

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN
COLOMBIA

GERMAN ANTONIO PACHECO TORRADO

WILSON MARTÍNEZ GUAUQUE

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES

BUCARAMANGA

2010

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN
COLOMBIA

GERMAN ANTONIO PACHECO TORRADO

WILSON MARTÍNEZ GUAUQUE

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN TELECOMUNICACIONES

MSc. ANA BEATRIZ RAMIREZ

Directora

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2010

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a:

Ingeniero Carlos Beltrán Gómez por su colaboración y asesoría permanente en la elaboración de este documento.

Ingeniera Ana Beatriz Ramírez, directora del proyecto, por su dedicación, orientación y tiempo incondicional cuando fue requerido.

A todos aquellos amigos y compañeros que de una u otra forma aportaron su tiempo e ideas para lograr el mejoramiento de este trabajo.

Dedicamos este trabajo a Dios fuente de inspiración. A nuestras familias que con paciencia supieron comprender y compartir su tiempo sin reproches. Dedicamos a ellos nuestros respectivos triunfos.

CONTENIDO

		Pág.
	INTRODUCCIÓN	17
1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2	JUSTIFICACIÓN	22
3	ANTECEDENTES	23
3.1	UN POCO DE HISTORIA	25
4	OBJETIVOS	30
4.1	OBJETIVO GENERAL	30
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
5	MARCO LEGAL	31
6	MARCO TEÓRICO	37
6.1	CAPÍTULO 1 TELEVISIÓN DIGITAL	37
6.1.1	JPEG (Joining Photographic Expert Group)	40
6.1.2	MPEG (Motion Picture Expert Group)	41
6.1.2.1	MPEG – 1	41
6.1.2.1.1	CODIFICADOR Y DECODIFICADOR DE MPEG-1	44
6.1.2.2	MPEG – 4	47
6.1.2.2.1	NUEVAS FUNCIONALIDADES	48
6.1.2.3	MPEG – 2	51
6.1.2.3.1	PERFILES Y NIVELES MPEG – 2	53
6.1.2.3.2	MODOS ESCALABLES Y CODIFICACIÓN	56

6.1.2.3.3	MODOS DE PREDICCIÓN ESPECÍFICOS MPEG – 2	57
6.1.2.3.4	DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE DECODIFICACIÓN	60
6.1.2.3.5	AUDIO MPEG – 2	61
7	CAPÍTULO 2. ESTÁNDAR EUROPEO	65
7.1	ESTÁNDAR EUROPEO DVB	65
7.2	ESTÁNDARES DVB	66
7.2.1	DVB-ESTÁNDAR PARA SISTEMAS DIGITALES DE SATÉLITES	66
7.2.2	DVB-C. ESTÁNDAR PARA SISTEMAS DIGITALES DE CABLE.	66
7.2.3	DVB-T. ESTÁNDAR PARA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.	67
7.2.3.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL ESTÁNDAR DVB-T	68
7.2.3.1.1	TELEVISIÓN DIGITAL ESTÁNDAR (SDTV) Y TELEVISIÓN DIGITAL DE ALTA DEFINICIÓN (HDTV).	68
7.2.3.2	RECEPCIÓN PORTABLE Y MÓVIL	69
7.2.3.3	MODOS DE TRANSMISIÓN	69
7.2.3.3.1	TRANSMISIÓN NO JERÁRQUICA	69
7.2.3.3.2	TRANSMISIÓN JERÁRQUICA	69
7.2.3.4	FORMATOS DE VIDEO	70
7.2.3.5	MODULACIÓN	71
7.2.3.5.1	CARACTERÍSTICAS DE LA MODULACIÓN COFDM	71
7.2.3.5.2	SISTEMA DE MODULACIÓN COFDM	72

8	CAPÍTULO III ASPECTOS ECONÓMICO Y SOCIAL	73
8.1	ASPECTO ECONÓMICO	73
8.2	ASPECTO SOCIAL	78
9	CAPÍTULO IV - IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN COLOMBIA	81
9.1	PROCESO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TV DIGITAL EN COLOMBIA	83
9.1.1	ESTUDIO Y CAPACITACIÓN	83
9.1.2	REALIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE FOROS	84
9.1.3	PRUEBAS TÉCNICAS DE LOS ESTÁNDARES	85
9.1.3.1	PRUEBAS DE TV DIGITAL TERRESTRE EN BOGOTÁ	86
9.1.3.2	PRUEBAS RTVC	88
9.1.3.3	PRUEBAS CARTAGENA DVB-H	91
9.1.3.4	PRUEBAS CARTAGENA DBV-T	91
9.1.3.4.1	PRUEBAS DEL ESTÁNDAR JAPONÉS	91
10	CAPÍTULO V - VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DVBT	93
10.1	VENTAJAS DEL ESTÁNDAR EUROPEO DVBT	93
10.1.1	AUMENTO EN CAPACIDAD DE TRANSPORTE.	93
10.1.2	MAYOR CALIDAD DE VIDEO E IMAGEN	94
10.1.3	INMUNIDAD AL RUIDO.	95
10.1.4	SEGURIDAD.	95
10.1.5	INTERACTIVIDAD.	96
10.1.6	MOVILIDAD.	96

10.1.7	TRANSMISIÓN DE AUDIO	98
10.2	DESVENTAJAS VENTAJAS DEL ESTÁNDAR EUROPEO DVBT.	98
11	CONCLUSIONES	100
	BIBLIOGRAFÍA	101

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	CARACTERÍSTICAS DE LOS FORMATOS EN HDTV	70

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Proceso de transmisión de televisión digital	38
Figura 2	Ejemplo de grupo de imágenes	44
Figura 3	Esquema simplificado del codificador MPEG-1	44
Figura 4	Esquema simplificado del decodificador MPEG-1	46
Figura 5	Máximas velocidades de datos para MPEG-2	55
Figura 6	División de los macro bloques en bloques en modo imagen	58
Figura 7	División de los macro bloques en bloques en modo campo	58
Figura 8	Exploración en zigzag para cuadros	59
Figura 9	Exploración alternada para campos	60
Figura 10	Esquema del decodificador MPEG – 2	60
Figura 11	Estándares DVB	67

Figura 12	DVB-T	71
Figura 13	Sistema de modulación COFDM	72
Figura 14	Cronograma de la CNTV	82
Figura 15	Fotografía correspondiente a los equipos utilizado CNTV en las pruebas de TV Digital Terrestre en Bogotá	88
Figura 16	Fotografía correspondiente a los equipos utilizado CNTV en las pruebas RTVC	90
Figura 17	Estructura de la industria tv móvil	97

RESUMEN

TITULO

“ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN COLOMBIA”*

AUTORES

German Antonio Pacheco Torrado

Wilson Martínez Guauque**

PALABRAS CLAVES

Televisión digital terrestre, Transición a DTV, Analógico a Digital, Transición a la DTV en Colombia, Migración Tecnológica

DESCRIPCIÓN

Este trabajo presenta un análisis sobre la migración tecnológica que debe realizarse en la televisión colombiana. El cambio tecnológico consiste en migrar todo el sistema de televisión analógico al sistema de Televisión Digital Terrestre, estándar de televisión digital europeo, DVB-T, escogido por el ente encargado después de un proceso de selección entre los estándares mundiales más representativos.

Se presentará un análisis sobre los aspectos técnicos que conllevan la implementación de la televisión digital en Colombia, se investigará sobre las tecnologías existentes en la transmisión de video digital enfocándose en la modulación COFDM utilizada en el estándar Europeo, que se ajusta a la topografía de nuestro país, así como los métodos de compresión de imágenes más representativos y los utilizados en el estándar Europeo DVB-T, esto con el fin de entender el funcionamiento general del sistema de televisión digital.

Es importante mencionar que expondremos durante este trabajo un punto de vista independiente, tratando de mantener la imparcialidad y dando una opinión técnica acompañada de un concepto socioeconómico que es inherente a estos cambios tecnológicos; en el aspecto socioeconómico carecemos de experiencia y sólo se cuenta con la opinión de los medios de comunicación, informes sobre foros realizados por la Comisión Nacional de Televisión y los comentarios encontrados en la Internet.

*Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Directora MSc. Ana Beatriz Ramírez

SUMMARY

TITLE

"ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE DIGITAL TELEVISION IN COLOMBIA"

AUTHORS

German Antonio Pacheco Torrado

Wilson Martinez Guauque**

KEY WORDS

Digital Terrestrial Television, DTV Transition, Analog to Digital, DTV transition in Colombia, Technological migration.

ABSTRACT

This paper presents an analysis on the technological migration that must be realized in the Colombian television. The technological change there consists of migrating the whole analogical system of television to the system of Digital Terrestrial Television, standard of digital television European, DVB-T, chosen by the entity entrusted after a process of selection between the most representative world standards.

One will present an analysis on the technical aspects that carry the implementation of the digital television in Colombia, will be investigated on the existing technologies in the transmission of digital video focus on the modulation COFDM used in the European standard that adjusts to the topography of our country, as well as the more representative methods of compression of images and the used ones in the European standard DVB-T, this in order to understand the general functioning of the system of digital television.

It is important to mention that we will expose during this work an independent point of view, trying to support the impartiality and giving a technical opinion accompanied of a socioeconomic concept that is inherent in these technological changes; in the socioeconomic aspect we lack experience and only one possesses the opinion of the mass media, reports about forums realized by the Comisión Nacional de Televisión and the comments found in the Internet.

*Work of Degree

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, Electric, Electronic and Telecommunications School of Engineering, Manager MSc. Ana Beatriz Ramírez

INTRODUCCIÓN

La televisión digital se puede definir por la tecnología utilizada no sólo para su transmisión sino desde el momento de la captura de imágenes, edición de contenidos, hasta que llega al consumidor que en adelante no será un televidente pasivo si no que puede interactuar abriendo horizontes inimaginables en los principios de la televisión análoga y a blanco y negro de mediados del siglo veinte.

Esta nueva tecnología trae diferentes ventajas a la comunidad que integra el mundo de la televisión, como los operadores, los comercializadores de equipos electrónicos, los creadores de contenidos, el entorno técnico que se mueve alrededor de este negocio y prácticamente el ciento por ciento de los habitantes de nuestro país. Estudios han demostrado que el televisor está por encima de otros electrodomésticos esenciales, esto indica la gran acogida y el amplio panorama de posibilidades con que cuenta la televisión digital, pese al gasto añadido para el usuario que se verá obligado a cambiar su viejo equipo o a adquirir o arrendar un decodificador. En Colombia se ha demostrado la aceptación de las tecnologías de comunicación como es el caso de la telefonía celular e Internet en todos los estratos sociales. Esta información se puede consultar en (<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/>)

Sin embargo el lado positivo se mantiene siempre y cuando se cumpla con las ventajas argumentadas con la selección del estándar de televisión digital cuya fortaleza radica en el mejor uso del espectro radioeléctrico. Esto redundará en un mayor ofrecimiento en el número de canales y mayor oferta de contenidos en la programación, dentro de los argumentos planteados en la decisión tomada se prometen unas políticas que protegen al televidente, a la televisión comunitaria, a los canales regionales y a los programas de televisión educativa que se manejan en el país.

Del lado técnico dependemos de la innovación extranjera y es poco lo que tenemos que aportar en este aspecto. En cuanto a la migración tecnológica, la Comisión Nacional de Televisión después de realizar pruebas y debatir el tema, escogió el estándar Europeo–DVB-T, dentro de la baraja de posibilidades donde figuraban el Americano-ATSC, el Japonés ISDB y el Chino DTMB

Se espera con este trabajo dar un aporte, que permita aclarar y exponer desde el punto de vista académico e independiente lo que conlleva y significa para el país dar este salto tecnológico.

En el capítulo uno se expondrá las principales características que determinan la optimización general del sistema, se explicará en qué consiste la compresión de imágenes, cuáles son las técnicas más comunes y se conocerá con cierto detalle la compresión usada por el estándar elegido.

En el capítulo dos se hablará del estándar europeo, algo de su historia y se hará un recuento de sus características principales.

En el capítulo tres se realizará una visión global del aspecto socioeconómico y su impacto en la sociedad colombiana, esta apreciación es meramente especulativa pues no contamos con los argumentos suficientes para realizar un análisis profundo del tema.

En el capítulo cuatro se realizará un resumen del cronograma llevado por los encargados de la implementación de la televisión digital en el país, se comparará con la realidad latinoamericana y mundial.

En el capítulo quinto se hablará de las ventajas y desventajas de esta decisión se tratará de manejar el tema desde el punto de vista técnico y mirando también aspectos como el económico y social.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La migración a la televisión digital es inminente y se requieren aportes técnicos para que el país conozca a fondo el sistema DVB-T y las ventajas que traerá para Colombia este salto tecnológico; la necesidad de optimizar el espectro radioeléctrico es de vital importancia, la implementación de tecnologías que permitan liberar frecuencias que actualmente están siendo utilizadas por las transmisiones análogas dejará disponible parte de este recurso para la prestación de nuevos servicios de telecomunicaciones; se entiende que la implementación de la televisión digital optimiza el uso del espectro radio eléctrico, ya que la señal digital es relativamente pequeña comparada con una señal análoga; en este caso para el ancho de banda que utiliza un canal análogo de 6 Mhz, podrán viajar hasta 4 canales digitales, lo significa que habrá espacio para otros servicios de telecomunicaciones.

Entendemos que aunque contamos con una calidad de imagen y sonido aceptable en la recepción de televisión, no tenemos un cubrimiento total en el territorio nacional; por lo que buscamos que esta condición mejore y podamos tener televisión y sonido cada vez con mejor definición que nos acerque mas a la realidad al momento de ver un programa de televisión y que el ciento por ciento de los colombianos tengan acceso a esta tecnología.

La televisión digital permitirá organizar la programación a nuestro gusto independientemente del horario en el cual accedamos al televisor ya que se podrá hacer una petición del programa que queramos ver. Esto gracias a otra función de la televisión digital que es la interactividad, pues dentro del mismo canal se puede obtener una comunicación bidireccional, herramienta con la cual no contamos hasta ahora.

Por otra parte en este momento ya se definió que estándar debe implementarse en Colombia para la transmisión de televisión digital terrestre y en este sentido se busca dar un aporte dando un concepto técnico de porqué el estándar Europeo es el más conveniente para nuestro país, basados en implementaciones y estudios realizados en otros países que ya han iniciado la migración hacia esta tecnología.

2. JUSTIFICACIÓN

En principio la idea de analizar la entrante tecnología de televisión digital está fundamentada en aportar un concepto y entregar una proyección de lo que esperamos y lo que busca el gobierno Colombiano en la implementación, transición y migración de esta tecnología teniendo en cuenta varios aspectos relevantes en la ejecución de este proyecto, como el económico, social y técnico.

Esta tecnología está actualmente implementándose en países desarrollados en los cuales ya se pasó de una etapa de pruebas a la migración total, esto es una muestra que Colombia tiene que entrar en la era de la digitalización y convergencia de servicios de telecomunicaciones, en este punto es donde tenemos que actuar para hacer parte de este desarrollo y presentar una posición que ayude a tomar la mejor decisión en cuanto al aprovechamiento de recursos tecnológicos que afecten positivamente otros factores como sociales y económico.

3. ANTECEDENTES

Aunque hace poco los medios de comunicación empezaron a masificar la idea de la televisión digital, esta no es nueva, la compresión de señales mediante estándares como MPEG2 ya está siendo utilizada desde hace un buen tiempo por vía digital, Directv o Sky, por mencionar algunos, y debido a que ofrece grandes ventajas como la liberación de porciones (bandas) del muy escaso y valioso espectro radioeléctrico y otras ventajas que ofrece la tecnología digital, esto ha motivado a muchas empresas desarrolladoras de tecnología de las telecomunicaciones que ven en esto un gran negocio e inviertan capital en investigación, lo que ha redundado en un avance sorprendente en la última década; ejemplo la modulación vectorial¹.

En los años 90, muchos gobiernos ordenaron emprender la transición de la señal análoga a la señal digital, se establecieron fechas o plazos de transición hacia la DTV, que requiere que todas las estaciones de transmisión de televisión de plena potencia cesen sus transmisiones a partir de fechas establecidas, que en la gran mayoría están enmarcadas en esta década y principios de la próxima. En Colombia se pretende el apagón analógico para el año 2019.

¹ la modulación vectorial permite varias señales codificadas y comprimidas en Mpeg2 para ser transportadas sobre una misma portadora, esto significa que mientras más eficiente es la compresión, codificación y modulación, mas señales pueden ser enviadas.
Tomado de: <http://www.tvlocal.com/latelevisiondigital.asp>

Colombia analizó a través del ente encargado de escoger el estándar más pertinente dentro de la gama de estándares que existen en el mundo como el Americano ATSC, cuyo desarrollo inició en Estados Unidos en el año de 1987 y culminó en 1997, este hace énfasis en la alta calidad técnica de la imagen y el sonido y en los servicios extras que ofrece la señal. El segundo estándar analizado fue el estándar europeo DVB, cuyo desarrollo inició en 1995 y culminó su desarrollo en el año 2000 aproximadamente, su fortaleza radica en el mejor uso del espectro radioeléctrico esto redundando en un mayor ofrecimiento en el número de canales y mayor oferta de contenidos en la programación; otro estándar es el estándar japonés ISDB cuyo desarrollo inició en el año 2003 y culminó en el año 2005 con la primera prueba hecha en Tokio, su fortaleza es la posibilidad de movilidad y se trabajó bastante en la corrección de problemas de rebote e interferencia en la señal. También se tuvo en cuenta y se realizaron pruebas al estándar Chino DTMB-T.

La decisión que se tomó con respecto a la implementación del estándar europeo en Colombia obedeció según la Comisión Nacional de Televisión a una serie de actividades como encuestas sobre el uso que los colombianos le están dando a la televisión, sus expectativas frente al medio y la forma de relacionarse con el servicio. Se abrieron foros donde la comunidad tuvo un espacio para pronunciarse y presentar inquietudes en cuanto a costos, contenidos y sugerencias que fueron recogidas, capitalizadas y tenidas en cuenta en la decisión.

3.1 UN POCO DE HISTORIA

En 1937 luego de algunos intentos fallidos pero que en definitiva aportaron a la televisión, se dio inicio en el Reino Unido y en Francia las primeras transmisiones regulares de televisión electrónica, la aceptación fue en definitiva fenomenal, lo que permitió un rápido desarrollo de esta industria.

En 1945 se establece la CCIR como norma que regula las señales de televisión, Europa adopta el sistema 625 líneas PAL y Estados Unidos el de 525 líneas NTSC.

La televisión llegó a nuestro país en el año de 1954, se formaliza su inauguración el 13 de Julio de ese año, llega para definitivamente quedarse y empieza una conquista cada vez más exitosa desplazando hasta el entonces rey de las telecomunicaciones, la radio y sus radionovelas en vivo.

Al año siguiente se creó la Televisora Nacional, que duró aproximadamente diez años y fue reemplazada por INRAVISIÓN, (Instituto Nacional de Radio y Televisión). Veinticinco años más tarde, en 1979 se da un gran paso y conocemos en Colombia la televisión a color, sin embargo hasta 1986 solo contábamos con la cadena Uno, cadena Dos y cadena Tres, para esa fecha unos particulares montan las primeras antenas parabólicas y por primera vez tenemos la oportunidad de ver otras cosas, así no fueran de la mejor calidad en cuanto a

contenidos; se inicia también la instalación de las primeras redes de televisión por cable.

En 1987 se empieza a distribuir por las redes de cable señales satelitales a un buen número de comunidades en el país, sin embargo dentro de un vacío jurídico que solo un año después 1987 el gobierno “soluciona” otorgando licencias para este nuevo tipo de televisión, así nace TV Cable en Bogotá y Cable Promisión en Bucaramanga, sin embargo un buen número de operadores siguen funcionando en la ilegalidad, por esta época nace el reemplazo de Inravisión, que se llamó Consejo Nacional de Televisión.

En 1989 se propone un proyecto de ley que pretende poner orden y que permitiría mayor participación de este pastel y se empieza a hablar de televisión privada regional y pluralidad informática, en consecuencia que los particulares participarían en el negocio de la televisión, pero es hasta 1991 que con la nueva constitución se le da vida a lo que hoy conocemos en Colombia.

En 1992 nace Cable Unión de Occidente.

En 1993 se crea la televisión por zonas en el país y nace un ente autónomo llamado Autoridad Nacional de Televisión, este mismo año los canales cambian de nombre ahora son canal Uno, canal A y Señal Colombia, nacen también los canales regionales Tele Antioquia, Tele Caribe, Tele Pacífico y posteriormente Tele Café.

Para 1995, con la ley 182 dando cumplimiento a la nueva constitución se le da forma a las modalidades de televisión que hoy conocemos y que permitió una participación heterogénea, se crea La Comisión Nacional de Televisión, reemplazando las funciones del Consejo Nacional de Televisión.

En cuanto a la televisión digital tenemos que mirar su historia por separado, la digitalización de la producción y la digitalización de la transmisión, porque han tenido desarrollos un poco independientes aunque se iniciaron en la década de los 80.

La digitalización de la producción tuvo sus inicios basados en la digitalización de la señal compuesta de video que no prosperó por problemas técnicos insuperables como el de la sincronización, luego se planteó la digitalización de las componentes de la señal de video, lo cual presentó mayor calidad en las imágenes. Otro aspecto importante de mencionar fue la evolución del modo de transmisión multiplexada lo que permitió incluir audio.

Por otra parte la digitalización de la transmisión se logró aplicando técnicas de compresión entre ellas la compresión MPEG2, lo que redujo el flujo de 270 Mbits/s a 5 Mbits/s, conservando la calidad de las imágenes.

Diciembre 13 de 2006 Holanda terminó con las transmisiones analógicas de televisión, convirtiéndose en el primer país del mundo en hacer la migración completa a la transmisión digital terrestre.

El caso español es importante mencionarlo pues en 1999 se expidió una licencia para impulsar la TDT, **DVB-T** (*Digital Video Broadcasting - Terrestrial*), en el 2000 se inicio la transmisión, luego otras licencias fueron expedidas y se iniciaron transmisiones en el 2002, luego la primera empresa licenciada Quiero TV sufrió un fracaso comercial, lo que obliga al replanteo de las condiciones a los operadores que emitían exclusivamente en TDT.

El 30 de noviembre del 2005 España realiza el relanzamiento de la televisión digital terrestre y se fija el 3 de abril de 2010 como fecha de cese de las emisiones de televisión análoga, sin embargo consideran que entre un 2% o 3% de la población española no tendrá la cobertura para esa fecha.

En Inglaterra, ya en el 2006 casi el 80 % de los hogares del Reino Unido tenía algún tipo de televisión digital, la acogida de esta tecnología se ve representada en la venta de nuevos equipos y suscripciones a este nuevo sistema de televisión. El Gobierno ha comenzado el llamamiento a quitar las señales de transmisión analógicas en algunas zonas del país, y como en otros países europeos, completará el "apagón analógico" en 2012.

Gracias al desarrollo de los sistemas informáticos y de la electrónica, el tema de la digitalización de contenidos y la compresión de información que optimizan el uso del espectro electromagnético, nos permiten abandonar el mundo de la televisión analógica y aventurarnos al futuro de la era de la TV digital que en definitiva aportará significativamente al desarrollo del pueblo colombiano.

Colombia se decidió dentro de la gama de estándares que existen en el mundo por el estándar europeo DVB, la noticia se dio a conocer, el 28 de agosto de 2008.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y proyectar los aspectos técnicos, sociales y económicos que conlleva la implementación de la televisión digital en Colombia

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar las tecnologías existentes en la transmisión de video digital y los métodos de compresión de imágenes para la implementación de estas técnicas en la televisión digital
2. Mostrar las ventajas que trae la implementación del estándar Europeo en Colombia teniendo en cuenta topología, interactividad, métodos y medios de transmisión.
3. Analizar los aspectos sociales y económicos que sobrellevará la sociedad colombiana con la implementación de esta nueva tecnología
4. Analizar las ventajas y desventajas del estándar seleccionado.

5. MARCO LEGAL

Partiendo del principio constitucional que la comunicación es un derecho humano universal y fundamental, la legislación Colombiana ha determinado el marco legal pertinente con la migración de la televisión analógica a la televisión digital; mediante la resolución 1338 del 20 de diciembre de 2006 (de manera anecdótica por esos días Holanda realiza la migración total al estándar digital), firmada por el Doctor Jorge Figueroa Clausen director para la época del la Comisión Nacional de Televisión, por la cual se crea el Concejo Asesor para la definición del Estándar Digital para la Televisión en Colombia.

La junta directiva de la Comisión Nacional de Televisión facultada por los artículos 76 y 77 de la Constitución política de Colombia, en concordancia con el literal a) del artículo 5° y literal a) del artículo 12 de la ley 182 de 1995 y considerando que el artículo 4° de la ley 182 de 1995, preceptúa que: “Corresponde a la Comisión Nacional de Televisión ejercer, en representación del Estado, la titularidad y reserva del servicio público de televisión, dirigir la política de televisión, desarrollar y ejercer los planes y programas del Estado en relación con el servicio público de televisión; e intervenir, gestionar y controlar el uso del espectro electromagnético utilizado para la prestación de dicho servicio, con el fin de garantizar el pluralismo

informativo, la competencia y la eficiencia en la prestación del servicio, en los términos de la constitución y la ley”²

“Que la ley 182 de 1995, definió los parámetros que deben seguir, con el propósito de que los particulares o las entidades públicas operen o exploten los servicios de televisión.

Que la televisión digital terrestre (TDT) es la migración del sistema de televisión abierta análoga al digital, lo que permite optimizar el espectro radioeléctrico, proporcionando una mejoría en la calidad de la imagen y sonido, permitiendo a la vez, la provisión de servicios interactivos.

Que para la implementación de la televisión digital terrestre se utilizan diferentes estándares y que por ello se hace necesario determinar cuál de ellos es el más apropiado para Colombia, ya que la transición del formato análogo al digital, generará impactos en la sociedad, debido a que el servicio de televisión es el que mayor cantidad de usuarios posee en el país, comparado con el resto de servicios de telecomunicaciones.

Que por lo mismo, se hace indispensable determinar la creación de un Consejo Asesor, el cual se encargará de proponer el estándar tecnológico apropiado y adecuado para las necesidades de este país, así como un Comité Técnico que

² Resolución transcrita de copia de fax publicada en la página de la Comisión Nacional de Televisión.
http://www.cntv.org.co/cntv_bop/normatividad/resoluciones/2006/index.html

será encargado de promover y desarrollar los estudios respectivos y someterlos a consideración de dicho Consejo Asesor, con el fin de dar el mejor soporte técnico y económico sobre los pro, contras, impactos, acciones a seguir, entre otras, para la toma de decisiones.

La Comisión Nacional de Televisión debe examinar las condiciones de la adopción del estándar a la luz de las características técnicas de las redes actuales, del costo de su implementación para los operadores, de los desarrollos de producciones para medios digitales, de los fabricantes de terminales, del manejo eficiente del espectro radioeléctrico y sobretodo del impacto socioeconómico en la población colombiana, dado que el servicio de televisión cuenta con el mayor nivel de penetración en el país. La implementación del estándar debe permitir a la población colombiana, no sólo contar con servicios de mejor calidad y alta definición, sino además con servicios interactivos que permitan potenciar la educación, la transmisión de información y el entretenimiento, para generar el escenario propicio para que Colombia reduzca su brecha digital y sea testigo de la sociedad de la información.

Que tanto la constitución política como la ley 489 de 1998 pretenden por el desarrollo de las funciones públicas de manera coordinada y en escenarios de cooperación armónica.

Que la definición del estándar para la implementación de la Televisión Digital Terrestre en Colombia, es una decisión de Estado, que como tal debe adoptarse

bajo el liderazgo de la Comisión Nacional de Televisión y con la participación del Gobierno Nacional, de la academia, de los agentes del sector de las organizaciones sociales y técnicas y del congreso de la República.

Que en consecuencia, la junta Directiva de la Comisión nacional de televisión en reunión ordinaria del martes 19 de diciembre de 2006, según consta en el Acta No. 1299 de 2006 aprobó la creación y conformación del concejo Asesor para la definición del Estándar Digital para la Televisión en Colombia.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: Créase el Consejo Asesor para la definición del Estándar Digital para Televisión.

ARTÍCULO SEGUNDO: Dicho consejo estará conformado por el Ministro de comunicaciones o el Viceministro quien lo presidirá un delegado de la Comisión Sexta del Senado de la República, un delegado de la Comisión Sexta de la Cámara de Representantes, el Ministro de Educación o su delegado, el Ministro de Cultura o su Delegado, un representante de los Canales Regionales, un representante de los Canales Nacionales de Operación privada, un representante de los Concesionarios del Canal Uno, el Presidente de la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones, el Presidente Nacional de ACIEM, el Presidente Ejecutivo de ASOMEDIOS, el director de CITEL.

Dos Ingenieros electrónicos y dos economistas, en su calidad de profesores investigadores provenientes de las universidades públicas y privadas acreditadas institucionalmente por el Ministerio de Educación Nacional y que serán designados por la junta directiva de CNTV así: un ingeniero y un economista de las universidades públicas y un ingeniero y un economista de las universidades privadas. Igualmente hará parte del Consejo Asesor un experto en medios de comunicación y/o tecnologías de la información que será designado por la junta directiva de la CNTV.

Parágrafo primero: La Secretaría de dicho Concejo, la ejercerá la Secretaría General de la Comisión Nacional de Televisión.

Parágrafo Segundo: El Consejo Asesor para el desarrollo de su objeto se dará su propio reglamento y recomendará a la Junta Directiva de la CNTV el estándar que mejor se adapte a las condiciones del país para la implementación de la Televisión Digital Terrestre en Colombia.

ARTÍCULO TERCERO: Crease el Comité Técnico, el cual estará conformado por el Director de Desarrollo del Sector del Ministerio de Comunicaciones, un (1) Ingeniero de la Dirección, un (1) asesor del despacho del Ministerio de Comunicaciones, el Subdirector Técnico y de Operaciones de la CNTV y dos (2) Ingenieros de la Comisión Nacional de televisión.

La Secretaría del Comité la ejercerá la Dirección de Desarrollo del sector del Ministerio de Comunicaciones.

ARTÍCULO CUARTO: El Comité Técnico se encargará de promover y desarrollar los estudios requeridos para la definición técnica y los impactos económicos y sociales que le permitan al Consejo Asesor recomendar el mejor estándar a adoptarse.

ARTÍCULO QUINTO: El Consejo Asesor deberá realizar y garantizar el desarrollo de un proceso participativo de la sociedad civil, para lo cual, podrá realizar foros, talleres, seminarios y demás eventos que considere necesario.

ARTÍCULO SEXTO: La Comisión Nacional de Televisión, efectuará pruebas por un periodo mínimo de seis (6) meses, de los estándares disponibles en diferentes sitios del país con características geográficas diferentes.

ARTÍCULO Séptimo: La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación”³

El gobierno nacional ha manifestado que está de acuerdo con la entrada de la televisión digital terrestre por tanto se debe revisar el marco regulatorio existente para que permita establecer las reglas claras para los operadores existentes y nuevos operadores del servicio de televisión.

³ http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/index.html

6. MARCO TEORICO

Se analizarán los aspectos técnicos, económicos y sociales que conlleva la implementación de la televisión digital en Colombia, teniendo en cuenta el concepto de los expertos y de las entidades que están manejando este proceso.

6.1 CAPITULO I - TELEVISIÓN DIGITAL

En Colombia se decidió que el sistema de televisión digital terrestre, funcionará bajo el estándar Europeo, para llegar a esto se realizaron estudios sobre los principales estándares mundiales y de estos se escogió el estándar DVB-T que se ajusta en gran medida a las necesidades y requerimientos de nuestro país. Partiendo de este hecho, se analizará este estándar en su estructura y su funcionamiento básico para dar un concepto de esta decisión, que beneficios trae al usuario final, cuáles son sus ventajas y desventajas

Una de las principales características que determina la optimización general del sistema es la compresión de imagen, por tal motivo, en este capítulo se explicará en qué consiste la compresión, cuales técnicas de compresión de imágenes son las más comunes y conoceremos la compresión utilizada.

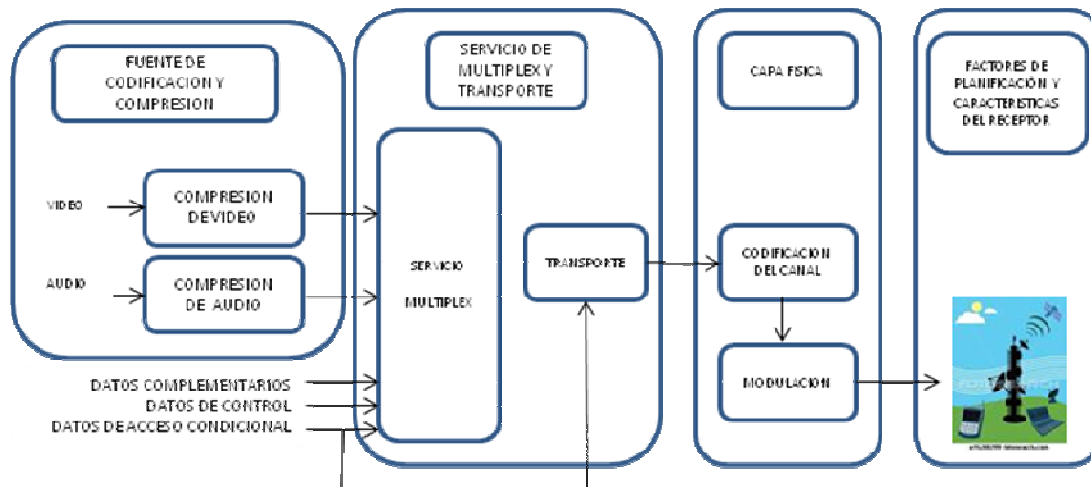


Figura 1 Proceso de transmisión de televisión digital

Las técnicas de compresión de imágenes se utilizan para reducir el *ratio* de bits que se requiere para transmitir video, de acuerdo con el estándar CCIR 601 la digitalización de una secuencia de video puede consumir aproximadamente 165Mbps⁴, con estas técnicas la gran cantidad de bits transmitida se reduce, a lo que se denomina *ratio* de compresión. La compresión está dividida en tres pasos:

- El primero es el pre procesamiento del video entrante, en el cual se filtra la señal para remover componentes no útiles.
- El segundo es la conversión de la señal a un formato intermedio común (CIF)
- El tercer paso es la compresión⁵.

⁴ AXIS COMMUNICATIONS. "técnicas de compresión". White paper. Copyright © 2003

⁵ Tomado de: www.axis.com/es/documentacion/compresion_video_es.pdf

La compresión de imágenes se basa en técnicas generales de compresión de datos, tales como reducción de matrices de color en la imagen, reducción en la resolución de color y adicionalmente aprovecha la redundancia espacial de una imagen, la correlación entre puntos cercanos y la redundancia temporal entre imágenes sucesivas.

Cuando hablamos de redundancia espacial se hace relación a la compresión individual de una imagen, el tiempo no interviene en esta compresión, no se compara ni se tiene en cuenta otra imagen. Por otra parte en la redundancia temporal, se tiene en cuenta el tiempo y la compresión se realiza enviando la diferencia de dos imágenes consecutivas en forma de codificación diferencial.

Las técnicas que tienen relación con los estándares de televisión digital son:

- JPEG hace relación a la compresión de imágenes digitales estáticas
- MJPEG existe como variante del formato JPEG, se usa para aplicaciones de video y resultan apropiadas, especialmente para videovigilancia.
- MPEG en el cual se hará énfasis, ya que es el utilizado para los tres estándares de televisión digital por su eficiencia, debido a que se basa en la redundancia espacial y temporal.

6.1.1 JPEG (Joint Photographic Expert Group)

Este grupo fue formado para desarrollar un método de compresión de imágenes a color. Desde que se generó la primera presentación de este formato en 1991 está siendo muy utilizado debido a que proporciona una alta reducción de bits en una imagen de alta resolución.

La compresión JPEG está basada principalmente en una técnica de muestreo llamada DCT (Discrete Cosine Transform) que se complementa con una cuantificación que elimina la información redundante.

El siguiente formato, basado en la técnica anterior y que se utiliza para imágenes en movimiento es **MJPEG (Motion Joint Photographic Expert Group)**. Esta técnica se define como una compresión de imágenes consecutivas por redundancia espacial, esto quiere decir que se realiza una compresión individual de imágenes por JPEG y se unen para crear una secuencia.

Existen mejoras de estos formatos, que tienen la misma funcionalidad pero están basados en otra técnica llamada transformación Wavelet, estos formatos son el JPEG 2000 y MJPEG 2000.

6.1.2 MPEG (Motion Picture Expert Group)

Cuando se creó a finales de los 80, el objetivo de este grupo era crear un estándar que permitiera la codificación y compresión de imágenes en movimiento y audio. Hoy en día se han definido los formatos MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4.

6.1.2.1 MPEG-1

“En Agosto de 1993 el estándar ISO/IEC 11172 "Código de imágenes en movimientos y audio digital asociado para medios de almacenamiento digital para 1.5 Mbit/s" fue ratificado. Este estándar, mejor conocido como MPEG 1 está dividido en tres partes (vídeo, audio y sistema).

Su principal objetivo es alcanzar un flujo de transmisión de datos constante de 1,5 Mbits/s del cual, 1.15 Mbits/s son para el video y los 350 Kbits/s restantes son para el sonido (estéreo) y para datos auxiliares.

La compresión de video utiliza los mismos principios que JPEG con pérdidas, a la que se le añaden nuevas técnicas que, juntas, forman el MPEG-1, que permiten reducir considerablemente la cantidad de información necesaria para la transmisión de imágenes sucesivas muy correlacionadas temporalmente.

Estas técnicas, llamadas de "predicción con compensación de movimiento", consisten en reducir, con un mínimo de información adicional, la mayoría de las imágenes precedentes.

MPEG-1 se considera como un video solamente progresivo, que alcanza una frecuencia de 1.5 Mbps. La entrada de video es usualmente convertida primero al formato estándar de entrada MPEG SIF (Standard Input Format). El espacio de color adoptado es Y- Cr- Cb según la recomendación CCIR 601. En el MPEG-1 SIF el canal de luminancia es de 352 pixeles x 240 líneas y 30 cuadros/segundo.

Los componentes de luminancia y crominancia son representados por 8 bit/pixel, y el componente de crominancia es submuestreado por 2 en ambas direcciones tanto vertical como horizontal. Mientras tanto los parámetros de video, los cuales son el tamaño de la imagen y la razón temporal, se pueden especificar, y por lo tanto son arbitrarios.”⁶

Este método de compresión permite almacenar imágenes en movimiento en una buena resolución a una tasa de transferencia de 1,5Mbps, esta cantidad de información es suficiente para un flujo de datos de un CD-ROM, pero no es lo indicado para imágenes de alta resolución y de gran cantidad de información que son las esperadas en la transmisión de televisión digital.

Para entender un poco mejor el funcionamiento general es necesario saber que entre las imágenes consecutivas existe un patrón definido para obtener la mayor información y reducir la cantidad de bits que concuerde con la variación de las imágenes, entonces se explicará cuales son las imágenes en una secuencia y el patrón de encadenamiento:

⁶ AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

1. las imágenes I (Intra):

Son las imágenes que tienen toda la información almacenada en ellas mismas, no dependen de otra imagen para su reconstrucción o decodificación, por lo que debe ser la primera imagen en una secuencia.

2. las imágenes P (Previstas)

Mediante predicción con compensación de movimiento estas imágenes se codifican a partir de imágenes I y P anteriores. La técnica utilizada es por compensación de movimiento. Estas imágenes se codifican de tal forma que tienen la mitad o un tercio de los datos que tienen las imágenes I.

Las imágenes P no requieren la cantidad de datos que las imágenes I.

3. Las imágenes B (Bidireccionales)

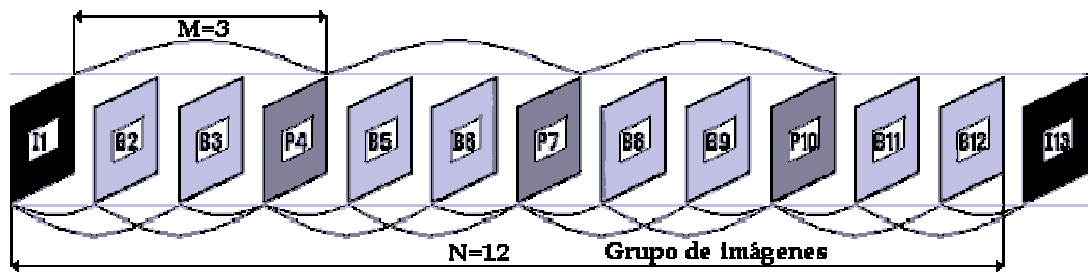
Están ubicadas entre las imágenes I y P, son utilizadas para describir otras imágenes por lo que no propagan errores de codificación. El uso de estas es opcional.

Otros parámetros importantes son M y N que determinan el encadenamiento de las imágenes I, P y B.

M es el número de imágenes que separan dos imágenes P.

N es el número de imágenes que separan dos imágenes I

Para garantizar un flujo de video de 1,15Mbps los parámetros deben ser M=3 y N=12.



Ejemplo de grupo de imágenes, para $M=3$, $N=12$ ⁷

Figura 2

6.1.2.1.1 Codificador y Decodificador de MPEG-1

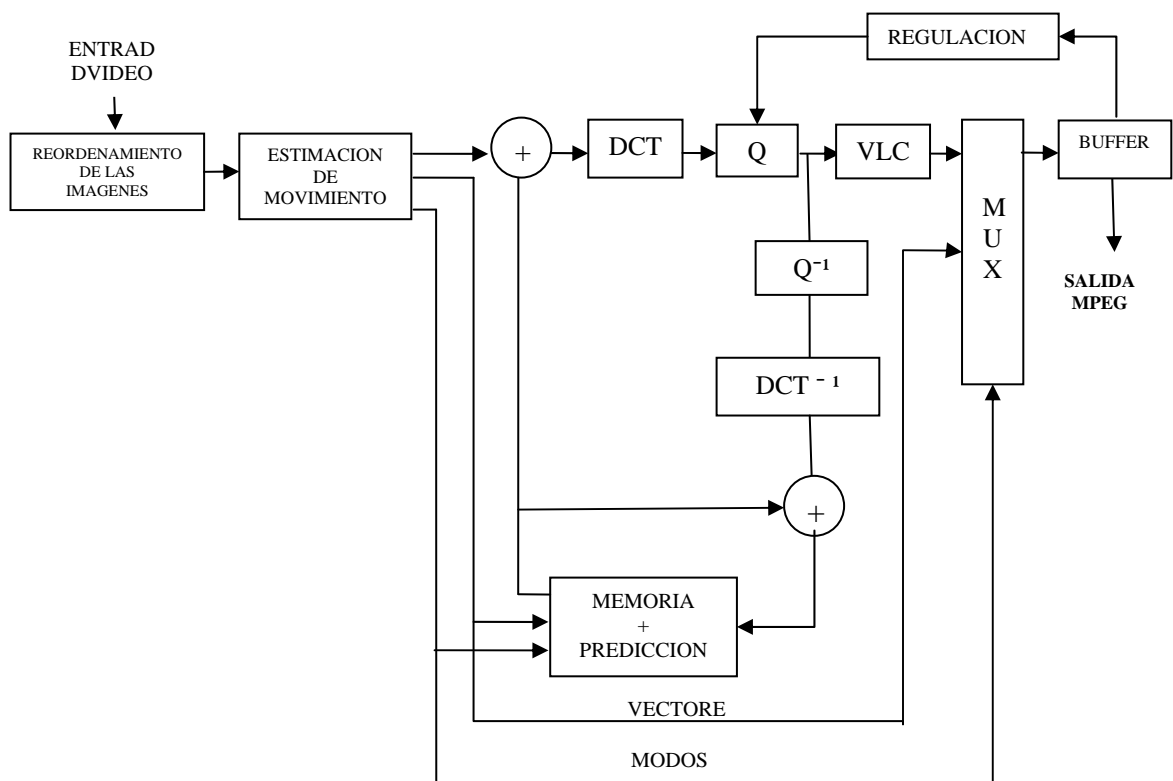


Figura 3 Esquema simplificado del codificador MPEG-1

⁷ AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

En el anterior diagrama se observan los bloques que se requieren para realizar una codificación de video en formato MPEG1, sus principales elementos son el bloque de estimación de movimiento, que se encarga de reconocer las variaciones entre imágenes calculada usando los datos de luminancia solamente. Esta información se envía a memoria y predicción para eliminar información redundante.

Encontramos también un bloque de transformada discreta de coseno y un bloque de cuantificación que son los encargados de realizar el muestreo y cuantificación de la información entrante.

Del esquema debemos resaltar que existe un bloque re constructor y una transformada inversa de coseno (IDCT), estos son necesarios ya que la predicción de las imágenes se basa en la reconstrucción de datos.

Finalmente encontramos un bloque de códigos de longitud variable (VLC), un multiplexor, una memoria y un regulador de memoria, los cuales se encargan del ordenamiento de la información y de la cantidad de bits que serán enviados.

“El estándar MPEG-1 especifica que se debe utilizar mínimo una imagen I, cada 132 imágenes para así evitar la propagación de errores en el módulo IDCT, creando de esta manera diferencias entre el codificador y el decodificador.

En resumen, un codificador típico de MPEG-1 realiza los siguientes pasos:

- Define los parámetros M y N que determinan de qué forma se encadenan las imágenes I, P y B en un grupo de imágenes.

- Estima los vectores de movimiento para cada macro bloque en las imágenes P y B.
- Determina el modo de compresión para cada macro bloque de la imagen seleccionada (compresión espacial o temporal).
- Selecciona la matriz de cuantificación.⁸

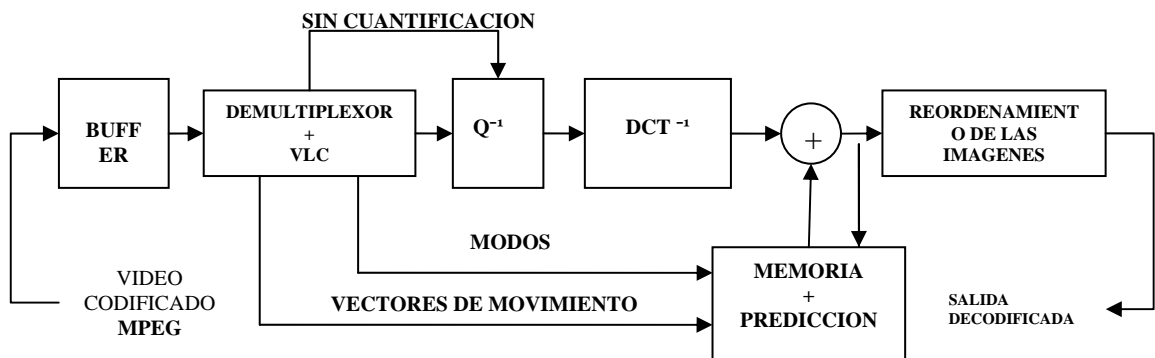


Figura 4 Esquema simplificado del decodificador MPEG-1⁹

El decodificador cumple la función inversa al codificador pero su diseño es más simple debido a que no realiza estimación de movimiento, internamente su funcionamiento es:

1. Recepción de video codificado

⁸ AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

⁹ AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

2. Almacenamiento
3. Demultiplexación en coeficientes DCT- (simultáneamente se genera) la información de modos de compresión, vectores de movimiento y matriz de cuantificación para procesarla en memoria y predicción
4. Reconstrucción y transformación inversa de coseno (IDCT)
5. Reordenamiento de imágenes

6.1.2.2 MPEG 4

“MPEG-4 es una norma ISO / IEC desarrollado por el MPEG (Moving Picture Experts Group). MPEG-4 es el resultado de otro esfuerzo internacional por la participación de cientos de investigadores e ingenieros de todo el mundo. MPEG-4, se hizo oficial por ISO/IEC designado como “ISO / IEC 14496”, se terminó en octubre de 1998 y se convirtió en una norma internacional aplicable en los primeros meses de 1999. Las extensiones totalmente compatibles hacia atrás con el título de MPEG-4 versión 2 fueron congeladas a finales de 1999, a la adquisición de la Norma Internacional de estado formal a principios de 2000. Varias extensiones ya se han añadido y sobre algunos temas de trabajo específico está todavía en curso. MPEG-4 se basa en el éxito demostrado en estos campos:

- La televisión digital;

- Aplicaciones gráficas interactivas (contenido sintético); Interactivos multimedia (World Wide Web, de la distribución y el acceso al contenido)”¹⁰

MPEG-4 inicialmente fue pensado para transmisión de video en redes con baja transferencia de datos, durante el desarrollo de este método se fueron adicionando funcionalidades, se logró un sistema más robusto, con aplicaciones orientadas a objetos e interactividad, en general se lograron adicionar ocho funcionalidades que diferencian este método de los anteriores.

6.1.2.2.1 Nuevas funcionalidades

Existen ocho funcionalidades básicas relacionadas con la interactividad basada en el contenido, la compresión y el acceso universal y, por tanto, dentro del ámbito de interés de MPEG-4, cuyo soporte por otros estándares ya existentes o emergentes no es totalmente satisfactorio. El conjunto de herramientas de codificación y el MSDL son precisamente los elementos que soportan dichas funcionalidades que a continuación se describen:

- Acceso a datos multimedia basado en contenido

Se habilita el acceso a datos basado en contenido, mediante diversos procedimientos tales como indexado e hiperenlaces.

- Edición y manipulación del flujo de datos codificados basados en contenido

¹⁰ KOENEN, Rob. MPEG-4 Overview. Marzo 2002

Se proporciona un MSDL y unos esquemas de codificación, a fin de soportar la manipulación y edición de flujos de datos codificados sin precisar, para ello, de transcodificaciones. El MSDL debe ser suficientemente flexible para admitir extensiones en usos futuros.

- Codificación de datos híbridos naturales y sintéticos

Se incluyen métodos eficientes para combinar escenas u objetos sintéticos con escenas u objetos naturales, posibilitar la codificación y manipulación de datos de audio y vídeo sintéticos, y dotar al de-codificador de procedimientos controlables para componer datos sintéticos con otros ordinarios, de forma que se admita la interactividad.

- Acceso temporal aleatorio mejorado

Se provee a MPEG-4 de procedimientos que permitan acceder de forma aleatoria a partes de una secuencia audiovisual, con la limitación de tiempo correspondiente y con buena resolución temporal.

- Eficiencia de compresión mejorada

MPEG-4 proporciona, a las aplicaciones que lo precisen, la mejor calidad audiovisual posible, a una velocidad de transmisión determinada.

- Codificación de múltiples flujos de datos concurrentes

Se facilita la codificación eficiente de vistas o bandas sonoras múltiples y proporciona mecanismos de sincronización para los datos codificados resultantes. En particular, se incorporan procedimientos para aplicaciones estereoscópicas, compatibles con audio y vídeo normales, que permiten explotar la redundancia existente entre diversos puntos de vista o audición, así como otros en los que no sea necesaria dicha restricción.

- Robustez en entornos con propensión a error

Se dota al estándar de una robustez frente a errores (que le permite proporcionar acceso a aplicaciones que utilizan redes de acceso, tanto móviles como cableadas) y de medios de almacenamiento de datos. En concreto, suministrará una suficiente protección contra errores, en aplicaciones de baja velocidad con condiciones de error importantes (ráfagas largas de errores).

- Escalabilidad basada en contenido

Proporciona mecanismos para conseguir codificaciones escalables con granularidad en contenido, calidad y complejidad. Todo ello debe estar orientado a proporcionar escalabilidad basada en contenido a la información audiovisual.

Existen, además, otras funcionalidades nuevas o mejoradas relacionadas con la sincronización, el multiplexado de los datos, la seguridad, el formato y la calidad.”¹¹

Este método es el más completo ya que cumple con las funciones de las versiones anteriores y adiciona algunas aplicaciones que para el manejo de multimedia actual es necesario, para utilización en videoconferencias, videovigilancia y en general todo lo que se trata de empaquetamiento de video en protocolo TCP/IP.

De igual forma esta versión de MPEG requiere de más recursos de hardware y software para su implementación, lo que aumenta su costo, en el caso de implementar este método en los formatos de televisión digital aumentaría su valor comercial y con una versión anterior es posible obtener excelentes resultados en imagen y sonido.

6.1.2.3 MPEG 2

Este formato, el segundo generado por el grupo de expertos de imágenes en movimiento (MPEG), es el utilizado por los tres estándares mundiales de televisión digital, es una excelente opción para compresión de imagen y sonido, se caracteriza por su codificación de video de alta definición (HDTV) y por trabajar a velocidades de 5 a 10Mbps, entre aplicaciones diferentes a la televisión digital las cuales también utilizan MPEG4 están el almacenamiento digital, broadcasting y comunicaciones.

¹¹ AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

Como se necesitaba inicialmente que los formatos de televisión analógica los cuales están basados en video progresivo y entrelazado fueran compatibles con la tecnología entrante, era necesario realizar pruebas que determinaran que la codificación de estos sistemas fueran eficientes lo que fue comprobado, esta es la principal diferencia que se presenta con MPEG1 y una de las pautas para la determinación de que método se implementaría.

El estándar MPEG-2, consta de tres partes o normas aprobadas IS (International Standar). Estas normas son:

1. ISO/IEC 13818-1 Sistemas MPEG-2 (Draft ITU-T Rec. H.222)
2. ISO/IEC 13818-2 Video MPEG-2 (Draft ITU-T Rec. H.262)
3. ISO/IEC 13818-3 Audio MPEG-2

Con respecto al primer estándar encontramos varios progresos en su funcionamiento entre los cuales podemos resaltar los siguientes:

- Múltiples aplicaciones con un solo multiplexor
- Dos nuevas capas que permiten implementar video de alta o baja prioridad
- Nuevos modos de predicción de campos.

Estas tres características determinan en gran parte la mejora que proporcionó este método de compresión.

6.1.2.3.1 Perfiles y niveles MPEG-2

MPEG-2 es una recomendación muy compleja, tiene una larga variedad de combinaciones (sobre 10^6). Sin embargo, un reducido conjunto de combinaciones son definidas bajo "perfiles" y "niveles".

Dentro de los perfiles, una larga variación de desempeños es posible. Por otra parte los niveles son un conjunto de derivaciones impuestas para los perfiles. La combinación de un perfil y un nivel produce una arquitectura muy bien definida para una cadena particular de bits. Los perfiles limitan la sintaxis (por ejemplo los algoritmos), mientras los niveles limitan los parámetros (velocidad de muestreo, dimensiones de las tramas, velocidad binaria codificada, etc.).

- **Niveles:** proveen un rango de cualidades potenciales, definen los máximos y mínimos para la resolución de la imagen, muestras Y por segundo (luminancia), el número de capas de audio y vídeo soportados por los perfiles escalados, y la máxima velocidad binaria por perfil. A continuación una explicación resumida de cada uno de ellos:
 - Nivel Bajo: tiene un formato de entrada el cual es un cuarto de la imagen definida en el registro ITU-R 601.
 - Nivel Principal: tiene una trama de entrada completa definida en el registro ITU-R 601.
 - Nivel Alto 1440: tiene un formato de alta definición con 1440 muestras por línea.

- Nivel Alto: tiene un formato de alta definición con 1920 muestras por línea (para aplicaciones sin cualquier limitación en velocidades de datos).
- **Perfiles:** son definidos subconjuntos con características de sintaxis (por ejemplo: algoritmos), usados para converger la información. Hay cinco diferentes perfiles y cada uno es progresivamente más sofisticado y agrega herramientas adicionales (y por supuesto más costoso para el cliente) con la característica adicional de ser compatible con el anterior. Esto significa que un decodificador equipado con un alto perfil decodificará perfiles simples. A continuación una pequeña explicación de los perfiles:
 - Perfil Simple: es el que ofrece pocas herramientas.
 - Perfil Principal: tiene herramientas extendidas o mejoradas del perfil simple y predicción bidireccional. Tendrá mejor calidad para la misma velocidad binaria que el perfil simple.
 - Perfil Escalable SNR y Perfil Escalable Espacial: son los próximos pasos. Estos dos niveles son llamados escalables porque ellos permitirán codificar datos de vídeo que sean particionados dentro de una capa base y una o más señales "Top-up". La señal Top-up puede tanto tratar la proporción S/N (SNR escalable) o la resolución (escalable espacial).
 - Perfil Alto: este incluye todas las herramientas de las versiones anteriores y mejoradas. Tiene la habilidad de codificar diferencias de color entre líneas simultáneamente. Este es un súper sistema

6.1.2.3.2 Modos escalables y codificación

La función principal de los modos escalables es la priorización de datos de video dividiéndolo en capas base, media y alta, esto asegura que la información codificada sea información de imágenes y no ruido.

- Escalabilidad espacial: Codifica la capa base con un muestreo bajo en relación a las capas superiores. Las capas base reconstruidas son usadas como predicción de las capas superiores.
- Particionamiento de datos: empaqueta en dos cadenas binarias los 64 coeficientes cuantizados de la transformada. La primera cadena es de alta prioridad contiene los coeficientes más críticos, la segunda cadena binaria es de baja prioridad.
- Escalabilidad SNR: es un método de dominio espacial donde los canales son codificados a velocidades de muestreo idénticas, pero con diferentes calidades de imágenes. La cadena binaria de alta prioridad contiene datos de la capa base que pueden ser añadidos a la capa de refinamiento de baja prioridad para construir una imagen de alta calidad.
- Escalabilidad temporal: La primera cadena binaria de alta prioridad codifica vídeo a una baja velocidad de tramas, y las tramas intermedias pueden ser codificadas en una segunda cadena binaria usando la reconstrucción de la primera cadena binaria como predicción.

“El perfil alto soporta tanto el SNR y la escalabilidad espacial como también la opción de muestreo 4:2:2.

- El nivel bajo corresponde a la resolución SIF utilizada en el MPEG-1.
- El nivel principal corresponde a la resolución 4:2:0 "normal" (de hasta 720 píxeles x 576 líneas).
- El nivel alto-1440 está destinado a la HDTV (de hasta 1440 píxeles x 1152 líneas).
- El nivel alto está optimizado para la HDTV (de hasta 1920 píxeles x 1152 líneas).

La principal novedad con respecto a MPEG-1, además de los perfiles y niveles, provienen del tratamiento de las imágenes entrelazadas.

6.1.2.3.3 Modos de predicción específicos MPEG-2 (imágenes entrelazadas)

La estructura "Marco"

También llamada "progresiva". Los bloques y macro bloques se dividen en la imagen completa (Ver figura 6), y la DCT se efectúa, sobre puntos verticales que distan 20 ms en el tiempo, lo que no plantea problemas si los dos campos difieren poco.

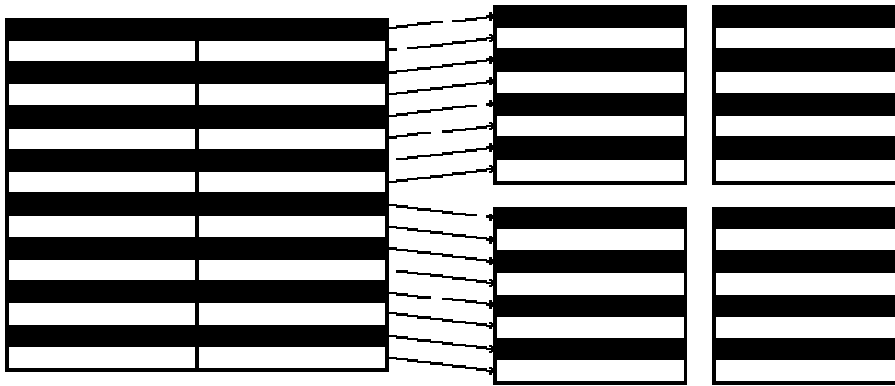


Figura 6. División de los macro-bloques en bloques en modo imagen

La estructura "Campo"

También llamada "entrelazada". En este caso, a fin de evitar un contenido en frecuencias verticales elevadas que reduciría la eficacia de la compresión tras efectuar la DTC, la división de los macro bloques se hace considerando cada uno de los campos como una imagen independiente en el interior del cual se toman los bloques. Ver figura 7

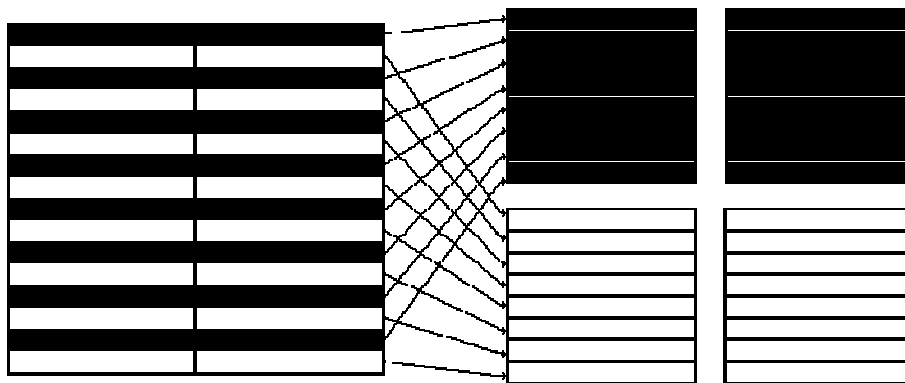


Figura 7 División de los macrobloques en bloques en modo campo

Exploración

La exploración es una técnica que aumenta la probabilidad de realizar una transmisión de datos más eficiente, porque ella envía los coeficientes en orden descendente según su probabilidad. Aquí una exploración en forma diagonal a 45° es la que se denomina una exploración en zig-zag.

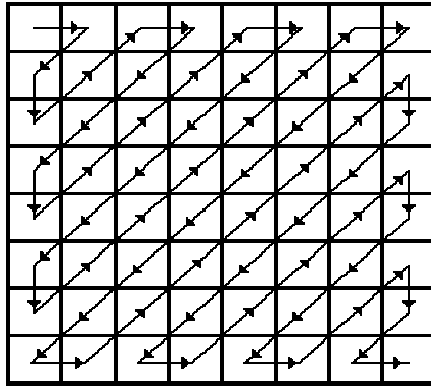


Figura 8 Exploración en zig-zag para cuadros

En la figura 9 se muestra una exploración para una fuente entrelazada, se observa que la exploración se extiende dos veces más por encima del área vertical, de este modo se pueden conseguir más detalles acerca de la imagen. Las frecuencias verticales aparecen dos veces más que las frecuencias horizontales. Por tanto, la exploración ideal para una imagen entrelazada será sobre una diagonal de 67.5°.

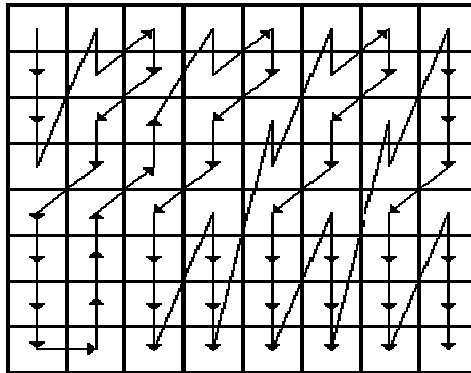


Figura 9. Exploración alternada, normalmente para campos

6.1.2.3.4 Descripción del proceso de Decodificación MPEG-2

Al igual que MPEG-1, la norma no define explícitamente el método de codificación, sino únicamente la sintaxis que controla el tren binario a la salida del codificador, lo cual deja gran libertad a su diseñador.

El esquema de bloques MPEG-1, también se aplica al codificador MPEG-2.

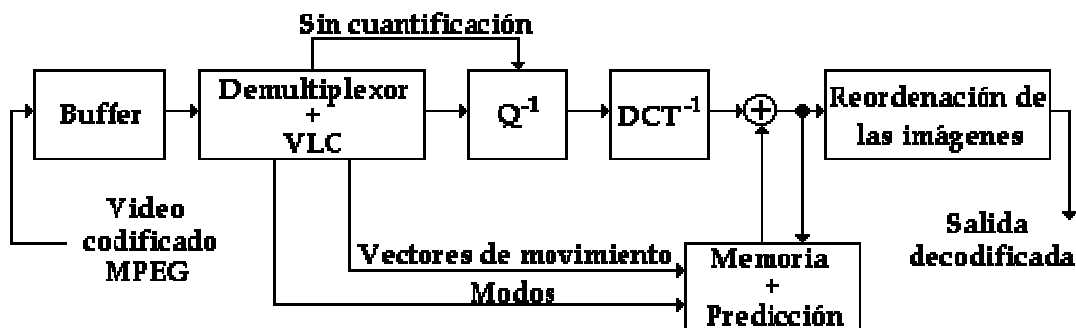


Figura 10. Esquema simplificado del decodificador MPEG-2

6.1.2.3.5 Audio MPEG 2

La compresión de audio MPEG 2 es un algoritmo que, como el vídeo MPEG 2, explota las limitaciones del sistema humano, en este caso el oído. Como en la compresión de vídeo, el algoritmo de compresión de audio también elimina la información irrelevante dentro de la señal de audio. La información irrelevante es cualquier señal imperceptible. Por ejemplo, en presencia de una señal fuerte, todas las señales vecinas flojas son enmascaradas y aunque son parte del espectro, no son percibidas por el oído. El algoritmo MPEG 2 es del tipo "lossy" o con pérdidas pero la distorsión insertada por la señal será inaudible.

La configuración básica del audio MPEG 2 ofrece seis canales de audio. Esta característica debe ser usada para distribuir tres pares de estéreos (o seis canales mono) para aplicaciones multilinguaje o para crear un sistema estereofónico multicanal. Lo anterior crea una realidad como a la de un campo de audio.

Las configuraciones típicas para sistemas estereofónicos multicanales son:

- 1 Canal modo 1/0: Mono
- 2 Canales estéreo 2/0: izquierda y derecha
- 3 Canales estéreo 3/0: izquierda, derecha y centro
- 4 Canales estéreo 3/1: izquierda, derecha, centro y posterior
- 5 Canales estéreo 3/2: izquierda, derecha, centro, posterior izquierda y derecha

- 5.1 Canales estéreo 3/2: izquierda, derecha, centro, posterior izquierda y derecha y un canal de efectos especiales de 100 Hz LFE (Low Frequency Enhancement).”¹³

Como se pudo observar la técnica de compresión MPEG2 y en general todas las técnicas de compresión están basadas en aprovechar las limitaciones de nuestros sentidos como la visión y la audición para eliminar información redundante e imperceptible para transmitir y presentar solo la información que genere realidad y calidad cuando las observemos o las oigamos.

Una de las principales características de la compresión MPEG2 es que es compatible con video analógico como es el caso de los formatos NTSC y PAL, estos formatos son los que actualmente se reconocen en nuestros televisores, para el caso de Colombia el NTSC.

La importancia de esto es que sabemos que debe haber un periodo de transición en el cual las tecnologías analógica y digital deben convivir, en este periodo es crucial encontrar esta compatibilidad ya que será más fácil la migración total una vez se encuentre toda la infraestructura instalada en nuestro país.

¹³ AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

Para concluir también debemos tener en cuenta que existen algunas limitantes, estas son el tamaño combinado con los cuadros por segundo, a continuación encontramos las restricciones existentes en cada formato.

“MPEG-2 en DVB

Restricciones y modificaciones adicionales para DVB-MPEG.

Restringido a una de las siguientes resoluciones:

- 720 × 480 píxel, 24/1.001, 24, 30/1.001 o 30 marco/s
- 640 × 480 píxel, 24/1.001, 24, 30/1.001 o 30 marco/s
- 544 × 480 píxel, 24/1.001, 24, 30/1.001 o 30 marco/s
- 480 × 480 píxel, 24/1.001, 24, 30/1.001 o 30 marco/s
- 352 × 480 píxel, 24/1.001, 24, 30/1.001 o 30 marco/s
- 352 × 240 píxel, 24/1.001, 24, 30/1.001 o 30 marco/s
- 720 × 576 píxel, 25 marco/s
- 544 × 576 píxel, 25 marco/s
- 480 × 576 píxel, 25 marco/s
- 352 × 576 píxel, 25 marco/s
- 352 × 288 píxel, 25 marco/s
- 352 × 576 píxel, 25 marco/s
- 352 × 288 píxel, 25 marco/s

MPEG-2 en ATSC y ISDB-T

Restringido a una de las siguientes resoluciones

- 1920 × 1080 píxeles, hasta 60 campos/s (1080i)
- 1280 × 720 píxeles, hasta 60 cuadros/s (720p)
- 720 × 576 píxeles, hasta 50 campos/s, 25 cuadros/s (576i, 576p)
- 720 × 480 píxeles, hasta 60 campos/s, 30 cuadros/s (480i, 480p)
- 640 × 480 píxeles, hasta 60 cuadros/s¹⁴

¹⁴ <http://es.wikipedia.org>

7 CAPITULO II – ESTÁNDAR EUROPEO DVBT.

7.1 Estándar europeo DVB

En **1991** se plantea la creación de una **plataforma** pan-Europea para desarrollar la **Televisión Digital (TD)**. En Septiembre de **1993** el denominado Grupo de Lanzamiento Europeo (integrado por difusores, fabricantes y reguladores) se firma un **MoU** que establece el marco de trabajo en el que se desarrollará la **TD**

Se comenzó elaborando informes que anticipaban la situación actual, vinculando TD con **nuevos conceptos** (HDTV, recepción en equipos móviles, compatibilidad con otros medios, etc.).

DVB es un consorcio con una clara vocación empresarial, formado por 270 miembros, que incluyen:

- Difusores
- Fabricantes
- Operadores de red
- Desarrolladores de aplicaciones
- Organismos reguladores
- Otros

Con participantes de 35 países.

El objetivo principal es crear un sistema robusto que brinde estabilidad e interoperabilidad para los radiodifusores y pensando en una integración con los servicios actuales como Internet y las comunicaciones móviles.

Estos son los principales aspectos técnicos los cuales nos proporcionan la información necesaria para realizar una comparación con los otros estándares de televisión digital para presentar un análisis objetivo.

7.2 Estándares DVB

Dentro de los múltiples estándares DVB existentes hay tres en particular para aplicaciones de televisión.

7.2.1 DVB-S. Estándar para sistemas digitales de satélite.

Utiliza modulación QPSK (Quaternary Phase Shift Keying), Transmisión por Desplazamiento de Fase Cuaternaria. Sistema de una sola portadora.

7.2.2 DVB-C. Estándar para sistemas digitales de cable.

Emplea modulación QAM (Cuadratura Amplitude Modulation), Modulación de Amplitud en Cuadratura, también de una sola portadora.

7.2.3 DVB-T. Estándar para Televisión Digital Terrestre.

Utiliza modulación COFDM (Codec Orthogonal Frequency Division Multiplex), Multiplex por División de Frecuencia de Portadoras Ortogonales Codificadas. Esta modulación emplea múltiples portadoras y cada una de ellas es modulada en QPSK o 64 QAM.

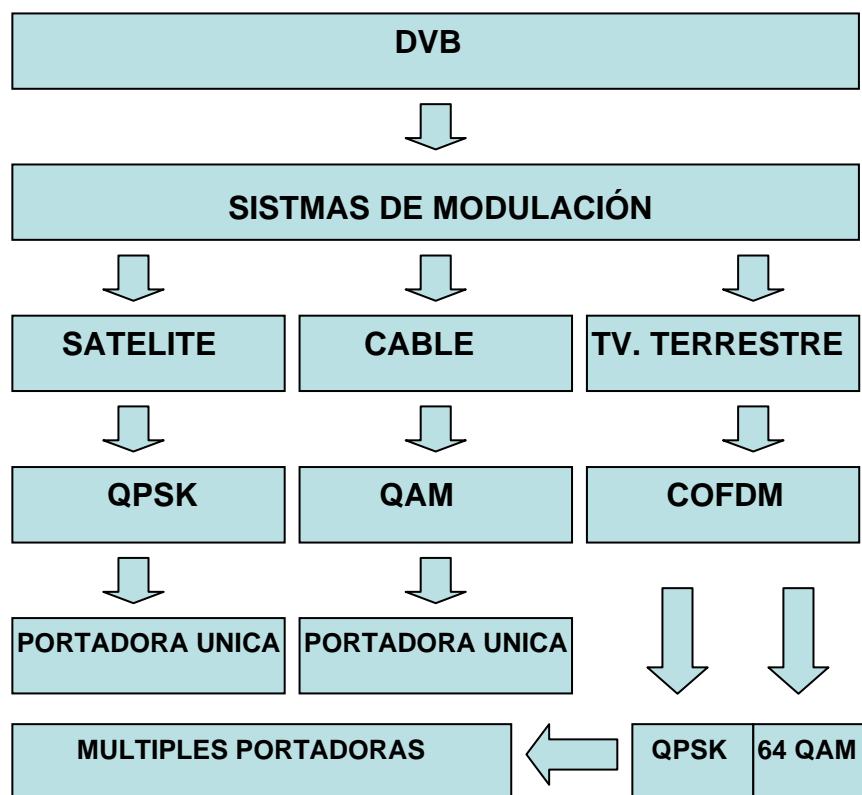


Figura 11 Estándares DVB

El estándar de Televisión digital terrestre será el implementado en Colombia por los que nos enfocaremos en este para realizar un análisis técnico detallado.

7.2.3.1 Características principales del estándar DVB-T

- Emplea compresión de video MPEG-2, norma ISO/IEC 13.818-2.
- Compresión de audio de acuerdo al estándar MPEG-2, norma ISO/IEC 13.818-3.
- El protocolo de los paquetes de datos, multiplex y sistema de transporte es MPEG-2, de acuerdo a la norma ISO/IEC 13.818-1.
- Para la transmisión utiliza el sistema de modulación COFDM de múltiples portadoras.

Con el estándar DVB-T se tienen varios modos de operación los cuales brindan flexibilidad y múltiples aplicaciones. A continuación se explicarán estos modos de operación

7.2.3.1.1 Televisión digital estándar (SDTV) y televisión digital de alta definición (HDTV).

Estos son los dos tipos de servicios del estándar DVB-T. El primero corresponde a televisión digital estándar, con relación de aspecto de 4:3 ó 16:9 y opera en el perfil principal – Nivel principal (MP@ML) del estándar MPEG-2. El audio utilizado en SDTV es el Musicam. En un ancho de banda de 6, 7 u 8 MHz se pueden transportar múltiples canales de SDTV y dos canales de audio en modo estéreo.

En televisión de alta definición se tiene relación de aspecto de 16:9 operando en el perfil principal – Nivel alto (MP@HL) del estándar MPEG-2. Para el audio se utiliza el sistema de compresión Dolby AC-3 o utilizando MPEG-2 se pueden comprimir seis canales.

7.2.3.2 Recepción portable y móvil.

Para este servicio se emplea modulación COFDM y las portadoras están moduladas en QPSK, permitiendo un sistema robusto.

7.2.3.3 Modos de transmisión

7.2.3.3.1 Transmisión No-Jerárquica

En este modo se puede transportar un programa de HDTV con sus audios y datos asociados ó varios programas de SDTV con sus audios y datos asociados, en cualquiera de los dos casos se transmite un flujo de datos de aproximadamente 19,6 Mbps en un ancho de banda de 6 MHz.

7.2.3.3.2 Transmisión Jerárquica

En esta transmisión a diferencia de la anterior se transportan dos flujos de datos combinados en uno solo y cada uno de estos flujos tiene una modulación diferente dentro del sistema COFDM.

La transmisión jerárquica se utiliza para emitir un programa de HDTV para recepción fija y un programa de SDTV para recepción móvil, con un solo flujo de datos.

El flujo de datos tiene dos tipos de prioridad, alta (para recepción móvil) y baja (para recepción fija).

7.2.3.4 Formatos de video

Existen diferentes formatos de video para SDTV y HDTV, en esta tabla se relacionan los más importantes:

FORMATO	Muestras por línea activa x cant. de líneas activas	Relación de aspecto	Tipo de barrido
HDTV	1920X1080	16:09	25I/15P 24/ 29,97P/30P 30I
HDTV	1440X1152	16:09	25P
HDTV	1920X1035	16:09	25P 29,97P/30P
HDTV	1280X720	16:09	25I/50I 23,97I/24I / 29,97I 30I/59,94I/60I
SDTV	720X576	4:3 / 16:9	50I/25I 25P
SDTV	544X576	4:3 / 16:9	25I/25P

Tabla 1 Características de los formatos en HDTV

7.2.3.5 Modulación

7.2.3.5.1 Características de la modulación COFDM

En este tipo de modulación existen dos modos de operación posibles;

-Modo 2k = 1.705 portadoras

-Modo 8k = 6.817 portadoras

Cada uno de estos modos representa un set de portadoras. A este set se le denomina símbolo.

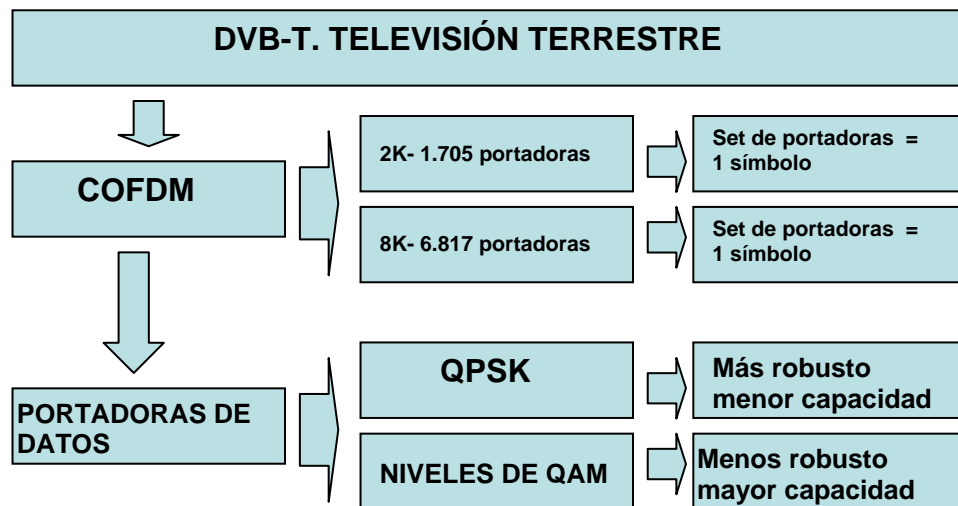


Figura 12 DVB-T

7.2.3.5.2 Sistema de modulación COFDM

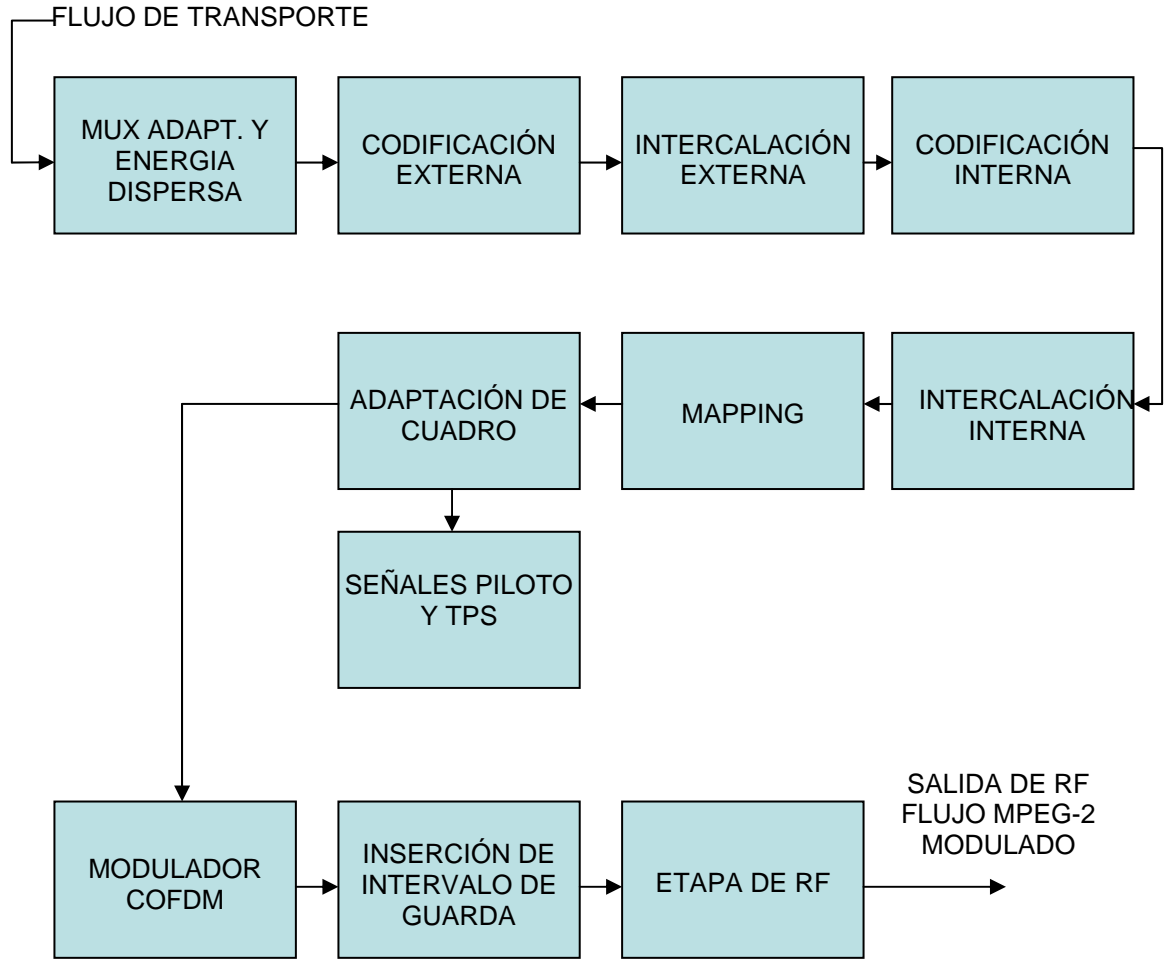


Figura 13 Sistema de modulación COFDM

8 CAPITULO III - ASPECTOS ECONÓMICO Y SOCIAL

8.1 Aspecto económico

Según el portal de economía y negocios, portafolio.com.co¹⁵, la medida impactará el 93% de hogares del país. Esta decisión no sólo implica inversiones para la adopción del sistema ganador y para las empresas de TV, sino que tocará las finanzas de las familias colombianas.

La CNTV y los expertos del sector vinculados al proceso, afirman que la inversión mínima que tendrá que realizar el país para dar este paso tecnológico se encuentra entre los 100 y 150 millones de dólares (190.000 a 284.000 millones de pesos).

Esta decisión activará la economía del sector y se emprende una competencia con el fin de participar y obtener los contratos necesarios para la implementación de la televisión digital en los siguientes años.

El gobierno deberá desembolsar recursos para la construcción de la red que emitirá la nueva señal digital y tendrá que recurrir a las empresas especializadas en este mercado a nivel mundial para la ejecución de este proyecto, así lo asegura Julián Cardona, presidente de la Asociación Colombiana de ingenieros (Aciem)

¹⁵ <http://www.portafolio.com.co>

quien señala que gran parte de los recursos serán para los proveedores de tecnología como Toshiba, LG, NEC, Thomson, Harris y Zenit. De igual forma se requerirá un recurso importante en la integración de la televisión digital móvil a la plataforma celular entre los que participarían empresas como Siemens, Nokia, Ericsson, Alcatel-Lucent.

La televisión Digital (DTV), es una tecnología que permitirá nuevos horizontes transformando lo que hasta hoy conocemos como televisión, esto se debe a que la DTV llegará hasta el receptor del televidente en un formato digital, esto significa que la señal estará virtualmente libre de interferencias lo que presagia mayor calidad de imagen, sonido y lo más importante se tendrá una televisión interactiva lo que genera también expectativas en este mercado. Esto significa que el televidente tendrá canales de retorno que le permitirán acceso condicional para interactuar, ideal para la educación, la asistencia médica o técnica remota, el Webcasting, que permitirá la difusión de contenidos audiovisuales a través de la Word Wide Web, o lo contrario Web TV que permite la navegación por Internet a través del televisor convencional.

La opinión de los expertos es: “En este aspecto se debe determinar la relación costo – beneficio de la implementación de la televisión digital en Colombia, teniendo en cuenta la convergencia de servicios. Adicionalmente, se deben analizar la afectación de la cadena de valor de la televisión en Colombia. Se debe buscar la viabilidad de la transición del sistema analógico para el digital y modelos

de servicios adecuados a la realidad económica y empresarial del país, evaluando los riesgos que trae. En el plan de transición deberá definirse el estándar técnico, previa evaluación de los costos y los beneficios de la adopción de las diferentes alternativas, el proceso de migración de la difusión analógica a la digital y la coexistencia entre ambas, la compatibilidad entre plataformas (terrestre, cable y satelital) y los costos de conversión a la tecnología digital y de programación, entre otros. En la fase inicial, los operadores tendrán que asumir el costo de modernizar sus equipos, con la ventaja que la transmisión con tecnología digital es menos costosa, ya que, entre otras razones, permite un uso más eficiente de la potencia de los transmisores.”¹⁶

¿Pero qué significa esto para el usuario normal en términos de economía? En definitiva la respuesta es obvia, todo servicio tiene un valor y entre mejor sea este mayor será el precio a pagar, claro que este camino ya lo hemos empezado a recorrer; hasta la década de los ochenta (80), la televisión no tenía ningún valor, solamente se requería un televisor y una antena; hasta que surgió un tipo de televisión privada que empezó a instalar las antenas parabólicas y por este servicio se pagaba un valor mensual.

La pregunta que surge es ¿cuánto tenemos que pagar ahora? Hasta ahora Colombia se iniciará un proceso progresivo y la migración puede durar varios años, se tiene proyectado que el apagón analógico ocurrirá en el 2019, lo cual

¹⁶ http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/index.html

significa que a medida que los operadores o canales de televisión vayan haciendo la migración, debemos adquirir los decodificadores si queremos seguir utilizando un televisor analógico, pero si se tiene un televisor adecuado es decir de formato digital europeo, no se tendrá inconvenientes.

Para el caso hay que recordar que igualmente la televisión se seguirá radiando ya en forma digital y quien quiera captarla deberá adquirir su decodificador, en otras palabras quienes no paguen ningún servicio de suscripción, o valor agregado, tendrán un servicio básico.

Para las personas que paguen un servicio de suscripción de televisión recibirán su decodificador, servicios digitales adicionales, y los valores agregados según esté dispuesto a pagar.

El costo de los decodificadores, con el cual se podrán recibir la señal digital en un televisor análogo, será de 72 mil pesos aproximadamente.

Considerando estos precios los comisionados decidieron que no son necesarios los subsidios para la televisión digital.

Según Portafolio los decodificadores básicos con el estándar japonés (nipo-brasileño) tienen un valor de 120 dólares (223.000 pesos), mientras que el europeo vale 26 euros (72.000 pesos) y el americano 30 dólares (56.000 pesos).

Una de las preguntas que los consumidores se están haciendo es si los televisores viejos servirán, a esto podemos responder que en principio, cualquier televisor fabricado a partir de 1995 funcionará con un decodificador, pero limitará algunas de las funcionalidades que ofrece la señal digital, estos decodificadores deberán ser adquiridos por los usuarios sin ninguna clase de subsidio según lo ha dicho el gobierno hasta ahora.

De acuerdo con una encuesta realizada por la CNTV, el 28 por ciento de los colombianos está dispuesto a cambiar de televisor por la llegada de la TV digital, se debe tener en cuenta que aún existen inventario de equipo con sintonizadores análogos que no permitirán una buena señal digital, cada estándar presenta un chip distinto para la recepción, por tanto estas consideraciones se deben tener en cuenta a la hora de comprar un nuevo televisor, lo que se recomienda es que compre su nuevo equipo después que esté implementado el formato digital europeo.

La experiencia de los países que van más adelante nos indicarán los derroteros a seguir en cuanto a protección del consumidor. Se espera un comportamiento del mercado similar al ya experimentado con otros servicios de telecomunicaciones

como el celular y el Internet, inicialmente los precios estarán elevados pero paulatinamente se ajustarán, permitiendo al grueso del conglomerado adquirir estos bienes y servicios.

8.2 Aspecto Social

La revolución de la televisión digital dejará de lado al televidente pasivo, pues con la interactividad el usuario no sólo podrá descargar la programación de sus canales, sino también ver sus programas favoritos en el horario que lo desee.

Este paso tecnológico debería ser para Colombia y Latinoamérica una oportunidad de integración y a si fuera meramente tecnológica con el objeto de compartir contenidos que aportarán al crecimiento regional y lograr algo de independencia de las tendencias impuestas por las potencias que manejan los medios de comunicación a nivel mundial; pero el panorama no es alentador al menos desde el punto de vista de integración latinoamericana, pues se entiende que este proceso no se está tomando como un cambio técnico neutral, pues no se puede ignorar los factores de poder político y poder económico que rodean este proceso. Este fue uno de los asuntos tratados en el primer encuentro latinoamericano de comunicación de la televisión digital y la digitalización en la comunicación llevado a cabo en Buenos Aires el 14 y 15 de octubre 2008.

Cada país es soberano y toma las decisiones que internamente consideren convenientes; para el caso latinoamericano el panorama es el siguiente:

Colombia, Uruguay y Panamá escogieron el estándar europeo (DVBT). México en tanto adoptó el estándar ATSC (estadounidense).el estándar japonés con adaptación brasilera fue el seleccionado por el resto de países suramericanos y algunos de Centroamérica y el Caribe.

Sin embargo con la televisión digital se esperan nuevas oportunidades donde se fomente la inclusión social, promoción de la diversidad cultural y beneficios resultantes de las nuevas formas de explotación del servicio.

Sectores que se beneficiarán serán el de la educación pues ya no habrá excusa para tener acceso a la información, con técnicas aplicables a la DTV, como la WEB TV, sistema que permite la navegación por Internet a través del televisor convencional, entonces en cualquier rincón donde llegue la señal de DTV existe la posibilidad de interactuar con el mundo a través de la red mundial.

Los servicios médicos tele – asistidos, se tendrán igualmente en todas partes beneficiando a la población menos favorecidas.

El mundo de posibilidades es limitado sólo por la imaginación, el factor económico, y la voluntad de los gobiernos. Se tiene ahora con esta tecnología la oportunidad

de resarcir el abandono que por parte del estado han sufrido las zonas apartadas del país, en cuanto a la asistencia médica y educativa entre otros.

En el 2009, se inició la implementación de la televisión digital terrestre pública y el plan abarca 115 municipios de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia Caldas y Tolima para esta primera fase.

Se puede concluir que la migración a la televisión digital influirá en el futuro del país y dependen las políticas gubernamentales, que se saque el mayor provecho en cuanto a asuntos de educación, tele asistencia médica y otros servicios asociados a las telecomunicaciones. De igual forma la empresa privada como universidades, instituciones médicas, comerciales entre otras tiene una herramienta poderosa para llegar con calidad de servicio a nuevos clientes.

9 Capítulo IV - IMPLEMENTACIÓN DE LA DTV EN COLOMBIA

En este capítulo se emitirá un concepto basado en los planes de la Comisión Nacional de Televisión quien tiene estimado que para el 2019 se dará en Colombia el Apagón Analógico, será el año cuando las transmisiones análogas de televisión se suspenderán y solo se emitirán señales digitales por la plataforma respectiva, que para esa fecha deberá estar funcionando en todo el territorio nacional tanto de los canales estatales, privados, regionales y comunitarios.

Se espera que de igual forma los contenidos audio visuales que se estén transmitiendo satisfagan a la comunidad y que se encuentre preparada para aprovechar y asimilar la cantidad de información que tendrá a su disposición.

En la figura 14, llamada Implementación de la Televisión Digital, la comisión Nacional de Televisión muestra un resumen de las etapas planeadas, donde se expone cronológicamente los diferentes pasos que el ente encargado tendrá para desarrollar el proceso.

Implementación de la televisión digital se proyecta desde finales de 2005 hasta inicios de 2019

Estudio y capacitación se desarrolló desde el 2005 hasta 2008

Realización y participación en foros se desarrolló desde el 2005 hasta el 2007

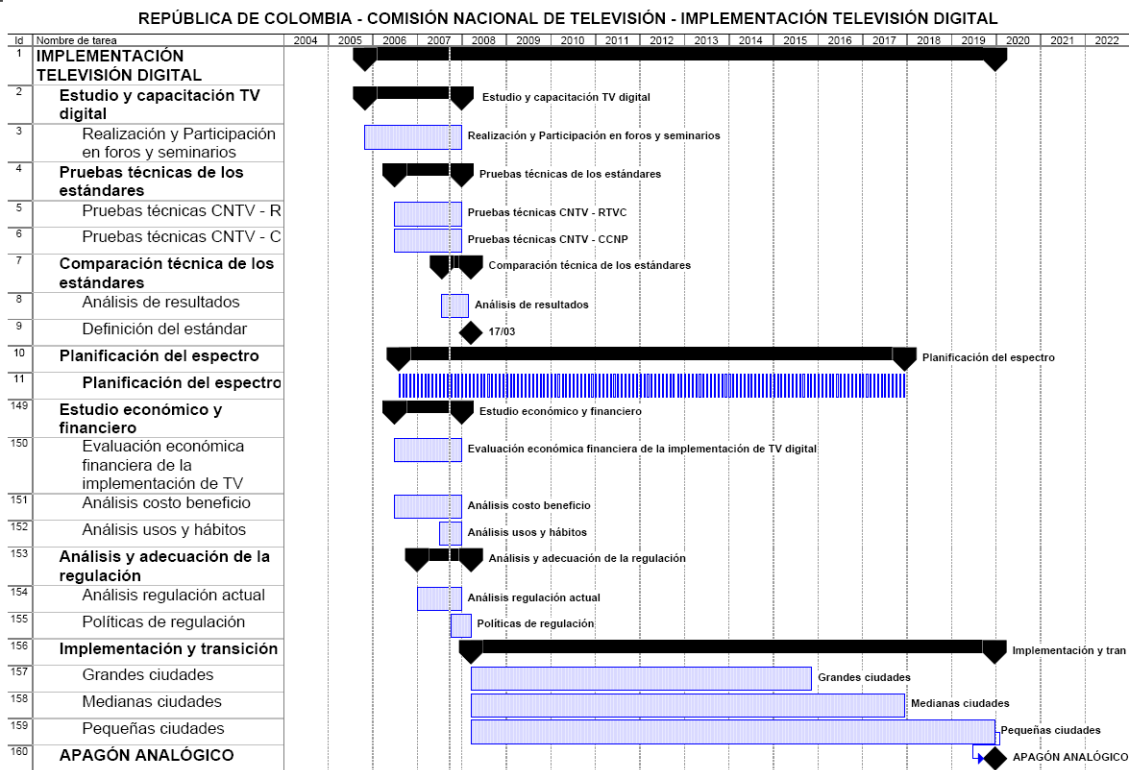
Pruebas técnicas de los estándares del 2006 al 2008

Definición del estándar agosto del 2008

Planificación del espectro se desarrollará durante el tiempo de ejecución del proyecto

Estudio económico y financiero se ejecutó entre el 2006 y el 2008

La implementación y transición se dará de las grandes ciudades a las más pequeñas durante el periodo de ejecución del proyecto.



Proyecto: TV DIGITAL V.1

Tarea



División



Hito



Resumen



Figura 14 Cronograma de la CNTV ¹⁷

¹⁷ Figura tomada de la página de la CNTV http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/

9.1 Proceso de implementación de la televisión digital en Colombia

De acuerdo con la Comisión Nacional de Televisión el proceso de implementación de la televisión digital en Colombia es el siguiente:

La Comisión Nacional de Televisión en la VI Reunión del Comité Consultivo Permanente II, realizado en San José de Costa Rica en el mes de octubre de 2005, presentó el documento “Guía de implementación de la Televisión Digital Terrestre TDT”. El documento está disponible en la página de la institución <http://www.cntv.org.co>

“Este documento está elaborado bajo la metodología establecida por los países miembros de Comisión Interamericana de Telecomunicaciones CITEL.”

El proceso para la Implementación de la televisión Digital en Colombia está enmarcado en el tiempo en un periodo de 15 años aproximadamente, desde el momento de la creación de los comités encargados de esta tarea, inicio de estudios, pruebas e implementación, hasta el apagón analógico.

9.1.1 Estudio y capacitación

Estudio y capacitación sobre televisión digital se dio inicio en el 2005 y se proyectó hasta el 2008, durante este periodo los encargados de esta migración se prepararon para tomar una opción que beneficiara a todos los involucrados en este proceso.

9.1.2 Realización y Participación en foros y seminarios.

De acuerdo a lo contemplado en el plan de acción de la Comisión Nacional de Televisión se desarrollaron foros con participación abierta en las diferentes regiones del país con el ánimo de hacer participativo este proceso y que la sociedad conociera de primera mano lo que significa este proceso y así mismo conocer las inquietudes y aportes de las diferentes regiones, antes de que la CNTV escogiese el estándar de TV digital.

Estos foros se ha realizado en:

- En Cali 28 de marzo de 2008, se llevo a cabo el primer foro de televisión Digital Terrestre (TDT), convocado por la Comisión Nacional de Televisión (CNTV).
- En la Plaza Mayor Convenciones y Exposiciones de Medellín se realizó el miércoles 2 de abril de 2008, el segundo foro sobre Televisión Digital Terrestre (TDT).
- 4 de abril de 2008 se realizó el tercer foro de Televisión Digital Terrestre (TDT) con asistencia de gente de la televisión y particulares residentes en el Eje Cafetero colombiano.
- El martes 8 de abril de 2008, la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) realizó en Bucaramanga el cuarto foro sobre Televisión Digital Terrestre (TDT), en el Hotel Dann Carlton.

- La Universidad Autónoma del Caribe, de Barranquilla, fue escenario, del quinto foro sobre Televisión Digital Terrestre (TDT), convocado por la Comisión Nacional de Televisión (CNTV).
- El sexto foro de TDT se realizó en Bogotá, el 29 de abril de 2008.

El común denominador de estos foros fue la participación de amas de casa, estudiantes, profesores, productores y realizadores de TV, publicistas y representantes de canales privados, comunitarios y locales, Los asistentes principalmente indagaron sobre los beneficios de la TDT, sobre cómo se hará la implementación, sobre los costos, sobre el cubrimiento y sobre los contenidos.

Estos fueron moderados por la entonces Directora de la CNTV, María Carolina Hoyos Turbay. A través de estos foros la entidad explicó cómo con la TDT abrirá la posibilidad de tener más contenidos, de mejorar la calidad de imagen y sonido, de interactuar y otras ventajas más.

9.1.3 Pruebas técnicas de los Estándares

Las siguientes notas son tomadas textualmente del informe sobre el avance de los estudios y pruebas de Televisión Digital Terrestre (TDT) que adelantó la Comisión Nacional de Televisión en desarrollo del Plan para la Implementación de la Televisión Digital en Colombia.

9.1.3.1 Pruebas de TV Digital Terrestre en Bogotá

“La Junta Directiva de la CNTV, mediante acta 1215 de enero 17 de 2006, autorizó al Consorcio de Canales Privados CCNP, para utilizar las frecuencias 60, 62, 64 y 66 para la Ciudad de Bogotá con el fin de iniciar las pruebas técnicas de televisión digital en los sistemas ATSC y DVB radiodifundidos desde la estación de Suba (Calatrava). Para esto, el CCNP solicitó al Ministerio de Comunicaciones licencia para los enlaces de microondas entre el Centro de Emisión y Suba.

El 5 de julio de 2006, la CNTV organizó el I Foro de Televisión Digital, con la participación de expertos internacionales de los estándares americano y europeo.

En el marco de ese foro se realizó la primera transmisión de Televisión Digital Terrestre, tanto en formato estándar (SDTV) como en formato de alta definición (HDTV), a través de dos transmisores de los estándares ATSC y DVB T instalados en la estación de cerro suba.

Desde ese momento, los transmisores han venido operando y en la actualidad se encuentran transmitiendo señales con contenidos en alta definición para los dos estándares en los canales 60 y 62.

Para el Estándar ATSC, se ha utilizado un transmisor de estado sólido marca HARRIS modelo RANGER el cual tiene una potencia nominal de 1kW y se

encuentra operando a 500W. Este transmisor cuenta con un sistema de monitoreo de señal.

Para el sistema DVB fue implementado un transmisor de estado sólido marca BTSA de potencia nominal de 1kW operando a 500W.

El sistema radiante está compuesto por una torre auto soportada con una altura de 120 metros en la cual se encuentra instalado el sistema de antenas. Las antenas están ubicadas a 119 metros, son de tipo panel de 4 dipolos para operar en la banda V (UHF) y están distribuidas en un arreglo 1-1-2-1 en donde el acimut entre caras es el siguiente 0° , 90° , 180° y 270° . Cada elemento unitario tiene una ganancia de 11.35 dB y en conjunto es de 13.37 dB. Para interconectar el sistema se utiliza cable tipo HF 1-5/8" dieléctrico de aire y la guía de onda tiene una longitud de 128m. Este es un sistema Diplexado.

En la siguiente imagen se puede apreciar los transmisores y antenas instaladas para las pruebas.

Ambos estándares utilizan un sistema de compresión y multiplexación de video que manejan dos formatos de calidad, uno de alta definición y otro de definición estándar los cuales son entregados al transmisor.

Como era de esperare en algunos sitios no se detecta presencia de señal en razón al patrón de radiación utilizado, potencia de operación o distancia respecto al transmisor.”

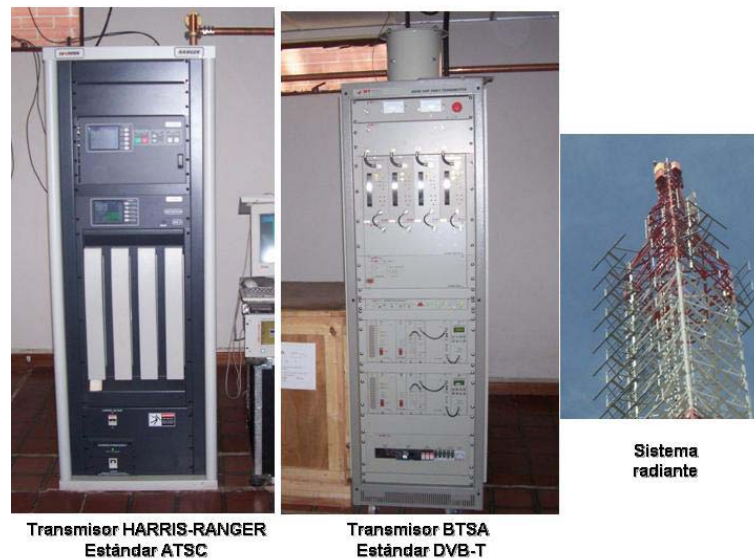


Figura 15

Fotografía correspondiente a los equipos utilizado CNTV en las pruebas de TV Digital Terrestre en Bogotá (fotos de propiedad de la CNTV disponibles en: http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/¹⁸

9.1.3.2 Pruebas RTVC

“La Junta Directiva de la CNTV mediante acta 1287 de noviembre 9 de 2006, aprueba el proyecto “Pruebas de Televisión Digital Terrestre empleando equipos

¹⁸ http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/

transmisores en formato ATSC y DVB-T” para que RTVC realice pruebas con un transmisor ubicado en la estación cerro suba con cubrimiento para Bogotá.

Para este proyecto TELEFONICA TELECOM adquirió la instrumentación necesaria para la realización de estas pruebas, equipos que ya fueron entregados a RTVC.

Para el caso de las pruebas con RTVC, se utilizan los equipos instalados en la estación de Calatrava que se encuentra ubicada al noroccidente de Bogotá y tiene como tarea reforzar los servicios de televisión en el norte y occidente de la ciudad.

En el salón de equipos de la estación Calatrava, se encuentran los transmisores con los que se están realizando las pruebas que fueron instalados en calidad de préstamo por los representantes de las marcas PLISH y DMT. Cada uno está al servicio de un estándar determinado y sus características de potencia y video son similares. Cuentan con 500 vatios de video y la distribución de las antenas una sola, con el fin de garantizar condiciones equivalentes de los estándares.

El sistema de antenas se encuentra ubicado en la parte superior de la torre auto soportada de 50 metros de altura con una configuración 2 – 2 – 2 – 2, lo cual garantiza una potencia uniforme en los 360°. Las antenas son de tipo panel UHF, el cable utilizado es de 1 5/8” y la ganancia unitaria por antena es de 11.35 dB.”



Transmisor PLISH Y DMT



Encoder



Sistema Radiante

Figura 16

Fotografía correspondiente a los equipos utilizado CNTV en las pruebas RTVC
Fotos de propiedad de la CNTV disponibles en:
http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/¹⁹

¹⁹ http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/

9.1.3.3 Pruebas Cartagena DVB-H.

“Durante los días 25, 26 y 27 de octubre de 2006, la CNTV autorizó a la Empresa HARRIS CORPORATION para realizar pruebas técnicas de Televisión con capacidad para ser recibida en dispositivos portátiles usando el estándar internacional DVB-H con cubrimiento limitado al Centro de Convenciones de la Ciudad de Cartagena en desarrollo del XXI Congreso Nacional y XII Andino de Telecomunicaciones – ANDICOM.”²⁰

9.1.3.4 Pruebas Cartagena DVB-T

“En desarrollo de la Cumbre de TV Digital realizada en la Ciudad de Cartagena los días 3 y 4 de mayo, la Comisión Nacional de Televisión autorizó la realización de transmisiones de prueba de señales digitales de Televisión desde el cerro la Popa en el estándar DVB-T.”

9.1.3.4.1 Pruebas Estándar Japonés.

“La Comisión Nacional de Televisión suscribió varias comunicaciones a la Embajada del Japón, y agencias internacionales de cooperación con el fin de lograr la participación de un experto japonés en televisión digital en el Congreso

²⁰ http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tv_digital/

Internacional de Telecomunicaciones a celebrarse los días 10 al 12 de julio/06, con el fin de conocer más de cerca el funcionamiento, costos, ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas de difusión y así, poder iniciar una agenda interna que tenga el objeto de determinar cuál es el más conveniente para el país.

Adicionalmente se solicitó a la Embajada del Japón informar las empresas con las que se puede tener contacto para realizar pruebas del estándar japonés en Colombia, recomendando contactar a NHK.

La CNTV suscribió a las empresas NHK, NEC y TELEVISION y vides DIGITAL con el fin de solicitar colaboración para instalar equipos del estándar japonés en la Ciudad de Bogotá.

Las pruebas del estándar japonés estuvieron acompañadas, por charlas paralelas por parte del viceministro de Asuntos internos y Comunicaciones del Japón, Kiyoshi Mori, donde se explicó los beneficios de este estándar también participó la empresa japonesa Toshiba Mori, quienes expusieron con detalle las características del estándar Japonés.

10 Capítulo V. - VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DVBT

10.1 Ventajas del estándar Europeo DVBT

Según la Comisión Nacional de Televisión, Colombia escogió el estándar europeo por la movilidad, la alta definición, interactividad y el uso de múltiples canales.

Su gran ventaja es que es el formato más extendido en el mundo, pues ha sido acogido en 128 países que representan la mitad de la población mundial.

Hace un mejor uso del espectro electromagnético, lo que facilita una mayor oferta de canales, y por ende de contenido.

Se optimiza el uso del espectro radio eléctrico, porque la señal digital es relativamente pequeña comparada con una señal analógica, esto quiere decir que por el ancho de banda de un canal analógico de 6 Mhz, podrán viajar hasta 4 canales digitales, esto significa que abra espacio para otros servicios de telecomunicaciones.

El precio de los decodificadores es el más bajo (35 euros) para equipos móviles.

Dentro de las ventajas de este estándar tenemos:

10.1.1 Aumento en capacidad de transporte.

Una de las principales ventajas es la emisión de múltiples canales de televisión

digital por el mismo ancho de banda de espectro radio eléctrico que hoy ocupa un solo canal análogo. El ancho de banda de un canal de televisión análogo es de 6 MHz para el estándar que manejamos en Colombia. Con el nuevo formato de DVBT, el cual aplica tecnología de compresión, se pueden alojar múltiples canales en el mismo ancho de banda. Si los canales son de deportes por ejemplo, donde existen movimientos de la imagen de manera rápida, la capacidad de canales a alojar en un ancho de banda de 6 MHz es la de un canal de Alta Definición (HDTV) y hasta tres canales estándar (SDTV). Si los canales a emitir son de programas con movimientos moderados, la capacidad de canales a alojar en un ancho de banda de 6 MHz es de hasta 6 canales estándar o más.

Los costos por ende son menores, dado que se utiliza la tecnología de compresión para la multiplicidad de canales.

10.1.2 Mayor Calidad de video e imagen.

Mediante el proceso de digitalización y compresión del video es posible aumentar la resolución y la información adicional del video, logrando así mayor calidad de imagen. De igual forma sucede con el audio, se logra transportar mucha más información de audio aumentando la calidad del sonido de manera significativa.

10.1.3 Inmunidad al ruido.

La señal analógica sufre degradación de su contenido a medida que se va dispersado por las redes de distribución, esto por la distancia y falta de repetidores, conectores o equipos usados de baja calidad, la señal llega al usuario final degradada y aparecen efectos como el lluvioso, superposición o barridos en la pantalla. Al digitalizar las señales las mismas llegarán al abonado como tramas de paquetes de datos para su decodificación y visualización en la pantalla. De esta forma si la señal se degrada, mientras respete ciertos límites de tolerancia, será decodificada tal cual fue transmitida.

Si por alguna causa existieren pérdidas de información y el protocolo no sea orientado a conexión habrán pérdidas eventuales de señal, pero esta llegará a todos los abonados con la misma calidad. También los sistemas de codificación emplean métodos de detección y corrección de errores (FEC) por los cuales si la distorsión es excesiva, tratará de corregir los dígitos que podrían estar errados.

10.1.4 Seguridad.

La televisión digital requiere de decodificadores en el usuario final para hacer inteligible la señal, por esta razón es eficiente en el control de la piratería y en el control de contenidos para el usuario final, los servicios adicionales estarán a la

orden del día como: PPV (Pay Per View), VOD (Video On Demand), nVOD (Nera, Video on Demand), canales de música, mercadeo, especializados, etc.

10.1.5 Interactividad.

Podrán utilizarse canales de retorno para que el usuario logre una absoluta interactividad con la programadora y así solicitar la información que quiera, a la hora que quiera. Pero el impacto de la interactividad en la televisión digital, aun no lo conocemos, no sabemos en qué medida afectará a la cultura colombiana, esperamos se use para provecho, esto es se utilice para la educación o la asistencia médica por ejemplo.

10.1.6 Movilidad.

La señal digitalizada permite ser transportada y llegar a nuevos equipos terminales de reproducción de video (celulares, ipods, reproductores portátiles de video, etc) y también ser distribuida sobre nuevas redes (Internet, Telefónicas, etc)

Pero para el caso de la televisión móvil en el estándar DVB-H, debemos aclarar que es totalmente diferente de la telefonía móvil, el terminal de telefonía y TV solo comparten el espacio en la carcasa y la fuente de alimentación, teóricamente son dos terminales en un mismo equipo, porque reciben las respectivas señales por frecuencias y modulaciones distintas.

“La siguiente figura muestra en azul la estructura de la industria de televisión digital en movilidad mediante el sistema adoptado por la Unión Europea DVB-H. (Para facilitar la comparación se ha incluido, asimismo, una parte de la difusión digital terrenal, excluyendo la vía de retorno o interacción de la DVB-T). El recuadro gris muestra que las actividades de producción, programación y difusión son similares a las de la TDT.”²¹

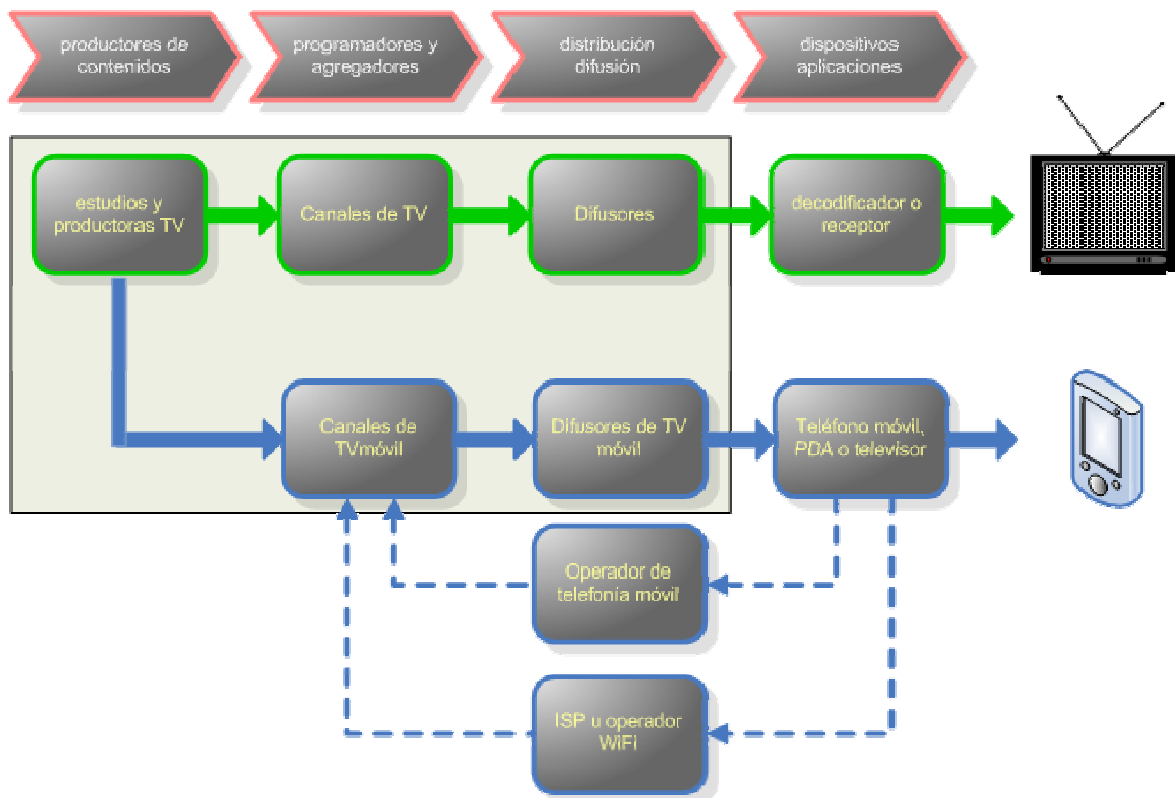


Figura 17 Estructura industria TV Movil.pgn²²

²¹ Comentario tomado de <http://es.wikitel.info>

²² <http://es.wikitel.info>

10.1.7 Transmisión de audio

Las facilidades que brinda la televisión digital en cuanto a la transmisión de audio, es la calidad de este, podemos hablar que en una transmisión de alta definición en un canal de 6 Mhz mas tres canales estándar, puede ir acompañado de hasta 15 canales de audio de alta calidad, esto nos permite emitir señales con formato de audio de 5 vías o más.

10.2 Desventajas Ventajas del estándar Europeo DVBT.

Consideramos que la desventaja no es tecnológica pues cada estándar cumple con unas condiciones básicas que debe tener la televisión digital, consideramos que la gran desventaja es de tipo económico a mediano plazo para el país, pues el tan luchado TLC se está tratando de lograr con estados unidos y no con Europa, y desde ese punto de vista habría convenido el estándar Americano.

Realizando una comparación entre los tres estándares podemos concluir que el estándar americano (ATSC) cumple con las características necesarias para prestar un buen servicio debido a su desempeño, por su tipo de modulación tiene un mayor cubrimiento de área con menor potencia de transmisión, pues cubre 90 Km, mientras que los otros estándares tienen un cubrimiento de 40 Km y deberán utilizar mayor potencia de transmisión y una topología más extensa para lograr la cobertura deseada. En este aspecto el estándar Americano permite llegar a

lugares apartados con menor costo de infraestructura e implementación. En nuestro concepto este parámetro es una desventaja del estándar europeo.

11. CONCLUSIONES

La TTD tendrá un gran impacto en la población en la medida en que le permitirá acceder a nuevos servicios y aplicaciones y contribuirá a masificar el uso de las TIC. Adicionalmente a esto se generarán nuevas oportunidades de negocio, basados en la nueva función de la interactividad ofrecida por esta tecnología, podemos pensar en utilizar la infraestructura de implementación de la televisión digital para aumentar el cubrimiento de Internet a nivel nacional, mejorar los servicios de educación y salud en las regiones apartadas.

La cadena de valor de la industria se modificará y será necesario adecuar el marco regulatorio y la gestión del espectro a las nuevas condiciones tecnológicas.

Los televidentes según la CNT no tendrán ningún trauma por ahora en cuanto a la recepción de la señal de televisión, si no quieren adquirir un nuevo televisor o la caja decodificadora, durante un periodo de transición.

Diez años convivirán las tecnologías análoga y digital en el país. Así, la televisión que conocemos se apagaría en 2019, a este evento es llamado apagón analógico o SWITCH OFF que es el final de las operaciones de la televisión analógica.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.nhk.or.jp/strl/publica/bt/en/pa0007.html>

www.atsc.org

www.atscforum.org

http://www.atsc.org/news_information/papers.html

www.cntv.org.co

www.citel.oas.org

TRANSMISSION SYSTEM FOR DIGITAL TERRESTRIAL, TELEVISION
BROADCASTING ARIB STANDARD

Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television

ISO/IEC 13818 (Parts 1 to 3): "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information".

ETSI EN 300 421: "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services".

ETSI EN 300 429: "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems".

ETSI EN 300 468: "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems".

Axis comunicatios, técnicas de compresión.

Leonardo Chiariglione, CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO

AMURA, Alberto. Seminario de imagen y sonido digital, Universidad Fasta. 2004

SIMONIETA, José. Televisión Digital Avanzada, intertel, 2002