



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRES DE FEBRERO

**Laboratorio de Imágenes y Señales (LIS)
NeoTVLabs-CPA-UVT**

Dr. Ing. Mario Mastriani

**Documento de Trabajo:
Nuevos encoders y normas para
TDT y Argentina Conectada**

Saenz Peña, Mayo de 2011

Descripción Operativa de los Algoritmos de Supercompresión Desarrollados

Concepto de Supercompresión

Llamamos Supercompresión al procedimiento mediante el cual se aplica un catalizador algorítmico antes del encoder del algoritmo de compresión elegido, y luego del decoder de dicho algoritmo, a los efectos de aumentar en forma dramática la tasa de compresión de este, sin introducir pérdidas adicionales, ni latencia. El precio que se paga es un aumento de la complejidad computacional. No obstante, los catalizadores desarrollados basados fundamentalmente en dos técnicas: wavelets y compressed sensing, son altamente atomizables (paralelizables o distribuidos), por lo cual, su implementación se realiza sobre placas del tipo General Purpose Graphics Processing Units (GPGPU), que hacen a un formidable desempeño transparente al usuario final.

Estos catalizadores, no introducen pérdidas (es decir, son del tipo lossless), por lo cual, si el algoritmo de compresión elegido también lo es, se alcanzará una mayor tasa de compresión, haciendo trabajar al conjunto al límite de los principios de Nyquist y Shannon. En otras palabras, el catalizador no comprime, sino que convierte al grupo de frames entrantes en uno nuevo, con un mayor compromiso morfológico inter-cuadro respecto del original. Esto mejora notablemente el trabajo inter-cuadro del códec empleado (el cual, para ISDB-Tb se trata del AVC/MPEG4-10/H.264).

Hemos desarrollado esta tecnología con objeto de ser empleada en dos pruebas a saber:

1. Codificación y transmisión de 1080p-3D en 6 segmentos ISDB-Tb. Por primera vez en la historia se podrán enviar señales de semejante tasa de bits, 1080p-3D en el equivalente de bit-rate de 1080i o 720p, es decir, 6 segmentos ISDB-Tb por la modalidad terrestre. Esta prueba se realiza con catalizador y encoder en las instalaciones de Canal 7 y el descatalizador y decoder se ubica en el mismo canal con objeto de evaluar:
 - a) Calidad visual de la recuperación,
 - b) Reducción del bit-rate, la cual es de 4:1 adicionales al ya generado por H.264 y se condice con una reducción equivalente del ancho de banda,
 - c) Latencia adicional, y
 - d) No incidencia del catalizador/descatalizador sobre el middleware de interactividad (Ginga)Dicha prueba se detalla más adelante.

2. Con objeto de la realización de la Copa América en nuestro país a inaugurarse el 1 de Julio del presente año, se transmitirán imágenes captadas en estudio con una cámara 4Kp-3D (3840x2160p stereo) como mínimo a 120 FPS y máximo 600 FPS, generadas en las instalaciones de Canal 7 y transmitidas por fibra óptica al Palacio del Bicentenario (ex Palacio de Correos) donde estará el descatalizador y un TV 4Kp-3D. Esta prueba permitirá probar compresor y catalizador, ambos lossless sobre una red óptica transmitiendo imágenes de TV Digital/Cine Digital de ultra-alta resolución como preámbulo de los posibles servicios que brindará la futura red óptica “Argentina Conectada”.

Para ambos tipos de servicios, el descatalizador será encapsulado en un simple ARM (chip, circuito integrado) diseñado en el país, permitiendo incorporarlo en futuros set-top-boxes, conexiones punto a punto, enlaces satelitales, etc.

PRUEBA #1

“Codificación y transmisión de 1080p 3D en 6 segmentos ISDB-Tb”

Transmisión de una señal estereoscópica (3D) de televisión digital en alta definición de escaneo progresivo desde las instalaciones de la TV Pública a través del Canal 23, a ser recibidas y exhibidas en el mismo lugar.

La señal será generada mediante la televisación de escenas en vivo a través de 2 cámaras 1080p en sincro conectadas a un “sistema de catalización algorítmica” de manera previa a su ingreso al encoder regular del Canal de marca NEC, ver Fig.1. Del lado de la recepción, obrará una antena y un Set-Top-Box regulares, mediando un “sistema descatalizador” entre la salida de este y la entrada HDMI del TV. La visualización se producirá a través de anteojos de sincronización, ver Fig.2.



Fig.1: Diagrama de captura, procesamiento y transmisión.

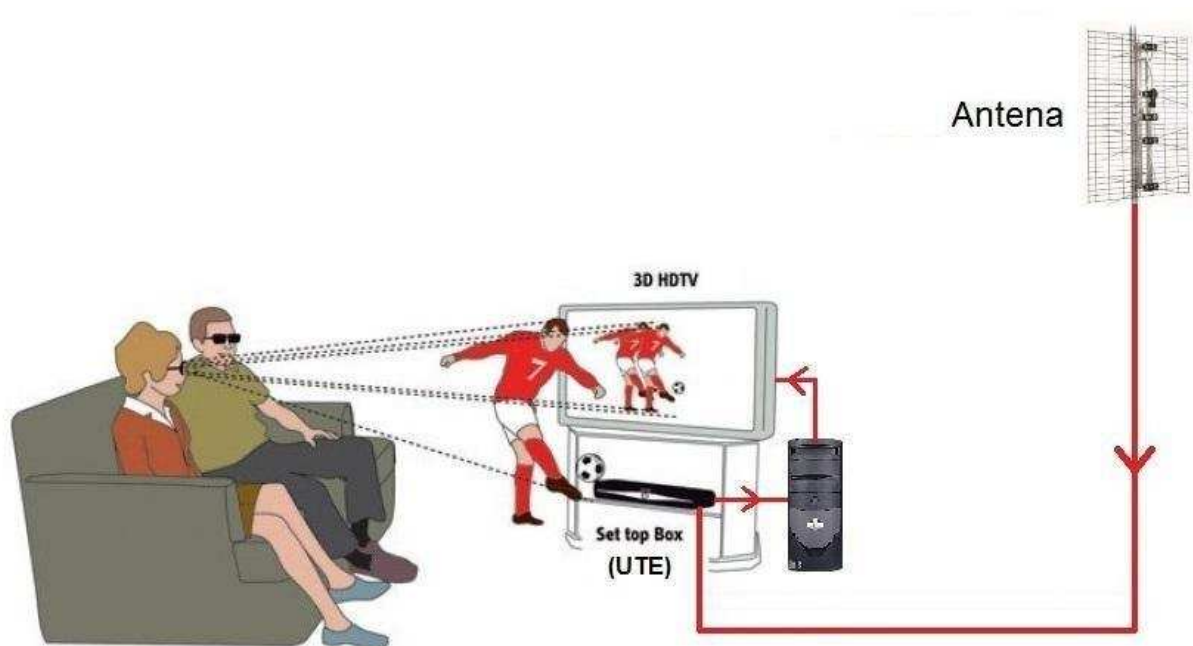


Fig.2: Recepción en el hogar. En el futuro cercano, la CPU del hogar es reemplazada por un chip en el set-top-box.

Las dos componentes estereoscópicas son de 1080p c/u

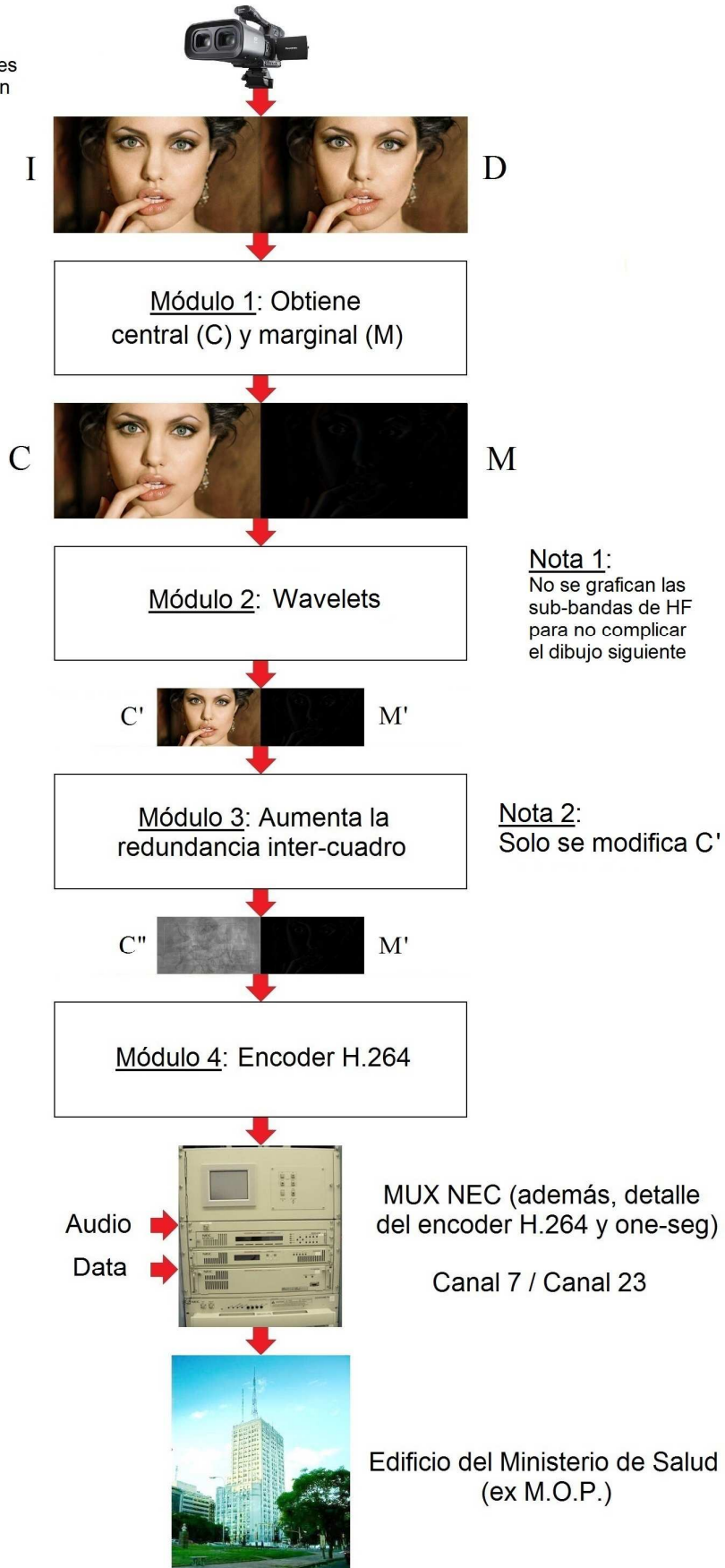


Fig.3: Detalle de la Fig.1.

La Fig.3 muestra el detalle del procedimiento empleado en la Fig.1, donde cada cámara genera imágenes 1080p, las cuales luego de pasar por el Módulo 1, son convertidas en dos nuevos cuadros, uno central (como si la estereoscopía no existiera, y que hace al sistema compatible para todos aquellos que no tengan TV 3D) y una marginal (necesario para recuperar la estereoscopía). El Módulo 2 consiste en la aplicación de una base de wavelets, de la cual solo se grafica la sub-banda de baja frecuencia, las tres componentes de alta frecuencia no se grafican para no complicar el esquema. El Módulo 3 aumenta la redundancia inter-cuadro solo en la componente central (C), mientras la marginal queda intacta. Finalmente, el Módulo 4 encodea en H.264 para luego en el MUX incorporar audio y datos, para finalmente ser transmitidos los tres componentes. Un aspecto importante se grafica en la Fig.4, donde se puede ver en el esquema completo de encoder y decoder que la super-compresión deja intacto al datastream, las aplicaciones interactivas y su eventual canal de retorno.

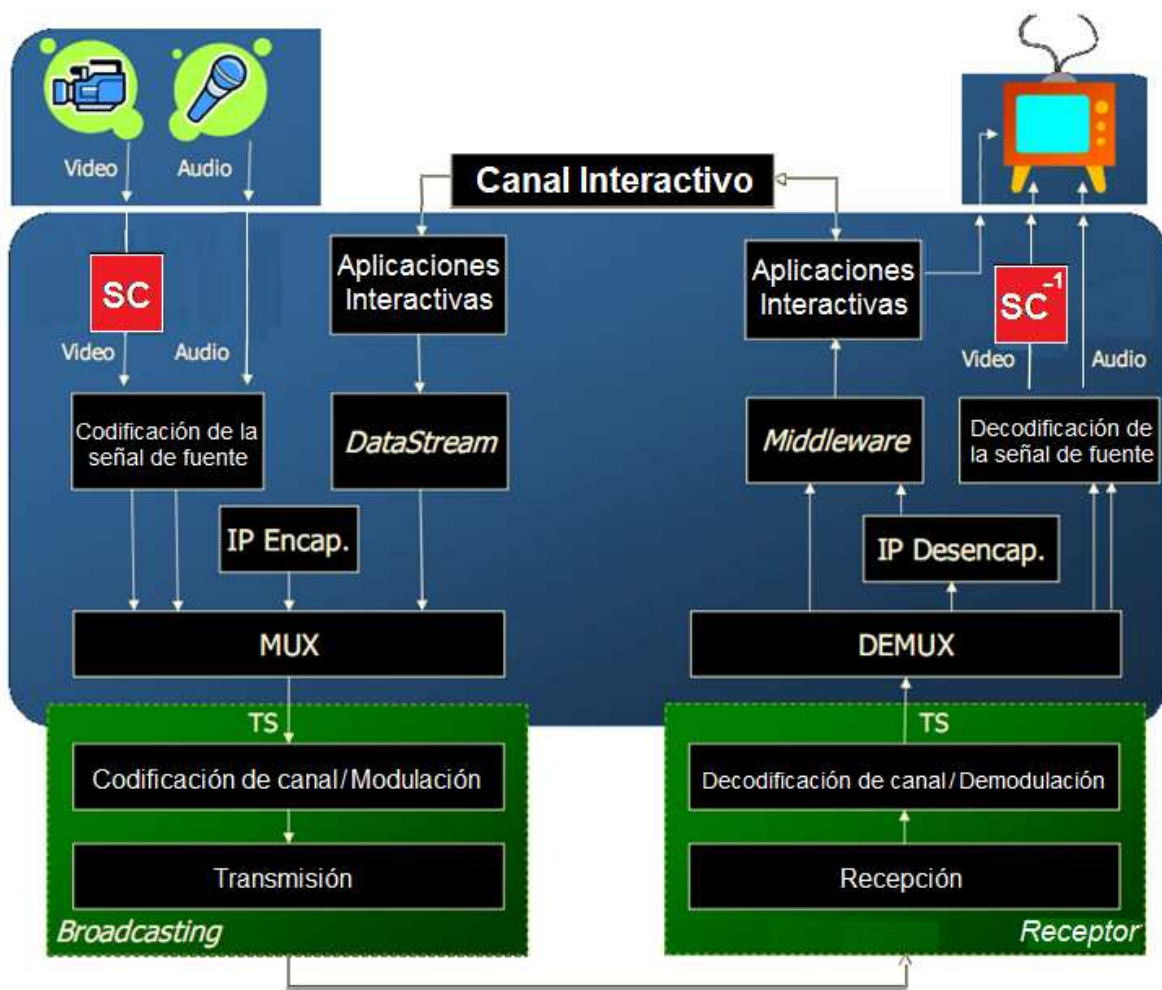


Fig.4: Independencia de la super-compresión del datastream de interactividad, las aplicaciones interactivas y su eventual canal de retorno.

La Fig.5 nos permite apreciar la ubicuidad de las aplicaciones interactivas, con el middleware de interactividad (Ginga), así como la codificación del audio y video, la capa de transporte (MPEG2) y finalmente y al más bajo nivel la modulación BST-OFDM. A la derecha de la estructura en capas, puede observarse el set-top-box.

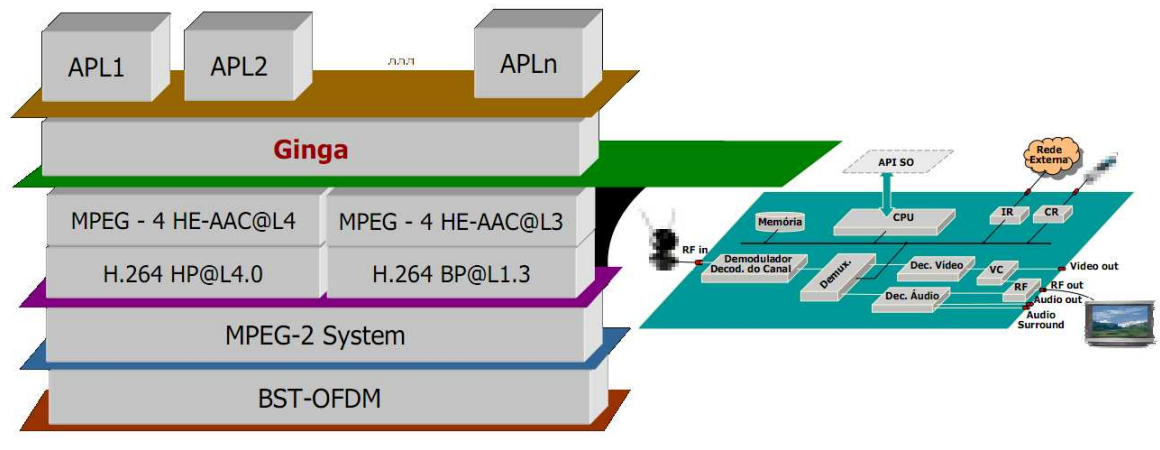


Fig.5: Detalle del set-top-box y las capas desde las aplicaciones interactivas hasta la codificación y modulación.

Hoy en día se dispone de cámaras integradas 3D, como muestra la Fig.6. No obstante, las imágenes generadas por un sistema de TV 3D pueden ser de tres tipos a saber:

1. Anaglíficas, como muestran las Figuras 7 y 8, las cuales hacen al sistema económicamente competitivo, pero deben lidiar con el problema de los desagradables colores al quitarse las gafas.



Fig.6: Cámara integrada 3D.



Fig.7: Ejemplo anaglífico 1.



Fig.8: Ejemplo Anaglífico 2

2. Las polarizadas, de mejor calidad que las anteriores, pero más caras y con serios problemas de balance de luminancia en ambos canales. Ver Fig.9.

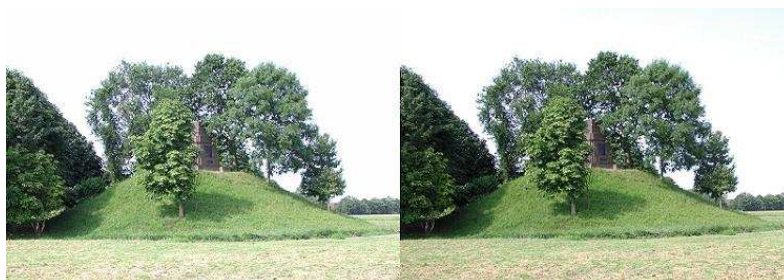


Fig.9: Ejemplo de polarizada.

3. Finalmente, las de obturación, las cuales son de una calidad superior, con lentes más caros y con la necesidad de emplear un dispositivo sincronizado con los anteojos que alterne la obturación de los lentes (transparente al usuario) y que completa la sensación 3D. Ver Figuras 10 y 11.

Los tres sistemas mencionados deben lidiar con el mismo problema, el excesivo ancho de banda que insumen en su transmisión. Hasta la fecha, solo se han podido realizar transmisiones de tipo terrestre experimentales, como es el caso de la NHK de Japón, pero en 1080i 3D empleando la totalidad de los 6 Mhz del ancho de banda del canal, esto empleando la norma ISDB-T.

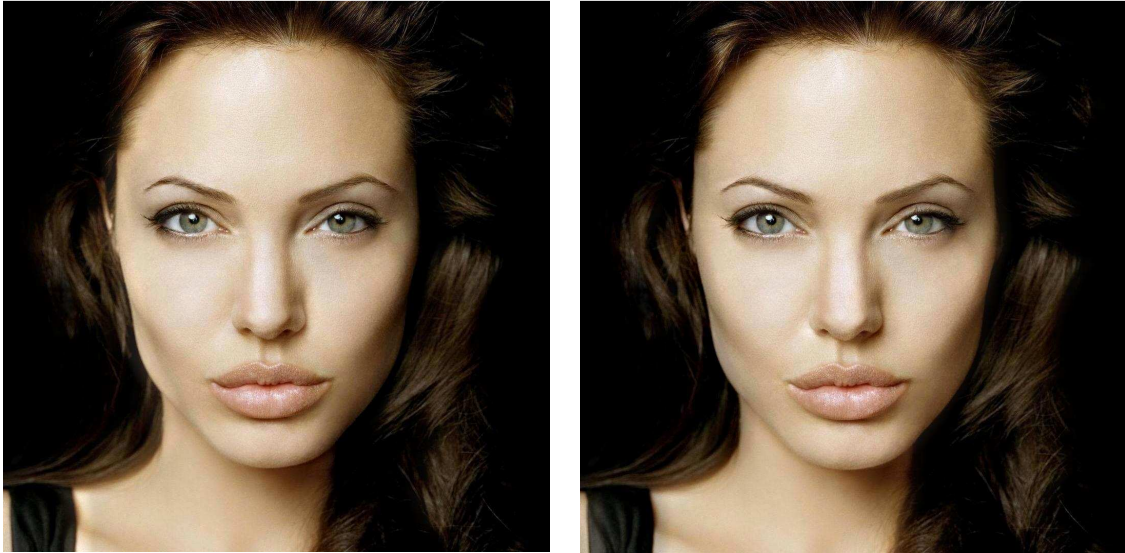


Fig.10: Ejemplo de obturación 1.

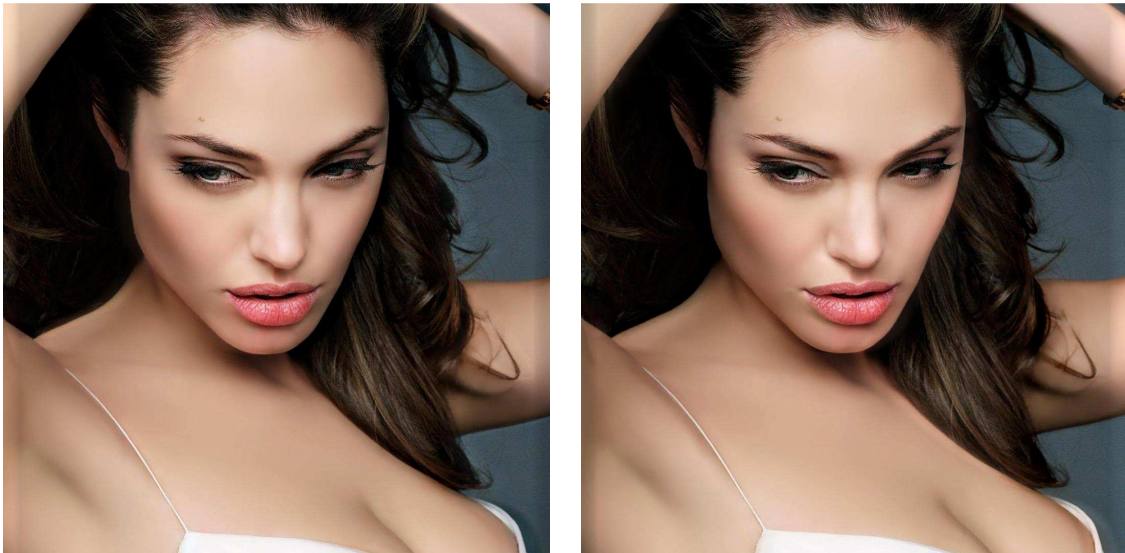


Fig.11: Ejemplo de obturación 2.

Las diferencias más notorias entre la versión anaglífica y obturación son las siguientes:

1. el costo relativo entre ambas, donde tanto el TV como las gafas son más baratas en la versión anaglífica, pero
2. al sacarnos las gafas la versión anaglífica se ve como en las Figuras 7 y 8, mientras que en la versión de obturación se ve tan nítido como las Figuras 11 y 12

Por lo tanto, y especialmente en Japón, EE.UU. y Europa se emplean las opciones 1080i 3D vía satélite, mediante satélites de comunicaciones geoestacionarios y gracias a la opción conocida como Televisión Digital al Hogar (TDH), ver Fig.12. Demás está decir, que dicho sistema implica un costo de servicio para el usuario final fuera del alcance del gran público latinoamericano en general y argentino en particular. También en los países mencionados se emplea la opción digital para el cine de alta definición 3D.

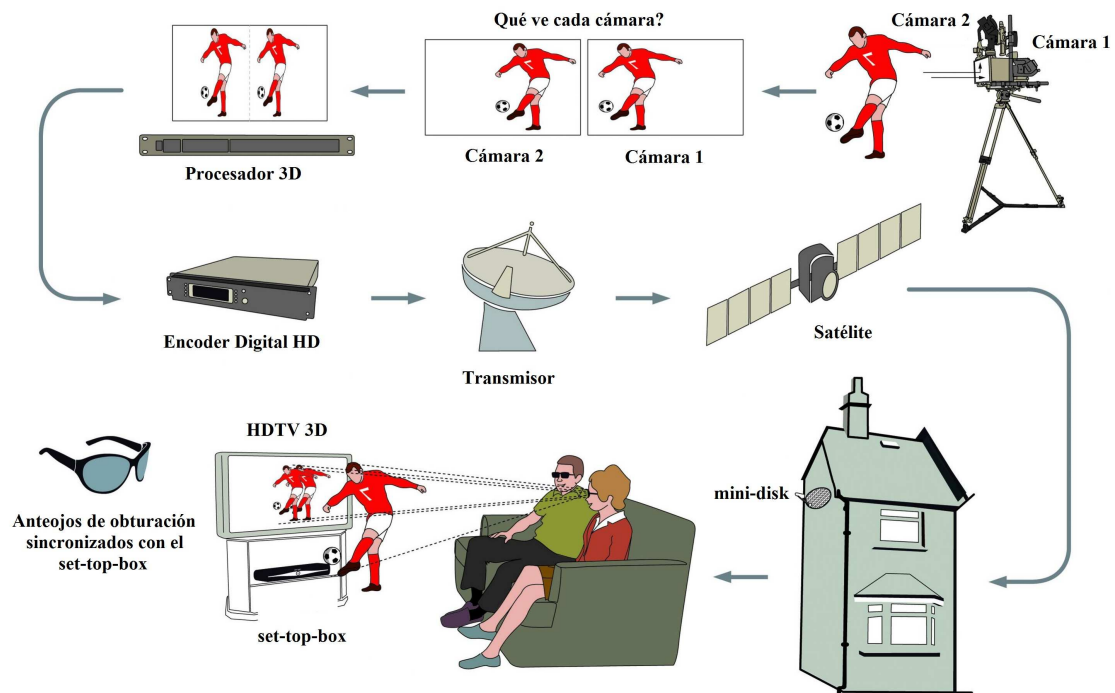


Fig.12: Transmisiones 1080i 3D satelitales.

La masterización de esta opción la podemos ver en la Fig. 13, en la cual ambas componentes estereoscópicas se alternan una detrás de la otra, en amarillo para el ojo derecho y en celeste para el izquierdo.



Fig.13: Masterización para cine digital 3d de alta definición.

Por otra parte, las Figuras 14 y 15 nos muestran las proporciones/resoluciones comparativas de las normas de Cine Digital vs Full-HD TV Digital.

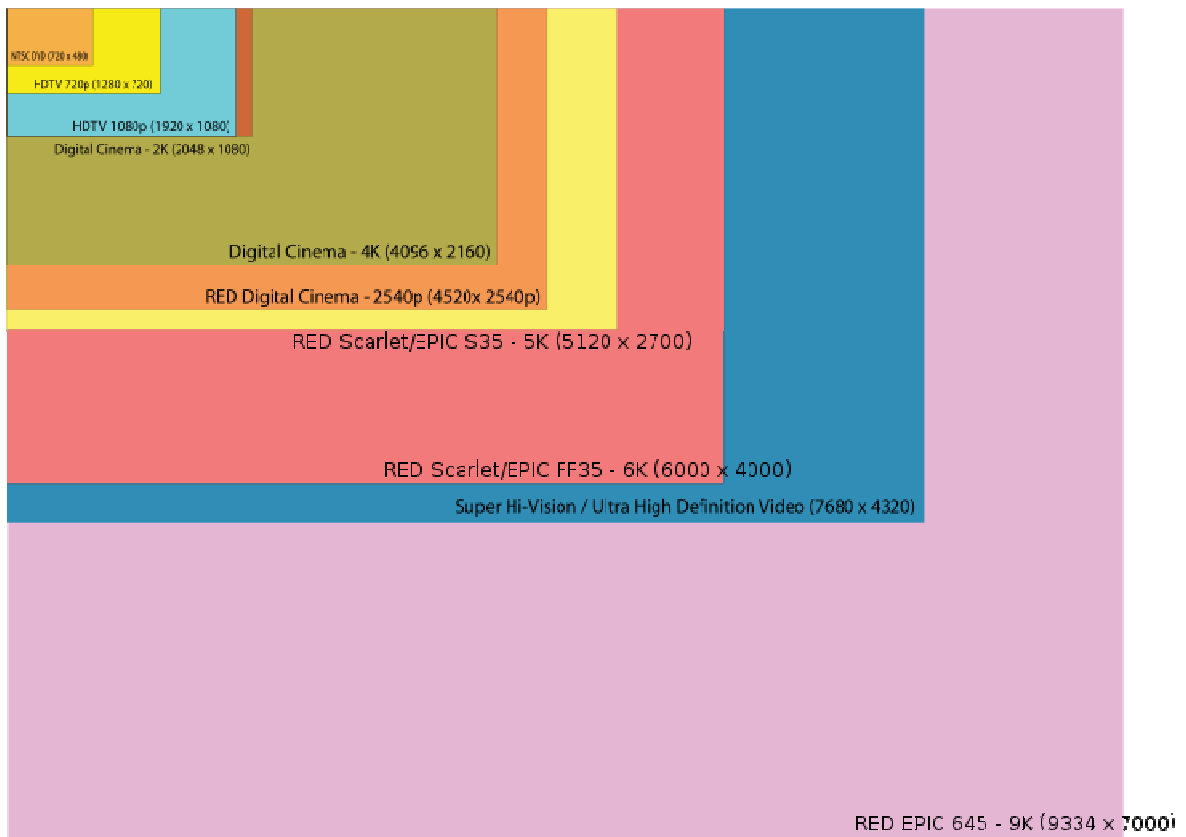


Fig.14: Detalle de la norma de Cine Digital RED EPIC 645 – 9K (9334x7000 pixeles) en violeta. Full HD para TV Digital está en celeste en el margen superior izquierdo.



Fig.15: Detalle de la norma de Cine Digital RED EPIC 617 – 28K (28000x9334 pixeles) en rojo. RED EPIC 645 quedó en carmín, mientras que también aquí Full HD para TV Digital está en celeste en el margen superior izquierdo.

Estas tecnologías de ultra alta resolución/definición son altamente reusables en infinidad de otras aplicaciones de fundamental importancia para la sociedad constituyendo un verdadero derrame a todo tipo de incumbencias, a saber:

Super-resolución para:

- Imágenes Médicas (DICOM 3.0)
- Imágenes Satelitales
- Procesamiento Forense de Imágenes
- Procesamiento de Imágenes Multimediales
- Inteligencia de Imágenes
- Esteganografía y Esteganálisis
- Microscopía Electrónica
- Procesamiento de Microarrays en Bioinformática
- Vigilancia y Seguridad

Super-compresión para:

- IPTV
- WebTV
- TV Geométrica
- Documentología Digital
- Video como Youtube
- Diarios y Revistas Electrónicas
- e-Learning
- Galerías y Museos para Arte Virtual
- Diseño Digital
- GIS
- Hospital Electrónico y Telemedicina
- i-pod y Libros Electrónicos
- MP5
- Realidad Virtual
- Teletrabajo

Consecuente con lo dicho, no debemos dejar de apreciar la actual tendencia de incorporación de tridimensionalidad a los dispositivos móviles, ver Figuras 16 y 17.



Fig.16: Celulares 3D.



Fig.17: iPad y tablets 3D.

Con respecto a la utilización del canal (y los respectivos segmentos que lo componen), así como los distintos servicios que soportan las distintas versiones de la norma ISDB-T, tenemos:

1. ISDB-T (ver Fig.18) actualmente en uso en Japón, la cual emplea como compresor al Algoritmo MPEG2, y que consiste en 14 segmentos, de los cuales 13 son útiles y cuyo orden se detalla en la Fig.19. esta norma permite varios servicios: 1 servicio HD de 1080i o 720p que emplea 12 segmentos, 1 servicio MD de 1440 x 1125i que emplea 8 segmentos y el cual puede complementarse con 1 servicio SD de 576i el cual emplea 4 segmentos, o bien, 3 servicios SD. El segmento central o S0 se reserva para el one-seg de 320x240p. La Fig.20 nos muestra los caprichosos formatos de esta norma, algunos de los cuales solo son conocidos en el Japón.
2. ISDB-Tb (ver Fig.21) actualmente en uso en Argentina y Brasil, la cual emplea como Algoritmo de compresión al Advanced Video Coding (AVC), o más conocido por su nombre en ISO, MPEG4-10, o mejor aún las siglas impuestas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), es decir, H.264. Esta norma aunque organizada también en 13 segmentos útiles (dado que en ambas el segmento 14 es fraccionado en dos mitades con objeto de usarlo al comienzo y al final de salvaguarda, a los efectos de evitar el solapamiento con otros broadcasters) hace un mejor aprovechamiento del espectro por lo cual permite los siguientes servicios: 2 HD de 1080i o 720p, 4 SD de 576i y el one-seg de 240p. Es importante mencionar que esta norma no prevé ninguna de las siguientes resoluciones: 1080p mono y 1080p stereo (3D) para su empleo en la modalidad terrestre, por lo cual, su ventaja frente a ISDB-T aunque importante, es escasa.

Canal ISDB-T, segmento y ubicación de programa

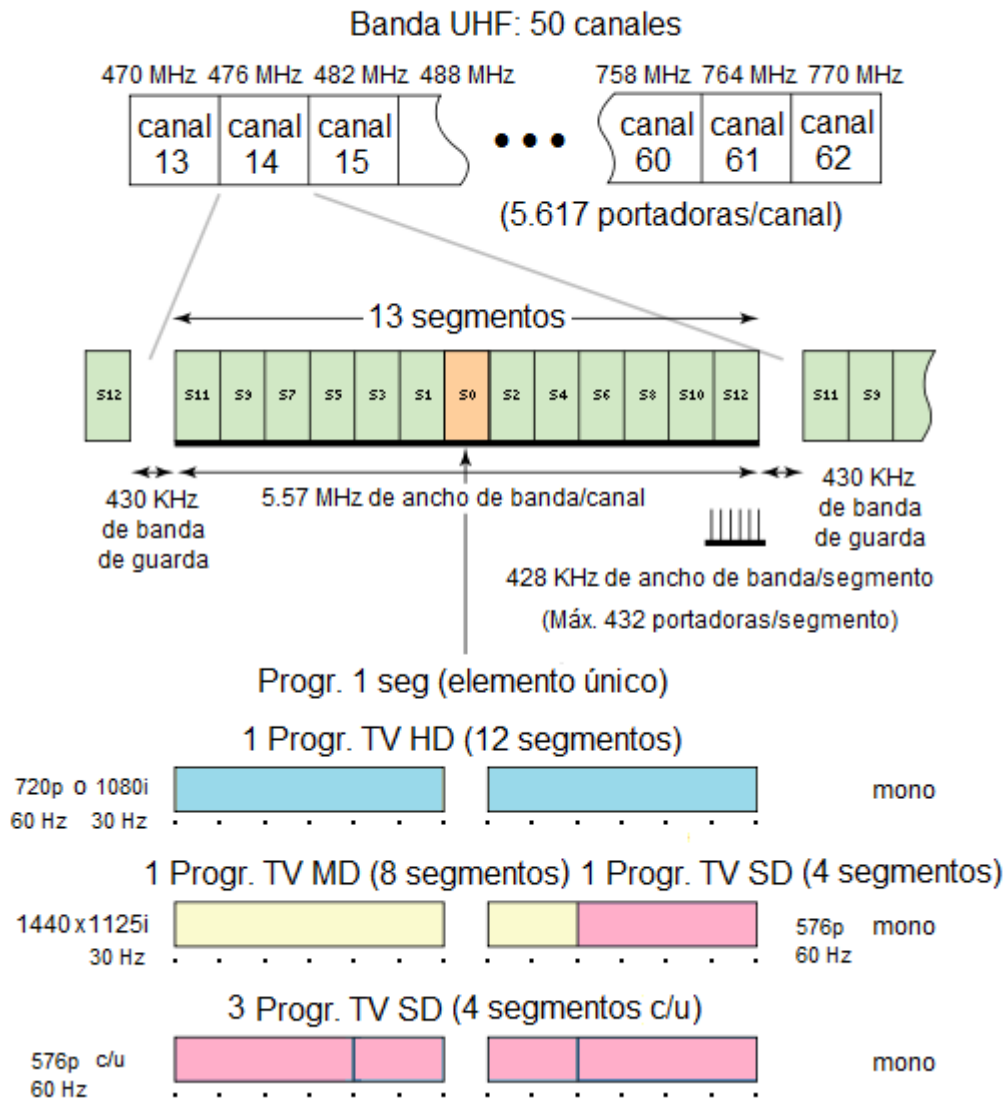


Fig.18: Actual organización de servicios en ISDB-T (Japón).

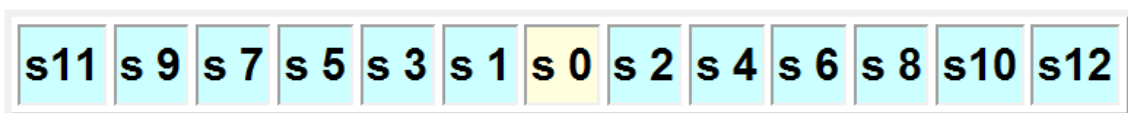


Fig.19: Detalle de ordenamiento de los 13 segmentos en ISDB-T.

- ISDB-Ta (ver Fig.22) es la norma que proponemos para nuestro país, la cual utilizaría la super-compresión, la cual permite en cambio y como muestra la Fig.22, 8 servicios 720p o bien 1080i, 12 servicios 576p, y por último 2 servicios 1080p-3D, sin afectar el original *one-seg*, en ninguno de los casos mencionados. Esto conlleva a un salto cuantitativo y cualitativo respecto a la norma ISDB-Tb.

ISDB-T formats						
	format	horizontal pixels	vertical scan lines	aspect ratio	scan mode	frame rate
HDTV	1125i	1920	1080 *	16:9	interlaced	29.97 Hz
	1125i	1440	1080 *	16:9	interlaced	29.97 Hz
	750p	1280	720	16:9	progressive	59.94 Hz
SDTV	525p	720	480	16:9	progressive	59.94 Hz
	525i	720	480	16:9	interlaced	29.97 Hz
	525i	544	480	16:9	interlaced	29.97 Hz
	525i	480	480	16:9	interlaced	29.97 Hz
	525i	720	480	4:3	interlaced	29.97 Hz
	525i	544	480	4:3	interlaced	29.97 Hz
	525i	480	480	4:3	interlaced	29.97 Hz

Fig.20: Formatos de resoluciones en ISDB-T.

Cómo podemos observar en la Fig.21 para los 6 Mhz de la norma ISDB-Tb cada servicio de 576i emplea 3 segmentos c/u, es decir, 4.5 MBPS. Mientras que en la ISDB-Ta solo utiliza 1 segmento, pero además es de escaneo progresivo en lugar de interlacedo.

De esta manera pasamos de ISDB-Tb a ISDB-Ta (de advanced). No obstante, este tipo de tecnología es absolutamente independiente del algoritmo de compresión empleado y de la norma utilizada. En otras palabras, se lo puede utilizar indistintamente en MPEG2, H.264, VP8, etc. tanto para las normas DVB, ISDB-T, ISDB-Tb y ATSC. Incluso, es extensivo su uso no solo a TDT sino también a IP-TV, WebTV/OTT, etc. como así también cualquier otro medio de transporte dedicado punto a punto, o satelital.

Otro avance importante de la norma ISDB-Ta es que tanto la super-resolución, como la super-compresión pueden implementarse en un chip de tipo ARM, el cual iría en el set-top-box, haciendo a estos, más baratos, de menor consumo y más pequeños, como se mencionó en la Fig.2. A este respecto la UNTreF aportaría tanto el Algoritmo de super-resolución como el de super-compresión, mientras que la UNS aportaría el diseño del chip, la Corporación MOSIS de EE.UU. prototiparía el chip, y seguramente la foundry china Celestial manufacturaría el chip en escala comercial. En otras palabras, estaríamos en presencia del más importante proyecto tecnológico de la Argentina.

La Fig.23 muestra en detalle los atributos de la super-resolución desarrollada (la cual es un engranaje fundamental de la super-compresión), la cual elimina efectos espúreos tales como impainting y aliasing.

La Fig.24 muestra en detalle el interior del chip y sus bloques constitutivos fundamentales, mientras que la Fig.25 nos muestra también en detalle los pasos en la creación del mencionado chip. Como se ha mencionado, el diseño de este dispositivo queda absolutamente en manos de los profesionales de la Universidad Nacional del Sur.

Canal ISDB-Tb, segmento y ubicación de programa

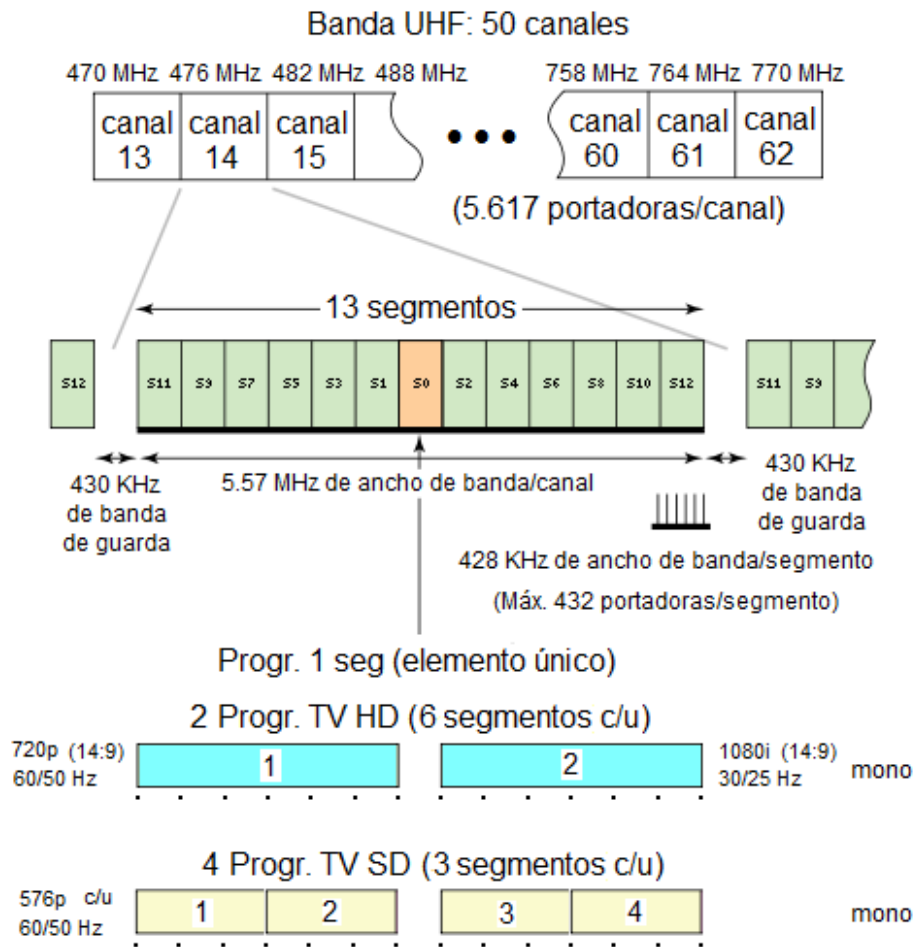


Fig.21: Actual organización de servicios en ISDB-Tb (Brasil y Argentina).

La Fig.26 nos muestra la cobertura de la Televisión Digital Terrestre (TDT) en la República Argentina, como es lógico, con un marcado sesgo urbano.

Finalmente, la Tabla I nos muestra la taxonomía Tecnologías vs Sistemas para EE.UU., Europa, Japón, Brasil y la Argentina. En dicha tabla, el texto en verde indica la innovación de la norma ISDB-Tb frente a la ISDB-T, mientras que a su vez, el texto en celeste nos indica las ventajas de la norma ISDB-Ta frente a la ISDB-Tb.

Es importante aclarar en este punto, que la norma ISDB-Tb es en realidad un experimento japonés de la NHK, el cual utilizando a Latinoamérica como laboratorio experimentó H.264 según todas las métricas conspicuas a considerar:

- a) Latencia
- b) Calidad de recuperación de la imagen
- c) Baja del bit-rate

Una prueba de esto lo constituye el hecho de que la NHK de Japón ha decidido realizar un upgrade de su norma (conocida como ISDB-T2) reemplazando MPEG2 por H.264.

Canal ISDB-Ta, segmento y ubicación de programa

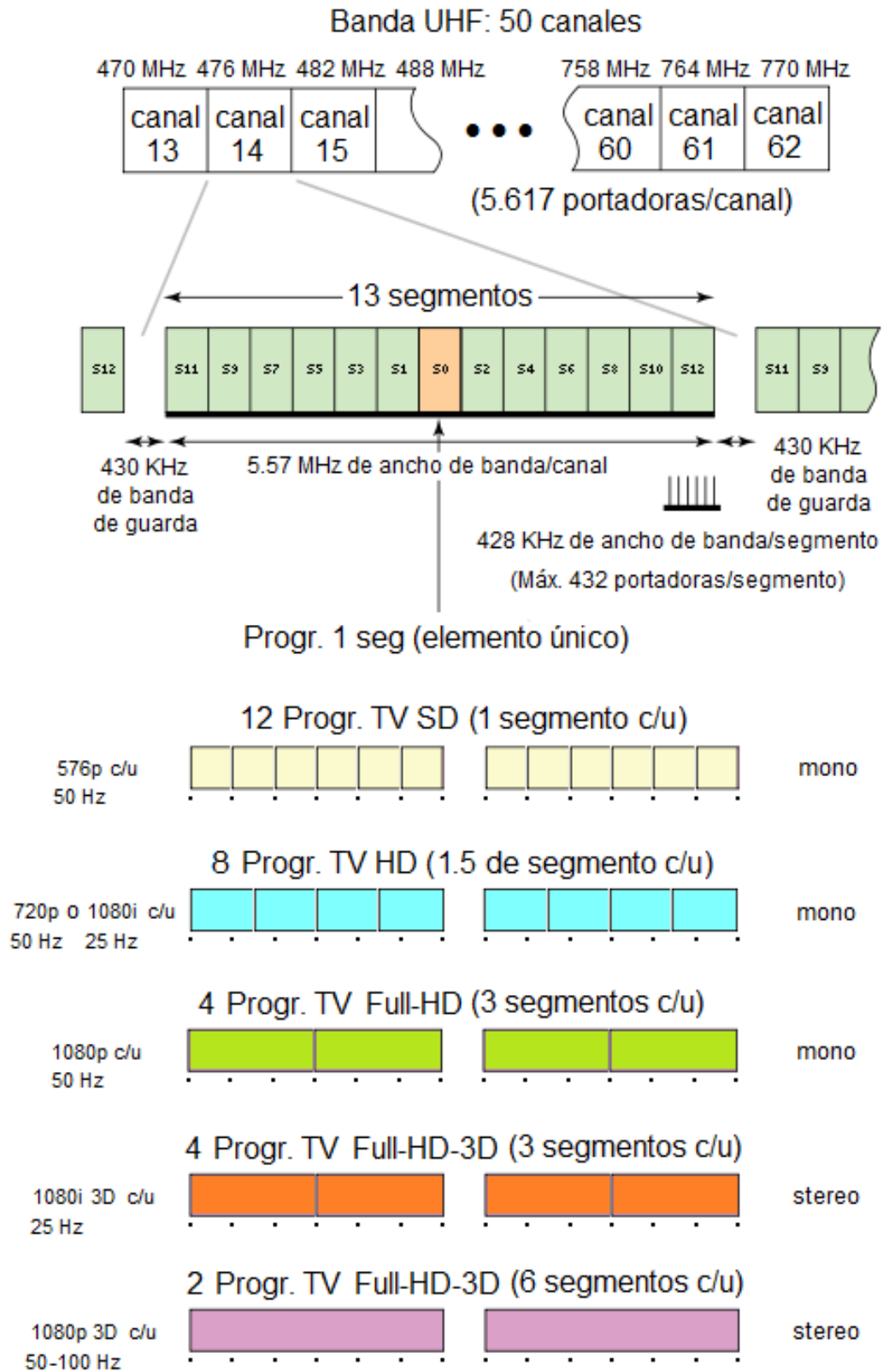


Fig.22: Empleando seis segmentos para cada transmisión 1080p stereo y a la vez ahorrando una enorme porción del espectro radioeléctrico (ver parte baja de la figura en violeta), así como pasando de 4 576p a 12 576p y de 2 a 8 1080i/720p.

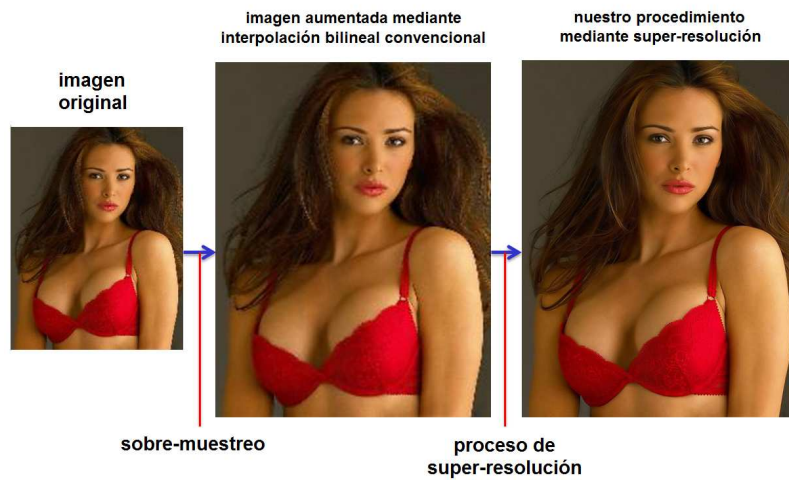


Fig.23: Detalle de la super-resolución.

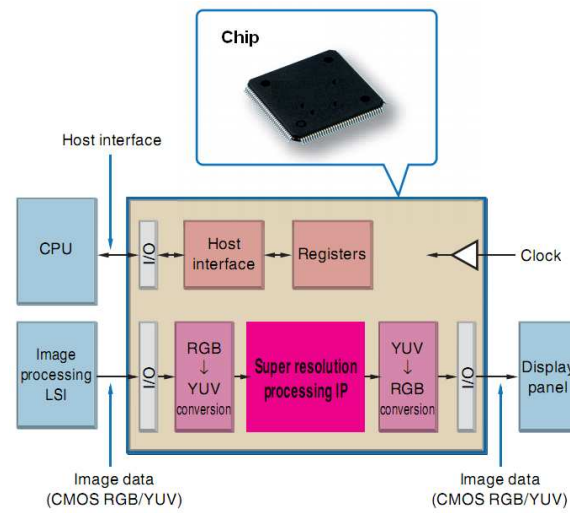


Fig.24: Detalle del chip.

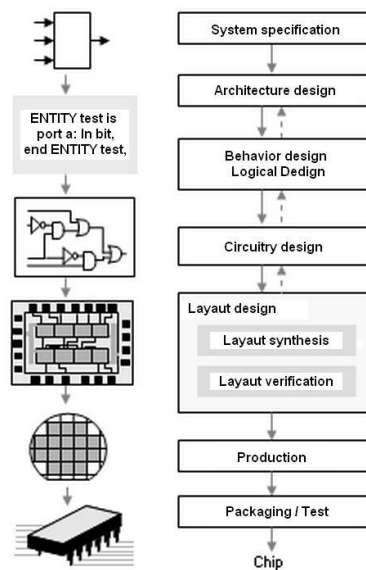


Fig.25: Pasos en la gestación del chip.



Fig.26: Cobertura de la TDT en la República Argentina.

Tabla I: Tecnologías vs Sistemas.

Tecnologías	Sistemas				
	ATSC	DVB	ISDB-T	ISDB-Tb	ISDB-Ta
	USA	Europa	Japón	Brasil	Argentina
Aplicativos	Interactivo	Interactivo	Interactivo	Interactivo	Interactivo
Middleware	DASE	MHP	ARIB	Ginga	Ginga
Compresión de Audio	Dolby AC3	MPEG-1 L-II	MPEG-II AAC	MPEG-II AAC	MPEG-II AAC (SC+GPGPU)
Compresión de Video	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	H.264 (no es brasilero)	H.264 (SC+GPGPU+chip)
Transporte	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
Transmisión y Modulación	8-VSB	COFDM	BST-OFDM	BST-OFDM	BST-OFDM (GPGPU y eOFDM)
Escaneo	576i, 720p y 1080i	576i, 720p y 1080i	576i, 720p y 1080i	576i, 576p, 720p y 1080i	576i, 576p, 720p, 1080i y 1080p
3D en terrestre	No	No	Si a 1080i y 12 seg. (6 MHz)	No	Si a 576p, 720p, y 1080p a 6 seg.
Gestión de Contenidos	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	Tiene

PRUEBA #2

“Codificación y transmisión de 4Kp-3D y 8Kp-3D sobre red óptica”

Transmisión de una señal estereoscópica (3D) de televisión digital en ultra-alta definición 4Kp-3D (3840 x 2160p x 2) a 120 a 600 frames-per-second (FPS) sobre una red óptica. La excesiva cantidad de FPS se debe a requerimientos relativos a la supresión de blur y una mayor sensación de movimiento. Estas resoluciones permiten realizar panorámicos más amplios, así como observar detalles en aproximación. En estas resoluciones no se utilizan encoders lossy (salvo la versión japonesa), y tampoco se emplean encoders con tratamientos inter-cuadro, solo intra-cuadro, dada la excesiva latencia que un análisis inter-cuadro generaría en relación a la compensación de movimiento, la cual insume el 80 % del tiempo de codificación.

Aclaraciones:

1. Las pruebas a realizar en Canal 7 son tendientes a demostrar que los procesos de compresión/descompresión del encoder propuesto no generan latencia en comparación a los que tienen lugar con H.264, VP8 y todos los demás: Argentina y Brasil 4.5 segundos, Europa 5.5 segundos (MPEG2/DVB), etc. Es decir, el encoder propuesto es el primero verdaderamente low-latency de la historia.
2. La latencia de un sistema de TV Digital frente a su versión analógica responde a dos factores a saber: a) El sistema de codificación, modulación y transmisión y b) El tratamiento inter-cuadro del códec empleado por la norma. Este tratamiento está organizado en tres partes, a saber: I. Detección de escena, II. Detección de componentes fijas y móviles, donde las fijas solo se codifican la primera vez que aparecen, mientras que se sigue a las móviles con la creación de un vector de movimiento. III. Soporte a Regions on Interest (ROI) para una compresión más eficiente de las mismas.

Por otra parte, los sistemas experimentales actualmente en prueba en el mundo, como el caso japonés de la NHK (ver Fig.27) el cual fue desarrollado para resoluciones de 4K, 4K-3D, 8K (7680 x 4320 pixeles) y 8K-3D, y que tiene pérdidas (lossy) infligidas por el uso de H.264 en cada tile de 1920x1080 en el que es dividida la imagen, a través de un encoder Fujitsu IP9500 (ver Fig.28) para c/tile (cuyo costo individual en Japón es de 35.500 U\$S). Si consideramos que se necesitan 16 de estos dispositivos para 8K, y 32 para 8K-3D solo del lado del encoder, más una cantidad similar del lado del decoder, nos deja entrever que esta propuesta solo sirve para conexiones ópticas punto-a-punto.

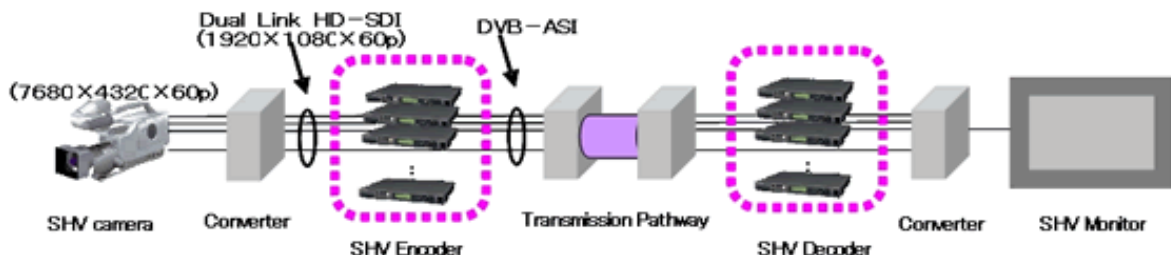


Fig.27: Propuesta japonesa (NHK) para 4K, 4K-3D, 8K y 8K-3D.



Fig.28: Encoder IP9500 Fujitsu.

Dado que, para una adecuada proyección de las resoluciones 4K y 8K se necesitan monitores de 152" y 304" respectivamente, se hace evidente que estas resoluciones solo tienen una adecuada justificación en el terreno de las salas digitales, para cine digital o shared exposure.

La propuesta japonesa establece que la resolución 8K permite una aproximación de 0.75 de la altura del monitor, frente a Full-HD, en la cual esta aproximación no debía ser menor a 3 veces la altura correspondiente en ese caso. Por otra parte, una segunda justificación de esta resolución tiene que ver con el aumento panorámico para una misma escena, ver Fig.29. Estas elucubraciones de la NHK no contemplan el hecho no trivial del escaso espacio disponible en Japón en general y Tokio en particular. Al solo efecto de dar una idea comparativa, un departamento de 4 ambientes en Tokio tiene la misma superficie en metros cuadrados que uno de 2 ambientes en Buenos Aires. Por lo cual surge una pregunta automáticamente: en cuántos departamentos de Tokio (y Japón) podemos ubicar estos televisores, los cuales de poder ser instalados, solo podrían ser recibidos al solo momento de la construcción misma de la vivienda anfitriona.

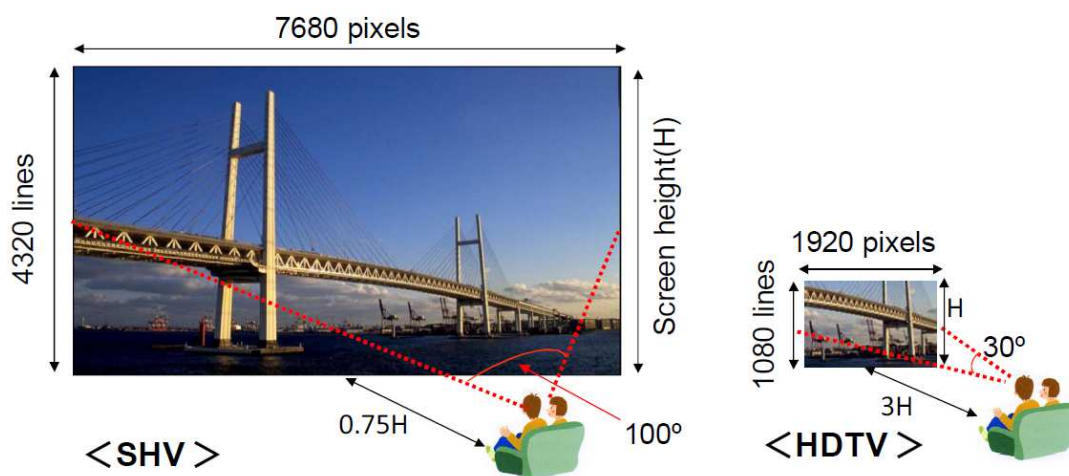


Fig.29: Justificación japonesa para 8K.

En otro orden de cosas, y con objeto de su mundial de futbol en el 2014 y las olimpiadas 2016, Brasil está trabajando en su propio sistema de TV 4K-3D. El proyecto se llama 2014K.org (ver Fig.30), y en relación al cual ya se están haciendo transmisiones experimentales sobre redes ópticas, con objeto que llegado el día del mundial se transmitan imágenes del mismo en resoluciones:

1. 4K-3D a USA, Japón y Europa mediante fibra óptica sub y trans-oceánica
2. 2K-3D (1920x1080px2x120-600 FPS) al interior del Brasil, para lo cual ya se están construyendo 40 salas
3. 1080i (y si es posible 1080i-3D, como el caso actual de la NHK de Japón) en modalidad terrestre al gran público



Fig.30: Proyecto brasilero 2014k.org para el Mundial 2014 y las Olimpiadas 2016, ambos en 4K-3D.

La versión hacia el interior de Brasil en 2K-3D la están proyectando considerando el uso de la futura red óptica brasilera, conocida como Brasil Conectado. Similar proyecto está llevando a cabo la República Argentina, el cual se llama Argentina Conectada. De hecho, en el año 2014 ambas redes se conectarán entre si a la altura de la provincia de Misiones, ver Fig.31.

Un problema muy serio que se presenta en ambos países es que con objeto de la creación de ambas mega-redes se podría intentar enviar imágenes 4Kp-3Dx120-600 FPS lo cual ocuparía completamente el ancho de banda de ambas, inhibiendo el aprovechamiento de las mismas para otros usos de fundamental importancia, como lo constituyen, por dar solo un ejemplo, la Telemedicina, es decir, la transmisión de imágenes médicas según el protocolo DICOM 3.0.

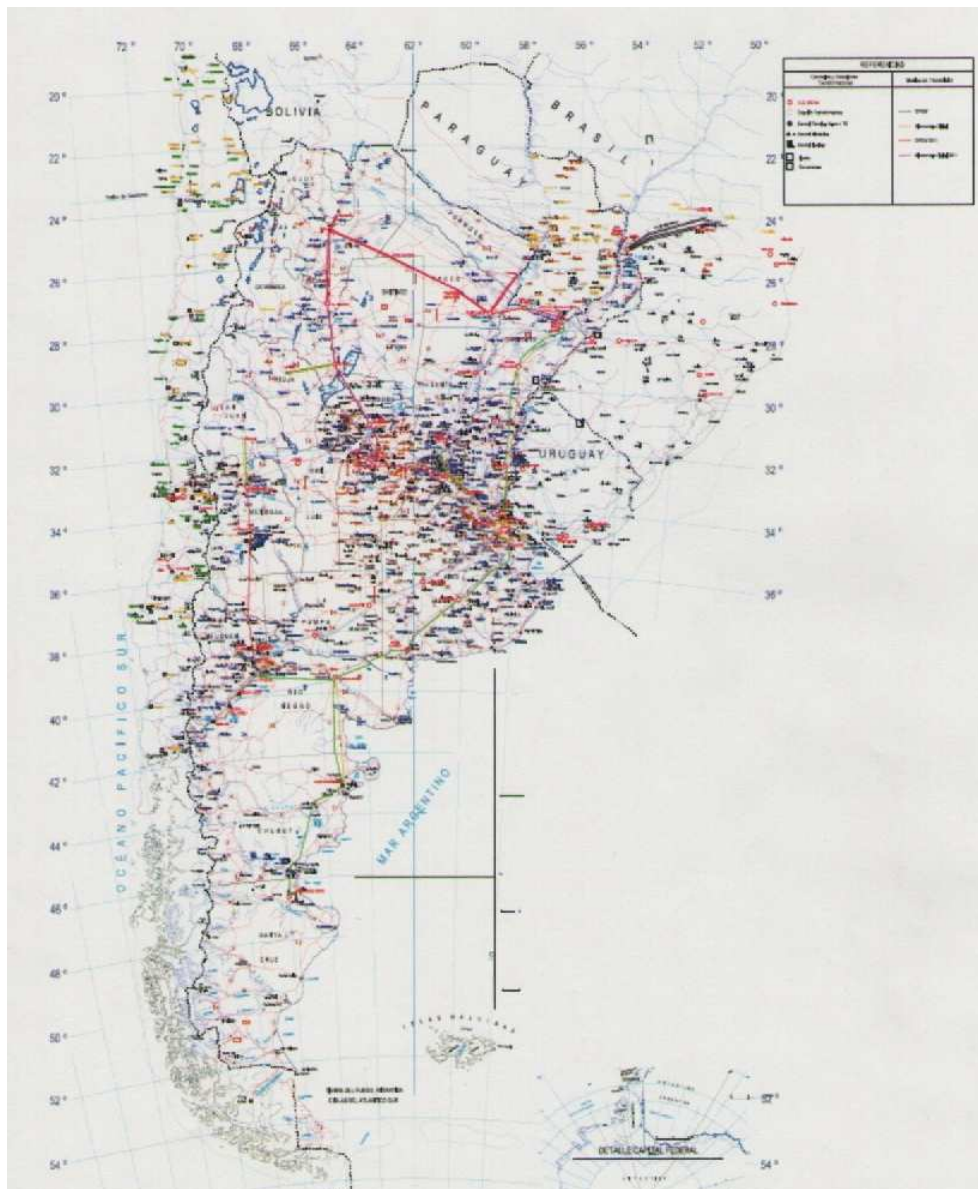


Fig.31: Mapa de Argentina Conectada.

Por lo tanto, entre la propuesta japonesa de transmisión con pérdidas (lossy) y la brasilera sin pérdidas (lossless) pero a costa de una restricción total en el uso de la red, surge la propuesta objeto de esta prueba, y la cual consiste en el desarrollo de un encoder nacional especialmente desarrollado para Argentina Conectada, que sin tener pérdidas permita aprovechar en forma muy superior la red óptica, permitiendo la simultaneidad de servicios sobre la misma.

Este encoder trabaja de una forma absolutamente inédita, es decir, constituye en sí mismo un nuevo paradigma tecnológico en lo que a encoders se refiere, generando en forma artificial un aumento de la redundancia tanto inter-cuadro como intra-cuadro de las distintos frames de la imagen para una posterior supresión controlada de la misma. Por ejemplo, si nos basamos en la Fig.32, luego de aplicar un procedimiento que separa en cuadrantes las sub-bandas espectrales de la imagen pero siendo dichas sub-bandas marcadamente similares desde el punto de vista espectral, aparecerán los cuatro cuadrantes

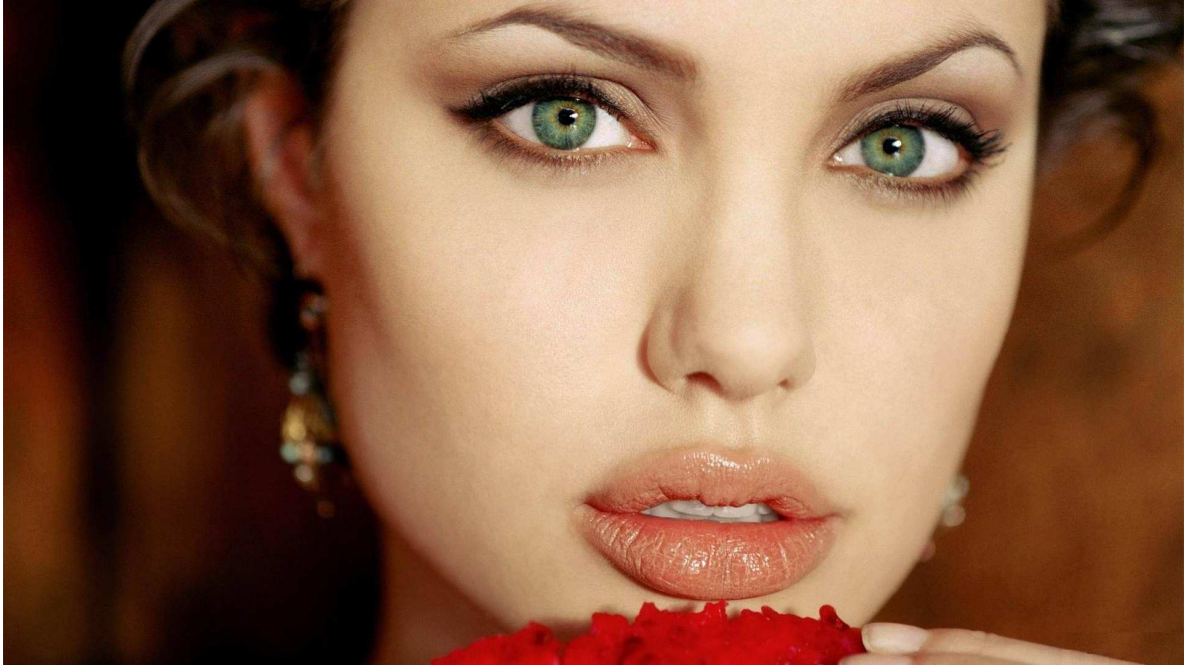


Fig.32: Angelina.

mencionados, los cuales se pueden apreciar en la Fig.33. Este procedimiento es el único que permite sub-bandas espectrales todas de baja frecuencia (es decir, de aproximación) con un notable compromiso morfológico entre las misma. De hecho, los cuatro cuadrantes de la Fig.33 resultan idénticos al ojo cuando en realidad son marcadamente diferentes. Si practicamos sustracciones inter-cuadrantes surge la Fig.34, en la cual la codificación de tres de sus cuadrantes insumirá muchos menos bpp que los de la Fig.33.

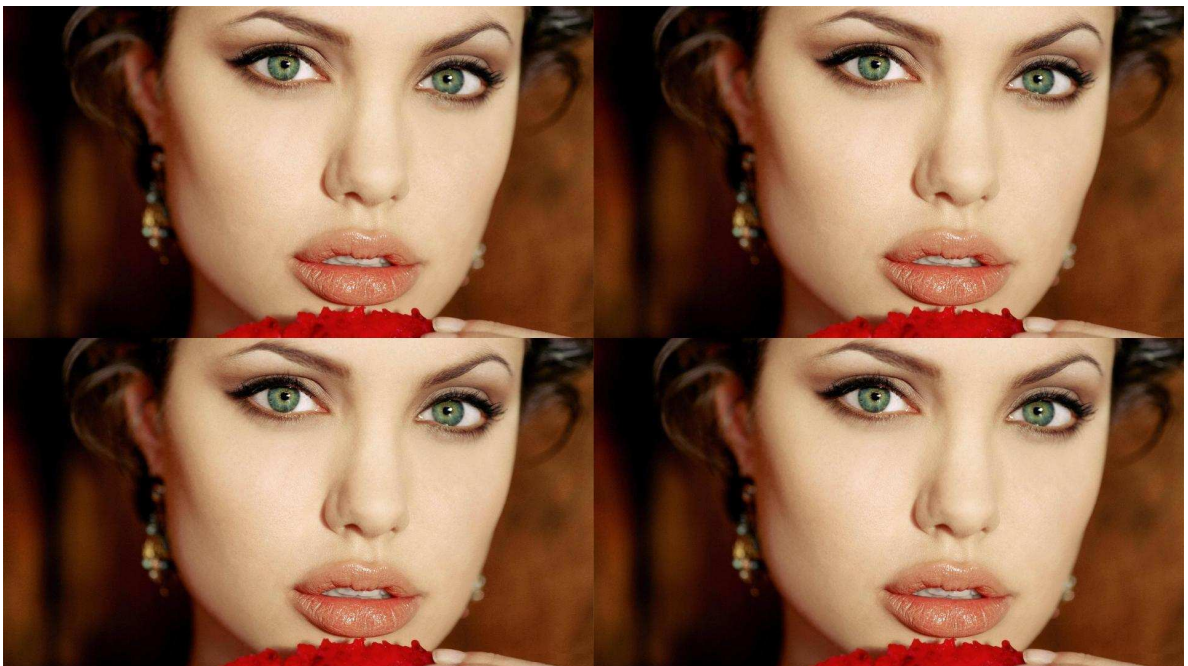


Fig.33: Angelina con Deeplets_MG.

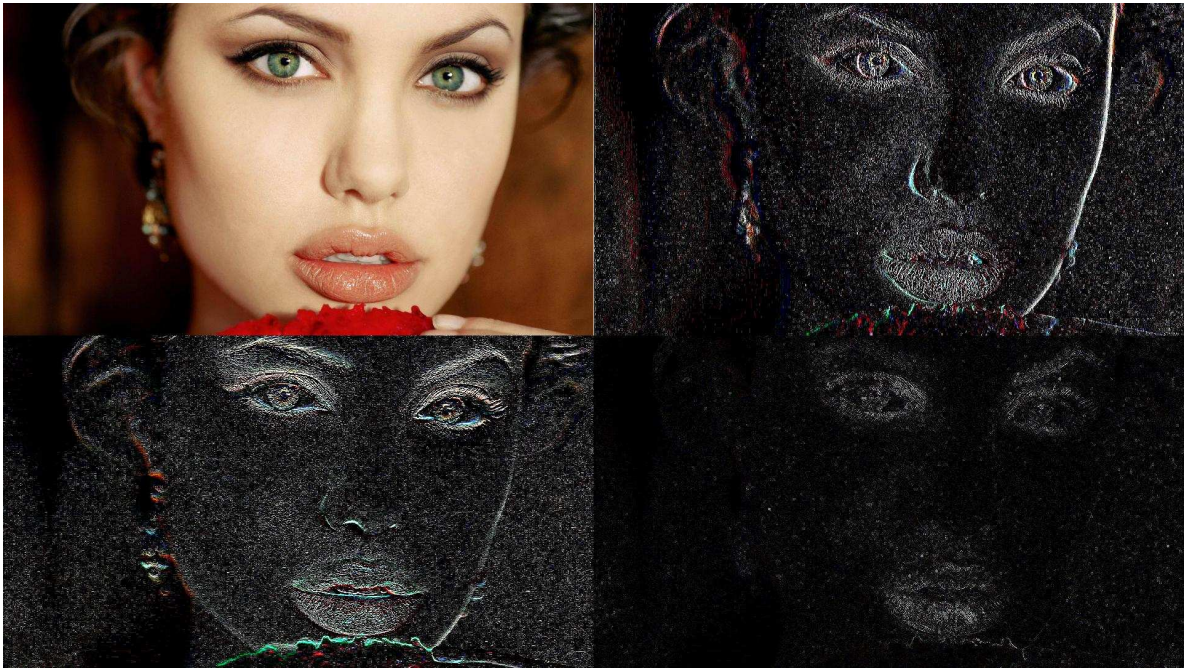


Fig.34: Angelina con Deeplets_MG luego de la sustracción interbandas.



Fig.35: Secuencia de tomografías computadas en corte oxi axial.

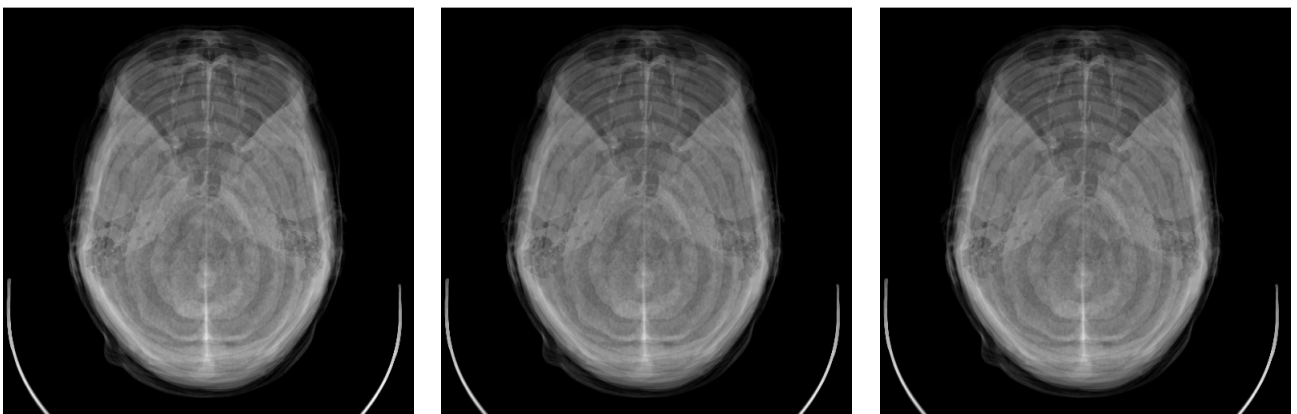


Fig.36: Secuencia de tomografía de la Fig.34 luego de aplicarles Deeplets_MG.

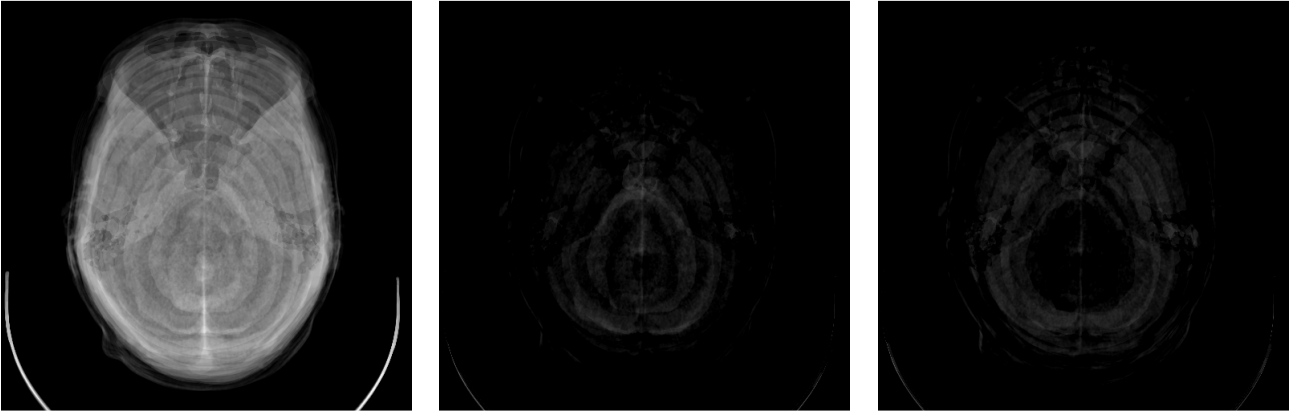


Fig.37: Secuencia de tomografías de la Fig.35 luego de la sustracción intercuadros.

Estas herramientas reciben el nombre de Deep Wavelets of Minor Gap, o simplemente, Deeplets_MG para el caso inter-cuadro y Haar's Wavelets of Minor Gap, o simplemente, Haar_MG para el caso intra-cuadro, dando lugar a posibilidades antes nunca alcanzadas en ningún encoder conocido. Por ejemplo, si para el caso de la serie de imágenes de la Fig.35 le aplicamos Deeplets_MG obtenemos la secuencia de imágenes de la Fig.36 claramente similares morfológicamente (aunque en realidad no idénticas) que al practicarles la sustracción inter-imagen surge la nueva secuencia mostrada en la Fig.37, donde el nuevo trio es codificable en muchos menos bpp que el de la Fig.35. En estas nuevas herramientas se basa el encoder propuesto, el cual también tiene su versión para audio, por lo cual la solución propuesta se completa de la siguiente manera:

- **Encoder para video:**

Honomástico Científico:

Lossless Wavelets Coding – Four Dimensions (LWC-4)

- **Encoder para audio:**

Honomástico Científico:

Lossless Wavelets Coding – One Dimension (LWC-1)

- **Plataforma de interactividad:**

Honomástico Científico:

National Interactive Middleware (NIM)

- **Norma:**

Honomástico Científico:

Lossless Services on Optical Networks (LSON)

Versiones:
 Cable (LSON-C)
 Terrestrial (LSON-T)
 Satelital (LSON-S)

Tabla II: Tecnologías vs Sistemas

Tecnologías	Sistemas				
	USA	Europa	Japón	Brasil	Argentina
Norma	No definida	No definida	No definida	No definida	LSON
Aplicativos	No definido	No definido	No definido	No definido	Interactivos
Middleware	No definido	No definido	No definido	No definido	NIM
Compresión de Audio	No definido	No definido	No definido	No definido	LWC-1
Compresión de Video	Solo intracuadro JPEG2000	Solo intracuadro JPEG2000	Splitting y H.264	No usa	LWC-4
Medio	Fibra óptica	Fibra óptica	Fibra óptica	Brasil Conectado	Argentina Conectada
Gestión de Contenidos	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	Tiene

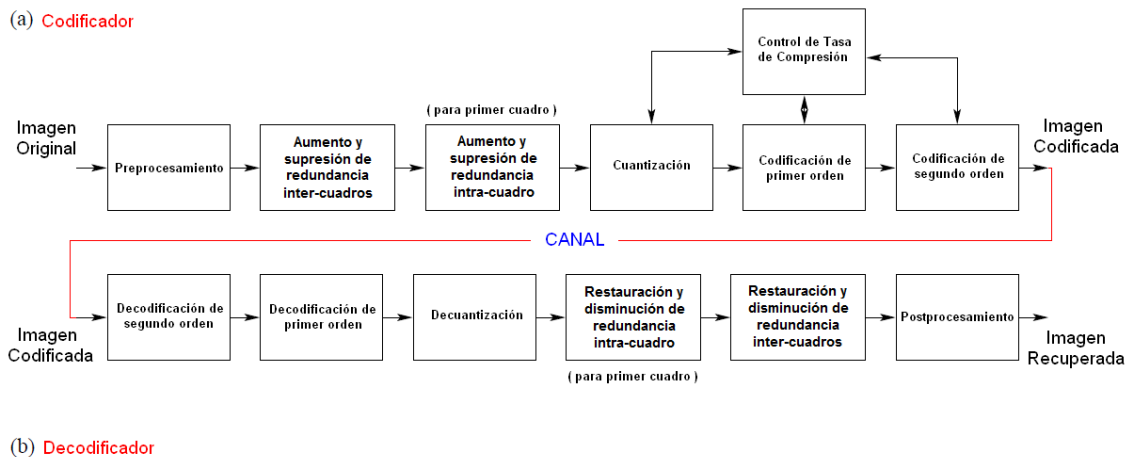


Fig.38: Broadcasting de 4Kp-3D sobre la red óptica Argentina Conectada.
 Detalle del encoder/decoder LWC.

La Tabla II nos muestra el panorama internacional de Tecnologías vs Sistemas, donde se pueden apreciar los aportes e innovaciones de la versión Argentina. La Figura 38 muestra el diagrama en bloques o pipeline del encoder/decoder propuesto con particular énfasis en la funcionalidad de cada bloque. Finalmente, la Fig.39 nos muestra el detalle del encoder LWC con los módulos intervinientes y la organización de los bloques y los tiles en que se divide el primer cuadro de cada trama.

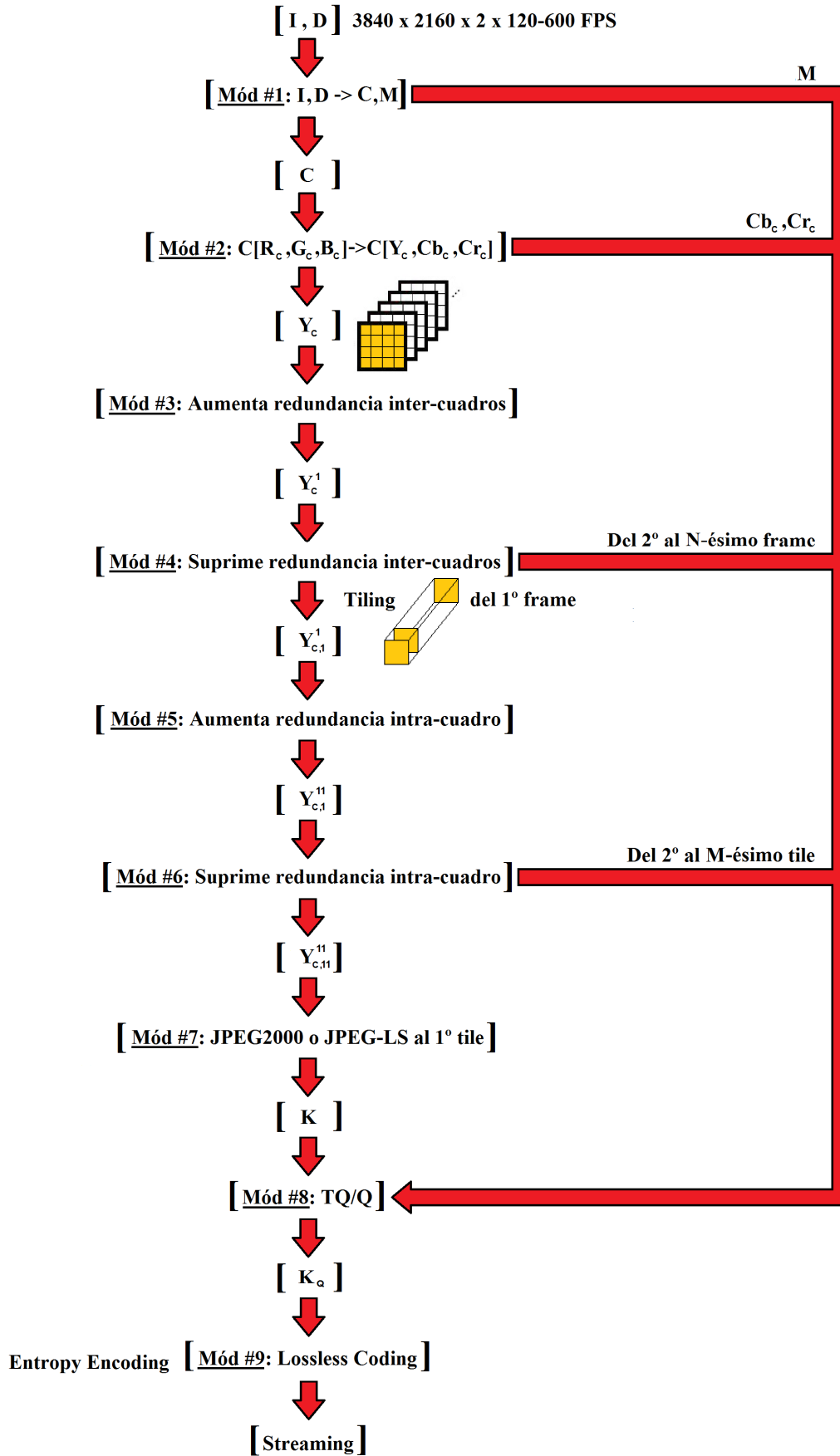


Fig.39: Encoder LWC-4 para la norma LSON.