido desde un archivo local o remoto. En términos de funcionalidad, abrir y reproducir una corriente de video es similar en ambos casos. *Delivery Multimedia Integration Framework* (DMIF) es un concepto abstraído de lo anteriormente mencionado. Para MPEG-4 "delivery" es algo que agrupa tanto al almacenamiento (archivos) como a los protocolos de transporte. El nombre dado a la interfaz es DMIF-*Application Interface*, o *Delivery Application Interface* (DAI). La virtud del DMIF es que provee una forma homogénea de acceso a las funcionalidades de almacenamiento o de transporte. La DMIF puede administrar QoS (*Quality of Service*). Cada pedido para crear un nuevo canal puede tener asociado determinado parámetro de QoS. MPEG-4 incluye un modelo simple pero al mismo tiempo genérico para el monitoreo de la calidad de servicio. La infraestructura no incluye un soporte para negociar ni modificar el parámetro de QoS, ya que son características muy avanzadas para un área donde aún no parece haber llegado a un consenso sobre lo básico /PER 02/.

Un clave a tener en cuenta es que MPEG-4 puede ser distribuido sobre sistemas MPEG-2. Esto significa en efecto que:

1. MPEG-2 y MPEG-4 pueden residir en un mismo MUX.
2. La información en formato MPEG-2 puede ser referenciada dentro de la descripción de la escena MPEG-4

Los sistemas MPEG-4 completan su conjunto de herramientas definiendo un eficiente mapeo del contenido MPEG-4 existente en las infraestructuras de entrega. Este mapeo es soportado por las siguientes herramientas adicionales:

- ❖ Una eficiente y simple herramienta de MUX para optimizar el transporte del contenido MPEG-4 (*FlexMux*);
- ❖ Extensiones que permiten el transporte de contenido MPEG-4 sobre sistemas MPEG-2 e IP;



- ❖ Un formato de archivo flexible para el intercambio seguro de corrientes de contenido MPEG-4;

MPEG-4 puede ser utilizado en las siguientes áreas:

- ❖ Entrenamiento y aprendizaje a distancia,
- ❖ Compras Interactivas,
- ❖ Televisión Interactiva,
- ❖ Envío de video a dispositivos inalámbricos,

### **3.5 La lógica MPEG-4**

En la lista de variadas aplicaciones potenciales para MPEG-4 sobresale la lógica detrás de la separación del sistema de entrega cuya capa no es específica o no está explicitada. MPEG-1 define como almacenar información en un archivo con el objetivo de recuperarlo localmente. En el caso de MPEG-2, se definen dos sistemas separados: uno para recuperación local y otro para *broadcast* de TV sobre redes establecidas. Tanto fue el éxito logrado por MPEG-2 que en este momento es el protocolo de transporte preferido para la entrega de señales digitales de televisión.

Por otro lado, MPEG-4 desde sus inicios ha apuntado a adaptarse a múltiples escenarios (recuperación local, interacción remota, *broadcast* o *multicast*) y tecnologías de entrega. En lugar de definir un número monolítico de variaciones optimizadas, se optó por abstraer la funcionalidad de esta capa y poner énfasis en los aspectos más comunes de los sistemas MPEG-4.

La figura 3.2 muestra la forma en la cual las tres capas: *compresión*, *sync*, y *delivery* trabajan en MPEG-4. La capa de compresión se encarga de codificar y decodificar los ES; la capa *sync* administra los ES y al mismo tiempo su sincronización y jerarquías. Por último la capa de *delivery* asegura un acceso transparente al contenido que se provee sin tener en cuenta que tecnología se usa para tal fin.

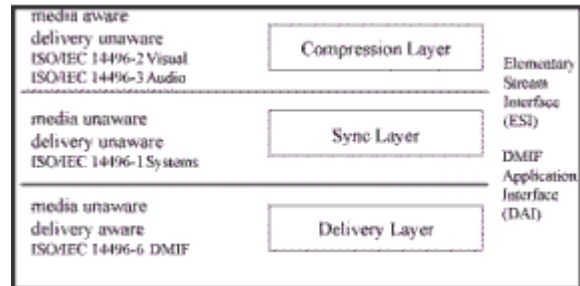


Figura 3.3: Las capas de MPEG-4

Esto significa que cualquier información y detalles relacionados con la tecnología de entrega se mantienen separados de las otras dos capas, brindando así una arquitectura que puede manejar los tres tipos de tecnologías para la entrega: local, remota interactiva y *broadcasting*. La figura 3.3 ilustra la forma en que MPEG-4, por medio de DMIF, administra las 3 tecnologías.

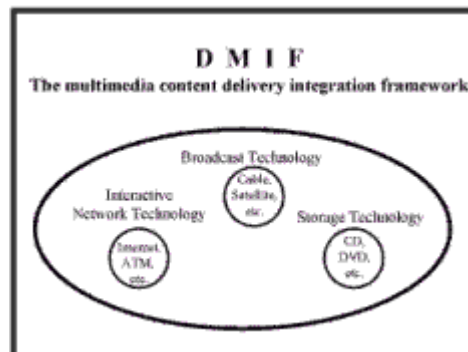


Figura 3.4: Tecnologías MPEG-4 administradas por el DMIF

Aparte de separar las capas de compresión y *sync* de la de *delivery*, DMIF también oculta los detalles operacionales del escenario. La interfaz común para el sistema de entrega es usada para manejar el acceso a todas las corrientes, ya sean locales o remotas, así como *broadcast* / *multicast*. Esto significa que cualquier diferencia entre los escenarios operacionales no afectaría a la interfaz ni a la aplicación administradora del contenido.

Franceschini comenta que “*por ejemplo, escenas en formato MPEG-4 con el objetivo de ser usadas en un entorno de broadcasting, no van a activar características como retroceder el contenido*”.

Esto le facilita la tarea a una aplicación cuyo fin es el uso de diferentes tipos de contenido así como contenido que mezcle tanto recuperación local como remota y / o broadcasting / multicasting. La figura 3.5 ilustra con más detalle la estructura de capas de MPEG-4 /PER 02/ (Página 44).

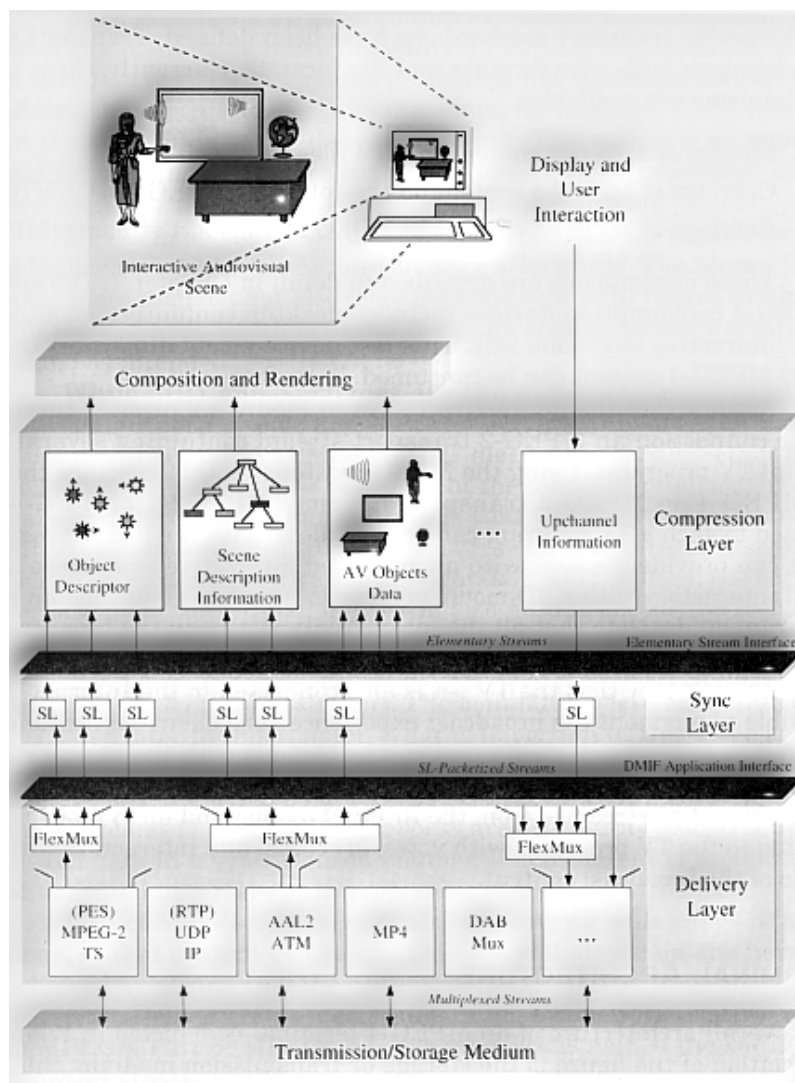


Figura 3.5: MPEG-4 terminal architecture

### **3.6 Escenario para la difusión (broadcasting).**

En el escenario del *broadcast*, la representación de servicios se lleva a cabo por medio de un conjunto de corrientes entregadas sobre un conjunto de canales. El pedido de un servicio en particular por una aplicación lleva a tomar una específica DMIF URL por el módulo objetivo de la aplicación, con el propósito de determinar cual servicio se está requiriendo. También, el *original descriptor* (OD) para el servicio y el mapa con tabla de corrientes asociadas son recuperadas. En este punto, el módulo de la aplicación objetivo puede hacer más pedidos para agregar canales. Esta tarea se efectúa comparando el ES\_ID<sup>8</sup> solicitado con el apropiado elemento en la tabla de mapas de corrientes, ubicando así el canal físico que lleva la corriente solicitada.

El problema enfrentado en este momento es que mientras tablas estáticas para corrientes de video son fácilmente manejables por medio de herramientas ya existentes, estas tablas son en realidad dinámicas. Los canales pueden ser agregados o quitados mientras una sesión de recuperación esta siendo efectuada. Por ese motivo, en este momento se tienen los ojos puestos sobre MPEG-2 TS *broadcast*, dado que el *stream map table* aquí se muestra por medio de una extensión de las tablas MPEG-2.

Franceschini apunta que puede parecer a primera vista que DMIF no presta ninguna atención a los elementos que ya existen. Sin embargo ocurre lo contrario: *DMIF de forma deliberada elige especificar lo mínimo necesario para cubrir el piso para futuras formas de hacer uso del estándar MPEG-4: define una arquitectura de referencia para elegir consistentemente y hacer uso de las herramientas existentes, pero no fuerza el uso de ninguna tecnología específica*".

Ventajas del uso de DMIF en sistemas MPEG-4:

- ❖ Brinda un nítido y bien definido escenario operacional y de *delivery*, independientes del mecanismo.
- ❖ Mantiene a los sistemas *walkthroughs* de una forma única y general.

---

<sup>8</sup> ES\_ID significa *MPEG-4 elementary stream identifier*.

- ❖ Dado que todos los walkthroughs comienzan en la DAI, da la capacidad para analizar consistentemente todas las tecnologías de delivery.
- ❖ Define de forma precisa los parámetros que requieren exponerse al DAI.
- ❖ Garantiza que varias tecnologías de delivery y escenarios operacionales puedan ser empleados sin tener un impacto en las características de los sistemas.
- ❖ Ofrece un proceso formal para determinar como resolver referencias circulares entre servicios mediante el uso de una sintaxis común en la forma de URL. Dicha URL no apunta a un contenido específico sino a un servicio que mantiene oculto al contenido.

### **3.7 La implementación IM1**

Se ha creado software en el cual la referencia a la arquitectura DMIF ha sido validada por medio de la implementación de varias instancias.

Este software ha sido incluido como parte del software de referencia de MPEG-4. La porción del software DMIF incluye el filtro DMIF y el RexDemux MPEG-4 y la instancia por la cual una corriente de contenido es accedida desde archivos locales. Al mismo tiempo, otras instancias de DMIF han sido desarrolladas. Figuran entre las mismas: entrega de contenido MPEG-4 sobre corrientes de transporte MPEG-2, IP unicast e IP multicast.

Según Franceschini: *“La interfaz entre el filtro DMIF y las varias instancias ... se efectúa ... por un par de definiciones de clases, una para cada dirección del flujo. En particular, la interfaz define una clase base de donde todas las instancias DMIF deben heredar sus específicas clases derivadas. La clase derivada caracteriza la instancia DMIF, pero el filtro DMIF sólo llama a los métodos definidos en la clase base. Esto permite que el filtro DMIF controle a las instancias DMIF que no se conocen a priori, asegurando así una característica clave de la*

*arquitectura DMIF, la cual es permitir independencia total entre una aplicación y la tecnología de entrega utilizada”.*

Entre las instancias DMIF incluidas en IM1 se encuentran:

- ❖ Recuperación local del escenario
- ❖ *Multicast* del escenario
- ❖ Recuperación remota del escenario

Las instancias sirvieron de ayuda para validar el concepto clave en la referencia de la arquitectura DMIF, la cual es su habilidad para ocultar aplicaciones del sistema de entrega y escenarios operacionales. Franceschini concluye que: “*La especificación DMIF define una arquitectura que es abierta a futuras evoluciones en las tecnologías de entrega y eso es posible si en la práctica se implementa en las terminales, para proteger las inversiones en el desarrollo de aplicaciones multimedia”.*

### **3.8 Resumen de hallazgos**

Como ha sido indicado, gracias a sus niveles y perfiles, MPEG-4 puede ser utilizado en una importante variedad de aplicaciones que varían desde video de alta calidad hasta video en blanco y negro para sistemas de vigilancia, pasando por corrientes de video en PCs hasta equipos para video sobre demanda (VOD). Por esa característica del formato, cada aplicación individual puede usar sólo las herramientas necesarias para efectuar su tarea específica.

Por ejemplo para los operadores de CATV, actualmente no es necesario que un codificador MPEG-4 pueda tomar video de una fuente natural y descomponerla en los objetos que la forman (lo cual es un procedimiento sumamente complejo) para que los usuarios puedan manipular dichos objetos. En lugar de esto, lo que atrae a los operadores de CATV es la flexibilidad del formato MPEG-4 en cuanto al ancho de banda requerido, el cual varía de pequeñas a altas tasas. La habilidad de manejar bajas tasas de bits permitiría el *broadcasting* de corrientes de MPEG-4 utilizando el transporte de MPEG-2. O también puede ser entregado punto a punto sobre una red IP.

Peter Ausnit, analista del "Prudential Volpe Technology Group" señala que hoy en día la industria de las corrientes de video esta limitada a simples segmentos de video para PCs, pero con el transcurso del tiempo, es muy probable que los operadores de CATV estén entregando corrientes de video de alta calidad a los televisores de sus clientes, con canales de 1 a 300 para transmisiones de programas digitales y canales 301 a 3 millones para VOD de alta calidad. /YOS 00/ (Página 1).

Es probable que los operadores de CATV deseen este tipo de interactividad para poder competir exitosamente con otros modos de transporte y entrega. Este es uno de los motivos de mayor peso para la conversión de la infraestructura a HFC bidireccional que puede enviar corrientes de video ya sea por el MPEG-2 TP o IPs.

De acuerdo con Yoshida: "La tecnología basada en objetos puede permitir que los proveedores creen corrientes de video personalizadas para sus clientes. Los anunciantes por ejemplo pueden cambiar la publicidad durante un partido de hockey o cambiar el color de un auto en un comercial de televisión según las necesidades o preferencias del consumidor" /YOS 00/ (Página 1).

Todavía está por verse si MPEG-4 será la tecnología a elegir para estos fines. Una cosa está clara y es que se deben tomar decisiones sobre cuales son los niveles y perfiles más adecuados para el envío de corrientes de video sobre redes CATV.

"Para el cable, un perfil estándar para corrientes de video debe asegurar que el set-top pueda detectar la entrada de objetos MPEG-4 para asegurar que pueda bajar el software y establecer que su CPU pueda decodificar el número de objetos. Luego el set-top crearía dichos objetos por software y los pondría sobre MPEG-2" /YOS 00/ (Página 1). Actualmente MPEG4 parece ser un buen candidato para realizar esta tarea. Finalmente Pereira comenta que "MPEG-1 y MPEG-2 son estándares que han tenido éxito en un número creciente de productos comerciales como el CD-interactive, Digital audio broadcasting (DAB) y televisión digital. Sin embargo estos estándares están profundamente limitados en términos de las funcionalidades que ofrecen para la representación de los modelos de datos utilizados. MPEG-4 abre nuevas puertas en la forma que los usuarios pueden jugar, crear, volver a utilizar, acceder y consumir contenido audiovisual".

En el próximo capítulo, se examinará como MPEG-4 llegó a sus especificaciones actuales por medio de modelos de verificación y experimentos fundamentales practicados en varios lugares del mundo. Esto es un proceso continuo con experimentos que aún siguen llevándose a cabo.



---

## 4 EXPERIMENTOS Y MODELOS

---

### 4.1 Modelo de Verificación (VM)

En términos técnicos, un modelo de verificación (*Verification Model* o VM) puede ser definido como “*Un marco de referencia completo tal que un experimento realizado por múltiples partes independientes producen esencialmente resultados idénticos*”. Por medio de un VM fue posible probar el rendimiento de las herramientas que fueron incluidas en cualquiera de las versiones finales de MPEG-4. Del mismo modo, VM fue utilizado como ayuda para mejorar el rendimiento de herramientas en caso que sea posible.

Cuando se llegó a un acuerdo sobre los primeros VMs, fue posible proponer nuevas herramientas y ponerlas a prueba por medio de los VMs mediante el uso de experimentos fundamentales. Estos experimentos fueron usados para verificar o negar nuevas propuestas de inclusión o para mostrar que herramientas previamente incluidas debían ser cambiadas por versiones mejoradas o por versiones que hicieran mejor las tareas.

Pereira comenta que “*el proceso de los experimentos fundamentales permitió que experimentos múltiples, independientes y directamente comparables determinaran si una herramienta propuesta tenía valor. Las herramientas propuestas apuntaban o bien a la sustitución de una herramienta en el VM o su inclusión directa para brindar nuevas funcionalidades relevantes. Mejoras e inclusiones fueron decididas basadas en los resultados de los experimentos fundamentales*” /PER 02/.

Dentro de las características requeridas para que las pruebas efectuadas por un experimento fundamental sean consideradas válidas se encuentran:

- ❖ Deben definirse de forma completa y única para brindar resultados sin ambigüedades.
- ❖ No solo se debe especificar la herramienta a evaluar sino también las condiciones bajo las cuales la misma debe ser utilizada.
- ❖ Propuesta de experimentos fundamentales por uno o un grupo de expertos MPEG.

- ❖ El experimento fundamental se debe aceptar por unanimidad.
- ❖ El experimento debe ser llevado a cabo por dos o más expertos independientes.

La tabla 4.1 presenta el conjunto de requerimientos que unidos definen al estándar de video MPEG-4.

Functionality	MPEG-4 Video Requirements
<b>Content-Based Interactivity</b>	
Content-Based Manipulation and Bitstream Editing	Support for content-based manipulation and bitstream editing without the need for transcoding
Hybrid Natural and Synthetic Data Coding	Support for combining synthetic scenes or objects with natural scenes or objects. The ability for compositing synthetic data with ordinary video, allowing for interactivity.
Improved Temporal Random Access	Provisions for efficient methods to randomly access, within a limited time and with fine resolution, parts, e.g. video frames or arbitrarily shaped image content from a video sequence. This includes 'conventional' random access at very low bit rates.
<b>Compression</b>	
Improved Coding Efficiency	MPEG-4 Video shall provide subjectively better visual quality at comparable bit rates compared to existing or emerging standards
Coding of Multiple Concurrent Data Streams	Provisions to code multiple views of a scene efficiently. For stereoscopic video applications, MPEG-4 shall allow the ability to exploit redundancy in multiple viewing points of the same scene, permitting joint coding solutions that allow compatibility with normal video as well as the ones without compatibility constraints.
<b>Universal Access</b>	
Robustness in Error-Prone Environments	Provisions for error robustness Environments capabilities to allow access to applications over a variety of wireless and wired networks and storage media. Sufficient error robustness shall be provided for low bit rate applications under severe error conditions (e.g. long error bursts).
Content-Based Scalability	MPEG-4 shall provide the ability to achieve scalability with fine granularity in content, quality (e.g. spatial and temporal resolution), and complexity. In MPEG-4, these scalabilities are especially intended to result in content-based scaling of visual information.

Tabla 4.2: Requerimientos para el estándar de video MPEG-4

## 4.2 Experimentos Fundamentales

Hasta la fecha se han efectuado docenas de experimentos fundamentales con el objetivo de ayudar a determinar las especificaciones del formato MPEG-4. Dentro de estos experimentos se pueden resaltar:

- ❖ *Progressive Fine Granularity Scalable Video Coding*

- ❖ *Mesh Object Compression*
- ❖ *3D Mesh Coding in the MPEG-4 context*
- ❖ *Methods for compressing video objects that are not geometric but arbitrarily shaped*
- ❖ *Results of the MPEG-4 Studio Profile Verification Test*
- ❖ *Rate control and bit allocation for MPEG-4*
- ❖ *Low big-rate video coding (Zhang, 1997)*
- ❖ *Multiresolution / Scalable compression*
- ❖ *Scalable Wavelet Coding for Synthetic / Natural Hybrid Images*
- ❖ *Optimization of advanced audio coding in MPEG-4*

La tabla 4.2 presenta una lista de algunos de los experimentos fundamentales conducidos y la finalidad de cada uno de ellos.

Subject	Techniques Compared in Core Experiments
Motion Prediction	Global motion compensation, Block partitioning, Short-term/long-term frame memory, Variable block size motion compensation, 2D Triangular mesh prediction, Sub-pel prediction.
Frame Texture Coding	Wavelet transforms, Matching pursuits, 3D-DCT, Lapped transforms, Improved Intra coding, Variable block-size DCT.
Shape and Alpha Channel Coding	Gray scale shape coding, Geometrical transforms, Shape-adaptive region partitioning, Variable block-size segmentation.
Arbitrary-Shaped Region Texture Coding	Padding DCT, Mean-replacement DCT, Shape-adaptive DCT, Extension/interpolation DCT, Wavelet/subband coding.
Error Resilience/Robustness	Resynchronization techniques, Hierarchical structures, Back channel signaling, Error concealment.
Bandwidth and Complexity Scaling	Generalized temporal-spatial coding, content-based temporal scalability
Misc.	Rate control, Mismatch corrected stereo/multiview coding, 2D triangular mesh for object and content manipulation, Noise removal, Automatic segmentation, Generation of sprites.

Tabla 4.2: Experimentos Fundamentales

Ni los VMs ni los experimentos fundamentales se encuentran dentro del estándar MPEG-4, sino que se consideran herramientas de trabajo para facilitar el proceso de desarrollo. Los experimentos fundamentales han tenido un éxito tal que han permitido a los sistemas MPEG-4 estar en un proceso de continuo mejoramiento. La tabla 4.3 indica el plan de trabajo del grupo desde Julio del año 1995, momento en el cual fue realizado el primer llamado a propuestas, hasta Diciembre del año 2000 cuando una versión 2 enmendada, fue hecha a la cuarta

parte de las seis que componen los sistemas MPEG-4. Como se indica en la tabla, la parte seis (la que hace referencia a la capa de entrega) fue evaluada en Noviembre 1996, Noviembre 1997, Marzo 1999, Julio 1999 y Diciembre 1999.

Información detallada sobre el proceso formal de estandarización puede encontrarse en el primer capítulo del libro "*The Mpeg-4 Book*", ISBN 0130616214.

July, 1995	Call for MPEG-4 proposals Final version of the MPEG-4 Evaluation Document
November, 1995	Subjective evaluation of video proposals
December, 1995	Subjective evaluation of audio proposals
January, 1996	Experts evaluation of video proposals
January, 1996	First version of the MPEG-4 Video Verification Model
November, 1996	Version 1 Working Draft (WD) – parts 1,2,3,5,6
November, 1997	Version 1 Committee Draft (CD) – parts 1,2,3,5,6
March, 1998	Version 1 Final Committee Draft (FCD) after ballot with comments – parts 1,2,3,5,6
October, 1998	Version 1 Final Draft International Standard (FDIS) after ballot with comments – parts 1,2,3,6
December, 1998	Version 1 Committee Draft (CD) – part 4
March, 1999	Version 2 Proposed Draft Amendment (PDAM) – parts 1,2,3,6
	Version 1 International Standard (IS) after yes/no ballot – parts 1,2,3,6
July, 1999	Version 1 Final Draft International Standard (FDIS) after ballot with comments – part 5 Version 1 Final Committee Draft (FCD) after ballot with comments – part 4 Version 2 Final Proposed Draft Amendment (FPDAM) after ballot with comments – parts 1,2,3,6 Version 2 Proposed Draft Amendment (PDAM) – part 5
	Version 1 International Standard (IS) after yes/no ballot – part 5
December, 1999	Version 1 Final Draft International Standard (FDIS) after ballot with comments – part 4 Version 2 Final Draft Amendment (FDAM) after ballot with comments – parts 1,2,3,6 Version 2 Proposed Draft Amendment (PDAM) – part 4 Version 2 Final Proposed Draft Amendment (FPDAM) – part 5
	Version 1 International Standard (IS) after yes/no ballot – part 4 Version 2 Amendment (AMD) after yes/no ballot – parts 1,2,3,6
March 2000	Version 2 Final Draft Amendment (FDAM) – part 5 Version 2 Amendment (AMD) – part 5
July 2000	Version 2 Final Proposed Draft Amendment (FPDAM) – part 4
December 2000	Version 2 Final Draft Amendment (FDAM) – part 4
	Version 2 Amendment (AMD) – part 4

Tabla 4.3: Plan de trabajo del grupo MPEG

### 4.3 Resumen de hallazgos

La combinación de pruebas subjetivas, modelos de verificación (VM) y experimentos indica un procedimiento exhaustivo de prueba para el estándar de video MPEG-4.

La única área donde no se han realizado pruebas suficientes es en la parte de distribución de videos sobre diferentes tecnologías de transporte. Sin embargo, Li et al (1999) estuvieron a cargo de varias verificaciones formales sobre la eficiencia de la codificación MPEG-4 para pequeñas y medianas tasas de bits. Las pruebas compararon la eficiencia de la codificación MPEG-4 con codificación de video a tasas de 40Kbps a 768Kbps. Las pruebas, que usaron el método de estímulo individual donde se les pide a las personas cada secuencia de video de forma independiente, encontraron que MPEG-4 superaba ampliamente en términos de eficiencia de codificación a MPEG-1 a tasas medias (384 a 768Kbps). A pesar de que aparentaba cierta superioridad a menores tasas, la misma no era muy clara.

Otra prueba llevada a cabo al mismo tiempo por la ISO en 1999, intentó determinar la eficiencia del perfil de codificación avanzado de MPEG-4 versión 2 (previamente conocida como "*main plus*"). Comparada con el MPEG-4 Versión 1 "*main profile*". Fueron llevadas a cabo tres pruebas diferentes:

1. Basado en objetos a bajas tasas de bits.
2. Basada en marcos a bajas tasas de bits.
3. Basada en marcos a elevadas tasas de bits.

Los resultados mostraron una amplia superioridad de la codificación avanzada comparada con su versión anterior. Al mismo tiempo se mostró que:

1. Para el caso basado en objeto a bajas tasas, la calidad brindada por la codificación avanzada a 256 kbps era equivalente a la de la otra a 384.
2. Para el caso basado en marcos a bajas tasas la calidad para la codificación avanzada a 128 y 256 kbps era equivalente a la calidad brindada por su versión anterior a 256 y 384 respectivamente.

3. Para el caso de marcos a altas tasas la calidad ofrecida por la codificación avanzada a 768 era equiparable a la calidad de la otra a 1024.

Si bien estas pruebas no apuntaron directamente a la situación de la entrega de MPEG-4 sobre redes de CATV, mostraron que MPEG-4 presenta una notoria eficiencia en situaciones de bajas tasas de bits y que la codificación avanzada se ha probado que tiene la habilidad de desempeñarse mejor a menor razón de bits, al mismo tiempo manteniendo una calidad alta de video, ya sea basada en objeto o en marcos.

---

## 5 METODOLOGÍA, RESULTADOS Y COMENTARIOS

---

### 5.1 Metodología

Mediante una combinación de métodos tanto **cualitativos** como **cuantitativos** se ha logrado probar el enunciado de la tesis.

En los capítulos dos y tres, se presenta un examen y análisis cualitativo del material pertinente tanto práctico como teórico en las fuentes de información sobre compresión MPEG, redes de CATV, manipulación de señales analógicas y digitales y tecnologías para codificar y decodificar. Esto incluye material basado en electrónica, informática e ingeniería audio visual como ser protocolos VOD y futuro de las redes de telecomunicaciones.

El cuarto capítulo consiste en un examen cuantitativo de estudios previos y experimentos llevados a cabo en el área. Los mismos incluyen los llamados VMs (*verification models*) y experimentos fundamentales efectuados tanto por miembros del grupo MPEG, expertos designados o por terceros cuyas propuestas fueron aceptadas aun no perteneciendo al mismo.

### 5.2 Resultados y Conclusiones

A pesar de que ninguna de las pruebas se encuentra directamente relacionada con la entrega de video en formato MPEG-4 sobre CATV, gran parte de las fuentes de información se enfocan en:

- 1) La habilidad de los sistemas MPEG-4 para ser utilizados en una amplia gama de aplicaciones y servicios. Los mismos van desde recuperación tanto local como remota de contenido, *broadcasting* a *multicasting*, presentaciones multimedia a televisión interactiva, etc.
- 2) La separación que existe entre la capa *sync* y la capa de *delivery*, posibilitan la distribución de contenido en MPEG-4 mediante un amplio rango de sistemas sin afectar a la aplicación.

Al mismo tiempo, las pruebas subjetivas, VMs y experimentos fundamentales indicaron que la entrega de MPEG-4 sobre CATV no tiene motivos para presentar obstáculos insuperables. Esto es así, dado que se ha mostrado que MPEG-4 es más eficiente para codificar que otras formas de video en MPEG y al mismo tiempo la calidad de la imagen no se ve deteriorada incluso bajo muy pequeños anchos de banda. Es así que en un entorno que no requiere un alto grado de interactividad (por ejemplo no manipular objetos dentro del marco de video), parece posible que MPEG-4 sea transportado sobre redes de televisión por cable.

El área donde los problemas pueden surgir es en la parte de los dispositivos para codificar (del lado del proveedor) y para decodificar (del lado de cliente). Como ya fue explicado, debido a la complejidad de la caja de herramientas del formato MPEG-4, dichos codificadores y decodificadores necesitan ser muy complejos (tal vez llegando al límite de lo que este tipo de compresión puede lograr). De todas maneras, incluso aquí existe una solución al problema. Dado que la caja de herramientas del formato actúa realmente como una caja de herramientas, existe la oportunidad de hacer uso exclusivo de determinado conjunto de niveles y perfiles que se incluyen en la caja de herramientas completa. De aquí surge que para el caso de redes de CATV, uno debería simplemente implementar una pequeña porción de la caja de herramientas. Otras herramientas (como ser la manipulación de objetos, interactividad, etc.) pueden empezar a ser usadas una vez que la estructura física de las redes de CATV sean actualizadas de forma que puedan soportarlas. También existe la posibilidad de que el contenido en formato MPEG-4 sea transmitido haciendo uso de la corriente de transporte MPEG-2 (*MPEG-2 Transport Stream*). Dado que MPEG-2 fue creado como un instrumento de *broadcasting* de forma satelital o por cable, ya se encuentra en millones de *STBs* en el mundo. También se debe mencionar que mientras en un principio la capa de transporte no se encuentra definida en el estándar MPEG-4, adaptaciones a capas de transporte ya existentes han sido definidas:

- 1) Para el transporte sobre MPEG-2 TS.
- 2) Transporte sobre IP.

Como fue resaltado en el cuarto capítulo, uno de los experimentos fundamentales realizados fue el denominado "*Progressive Fine Granularity Scalable Video Coding*" (Wu et al, 2001; International Organization for Standardization,



2002). Mediante dicho experimento se descubrió que MPEG-4 permite un truncamiento de la capa de mejoramiento de la tasa de bits en cualquier posición, lo que significa que la calidad con la que se entrega el video puede ser adaptada de una forma sencilla que se ajuste a las circunstancias tanto de transmisión como de decodificación.

### **5.3 Comentarios**

Actualmente las compañías de CATV no se muestran dispuestas a invertir dinero para actualizar la tecnología de forma que MPEG-4 pueda ser codificado y decodificado. Al mismo tiempo, sitios donde la infraestructura existente es limitada o donde la infraestructura para adaptar las redes es obtenida en la mayoría de los casos en base a material obsoleto de otros países, como en el caso de Uruguay, tienen a la economía de escala entre sus opciones.

Por consiguiente es recomendable que se realicen estudios piloto para observar de qué forma se comporta MPEG-4 sobre CATV. Si la teoría es correcta (ya ha sido probada con resultados positivos sobre otros medios), entonces no aparece ningún obstáculo insalvable para que no se pueda implementar la tecnología en Uruguay y otros mercados de América del Sur.

Un consultor para implementación de servidores VOD de Estados Unidos me expresó su punto de vista con respecto al futuro de MPEG-4 en esa área: "I would also add to your conclusions, that in areas that require increased bandwidth to handle more stations or, more importantly, increased VOD and HD broadcast capacity, MPEG-4 will likely be considered as one of the top options much sooner".

No hay que olvidar otros elementos como los jurídicos. La tecnología avanza con mucha más velocidad que las regulaciones y según lo comentado por los Ingenieros de Canal 10 existen ambigüedades o simplemente puntos que no se tienen en cuenta en el caso particular de Uruguay. Es evidente que el tema presenta mucho interés por parte de las industrias involucradas. Por encima de lo puramente tecnológico, existen infinidad de variables a considerar a la hora de implementar una solución. A modo de ejemplo, durante la elaboración de este

trabajo (4 de Febrero de 2003) se comenzó a licenciar el uso de MPEG-4 (Ver Anexo C).

Ponerse en contacto con el "Grupo de Expertos" fue una tarea que en principio no había sido considerada, pero al presentarse la oportunidad, los mismos se mostraron muy abiertos a discutir aspectos relacionados con la materia y al mismo tiempo brindaron una retroalimentación sumamente valiosa para alguien nuevo en el tema. Por último cabe resaltar el gran potencial que presenta el estándar. Esto es debido a muchos factores, entre ellos, su gran flexibilidad y al acierto que se tuvo en el enfoque que se le dio en su momento.

---

# FUENTES DE INFORMACIÓN

---

## 1. Metodología, redacción y presentación

Aquí se encuentra una lista de la bibliografía utilizada como referencia para la para la redacción y presentación del presente documento.

### 1.1 Libros

#### **/CIR 93/**

Cirera, Mariano, Rafart Susana; *Manual de Ortografía de la lengua española. Normativa ortográfica actualizada*; Verón Editores; [ISBN: 84-7255-176-8](#)

#### **/COL 01/**

Collazo, Javier L.; *Diccionario Collazo Inglés-Español de Informática, Computación y otras materias*; McGraw-Hill; Obra completa, 2 tomos, 2001; [ISBN: 970-10-3428-7](#)

#### **/COR 93/**

*Diccionario Inglés-Español. 10 vocabularios temáticos bilingües*; McGraw-Hill. [ISBN: 956-278-045-7](#) Adaptación de la primera edición en inglés; Cortina Learning International, Inc; ISBN: 0-8327-0711-2

#### **/ECO 00/**

Eco, Umberto; *“Cómo se hace una tesis”*; Editorial Gedisia, 2000. [ISBN: 84-7432-896-9](#); Título del original italiano: *Come si fa una tesi di laurea*; Tascabili Bompiani, 1977.

#### **/FRE 93/**

Freedman, Alan; *Diccionario de Computación Inglés-Español / Español - Inglés*; Quinta edición; McGraw-Hill.; [ISBN: 84-481-0028-X](#)  
Traducido de la quinta edición en inglés de THE COMPUTER GLOSSARY: The Complete Illustrated Desk Reference. ISBN: 0-8144-7749-6

#### **/LAR 97/**

*Diccionario Enciclopédico El pequeño Larousse*; Segunda Edición. [ISBN 970-607-558-5](#)

#### **/LAR 00/**

*Larousse SPANISH- ENGLISH, ENGLISH SPANISH DICTIONARY*; Ediciones Larousse; Library of Congress Catalog Card Number: 93-086201 [ISBN: 2-03-420201-5](#)

**/OXF 91/**

*Oxford Advanced Learner's Dictionary*; Oxford University Press.

ISBN 019-431167-8

**/QUE 83/**

Quesada Herrera, J.; *Redacción y Presentación del Trabajo Intelectual*;

Editorial Paraninfo; ISBN: 84-283-1282-6

**/REA 94/**

*DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA*. Vigésima primera edición; Real Academia Española; ISBN: 84-239-9201-2 (Tomo I); ISBN: 84-239-9202-0 (Tomo II)

**/REA 01/**

*Ortografía de la lengua española*. Real Academia Española; ISBN: 84-239-6812-X

**/SCH 01/**

Schmelkes, Corina; *Manual para La presentación de anteproyectos e informes de investigación (Tesis)*; Oxford University Press; Séptima reimpresión de la segunda edición, Junio 2001; ISBN: 970-613-354-2

**/SIE 96/**

Sierra Bravo, R.; *Tesis Doctorales y trabajos de Investigación Científica*; Cuarta Edición; Editorial Paraninfo; ISBN: 84-283-2052-7

**/STA 76/**

Standop, Ewald; *Cómo preparar monografías e informes*; Editorial Kapelusz, S.A. Febrero 1976

Título de la edición original:

DIE FORM DER WISSENSCHAFTLICHEN ARBEIT

Publicada por Quelle & Meyer, Heidelberg.

Traducción de Thomas, Juan Jorge.

**/SWA 92/**

Swan, Michael; "Practical English Usage"; Twenty-third impression 1992; Oxford University Press; ISBN 0194311856

**/VIV 71/**

Vivaldi, Martín G.; *Curso de redacción, del pensamiento a la palabra*; Editorial Paraninfo; Novena edición, 1971

## 1.2 Sitios en la Internet

<http://www.rae.es>

Real Academia Española

## 2. Fuentes de Información sobre el área de trabajo

### 2.1 Libros electrónicos

#### **/BLA 02/**

Blanchard, Kent; *The heart of a leader*; 2002 Barnes & Noble Digital;  
ISBN: 140140233x

#### **/GIB 01c/**

Gibilisco, Stan; *The Illustrated Dictionary of Electronics*; Eighth Edition;  
December, 2001; McGraw-Hill - Adobe Acrobat eBook;  
ISBN: 0-07-137236-9

#### **/SMI 99/**

Smith, Steven W.; *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*; Second Edition; California Technical Publishing; San Diego, California;  
ISBN 0-9660176-6-8

#### **/TAY 02/**

Taylor, Jim; *DVD Demystified*; Adobe Acrobat eBook; March 2002; McGraw-Hill.  
ISBN: 007138944X

#### **/YAN 01/**

*MPEG-4: Can This Open Standard Change the Streaming Media Landscape?*;  
Edition: Adobe Acrobat eBook by Yankee Group (Author) Publisher:  
MarketResearch.com; July 1, 2001.; ISBN: B00005UQ0D

### 2.2 Libros

#### **/BRU 99/**

Ronald de Bruin, Jan Smits (January 1999) *Digital Video Broadcasting: Technology, Standards and Regulations.* Publisher: Artech House; ISBN: 0890067430

#### **/CAM 02/**

Cambridge Certificate of Proficiency in English. Examination Papers from the University of Cambridge Local Examinations Syndicate. (2002); *BROADCASTING: The Social Shaping of a Technology*; Christine Geraghty and David Lusted; Páginas 38 y 39; ISBN: 0521751047

**/CAR 01/**

Carter, S.W., Long, D.D.E., & Pâris, J. (2001) *Video-on-Demand Broadcasting Protocols*; In J.D. Gibson (Ed.) *Multimedia Communications: Directions and Innovations*. London: Academic Press; Páginas 179-190.

**/DOW 98/**

Downes, John; Goodman, Jordan Elliot; 1998; "*Dictionary of Finance and Investment Terms*"; Barron's Financial Guides; ISBN 0764107909

**/GIB 01a/**

*Multimedia Communications: Source Representations, Networks, and Applications*; In J.D. Gibson (Ed.) *Multimedia Communications: Directions and Innovations*. London: Academic Press; Páginas 1-12.

**/GIB 01b/**

*Mpeg-4 And Mpeg-7*; In J.D. Gibson (Ed.) *Multimedia Communications: Directions and Innovations*. London: Academic Press; Páginas 117-128.

**/GOM 02/**

Gomez, T. (2002) "MPEG-4: JVC Streamcoder Sends Video Straight to the Web," *Camcorder & Computer Video*, 18(8):66-69.

**/KAL 00/**

Kalva, Hari; (November 2000) *Delivering MPEG-4 Based Audio-Visual Services*; (Multimedia Systems and Applications Volume 18).

**/KAL 01/**

Kalva, Hari; (January 2001) *Delivering MPEG-4 Based Audio-Visual Services*; Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.  
ISBN: 0306469928

**/KAZ 01/**

Kazovsky, L.G., Khoe, G., & van Deventer, M.O. (2001); *Future Telecommunication Networks: Traffic and Technologies*; In J.D. Gibson (Ed.) *Multimedia Communications: Directions and Innovations*. London: Academic Press; Páginas 13-24.

**/KUH 99/**

Kuhn Peter M., Peter M. Kuhn (June 1999); *Algorithms, Complexity Analysis and Vlsi Architectures for Mpeg-4 Motion Estimation*.  
ISBN: 0792385160

**/LOO 01/**

Lookabaugh, T. (2001); *MPEG-1 and -2 Compression*; In J.D. Gibson (Ed.) *Multimedia Communications: Directions and Innovations*. London: Academic Press; Páginas 101-116.

**/MIL 00/**

Miller, Mark A.; January 2000; "Voice over IP: Strategies for the converged Network"; IDG Books; [ISBN 076454617-1](#)

**/PER 02/**

Fernando Pereira (Editor), Touradj Ebrahimi (Editor) (Julio 10, 2002); *The MPEG-4 Book*; Publisher: Prentice Hall PTR; [ISBN: 0130616214](#)

**/POY 03/**

Poynton, Charles; Publisher: Morgan Kaufmann; 1st edition (January 2003); *Digital Video and HDTV Algorithms and Interfaces*; [ISBN: 1558607927](#)

**/ROB 00/**

Robin, Michael, Poulin, Michel. (Junio 30, 2000); *Digital Television Fundamentals: Design and Installation of Video and Audio Systems*, Second Edition. New York: McGraw-Hill. ISBN: 0071355812

**/SYM 98/**

Symes, P.D. (1998) *Video Compression: Fundamental Compression Techniques and an Overview of the JPEG and MPEG Compression Systems*. New York: McGraw-Hill.

**/SYM 00/**

Peter D. Symes (December 20, 2000); *Video Compression Demystified*; Publisher: McGraw-Hill Professional; ISBN: 0071363246.

**/TAN 97/**

Tanenbaum, Andrew S.; Redes de Computadoras: Tercera Edición; Prentice Hall; [ISBN: 9688809586](#); Traducción: David Morales Peake. Original: "Computer Networks, third Edition".

**/TAU 01/**

David S. Taubman, Michael W. Marcellin (November 1, 2001) *Jpeg2000: Image Compression Fundamentals, Standards, and Practice* (Kluwer International Series in Engineering and Computer Science, 642).

**/TEP 61/**

Tepper, Marvin; Curso Básico de Radio; Primera Edición en Castellano; Buenos Aires 1964; Editorial Glem S.A.; *Original english edition published by John F Ridder Publisher, Inc. Setiembre 1961. Library of Congress Catalog Card Number 61-11229*;

**/THO 99/**

Jeffrey L. Thomas, Francis M. Edgington (January 15, 1999) *Digital Basics For Cable Television Systems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN: 079237519X.

**/WAK 92/**

Wakerly, John F.; *Diseño digital principios y prácticas*; Prentice Hall  
ISBN 968-880-244-1; Original English Language edition: ISBN 0-13-212838-1

**/WAL 01/**

Aaron E. Walsh, Mikael Bourges-Sevenier (December 15, 2001); *MPEG-4 Jump-Start*. Publisher: Prentice Hall; ISBN: 0130600369

**/WAT 01/**

Watkinson, John; September 2001; *MPEG Handbook*; Publisher: Focal Press;  
ISBN: 0240516567

**/WAT 02/**

Watkinson, John (2002); *Mpeg-4 Secrets*; Broadcast Engineering, 1 May:1-6.

**/YOS 00/**

Yoshida, J. (2000); *Cable Carries MPEG-4 Flag in Codec War*; Electronic Engineering Times, 15 May:1-4.

## 2.3 Sitios en la Internet

- ❖ APPLE: <http://www.apple.com/quicktime>
- ❖ BBC: <http://www.bbc.co.uk>
- ❖ BELDEN (COAX): <http://www.belden.com>
- ❖ BITSTREAM: <http://www.bitstream.com>
- ❖ CABLE-LABS: <http://www.cablelabs.com/>
- ❖ CUSTOM TV: <http://www.irt.de/customtv>
- ❖ DIGITAL TV UK: <http://www.digitaltelevision.gov.uk>
- ❖ DIVx: <http://www.divx.com>
- ❖ DVB: <http://www.dvb.org>
- ❖ FEDTEC: <http://fedtec.com>



- ❖ FIBERTEL: <http://www.fibertel.com.ar/>
- ❖ IEEE: <http://www.ieee.org>
- ❖ ISO: <http://www.iso.org>
- ❖ ITV: <http://www.itv.com>
- ❖ MICROSOFT: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/>
- ❖ MPEG: <http://mpeg.telecomitalia.com>
- ❖ MPEG-4 INDUSTRY FORUM: <http://www.m4if.org>
- ❖ MPEG-LA: <http://www.mpegla.com>
- ❖ NKCABLES: <http://www.drakankc.fi>
- ❖ PENNSYLVANIA CABLE AND TELECOMMUNICATIONS ASSOCIATION; *The History of Cable Television*: <http://www.pcta.com/history.html>
- ❖ REALMEDIA: <http://www.real.com>
- ❖ SKY-TV BRAZIL: <http://www.skyweb.com.br>
- ❖ TV-ANYTIME: <http://www.tv-anytime.org/>
- ❖ Avaro, O., Eleftheriadis, A., Herpel, C., Rajan, G., & Ward, L. (n.d.) "MPEG-4 Systems: Overview." Bajado el 26 de Enero, 2003 de [http://leonardo.telecomitalia.com/icjfiles/mpeg-4\\_si/3-systems\\_overview\\_paper/3-systems\\_overview\\_paper.htm](http://leonardo.telecomitalia.com/icjfiles/mpeg-4_si/3-systems_overview_paper/3-systems_overview_paper.htm)
- ❖ Franceschini, G. (n.d.) "The Delivery Layer in MPEG-4". Bajado el 26 de Enero, 2003 de [http://leonardo.telecomitalia.com/icjfiles/mpeg-4\\_si/6-DMIF\\_paper/6-DMIF\\_paper.htm](http://leonardo.telecomitalia.com/icjfiles/mpeg-4_si/6-DMIF_paper/6-DMIF_paper.htm)
- ❖ <http://www.cs.ru.ac.za/Honours/mmcourse/compression/mpeg/eth/mpeg1.html>
- ❖ <http://www.cs.ru.ac.za/Honours/mmcourse/compression/mpeg/eth/mpeg4.html>
- ❖ <http://www.fuac.edu.co/autonoma/pregrado/ingenieria/ingelec/proyectosgrado/compresvideo/MPEG1.htm>

## 2.4 Listas de correo y foros de discusión

BROADCAST ENGINEERING'S BEYOND THE HEADLINES; BROADCAST ENGINEERING'S RF UPDATE; BROADCAST ENGINEERING AND PINNACLE SYSTEMS CONNECT;  
PRIMEDIA 2003  
<http://www.primediabusiness.com>

DIVX MESSAGE BOARD / MAILING LIST:  
<http://forums.divx.com>

MPEG-4 INDUSTRY FORUM MAILING LIST:  
<http://www.m4if.org/public/publiclistreg.php>

NAB2003 NEWSLETTER  
<http://www.nab.org/conventions/nab2003/>

TRANSMISSIONS  
[custserv@newsletter.primediabusiness.com](mailto:custserv@newsletter.primediabusiness.com)

## 2.5 Otras fuentes de información de la Internet

### Infotrac Expanded Academic ASAP Database

#### **ONLINE COURSE (2003): "The Brain and How It Works"**

<http://www.barnesandnobleuniversity.com/>

'Lesson 3, Topic 4: The Mind's Eye. The visual system is an important part of our perception and self-awareness. Learn how the eye collects visual information and how our mind processes that information.'; Material for the Course: Mapping the Mind; February 2000; Publisher: University of California Press; ISBN: 0520224612. The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness; Antonio Damasio; September 2000; Publisher: Harcourt; ISBN: 0156010755

## 2.6 Revistas

### /BYT 94/

**BYTE**; International Edition; A McGraw-Hill Publication; Febrero 1994; *How Safe is Data Compression?*; Halfhill, Tom R.; Páginas 56 a 74.

**CDROM magazine** (CD-ROM Today U.S.A); Abril 1995; *Guía práctica: Primeros pasos en la edición digital de vídeo*; Páginas 38 a 42. España.

**CD WARE** Multimedia; Número 22; *APLICACIONES DE EDICIÓN DE VÍDEO DIGITAL PARA PCS*; Páginas 52 a 57. España.

**COMPU-MAGAZINE**; Julio 1994. Edición Extra Número 2; *Informe Especial: Digitalización del Sonido: Relación entre el mundo físico y su materialización en dispositivos de audio*; M.P. Ediciones S.A. Argentina.

**COMPU-MAGAZINE**; Abril 1995. Edición Extra Número 4; *Vídeo; Sepa como editarlo: La compresión de datos: una nueva solución*; M.P. Ediciones S.A. Página 18. Argentina.

**PCMANIA**; Junio 1998; *MPEG: Animaciones de calidad máxima en el mínimo espacio*; Juan Antonio Pascual Estapé. Páginas 99 a 114. Editorial Hobbypress; España.

**PC MEDIA EDICIÓN ARGENTINA**; AÑO 1, NÚMERO 9; Peirat, Ernesto; Artículo: *ESTÁNDAR MPEG, TENDENCIA INELUDIBLE*; Página 18 a 29.

**PC MEDIA EDICIÓN ARGENTINA**; AÑO 2, NÚMERO 20; Artículo: *LO ÚLTIMO EN TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE*; Página 7.

**PC MEDIA EDICIÓN ARGENTINA**; AÑO 2, NÚMERO 21; Mackey, Jorge; Artículo: *CABLE A TIERRA, VCC ACTUALIZA SU TECNOLOGÍA*; Página 12.

**PC MEDIA EDICIÓN ARGENTINA**; AÑO 2, NÚMERO 21; Ríos, Sergio; Artículo: *ÚLTIMAS TÉCNICAS DE COMUNICACIÓN EN LA RED*; Página 20.

**PC MEDIA EDICIÓN ARGENTINA**; AÑO 2, NÚMERO 22; Mackey, Jorge; Artículo: *CABLEVISIÓN, POR EL CAMINO DE LA INTERACTIVIDAD*; Página 18.

**PC MEDIA EDICIÓN ARGENTINA**; AÑO 2, NÚMERO 22; Cabrera, Sergio; Artículo: *VIDEO DIGITAL MPEG*; Página 68 y 69.

**/RCA 98/**

**RCA-LA;** Thomson Consumer Electronics, Inc. Edición Inaugural de 1998; *Sistema Digital por Satélite de RCA: Normas;* Páginas 16 y 17; *Comparación de HDTV con NTSC y PAL;* Páginas 24 y 25; *Charla Tecnológica;* Páginas 36 y 37; *Teatro del Hogar;* Páginas 54 y 55. USA.

**SABER ELECTRÓNICA EDICIÓN ARGENTINA - EDITORIAL QUARK:**

Nº 48 *LOS MULTIMEDIA;*

Autor: Egon Strauss. Página 54.

Nº 49 *FIBRAS ÓPTICAS;*

Autor: Newton Braga. Página 52.

Nº 65 *TÉCNICAS DIGITALES EN AUDIO, VIDEO Y TV;*

Autor: Egon Strauss. Página 20.

Nº 73 *CLOSED CAPTION EN TV Y DISCOS LASER (LD);*

Autor: Egon Strauss. Página 26.

Nº 73 *EL DISCO COMPACTO INTERTACTIVO (CDI);*

Autor: Egon Strauss. Página 54.

Nº 75 *PROPAGACIÓN EN EL ESPACIO;*

Autor: Horacio D. Vallejo. Página 74.

Nº 77 *ANÁLISIS DE SISTEMAS DIGITALES DE HDTV - PARTE 1;*

Autor: Egon Strauss. Página 58.

Nº 78 *ANÁLISIS DE SISTEMAS DIGITALES DE HDTV - PARTE 2;*

Autor: Egon Strauss. Página 59.

Nº 82 *CONVERSION D/A;*

Autor: Newton Braga. Página 31.

Nº 82 *SISTEMAS COLECTIVOS DE TV VIA SATÉLITE;*

Autor: Horacio D. Vallejo. Página 62.

Nº 87 *ELEMENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ANTENA;*

Autor: Horacio D. Vallejo. Página 49.

**/BRA 95/**

Nº 88 *TV POR CABLE;*

Autor: Newton Braga. Página 66 a 70.

Nº 88 *ELEMENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ANTENAS;*

Autor: Newton Braga. Página 59.

Nº 94 *FIBRAS ÓPTICAS: UNA ALTERNATIVA COMO MEDIO DE ENLACE;*

Autor: Horacio D. Vallejo. Página 54.

Nº 103 *AVANCES EN LA COMPRESIÓN DE SEÑALES DIGITALES;*

Autor: Egon Strauss. Página 47.

Nº 107 *EL SÍNDROME DE LA CONVERSIÓN D/A;*

Autor: Egon Strauss. Página 48.

Nº 108 *LOS CIRCUITOS MULTIPLEXORES Y DEMULTIPLEXORES;*

Autor: Gregorio Fuentes. Página 71.

**SÓLO PROGRAMADORES;** Año III, Número 33; *Formato MPEG a fondo;* Páginas 74 a 80. España.

**YAHOO! INTERNET LIFE;** Volume 2 Number 3; July - August 1996; *Concerts On-Line; Streaming Protocols;* Página 82. USA.

## 2.7 White papers

*TV over IP white paper;* Danna Bethlehem

*IP Multicasting over IGMP - The most Efficient Way to Stream Rich Media 3*

*The landscape of advanced multimedia coding, M4IF's White Paper.*

White papers de Hantro:

*Two way wireless video solution with MPEG-4 video codec.*

*Video Codec Selection for Wireless Multimedia Terminals.*

*Video Capture & Play Applications.*

*MPEG4 Codec Overview.*

*Digital Video Networking;* Optibase White Paper.

*Digital TV over Cable A recommended standard for Singapore;* National Cable Standards

---

## GLOSARIO

---

**ATM:** Tecnología de red orientada a la conexión que utiliza pequeñas celdas de tamaño fijo en la capa de nivel inferior. Tiene la ventaja potencial de ser capaz de soportar voz, video y datos con una sola tecnología subyacente.

**BROADCAST (DIFUSIÓN):** Sistema de entrega que proporciona la copia de un paquete dado a todos los anfitriones conectados para la difusión del paquete.

**CCIT:** Comité Internacional de la Radio, encargado de regular los estándares internacionales en la emisión de radio y televisión.

**CD-ROM:** *Compact Disc - Read Only Memory*. Dispositivo de almacenamiento masivo. El disco mide 120 milímetros de diámetro, está grabado por un solo lado y puede contener hasta 700 MB de información. Esta se codifica en forma de espiral de pequeñas memorias anexas registradas en la superficie del disco durante su fabricación, no pudiendo ser alterada posteriormente.

**CODEC:** En Telecomunicaciones (*coder/decoder*): dispositivo encargado de convertir señales digitales a analógicas y analógicas a digitales. En Computación: (*compressor/decompressor*) tecnología utilizada para comprimir y descomprimir datos (como ser sonidos o archivos de video).

**EIA/TIA:** *Electronic Industry Association/Telecommunication Industry Association*, Asociación de la industria electrónica/Asociación de la industria de telecomunicaciones.

**EN:** *European Norm (Standard)*. Bajo este concepto se engloban todas las normas dadas por CEN/CENELEC que son válidas en el sector de las tecnologías de la información para todos los países de la CE y de la EFTA.

**EQUIPO FÍSICO:** *Hardware*. En general, todos los elementos físicos de un equipo informático.

**EQUIPOS PROPIETARIOS:** Equipos físicos y/o equipos lógicos que, por sus características técnicas, sólo están disponibles a través de una compañía fabricante, resultando muy difícil contratar su actualización, mantenimiento, reparación, etc. a otras compañías.

**ESCALABILIDAD:** Característica de un equipo que determina su capacidad de crecimiento. La escalabilidad permite aumentar el número de procesadores o cambiar a procesadores de gama superior, mejorando el rendimiento del equipo y asegurando una compatibilidad absoluta para todas las aplicaciones que se desarrollen en el futuro.

**FDDI:** *Fiber Distributed Data Interface*. Especificación de una red de área local con topología en anillo, método de acceso por paso de testigo cuya estructura se

implementa sobre un cable de fibra óptica. Esta norma fue desarrollada por el ANSI.

**FRECUENCIA:** El número de ciclos por segundo de una onda. Se mide en Hertzios (Hz), que indican el número de cambios por segundo.

**HDTV:** Son las iniciales en inglés de *High Definition Television*. Un sistema televisivo basado en tecnología digital que ofrece imágenes súper nítidas, audio con calidad de CD y una proporción dimensional de 16:9.

**IEC:** *International Electrotechnical Commission*. Comisión Electrotécnica Internacional. Organismo normalizador internacional con sede en Ginebra. Es competente en el campo de la normalización electrónica, aunque se ha ocupado de algún aspecto de las telecomunicaciones, como por ejemplo, en el área de los conductores (cables).

**JPEG:** *Joint Photographic Experts Group*. El consorcio internacional de hardware, software e industrias editoriales dedicadas a desarrollar estándares internacionales para la compresión de imágenes fotográficas fijas en sistemas digitales.

**MAC:** *Medium Access Control*. Protocolo de control de acceso al medio empleado para la propagación de las señales eléctricas. Define el subnivel inferior de la capa 2 del modelo OSI (nivel de enlace).

**MEDIO DE TRANSMISIÓN:** Un medio por el cual las señales son enviadas como ondas electromagnéticas que varían. Ejemplos: pares trenzados de cobre, cables coaxiales, fibra óptica, la atmósfera, el espacio.

**MULTICAST (MULTIDIFUSIÓN):** Técnica que permite que copias de un solo paquete se transfieran a un subconjunto seleccionado de todos los posibles destinos.

**NTSC:** Son las siglas en inglés de *National Television Standards Committee*, es decir, Comité Nacional de Normas de Televisión). Fue el grupo que estableció en los años cuarenta las especificaciones del actual sistema de transmisión analógico de televisión. La imagen televisiva NTSC tiene un ancho de banda de canal de 6 MHz, 525 líneas con resolución horizontal de 427 píxeles y una proporción dimensional de cuatro unidades horizontales por tres unidades verticales.

**PABX:** *Private Automatic Branch Exchanges*. Centralita privada automática, con conexión a la red pública.

**PAL:** Son las siglas en inglés de *Phase Alternating Line*. Tiene un ancho de banda de canal de 8 MHz, 625 líneas con resolución horizontal de 427 píxeles y la misma proporción dimensional del sistema NTSC.

**PÍXEL:** Elemento de la imagen. El área mas pequeña con resolución en una pantalla de presentación de video.

**RGB:** *Red, Green & Blue*. Método codificador estándar para imágenes a color en sistemas de representación digital, con ocho bits de información para cada una nivel de rojo, verde y azul -esto es, 8 ó 256 niveles separados para cada de las tres señales primarias- RGB proporciona 16.777.216 colores en total.

**SECAM:** Séquentiel Couleur Avec Mémoire. Estándar para la difusión de señales de televisión. Es usado principalmente en Francia y algunos otros países de Europa.

**SOPORTE LÓGICO:** *Software*. Programas del sistema, de aplicación, de utilidades, procedimientos, reglas y su documentación asociada, relacionados con la operación de un ordenador. Conjunto de instrucciones y datos que un ordenador es capaz de entender.

**TRANSCEIVER:** MODEM en una red inalámbrica. Transmite y recibe datos por medio de señales infrarrojas o de radio.

**UIT-T:** Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sección Telemática. Órgano competente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones de las Naciones Unidas en asuntos de telefonía, telegrafía y datos. Los miembros que forman parte de la UIT-T son todas las operadoras públicas (PTT, *Postal Telephone and Telegraph Administrations*) del mundo. Sus 18 comisiones (I-XVIII) son las encargadas de emitir las conocidas recomendaciones del UIT-T. Antes denominada CCITT.

**UP-CONVERTER:** Dispositivo que traduce frecuencias bajas a más altas.



---

## APÉNDICE A-1: INDICE DE TABLAS

---

Tabla 1.1: Networks and Network Services.....	9
Tabla 1.2: Digital and Analog Use Throughout Cable Television Systems.....	14
Tabla 2.1: Capas y sus funcionalidades.....	19
Tabla 2.2: Niveles y perfiles MPEG-2 .....	21
Tabla 2.3: Normas de video adoptadas por algunos países.....	27
Tabla 4.2: Requerimientos para el estándar de video MPEG-4 .....	50
Tabla 4.2: Experimentos Fundamentales .....	51
Tabla 4.3: Plan de trabajo del grupo MPEG .....	52

---

## APÉNDICE A-2: INDICE DE FIGURAS

---

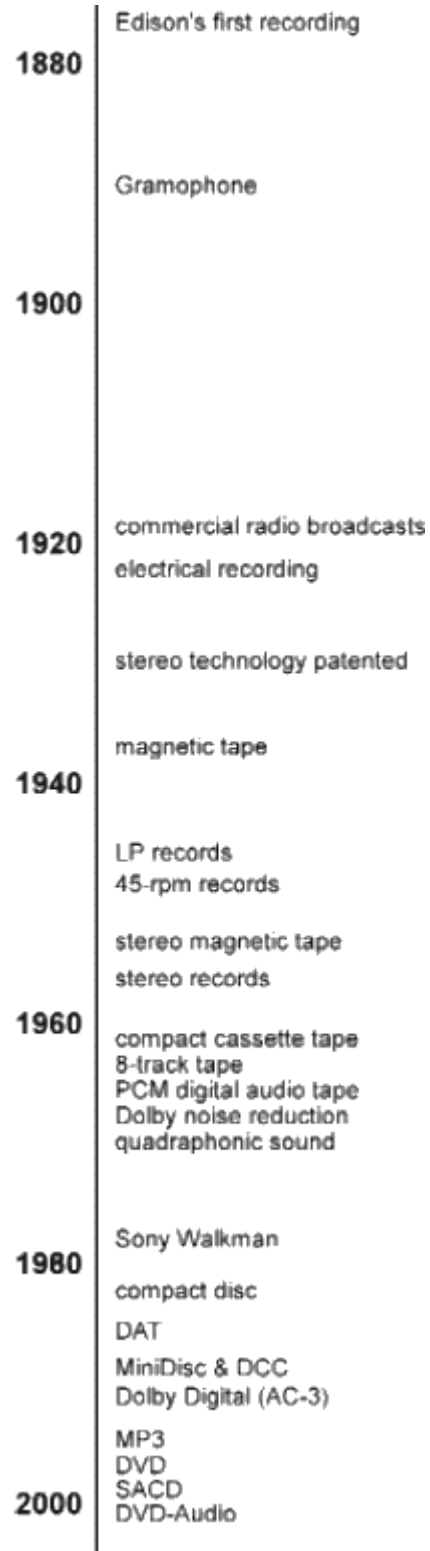
Figura 1.1: Comprimir para poder transmitir información digital .....	8
Figura 1.2: Codificador MPEG simplificado .....	12
Figura 1.3: Decodificador MPEG simplificado .....	12
Figura 2.1: Representación funcional de los sistemas MPEG-2 .....	22
Figura 2.2: Cable coaxial .....	25
Figura 2.3: Fibra óptica .....	25
Figura 2.4: Arquitectura básica de un sistema de CATV .....	29
Figura 2.5: Cable básico codificado.....	30
Figura 2.6: Servicios digitales embebidos sobre canales NTSC analógicos .....	32
Figura 2.6: Frecuencias utilizadas por los cables coaxiales .....	33
Figura 3.1: Convergencia del Cine/TV, Informática y Comunicaciones.....	36
Figura 3.2: La arquitectura basada en objetos de MPEG-4 .....	38
Figura 3.3: Las capas de MPEG-4 .....	42
Figura 3.4: Tecnologías MPEG-4 administradas por el DMIF .....	42
Figura 3.5: MPEG-4 terminal architecture .....	43

---

## APÉNDICE B-1: ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIÓN DE SONIDOS

---

Fuente: /TAY 02/



---

## APÉNDICE B-2: ALMACENAMIENTO Y TRANSMISIÓN DE IMÁGENES

---

Fuente: /TAY 02/

---

<b>1820</b>	revolving picture toys photographs	—
<b>1840</b>	color photographs	
<b>1860</b>	Muybridge's photographs	
<b>1880</b>	Nipkow's scanning disc; Eastman's celluloid film Kinetograph	
<b>1900</b>	mechanical TVs	
<b>1920</b>	talking pictures; Farnsworth's electronic TV Baird's video disc, Technicolor commercial TV broadcasts in Germany and England	
<b>1940</b>	cable TV, professional videotape color added to TV	
<b>1960</b>	Ampex helical scan, color videotape Cinemascope PAL and SECAM adopted Sony Betamax, JVC VHS Dolby Stereo added to movies, video stores	
<b>1980</b>	laserdisc HiFi VCRs, stereo TV broadcasts S-VHS, 8 mm HiVision, VideoCD	
<b>2000</b>	digital satellite (DBS) digital videotape (DV), DVD HDTV (DTV), personal video recorders (PVRs)	

---

## APÉNDICE C: MPEG-4 SYSTEMS LICENSE

---

From: "Rob Koenen" <rob.koenen@m4if.org> To: "M4IF news" <news@lists.m4if.org>  
Organization: M4IF  
Subject: [M4IF News] Systems License Released Sender: news-admin@lists.m4if.org  
Date: Tue, 4 Feb 2003 11:51:16 -0800

News Readers,

It has just been brought to my attention that the MPEG-4 Systems license has been released. The release of this license is a further step towards realizing the full innovative potential of MPEG4, as MPEG-4's interactive features, its Scene Description language (BIFS), its Object Descriptor framework and the MP4 file format are all specified in MPEG-4 Systems.

I have yet to see the license itself, but given the terms as they were released last year, I expect it to be less controversial than the Visual license.

(NB: MPEG is now in the process of reorganizing the Systems spec into several parts; I do not know if this will impact the license going forward.)

Kind Regards,  
Rob Koenen

[http://www.mpegla.com/news/n\\_03-02-04\\_m4s.html](http://www.mpegla.com/news/n_03-02-04_m4s.html) NEWS RELEASE

For Immediate Release

CONTACT:

Lawrence Horn  
MPEG LA, LLC  
301.986.6660  
301.986.8575 Fax  
lhorn@mpegla.com

MPEG LA Releases MPEG-4 Systems Patent Portfolio License (Denver, Colorado, US – 4 February 2003) – MPEG LA today announced the availability of the MPEG-4 Systems Patent Portfolio License. Copies of the License may be obtained at [www.mpegla.com](http://www.mpegla.com), "MPEG-4 Systems," "The License Agreement," by telephone +1-301-986-6660 ext. 209 or email [eharvey@mpegla.com](mailto:eharvey@mpegla.com). For more information, see "MPEG-4 Systems" at [www.mpegla.com](http://www.mpegla.com).

The MPEG-4 Systems Patent Portfolio License provides fair, reasonable, nondiscriminatory access under a single license to essential MPEG-4 Systems intellectual property owned by many patent holders. The License includes essential patents owned by Apple Computer, Inc.; Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI); France Télécom, S.A.; Koninklijke Philips Electronics N.V.; Mitsubishi Electric Corporation; Samsung Electronics Co., Ltd.; and Sun Microsystems, Inc.

MPEG LA Chief Executive Officer Baryn S. Futa said, "MPEG-4 Systems is an indispensable technology. MPEG LA is pleased to be able to offer this License for the benefit of the marketplace." MPEG LA's objective is to include as much essential intellectual property as possible for the convenience of the marketplace. Therefore, any party that believes it has patents that are essential to the MPEG-4 Systems Standard (ISO/IEC 14496-1:2001 [Part 1:Systems], 14496-1:2001/Amd.1:2001 [Extended BIFS]) and wishes to join upon successful evaluation, is invited to submit such patents to the independent Patent Evaluator together with a statement confirming its agreement with the objectives and intention to abide by terms and procedures governing the patent submission process, which may be obtained from Jane Tannenbaum, Director, Contract Administration ([jtannenbaum@mpegla.com](mailto:jtannenbaum@mpegla.com)) or Jill McLain, Contract Administrator ([jmclain@mpegla.com](mailto:jmclain@mpegla.com)), MPEG LA, LLC.

# # #

© 2003 Alberto Daniel Hill<sup>9</sup>  
All rights reserved

El presente trabajo puede ser distribuido libremente siempre y cuando no se efectúen modificaciones en su contenido. Se permite su reproducción parcial si y solo si:

1. Se hace referencia a la fuente de información.
2. Se obtiene la autorización del autor a través de [mpeg4overCATV@party4.biz](mailto:mpeg4overCATV@party4.biz)

This document may be freely distributed. Modifications are NOT allowed. To reproduce part of this paper, please:

1. Make reference to the source of information.
2. Ask for permission sending an email to: [mpeg4overCATV@party4.biz](mailto:mpeg4overCATV@party4.biz)

---

<sup>9</sup> United States Copyright Office.