



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad Y Computación

**“EVALUACIÓN DE LOS ESTANDARES DIGITALES QUE
ACTUALMENTE USAN LAS OPERADORAS DE AUDIO
Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN”**

TESINA DE SEMINARIO

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Presentado por:

David Leonardo Rodríguez Rodríguez

Roberto Javier Valencia Delgado

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2012**

AGRADECIMIENTO

A Dios, que nos ha conservado con vida y salud. A nuestros padres, quienes han sido, son y serán un pilar fundamental en nuestras vidas. A nuestros profesores, en especial al Ing. César Yépez, por todos los conocimientos y consejos transmitidos.

DEDICATORIA

*A nuestros padres por su infaltable apoyo
A nuestros familiares por estar ahí siempre
A nuestros amigos, por llegar a ser parte de nuestras vidas.*

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

MSc. César Yépez

PROFESOR DEL SEMINARIO

Mgs. Washington Medina

PROFESOR DELEGADO POR LA
UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

David Leonardo Rodríguez

Roberto Javier Valencia

RESUMEN

El presente estudio analiza los principales aspectos de los protocolos digitales utilizados en los diversos operadores de televisión de audio y video por suscripción, analizando tanto desde el punto de vista tecnológico, como desde el punto de vista legal.

La tecnología digital llega a los usuarios en diferentes plataformas, tenemos la televisión digital terrestre, la móvil, la satelital, sobre internet y la de difusión por cable, todas estas perfectamente aplicables, desde el punto de vista tecnológico, a nuestro medio.

Inevitablemente las operadoras de transmisión abierta, así como las operadoras de audio y video por suscripción, tendrán que migrar a la era digital, porque el mundo así lo está haciendo, por lo tanto las políticas gubernamentales tienen que estar encaminadas a suavizar los impactos económicos de la implementación.

Una buena regulación, la posibilidad de subsidios o planes de financiamiento para las adecuaciones de los sistemas digitales serán sin duda uno de los mecanismos que impulse el cambio de una manera gradual.

Cuatro son los estándares, tenemos el ATSC, formato americano, el DVB formato europeo, el ISDB formato japonés y el SBTVD formato brasilero, todos estos compitiendo por una porción del gran mercado mundial. Todos los estándares son similares tecnológicamente hablando con diferencias mínimas. La diferencia mayor, desde nuestro punto de vista es la cantidad de países que han adoptado los formatos.

Los modelos de negocios para todos los distribuidores de instrumentos se muestran alentadores, ya que todos querrán comprar un televisor digital y los que no, tendrán que comprar los decodificadores, además de accesorios como antenas, cables, etc.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
1. PLANTEAMIENTO	1
1.1. Definición del problema.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Alcance.....	4
2. ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DIGITALES DE LAS OPERADORAS POR CABLE.....	5
2.1 Breve reseña histórica de cuando lo implementaron.....	5
2.1.1. Historia TV cable	5
2.1.2. Historia Claro Tv	6
2.1.3 Historia Univisa	7
2.1.4. Historia DirecTV	8
2.2. Análisis de los estándares escogidos por las operadoras	9
2.2.1. Estándar ATSC	9

2.2.2. Estándar DVB-T	20
2.2.3. Estándar ISDB-T.....	28
2.3. Motivos por los cuales escogieron dicho estándar, cada operadora.	33
2.3.1. Empresa Claro TV	33
2.3.2. Empresa Grupo TV Cable	34
2.3.3. Empresa Univisa.....	35
2.3.4. Empresa DirecTV	35
3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TV ECUATORIANO	37
3.1. Análisis del sistema escogido por el país “SBTVD-T”	37
3.1.1. Descripción del sistema SBTVD-T.....	37
3.1.2. Características de la fuente.....	39
3.1.3. Características del sistema de codificación y modulación.....	40
3.2. Razones de porque el Ecuador adopto el sistema SBTVD	41
3.3.Comparación del sistema adoptado con los otros.	44
3.3.1. Sistema ATSC vs Sistema ISDB-T	44
3.3.2. Sistema DVB-T vs Sistema ISDB-T	45
3.3.4. Desventajas propias de cada sistema	48
3.4. Ventajas y desventajas del sistema SBTVD en el Ecuador	49
3.4.1. Ventajas	49
3.4.2. Desventajas	51

4.	ESTRUCTURA DE LA RED DE LAS OPERADORAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN	52
4.1.	Modos de transmisión digital por suscripción	52
4.1.1.	Televisión digital por satélite	52
4.1.2.	Televisión digital por cable	54
4.2.	Análisis del Headend al usuario que utiliza Grupo Tv Cable.....	56
4.2.1.	Transmisión y recepción	57
4.2.2.	Codificación de video	67
4.2.3.	Codificación de audio.....	91
4.2.4.	Modulación de la señal digital.	96
4.3.	Análisis del Headend al usuario que utiliza Univisa.....	102
4.3.1.	Transmisión y recepción	103
4.3.2.	Codificación de la señal de video	108
4.3.3.	Codificación de la señal de audio.....	108
4.3.4.	Modulación de la señal digital.	111
4.4.	Análisis del Headend al usuario que utiliza Claro.	112
4.4.1.	Transmisión y recepción	113
4.4.2.	Codificación de la señal de video	119
4.4.3.	Codificación de la señal de Audio	120
4.4.4.	Modulación de la señal digital.	120

4.5. Análisis del Headend al usuario que utiliza DirecTv.	121
4.5.1. Transmisión y recepción	122
4.5.2. Codificación de la señal de video.....	125
4.5.3. Codificación de la señal de audio.....	125
4.5.4. Modulación de la señal digital	126
5. Problemas legales y técnicos que enfrentan las operadoras de audio y video por suscripción por diferencia de estándares.....	129
5.1. Problemas legales	129
5.2. Problemas técnicos.....	133
5.3. A qué medidas se afecta al usuario de las operadoras por dichos problemas.....	135
5.4. Posibles soluciones legales y técnicas para la operadoras de audio y video por suscripción	137
5.4.1. Posibles soluciones legales	137
5.4.2. Posibles soluciones técnicas	138
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
CONCLUSIONES.....	142
RECOMENDACIONES.....	144
BIBLIOGRAFIA.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 SISTEMA ATSC	10
FIGURA 2.2 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SISTEMA DE CODIFICACIÓN Y MODULACIÓN ATSC	16
FIGURA 2.3. A) ESPECTRO VSB, B) ESPECTRO ANALÓGICO NTSC.....	19
FIGURA 2.4 DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DVB-T	21
FIGURA 2.5 MODOS DE OPERACIÓN EN 2K Y 8K EN COFDM	26
FIGURA 2.6 MODULADOR COFDM.....	27
FIGURA 2.7 SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE CANAL Y JERARQUIZACIÓN DE ISDB-T	30
FIGURA 3.1 DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA ISDB-T.....	39
FIGURA 3.2 VENTAJAS PROPIAS DE CADA SISTEMA.....	46
FIGURA 4.1 RECEPCIÓN DE SEÑAL SATELITAL	53
FIGURA 4.2 RECEPCIÓN DE SEÑAL POR CABLE.....	55
FIGURA 4.3 TRANSMISION(HEADEND-USUARIO) TV CABLE.....	56
FIGURA 4.4 ANTENA DE RECEPCIÓN SATELITAL.....	57
FIGURA 4.5. RECEPTOR SATELITAL MONOCANAL	59
FIGURA 4.6. EQUIPO DUET	59
FIGURA 4.7. 1E.G.T	60
FIGURA 4.8. 1SWITCH.....	60
FIGURA 4.9. RECEPTORES MULTICANALES.....	61
FIGURA 4.10. MMC.....	61
FIGURA 4.11. RECEPTOR HD.....	62
FIGURA 4.12. SEN Y APEX	63
FIGURA 4.13. SPLITTER.....	63
FIGURA 4.14. TRANSMISOR ÓPTICO	64
FIGURA 4.15. DEMODULADOR.....	64

FIGURA 4.16. SPLITTER DE CANAL LOCAL.....	65
FIGURA 4.17. HEMI.....	65
FIGURA 4.18. DAQ.....	66
FIGURA 4.19. ARPD.....	67
FIGURA 4.20 GRUPO DE IMAGENES.....	79
FIGURA 4.21 LOGO DE DOLBY.....	94
FIGURA 4.22 DIAGRAMA DE CONSTELACIÓN QAM16.....	100
FIGURA 4.23 TRANSMISION (HEADEND-USUARIO) UNIVISA.....	102
FIGURA 4.24 RECEPCIÓN SATELITAL.....	103
FIGURA 4.25 IRD.....	103
FIGURA 4.26. DECODER DVB.....	104
FIGURA 4.27 MULTIPLEX SCRAMBLER.....	105
FIGURA 4.28. SPLITTER.....	105
FIGURA 4.29. CAS.....	106
FIGURA 4.30. SWITCH.....	107
FIGURA 4.31 ANTENA DE TRANSMISIÓN.....	107
FIGURA 4.32 TRANSMISION (HEADEND-USUARIO) CLARO.....	112
FIGURA 4.33 RECEPCIÓN SATELITAL.....	114
FIGURA 4.34. IRD.....	115
FIGURA 4.35. DAQ.....	116
FIGURA 4.36. ENCODER.....	117
FIGURA 4.37. SWITCH.....	117
FIGURA 4.38. MUX SCRAMBLER.....	118
FIGURA 4.39 TRANSMISION (HEADEND-USUARIO) DIRECTV.....	121

FIGURA 4.40 CONSTELACION QPSK.....127

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. FORMATO DE VIDEO MÁS COMÚN EN USA.....	12
TABLA 2.2. FORMATOS DE VIDEO Y LAS RELACIONES DE IMAGEN UTILIZADAS ESTÁNDAR ATSC.....	14
TABLA 2.3. FORMATOS MÁS COMUNES EN SDTV Y HDTV DEL ESTÁNDAR DVB-T.....	23
TABLA 2.4 RESOLUCIONES DE PANTALLA.....	29
TABLA 3.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA SBTVD	43
TABLA 4.1 POSIBLES COMBINACIONES QAM 16	99
TABLA 4.2 POSIBLES COMBINACIONES QPSK.....	127

INTRODUCCIÓN

La televisión por cable, comúnmente llamada simplemente cable, es un sistema de servicios de televisión prestado a los consumidores a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a los televisores fijos a través de fibras ópticas o cables coaxiales. Usualmente se distribuyen a lo largo de la ciudad compartiendo el tendido con los cables de electricidad y teléfono. Los programas de radio FM, la Internet de alta velocidad, la telefonía y otros servicios similares no televisivos también pueden ser proporcionados por este sistema, en los que la central de cable recibe estos otros tipos de señal.

Para recibir el servicio de Televisión Digital por Cable, Satélite, RF será necesario contactar con un operador de audio y video por suscripción, siempre que el domicilio del solicitante se encuentre dentro de su zona de cobertura, se encargará de instalar la acometida desde la red de distribución hasta el domicilio del abonado (en caso de una red por cable), para los demás proporcionándole adicionalmente un equipo sintonizador externo que habrá que conectar a televisor, por medio del cual podrá acceder a los canales contratados, a los servicios de pago por ver y a otros servicios interactivos.

Actualmente los usuarios que prestan servicios a los operadores de audio y video por suscripción, poseen en su hogar un set-box (decodificador) para la

recepción de la transmisión digital, la cual es recibida en el estándar adoptado por el operador.

CAPITULO 1

1. PLANTEAMIENTO

1.1. Definición del problema

Evaluar las tendencias tecnológicas de los estándares digitales, existentes en las operadoras de audio y video por suscripción y conocer sus cuestionamientos con el estándar digital adoptado en el país.

1.2. Objetivos

El siguiente trabajo tiene como objetivo, revisar los posibles problemas técnicos y legales que deben enfrentar las diversas operadoras de audio y video por suscripción, si su estándar de transmisión no es el mismo que el escogido por el país.

Analizar el estándar digital usado por las diversas operadoras de audio y video por suscripción y su forma de llegar al usuario, porque gracias a esto conoceremos las ventajas que este ofrece, juntos a los beneficios que adquiere el suscriptor.

Conocer del sistema de transmisión digital adoptada por el país, el cual es el estándar SBTVD (Sistema Nipo-Brasileño de Televisión Digital Terrestre), y las ventajas que este ofrece debido a su transmisión y a los diversos beneficios que pueden llegar a tener los ecuatorianos.

Analizar la validez, utilidad y conveniencia de los diferentes estándares adoptados por las diversas operadoras de audio y video por suscripción, y sus motivos para escogerlos.

Revisar las leyes vigentes que existen en el país para la transmisión digital de audio y video, para dar a conocer a las diversas operadoras de audio y video por suscripción, los diferentes problemas que pueden llegar a tener.

1.3. Justificación

La televisión digital ha sido considerada por muchos como el mayor avance en este campo desde el desarrollo de la televisión a color, y es que esta tecnología ofrece interesantes avances y beneficios en comparación con sus predecesoras.

La televisión digital constituye una manera mucho más eficiente de radiodifusión que la televisión analógica, ya que tanto el video como el audio son transmitidos como datos comprimidos, lo cual significa que pueden ser desarrollados más servicios en menos espacio.

Este análisis nos permitirá tener un mejor conocimiento de los diversos protocolos que utilizan los operadores de audio y video por suscripción, que debido a su prematura implementación de televisión digital en el país, diverge con la transmisión analógica actualmente utilizada y legalizada, así como en la pronta implementación de la televisión digital, con el estándar propiamente adoptado en el país.

Actualmente la transmisión de televisión utilizada en el país es de forma analógica, utilizando el estándar americano NTSC(National Television System Committee), debido a estos las operadas de audio y video por suscripción, pidieron la autorización a la SUPERTEL en el uso de la transmisión digital, mediante cable físico.

La transmisión digital utilizada por las operadoras de audio y video por suscripción, es propia de cada empresa, es decir, cada operadora opto por un estándar de digitalización diferente y conveniente, para prestar dicho servicio a sus suscriptores.

Después de una serie de experimentaciones con los protocolos existentes, se concluyó que el sistema a utilizar sea el SBTVD-T (sistema brasileño de televisión digital) para el país.

Debido a que las operadoras de audio y video por suscripción adoptaron un estándar de digitalización, sin conocer el estándar a utilizar en el país, se inmiscuyeron sin querer en un problema legal y técnico, que nosotros daremos a conocer.

1.4. Alcance

Dar a conocer los posibles problemas legales que pueden llegar a tener las diversas operadoras de audio y video por suscripción, debido a la incompatibilidad de estándares utilizados por ellos, y el autorizado por el país. Dentro de los cuales podrían llegar a tener sanciones, restricciones o clausuras de su transmisión digital.

Dar a conocer los posibles problemas técnicos que se podrían presentar, a las diversas operadoras de audio y video por suscripción, debido a la incompatibilidad de los dispositivos utilizados para su transmisión digital. Posibles soluciones que tendrían que ofrecer las diversas operadoras de audio y video por suscripción, a sus usuarios, si a estos se le presenta algún problema técnico en la recepción de su transmisión digital.

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DIGITALES DE LAS OPERADORAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN.

2.1 Breve reseña histórica de cuando lo implementaron.

2.1.1. Historia TV cable

La empresa TVCABLE fue fundada en 1986 fecha en la que iniciaron la construcción e instalación de sus sistemas de cable, llegando con sus redes de distribución a varios sectores de las principales ciudades del país como son, Guayaquil, Cuenca, Loja, Ambato, Portoviejo, Manta, Ibarra, Tulcán, Salinas, Riobamba y Machala.

Tv cable abrió sus puertas en septiembre de 1987, para poder entregar lo que en ese tiempo era lo último en tecnología en la transición de televisión por cable y una variedad de canales de televisión a nivel mundial.

El Grupo TV Cable durante su periodo de expansión ha ido implantando en su sistema varios tipos servicios en los cuales destacan la Televisión por Cable el cual es ofrecido por TV Cable, Internet y Transmisión de Datos por Satnet, Telefonía IP por Setel y Servicios Inalámbricos por Suratel.

Sus inicios en la transmisión de televisión digital empezaron hace unos 5 años, en el 2007, como parte de su desarrollo tecnológico y de una mejor prestación de servicios hacia sus abonados. Hoy en día la empresa Tv Cable, realiza toda su transmisión digitalmente, aunque sus abonados no tengan una recepción digital, todos sus demás procesos son digitales.

2.1.2. Historia Claro Tv

Ecuador Telecom S.A. (antes también conocida como Ecutel) es la representación jurídica de Claro en Ecuador.

Ha tenido una gran expansión desde su ingreso al país prestando servicios como son los de televisión digital, internet y telefonía IP.

Carlos Slim (propietario de Claro) tiene presencia en Ecuador a través de la operadora celular Claro (conocida a sus inicios como Porta), filial de su empresa de telefonía inalámbrica América Móvil, tiene una concesión por 15 años otorgada en el 2002 para prestar telefonía inalámbrica fija, incluido los servicios locales, de larga distancia nacional, telefonía pública y también transmisión de datos usando la tecnología WLL (Wireless Local Loop).

En el mes de marzo de 2008 Telmex (nombre al ingresar al país) Internacional realiza la compra de la empresa para iniciar su expansión dentro del Ecuador, en el mes de julio después de largos esfuerzos por cablear las ciudades de Guayaquil y Quito, empiezan a prestar sus servicios en el área de Internet y telefonía IP, pero en si se presentó como Telmex en el mes de Agosto y conjuntamente presentando también su servicio de televisión digital.

En la actualidad el servicio por televisión por cable tiene el nombre de Claro Tv por la unificación de sus filiales internacionales.

En estos momentos la compañía tiene la capacidad de casi transmitir todo por IPTV, esto comenzó hace 5 años, como toda empresa privada de audio y video por suscripción tuvo la necesidad de migración hacia lo digital, por la mejora de sus servicios de transmisión y el desarrollo tecnológica de las mismas. Esta compañía posee la plataforma para realizar la transmisión completamente en IPTV y así mismo para realizarla por DTH (Direct To Home), pero por motivos legales no las puede realizar.

2.1.3 Historia Univisa

Univisa fue la segunda operadora de televisión pagada de gran expansión en el Ecuador. Sus funciones iniciaron en el año de 1994, siendo la principal competencia contra en ese entonces la única empresa establecida, TV Cable (luego Grupo TV Cable).

Su funcionamiento se basa en el sistema de transmisión inalámbrica llamado MMDS (Sistema de distribución Multipunto, multicanal). Entre sus canales tiene una extensa variedad en el cual constan canales nacionales, canales internacionales, y a sus inicios un canal PPV en el cual se transmitía el campeonato nacional de fútbol.

Los accionistas de UNIVISA S.A. son las empresas El Universo, Vistazo, y Ecuavisa (Todas medios de información). La empresa tiene ya 18 años de permanencia en la industria de la televisión pagada.

Hoy en día Univisa es ya una operadora en ofrecer el sistema de televisión digital pagada. Como toda compañía de transmisión por suscripción, tuvo la necesidad de la migración hacia este sistema de transmisión digital, debido a la evolución en las tendencias tecnológicas y estos tuvieron sus inicios en el año 2007 durante el mes de octubre.

2.1.4. Historia DirecTV

DirecTV es el líder de televisión satelital en Ecuador. DirecTV Ecuador es parte de DirecTV Latin America, una empresa multinacional de propiedad de The DirecTV Group Inc.

DirecTV Latinoamérica es el proveedor de televisión satelital líder en toda Latinoamérica y el Caribe, llegando a 10 millones de clientes.

DirecTV provee servicio a través de 9 territorios: Argentina, Caribe, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Puerto Rico, Venezuela y Uruguay.

La compañía ingresó al Ecuador en 1997 y desde sus inicios ha sido líder en tecnología satelital, como parte de su fuerte consolidación en el Ecuador, DirecTV realizó la apertura de su primera oficina en la ciudad de Guayaquil.

2.2. Análisis de los estándares digitales escogidos por las operadoras

2.2.1. Estándar ATSC

Este estándar se estableció en los Estados Unidos por una organización privada creada en 1982, establecida para coordinar el desarrollo y predefinir el modelo a escoger, para el uso de televisión digital, dicha organización es el Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC-Advanced Television Systems Committee) que trabaja en coordinación con la Comisión Consultiva en Asuntos de Servicios Avanzados de Televisión (ACATS-Advisory Committee on Advanced Television Service), que fue creada por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC- Federal Communications Commission) de dicho país, todo esta alianza para el desarrollo de dicho estándar se realizó en los año de 1987.[1]

En el estándar ATSC se describe un sistema para transmisión de audio, video y datos, a través de un canal de 6 MHz de ancho de banda, el cual puede transportar datos a una velocidad de hasta 19,39 Mbps, en el que se puede

transportar múltiples programas de Televisión Digital Estándar (SDTV-Standard Digital Television) o un solo programa de Televisión de Alta definición (HDTV-High Definition Television).

A continuación se muestra el diagrama de bloques, donde se puede llegar a ver que el sistema ATSC se deriva en tres subsistemas:

- Compresión y codificación de las fuentes.
- Transporte y multiplexación de los servicios.
- Transmisión de radio frecuencia.

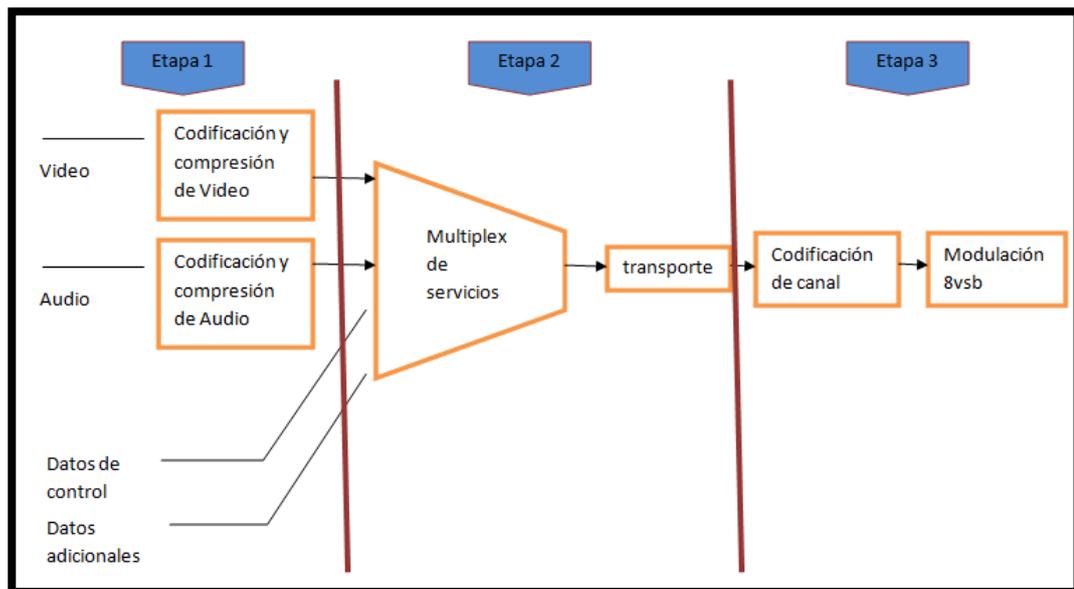


Figura 2.1 Sistema ATSC

En el primer bloque que corresponde a compresión y codificación, se comprimen los flujos de video, audio o datos con el objetivo de reducir la cantidad de bits que son necesarios para que se pueda presentar la información que se envía.

Lo que corresponde a las codificación y compresión de los contenidos de video, este sistema ATSC utiliza el mencionado MPEG-2 (*Moving Picture Experts Group*) que es un estándar del Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento, y para la parte de audio en su compresión se utiliza el sistema Decodificador de Transformación Adaptable 3 (DOLBY AC-3 *Adaptive Transform Coder 3*).

En el segundo bloque que se observa, transporte y multiplexación, se realiza la división del flujo continuo en paquetes de datos, a los cuales se les incluye una marca de identificación, propia de cada paquete y multiplexa este flujo de paquetes, que constituye datos anexos (datos para el control de la transmisión control de acceso e información), video y audio para terminar en un solo flujo de transporte.

El sistema ATSC para que sea compatible con otros medios digitales, como la televisión por cable y satelital, radiodifusión terrestre de audio digital, discos de video digital e interfaces computacionales, utiliza un sistema múltiplex y transporte definido en el estándar MPEG-2. En el tercer bloque que se observa, Transmisión de RF, se agrega codificación de canal y realiza la modulación del flujo de transporte para su posterior transmisión inalámbrica. El propósito de la codificación de canal es agregar información redundante al flujo de datos.

Dicha información es luego utilizada en el receptor para detectar y corregir errores causados por el canal inalámbrico e interferencias. El sistema de modulación usa la modalidad 8 VSB para transmisiones terrestres. La norma también considera un modo de alta capacidad de datos, 16 VSB, orientado a televisión por cable.

2.2.1.1. Características de la fuente

a) Características del video

Este estándar admite varios formatos de video y no tiene restricción alguna sobre el cual de ellos se vaya a utilizar para la transmisión.

Tipo de Señal	Denominación	Relación de Espectro	Muestra por línea activa x cantidad de líneas activas
HDTV	1080i*	16 : 09	1920 x 1080
HDTV	720p**	16 : 09	1280 x 720
SDTV	480i	16 : 09 y 4 :3	720 x 483
SDTV	480p	16 : 09 y 4 :3	720 x 483
<u>* i: líneas activas con barrido entrelazados</u>			
<u>**p:líneas activas con barrido progresivo</u>			

Tabla 2.1. Formato de Video más común en USA

Los dos primeros formatos que se pueden observar en la tabla, que son el formato 1080i, que da referencia a 1080 líneas activas con un barrido entrelazado, y el formato de 720 p, que da referencia a 720 líneas activas con un barrido progresivo, existiendo poca diferencia de calidad, referente a líneas de resolución verticales.

En el primer formato de 1080i la resolución vertical es de 756 líneas, sin quedar atrás una resolución de 648 líneas en el segundo formato de 720 p.

En el tercer formato que se puede observar en la tabla, correspondiente al de 480i da referencia a SDTV, televisión digital estándar, que puede tener una relación de aspecto de 16:9 (360 Mbps) ó 4:3 (270 Mbps). Para los casos el muestro se realiza a razón de 720 muestras por línea activa, que da como resultado 486 líneas activas.

El ultimo formato que se observa, el de 480 p, con una velocidad binaria del flujo de datos de 540 Mbps. En la Tabla 2.2, se muestran los formatos utilizados en ATSC, con las distintas relaciones de imagen (cuadros y campos barridos por segundo).

Líneas Activas en la Imagen	Píxeles* por línea activa	Relación de Aspecto	Relación de Imagen Cuadros y Campos por Segundos
1080	1920	16 : 09	60i**, 30p***, 24p
720	1280	16 : 09	60p, 30p, 24p
480	740	16 : 09 y 4 : 3	60p, 60i, 30p, 24p
480	640	16 : 09 y 4 : 3	60p, 60i, 30p, 24p
*Muestras de luminancia. **: Campos con barrido entrelazado (Interlaced). ***p: Campos con barrido progresivo (Progressive).			

Tabla 2.2 Formatos de Video y las relaciones de imagen utilizadas en estándar ATSC

Para el formato de 480 líneas activas con 704 muestras de luminancia por línea activa (740x480), se emplean en este estándar las siguientes relaciones; 60P (60 campos con barrido progresivo), 60I (60 campos con barrido entrelazado), 30P (30 cuadros con barrido progresivo) y 24P (24 cuadros con barrido progresivo).

b) Características del audio

Para estas características de compresión y codificación del audio, el ATSC utiliza Dolby AC-3 como estándar de compresión digital de audio, ya que este permite comprimir hasta seis canales de audio digital de alta calidad para que

puedan ser utilizados en sistemas denominados "5.1". Estos seis canales de audio son: un estéreo Izquierdo (L), un canal Central (C), un estéreo Derecho (R), Sonido envolvente (*Surround*) Izquierdo (LS), Sonido envolvente (*Surround*) Derecho (RS) además un canal de Baja Frecuencia (LFE) de 20 a 120 Hz.

c) Subsistema de múltiplex de transporte

En este subsistema de transporte ya mostrado en la figura 2.1 usa como entrada ya todos los flujos de audio, video y datos, previamente codificados y comprimidos bajo el estándar MPEG-2 ya mencionado, el cual los hace paquetes y los multiplexa, también bajo los normas de este mismo estándar MPEG-2. Este subsistema de transporte se encarga de dividir los flujos en unidades más pequeñas y las multiplexa en estos paquetes de transporte que tienen un tamaño de 188 bytes, en el cual el primer byte es utilizado para sincronismo.

Una vez que llega el receptor este se encarga de recuperar esos flujos, y dar a paso a los decodificadores que les correspondan acompañados con la señalización de errores. A la vez este subsistema ya mencionado puede incorporar la función que da paso a la sincronización del receptor.

2.2.1.2. Características del sistema de codificación y modulación.

La característica principal del sistema ATSC es su bloque Transmisión de RF, que constituye el sistema de codificación de canal y modulación 8 VSB.

a) Codificación de canal

La Fig. 2.2, muestra el diagrama del proceso de codificación y modulación.

El sistema es alimentado con el flujo de transporte paqueterizado.

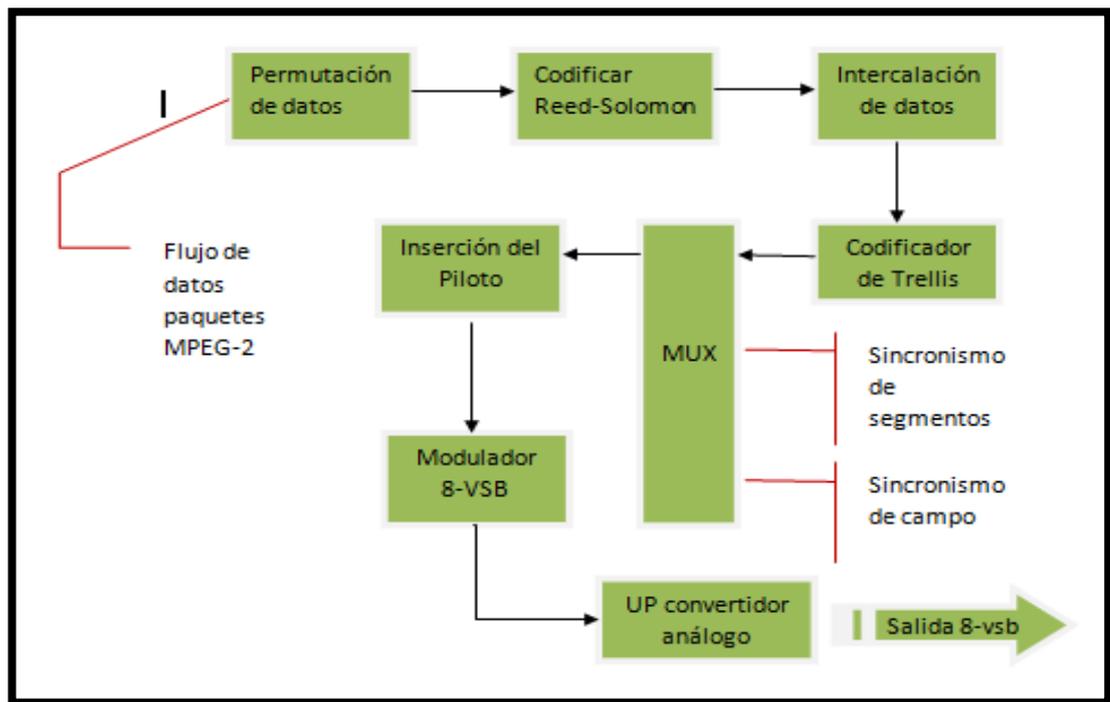


Figura 2.2 1Diagrama funcional del sistema de codificación de canal y modulación ATSC

Las características de cada bloque se describen a continuación:

En la primera fase del Modulador, ingresan paquetes MPEG-2 para luego realizar la permutación de los paquetes. Para efectuar la permutación se utiliza un Registro de Desplazamiento que sigue una secuencia que es parcialmente aleatoria.

La siguiente fase es un Codificador Reed Solomon (RS), es una técnica de codificación que permite la corrección de errores, que se aplica a los paquetes en la modulación durante la transmisión de datos. La codificación RS puede detectar y corregir los errores producidos a un límite razonable.

La siguiente fase Intercalación de Datos, consiste en realizar una aleatorización o *scrambling* en orden secuencial del flujo de datos. Estos datos intercalados serán ensamblados como nuevos paquetes de datos.

La siguiente fase Codificación Convolutiva (Encoder Trellis), es una técnica de codificación que permite la Corrección de Error por Adelanto (FEC – Forward Error Correction) y representa un código convolutiva.

La siguiente fase Mux, consiste en insertar a la señal del Codificador *Trellis*, el segmento de sincronismo y el segmento de campo y a continuación insertar la señal piloto, para tener un punto de referencia en la recepción de los datos. La inserción de señales auxiliares, como son el segmento de sincronismo y el sincronismo de campo, facilitarán en el receptor la demodulación de la señal recibida.

El segmento de datos está conformado por 207 bytes del paquete de datos intercalados.

La siguiente fase Inserción de piloto, consiste en un nivel DC sobre la señal banda base, que se aplica antes de la modulación. Esto facilita el enganche de la Fase de Bucle Cerrado (PLL – Phase Locked Loop) en el receptor y es independiente de los datos transmitidos. De acuerdo al teorema de Nyquist, la mitad de la banda puede ser eliminada. La banda lateral inferior es casi suprimida, quedando solo un vestigio de la misma.

b) Modulación de Banda Lateral Residual 8-VSB (*Vestigial Side Band*).

En el año de 1996 en los EE.UU. se adopta oficialmente el estándar ATSC que emplea para Televisión Digital Terrestre (DTT – Digital Terrestrial Television) la modulación en Banda Lateral Residual de 8-VSB (*Vestigial Side Band*). . En la Fig. 2.3, se muestran los espectros de 6 MHz de ancho de banda, para una señal VSB y una señal analógica NTSC.

En la parte a) de la Fig.2.3 se muestra el espectro VSB. Este espectro en términos de potencia y ancho de banda, es mucho más eficiente que el espectro de una señal analógica, como por ejemplo la Comisión Nacional de Sistemas de Televisión (*NTSC-National Television System Committee*).

En la parte b) de la misma Fig.2.3, se muestra el espectro para una señal analógica modulada en AM con banda lateral residual. En este caso, la distribución de la energía del espectro está concentrada mayormente en las portadoras de video, audio y croma.

A la señal banda base 8-VSB se inserta una señal piloto en el extremo inferior de la banda. Esto produce una pequeña portadora residual que aparece en el punto de frecuencia cero del espectro modulado. El piloto consume 0,3 dB, es decir, 7% de la potencia total transmitida.

La función del piloto es proveer el enganche de la Fase de Bucle Cerrado (PLL-*Phase Locked Loop*) en el decodificador y es independiente de los datos transmitidos.

El espectro VSB es plano y tiene 5,38 MHz de ancho de banda, para un canal de 6 MHz. En ese espectro solo se incluye como hemos visto, una pequeña señal que representa al piloto y la portadora suprimida en el borde de la banda.

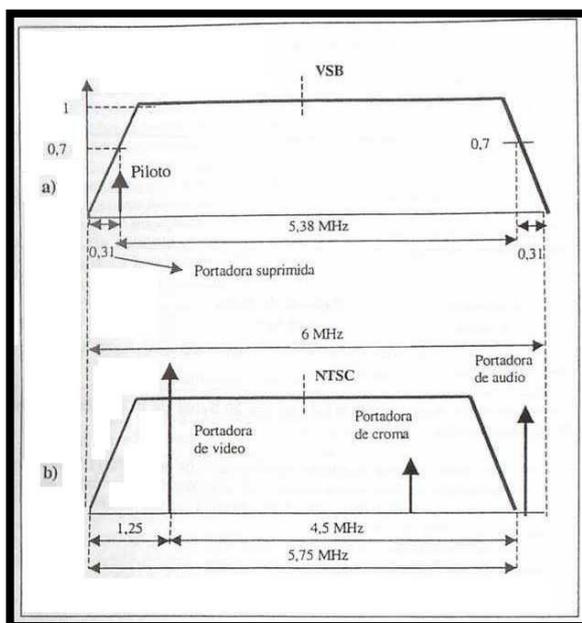


Figura 2.3. 1a) Espectro VSB, b) Espectro analógico NTSC

2.2.2. Estándar DVB-T

2.2.2.1. Características de la fuente

EL DVB (*Digital Video Broadcasting*) es un grupo de radio difusión digital de video, el cual está formado por más de 300 miembros, en los que se hayan fabricantes y broadcaster de más de 30 países, especialmente de Europa. La norma de la Radiodifusión Digital de Video Terrestre (DVB-T - *Digital Video Broadcasting Terrestrial*) especifica las características para la transmisión terrestre de video, así mismo posee emisiones desde satélites geoestacionarios (DVB-S), por redes de cable (DVB-C) e incluso para emisiones destinadas a dispositivos móviles con reducida capacidad de proceso y alimentados por baterías (DVB-H). El sistema tiene una similitud al ATSC, como se puede observar en el diagrama de bloque de la fig2.4. [3].

A continuación se muestra el diagrama de bloques, donde se puede llegar a ver la similitud con el sistema ATSC, como se observa el DBV-T se deriva también en tres subsistemas:

- Compresión y codificación de las fuentes.
- Transporte y multiplexación de los servicios.
- Codificación y modulación.

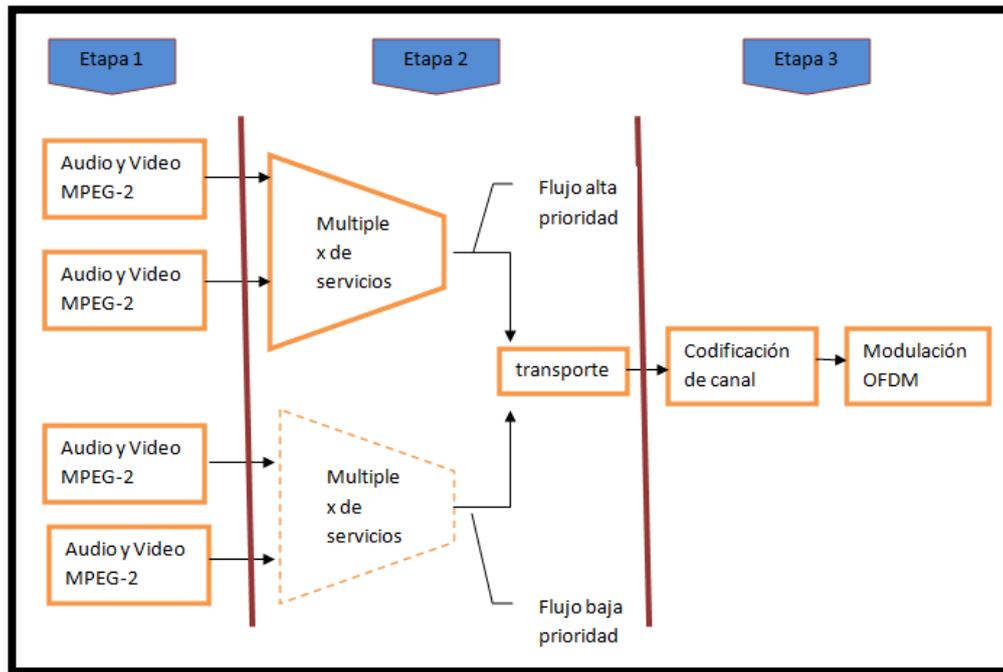


Figura 2.4 Diagrama general del sistema DVB-T

En la primera etapa de compresión y codificación de las señales adquiridas de audio y video, son reguladas por la norma MPEG-2, con la diferencia que posee una sintaxis especializada por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI- *European Telecommunications Standards Institute*) para DVB. Diferentes programaciones (video, audio y datos) pueden ser multiplexados en un solo flujo de transporte MPEG-2, logrando así compartir el canal para entregar múltiple programación al mismo tiempo.

Para la codificación y transmisión de audio el estándar DVB lo hace bajo las recomendaciones del formato MPEG-2 para estéreo y sonido envolvente "5.1", como se entiende, es muy diferente a la realiza por la norma ATSC.

Pero en todo caso, el estándar DVB puede realizar operaciones con los formatos establecidos por el ATSC o el sistema digital para teatro (DTS- *Digital Theater Systems*) para sonido envolvente.

Por último en el método de transmisión RF es donde se diferencia el sistema DBV. En la parte de la codificación de canal, se coloca a la señal un conjunto de procesos, que tienen como objetivo proteger los flujos de transporte de los efectos que podrían causar las diferentes fuentes de ruidos e interferencias que afectan a las transmisiones. Radiodifusión Digital de Video Satelital (DVB-S), por Cable (DVBC) y Terrestre (DVB-T), poseen el mismo sistema de codificación, lo que facilita el desarrollo de equipos por diversas compañías y llegar al consumidor con costos más factibles.

El otro bloque de modulación OFDM produce las señales de radiofrecuencia que serán transmitidas una vez entregados por el codificador de canal los datos digitales a transmitir.

a) Características del video

EL estándar DVB-T posee una amplia gama de formatos de video para su transmisión en televisión estándar (SDTV) y de alta definición (HDTV).

Se puede ver en tabla 2.3 los diferentes formatos que son más primordiales con sus respectivas características.

Formato	Muestras por línea activa x cant. De líneas activas	Relación de aspecto	Tipo de barrido
HDTV	1920 x 1080 *	16:9	25I, 25P, 24, 29, 97P, 30P, 30I
HDTV	1440 x 1152	16:9	25P
HDTV	1920 x 1035	16:9	25P, 29, 97P, 30P
HDTV	1280 x 720 **	16:9	25I, 50I 23, 97I, 24I, 29, 97I 30I-59, 94I-60I
SDTV	720 x 576	4:3 y 16:9	50I-25I 25P
SDTV	544x576	4:3 y 16:9	25I,25P
*Denominado 1080i			
**Denominado 720P			

Tabla 2.3 Formatos más comunes en SDTV y HDTV del estándar DVB-T

b) Características del audio

Ya se mencionó que el sistema de audio en el DBV usa para su compresión las normas establecidas por el MPEG-2. No obstante, es compatible con formatos Nac-3 o el sistema de Teatro Digital (DTS *Digital Theater Systems*). Este método permite transportar una máximo de 6 señales de audio, en otras palabras, sonido envolventes (*surround sound*), a tasas de transmisión de hasta 384 Kbps.

Gracias a la modulación OFDM que posee el sistema de transmisión DVB, puede usarse en canales de anchos de banda de 6, 7 y 8 Mhz, y con ciertas limitaciones hasta de 5 Mhz.

2.2.2.2. Características del sistema de codificación y modulación.

a) Modulación por Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM -Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

La modulación en OFDM consiste en distribuir el flujo binario de información entre un gran número de portadoras de forma que cada portadora transporte una velocidad de datos reducida con respecto a la del flujo total.

Para cada frecuencia hay una estructura de portadoras separadas entre sí y que ocupan el ancho de banda del Canal (6 / 7 / 8 MHz).

Cada conjunto de portadoras en un tiempo se conoce como "Símbolo OFDM", los símbolos se van sucediendo en el tiempo, transportando los datos. Se logran una Velocidad de datos 19,6 Mbps en 6 Mhz de ancho de banda.

b) Modulación por Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales Codificado (COFDM-Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Codificador de Convolución: compuesto por dos elementos; un código convolucional y un *scrambler*, por ese motivo pasa a llamarse *Coded* - OFDM. El

funcionamiento del convolucional está basado en registros de memoria, de capacidad un bit y suma módulo dos. La codificación de los bits se realiza a partir del valor del bit presente a la entrada y los valores de los “m” bits anteriores que están guardados en los registros.

El *scrambler* trata de introducir un cierto desorden de manera que las portadoras adyacentes no sean moduladas por datos consecutivos. Si se produce una pérdida de información llevada por portadoras adyacentes, al deshacer el desorden debido al mezclador, el error debido a cada portadora queda aislado, acortándose la longitud de la ráfaga.

La duración de los bits es superior a los retardos, evitando ecos y permitiendo reutilizar las mismas frecuencias en antenas vecinas.

El estándar DVB-T emplea la modulación COFDM de múltiples portadoras. 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 lo denomina símbolo, esto se puede observar en la Fig. 2.5.

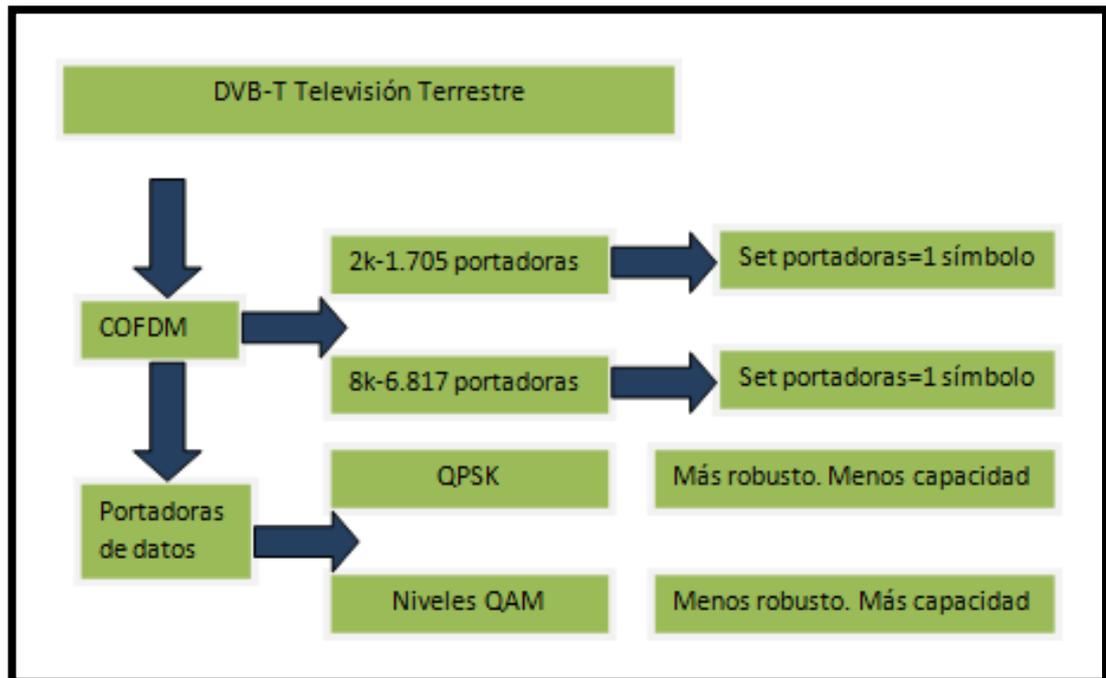


Figura 2.5 Modos de operación en 2K y 8K en COFDM

La secuencia de los distintos procesos en el Modulador o excitador, es la siguiente;

- a) Mux de adaptación y energía dispersa.
- b) Codificación externa.
- c) Intercalación externa.
- d) Codificación interna.
- e) Intercalación interna.
- f) Mapeo, (*Mapping*).
- g) Adaptación de cuadro e inserción de pilotos y señales de sensor de posición del acelerador (TPS -Throttle Position Sensor).
- h) OFDM

i) Inserción de intervalos de guarda.

j) Etapa de RF.

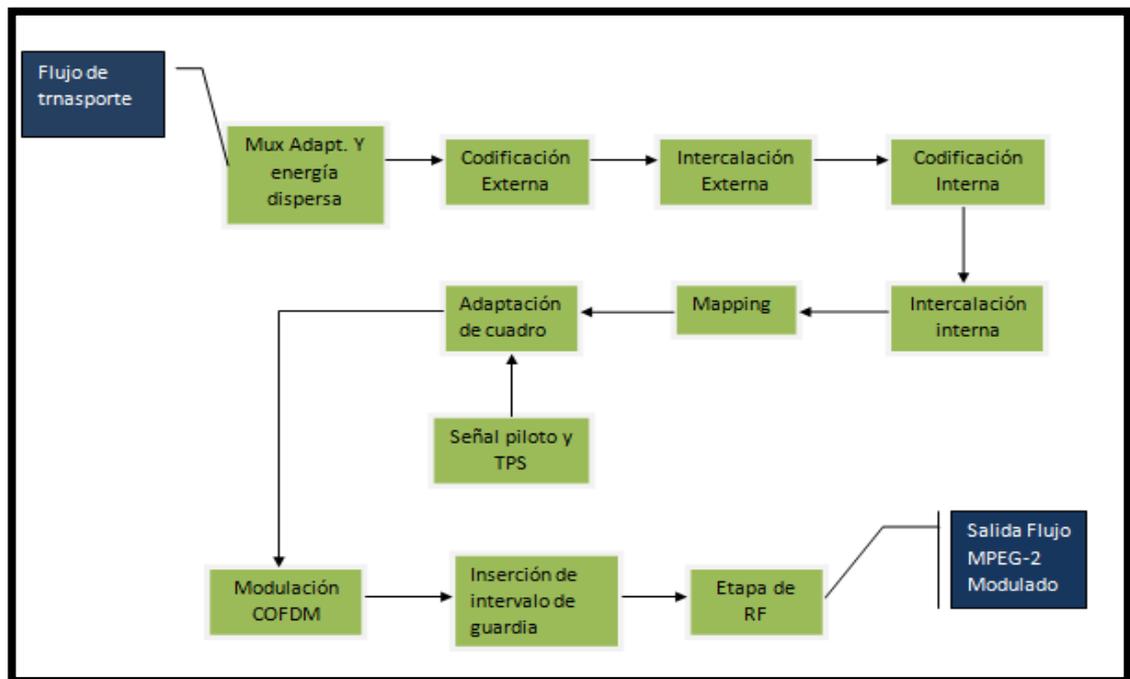


Figura 2.6 Modulador COFDM.

Tasas de datos

En el estándar DVB-T las tasas posibles de datos depende de los siguientes parámetros de codificación y modulación:

- Tasa de codificación del código interno (convolucional)
- Ancho de banda de la transmisión
- Tamaño de la modulación QAM
- Tamaño del intervalo de guarda.

La tasa de datos en cambio no depende de los siguientes parámetros:

- Número de sub-portadoras (2K, 4K u 8K)
- Transmisión jerarquizada o no

Dado un ancho de banda de la transmisión y transmisión no jerarquizada (flujo de transporte único), todas las combinaciones de los demás parámetros permiten lograr en total 60 tasas de datos distintas. Para bandas de 6 MHz, las tasas de datos netas para la transmisión de contenido están entre 3,73 Mbps y 23,75 Mbps.

2.2.3. Estándar ISDB-T

2.2.3.1. Características de la fuente

El sistema ISDB-T especifica las propiedades de la capa física para la transmisión terrestre de audio y video digital. [2]

En términos de señales y modulación el sistema ISDB-T es muy similar al sistema DVB-T, ambos estándares coinciden en los siguientes aspectos.

- Ambos sistemas están basadas en codificación MPEG-2 de audio y video
- Ambos sistemas soportan transmisión de otros formatos de datos (MPEG-4 u otros)
- Ambos sistemas utilizan códigos de canal Reed-Solomon y convolucionales idénticos, así como el mismo mezclador.

- Ambos sistemas utilizan modulación OFDM con modos 2K, 4K y 8K, y modulación QAM de las sub-portadoras

a) Características del video

Al igual que en los sistemas ATSC y DVB-T, el sistema ISDB-T soporta diferentes resoluciones de pantalla y tasas de trama. Los formatos se indican en las Tabla 3.1, en resolución, forma de barrido progresivo o entrelazado y tasa de tramas por segundo, y se conforman a la sintaxis del Nivel Principal, definido en el estándar MPEG-2:

Líneas verticales	Pixeles por línea	Razón de aspecto	Frecuencia de tramas
1080	1920, 1440, 1080	16:9 , 4:3	60I
720	1280	16:9 , 4:3	30P
480	720, 540	16:9 , 4:3	30P
480	720, 544, 540, 480	16:9 , 4:3	60I

Tabla 2.4 Resoluciones de Pantalla

b) Características del audio

Al igual que en los sistemas ATSC y DVB-T, el sistema de audio de ISDB-T usa el estándar MPEG-2. La especialización, en este caso, está definida en el estándar ISO/IEC 13818-7 (MPEG-2 – AAC audio), la que permite el transporte de canales de audio 5.1 con una tasa de bits de hasta 320 Kbps.

2.2.3.2. Características del sistema de codificación y modulación

a) Codificación de canal

El sistema de codificación de canal de ISDB-T está ilustrado en el diagrama de bloques de la Figura 3.1.

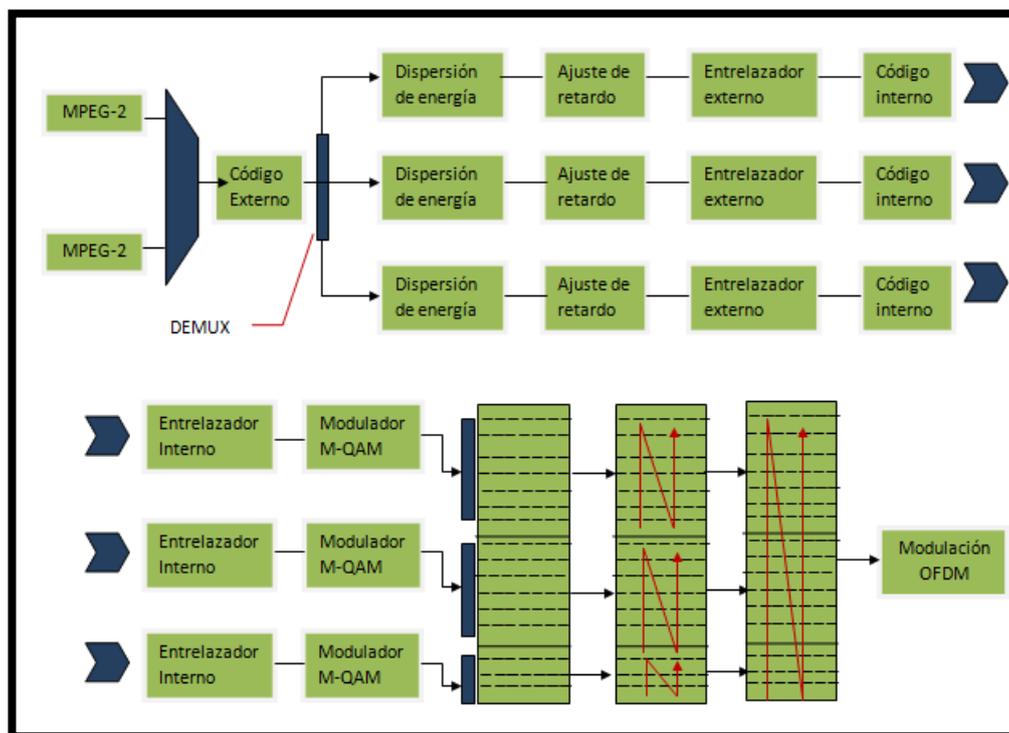


Figura 2.7 Sistema de codificación de canal y jerarquización de ISDB-T

El sistema ISDB-T permite la transmisión Jerárquica. Soporta hasta tres servicios distintos.

Cada servicio ocupa una cantidad de segmentos y se le puede aplicar una codificación distinta e individual.

Los datos de los segmentos de un mismo servicio se intercalan en un proceso llamado intercalación interna (Intra-segmento). Luego se intercalan todos los segmentos de los distintos servicios, en un proceso llamado intercalación entre segmentos (Inter-segmento).

b) Modulación OFDM

Esta modulación que es muy similar a la utilizada en el sistema DVB-T, pero con un agrupamiento de datos diferente. Trabaja en 13 segmentos o bloques, cada segmento con intercalado de intra-segmento e inter-segmento. Tiene un segmento específico para la LDTV (Low-Definition Television) en móviles.

El ISDB-T para poder localizar los datos codificados en las frecuencias del modulador, tiene una forma muy particular de hacerlo. BST (band segmented Transmission) es la segmentación de las portadoras, conocido como la segmentación de la banda de transmisión. Se fracciona el ancho de banda en 14 segmentos, 13 de estos para la transmisión de los datos y el sobrante, que no posee portadoras establecidas, a su vez se divide en dos para crear la banda que utilizaran los canales adyacentes, conocida como la banda de resguardo.

Todo el flujo de transporte, se vuelve a multiplexar y se agrupa en segmentos de datos. Después, estos segmentos de datos son transformados en segmentos OFDM. El espectro total de transmisión es comprendido por trece segmentos, utilizados tanto como para un canal de 6,7 MHz como para uno de 8 MHz de ancho de banda. Lo que llega variar en cada espectro es la duración de cada segmento. Un canal de 6MHz de ancho de banda, su espectro compuesto por estos trece segmentos será de 5.6MHz, teniendo 429Khz de ancho de banda por cada segmento.

c) Tasas de datos

Como en el DVB-T, la tasa de datos en la transmisión del ISDB-T surge de la combinación de sus parámetros de modulación M-QAM, codificación y el tamaño del intervalo de guarda. La posibilidad de que a uno, dos o tres servicios diferentes se le pueda asignar una de las combinaciones de los 13 segmentos, y definir para cada posibilidad una tasa de codificación convolucional y nivel de modulación M-QAM independiente, resulta virtualmente infinita la variedad de tasas asequibles con ISDB-T.

En el ISDB-T las tasas de datos netas, están en el rango de entre 3,65 Mbps (vs. 3,73 Mbps de DVB-T) y 23,23 Mbps (vs. 23,75 Mbps de DVB-T). La tasa de datos por segmentos es 1/13 de las tasas netas. Para poder tener una transmisión casi libre de errores a una tasa de datos establecida, se requiere de

condiciones relación señal a ruido (SNR- Signal-to-Noise Ratio) muy similares a las solicitadas por transmisiones DVB-T de tasa equivalente.

Con esto se logra observar que la principal diferencia entre los dos sistemas de codificación son los procesos de entrelazado y no los de redundancia, y que gracias a esto el entrelazado más complejo del ISDNB-T logra inmunidad adicional cuando exista movilidad, ruido, impulsivo, etc. Que son variaciones temporales dentro de un canal.

2.3. Motivos por los cuales escogieron dicho estándar, cada operadora.

2.3.1. Empresa Claro TV

CLARO TV también tuvo que adaptarse a un sistema de transmisión digital ya existente, lo hizo a nivel internacional en todas sus filiales, y decidieron a cogerse al sistema americano para la transmisión digital ATSC.

El motivo por el cual esta compañía adopto el ATSC, es debido a que ellos compraron una plataforma establecida a nivel corporativo perteneciente a la compañía Motorola, que desarrollaba su tecnología para los Estados Unidos, por ende llevaba consigo su sistema de transmisión digital ATSC.

La decisión fue tomada ya que esta compañía era pionera en la creación de tecnología para la transmisión digital, otra alternativa también estaba en estudio que era una plataforma de Cientific Atlanta, pero esta a su vez fue absorbida por

CISCO empresa multinacional en equipos de telecomunicación, pero con poca experiencia en el área de televisión, sus switches no soportaban el procesamiento de video que puede llegar a 18 Mb en HD, a diferencia del procesamiento de internet que puede ser de 1Mb.

2.3.2. Empresa Grupo TV Cable

Como se conoce no existe un protocolo propio para la transmisión de televisión en el país, sean estas analógicas como digitales, por ende el país, o en este caso una empresa de transmisión privada como es tv cable, se deben acoger a uno de los sistemas ya establecidos. Para cuando se realiza en tv cable transmisión analógica se la realizaba bajo las normas del protocolo NTSC (National Television System Committee) desarrollado en Estados Unidos en torno a 1940, sistema que también adopto el país para las transmisión analógica.

La mayoría de los canales que transmiten las operadoras por suscripción, son adquiridos desde el exterior, pertenecientes a empresa establecidas en países como los estados unidos, este es uno de los grandes motivos por el cual la empresa tv cable estableció transmitir su señal digital bajo el sistema ATSC (Advanced Television System Committee), grupo encargado en regir las transmisión digitales en los estados unidos y el que reemplaza al NTSC.

Otra ventaja de elegir el estándar similar al utilizado por las empresas proveedoras es el de poder utilizar un receptor digital, sin la necesidad de modificar el software de los distintos receptores, y así tener una facilidad para la transmisión de la señal sin tantas modificaciones y creación de retardos.

2.3.3. Empresa Univisa

Así mismo esta empresa ya realiza transmisión digital de audio y video, y a su vez tuvo que acogerse a un sistema de transmisión digital ya existente. La empresa eligió el sistema DBV-C (Digital Video Broadcasting – Cable) que es el sistema de transmisión digital de televisión por cable basado en las normas europeas, DVB-C forma parte del estándar DVB.

La empresa escogió este sistema de transmisión, porque como empresa de transmisión de televisión por suscripción privada, así como las otras, puede escoger cualquier protocolo existente para el uso de su transmisión, además que indican que el DVB es el estándar de transmisión digital más utilizado a nivel internacional en las empresas por audio y video por suscripción, esto hace que la compatibilidad con proveedores sea más sencilla, además de tener un mercado amplio en equipos y cooperación.

2.3.4. Empresa DirecTV

DirecTV es una de las empresas más grandes en lo que es transmisión de televisión por suscripción mediante el uso de satélites, teniendo en cuenta esto

la empresa opto por realizar su transmisión digital mediante el uso del sistema DVB-S (Digital Video Broadcasting Satellite), que es un sistema utilizado a nivel mundial para este tipo de transmisión, que al igual que el DVB-C utilizado por la empresa Univisa, también se basa en las normas europeas y forma parte del DVB.

Por esos motivos la empresa debe pegarse al estándar mundial de la ITU para este tipo de transmisión, realizándolo mediante, modulaciones en cuadratura, QPSK y un flujo binario variable de 8,4 megabits por segundo.

Uno de los motivos para realizar la transmisión mediante el uso del DVB-S, es que este sistema les permite incrementar la capacidad de transmisión de datos a través de un satélite que puede ser un UH11, usando el formato de compresión MPEG-2, además que esta estructura les permite enviar gran número de servicios sean estos de video, audio o datos en una misma trama.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL ECUATORIANO

3.1. Análisis del sistema escogido por el país “SBTVD-T”.

3.1.1. Descripción del sistema SBTVD-T

SBTVD, abreviatura para Sistema Brasileiro de Televisão Digital (en español: Sistema Brasileño de Televisión Digital), es un estándar técnico para transmisión de televisión digital terrestre utilizado en Brasil, Perú, Argentina, Chile, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Paraguay, Filipinas, Bolivia, Nicaragua y Uruguay, basado en el estándar Japonés ISDB-T, lanzado en una operación comercial el 2 de diciembre de 2007, en São Paulo, Brasil. [4]

El estándar SBTVD fue desarrollado por un grupo de estudio coordinado por el Ministro Brasileño de Comunicaciones y fue liderado por la Agencia Brasileña de Telecomunicaciones (ANATEL) con el respaldo del Centro de desarrollo de investigación en Telecomunicaciones (CPqD)

El grupo de estudio estuvo compuesto por miembros de otros diez ministros brasileños, el Instituto Nacional para la Tecnología de la información (ITI), algunas universidades Brasileñas, organizaciones profesionales de difusión, y empresas constructoras de equipos de transmisión/recepción.

El sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T) adopta, como base, el estándar de señales del ISDB-T y posibilitará transmisión digital en alta definición (HDTV) y en definición estándar (SDTV); transmisión digital simultanea para recepción fija, móvil y portátil; e interactividad.

En resumen el SBTVD-T se diferencia de ISDB-T en que utiliza el codec de video H.264/MPEG-4 AVC en vez de MPEG2 de ISDB-T.

Ahora el nombre del sistema SBTVD-T fue reemplazado por ISDTV (International System for Digital Television), que significa Sistema Internacional para la televisión digital, sin embargo será registrado en las entidades de regulación técnica internacionales como una derivación de ISDB-T, con diferencias en la codificación de video, llamado ISDB-T INTERNATIONAL

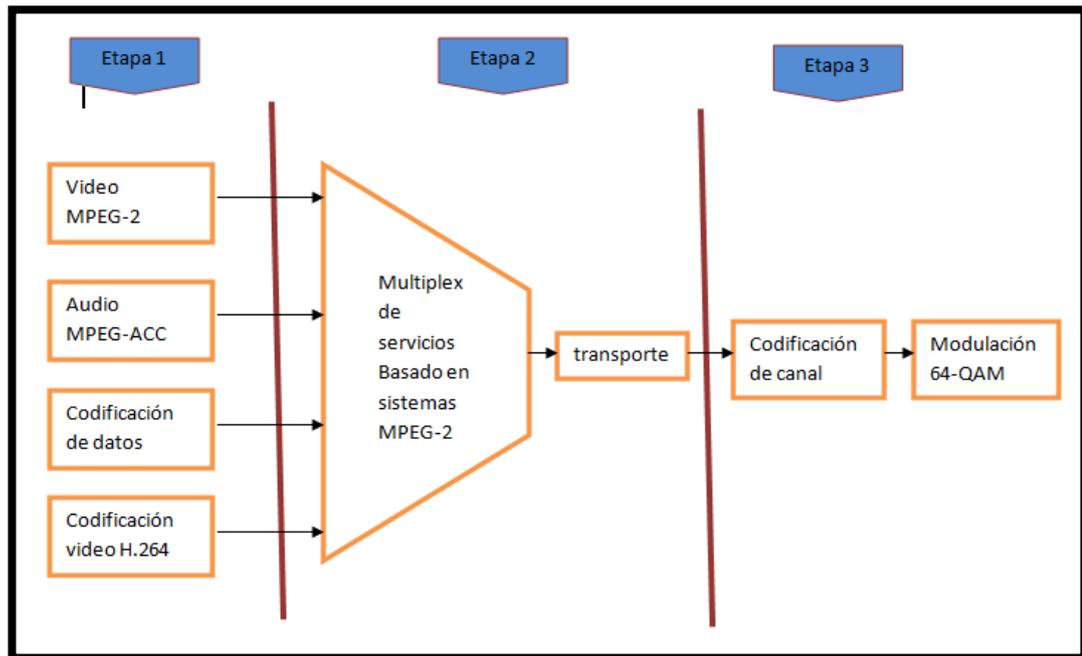


Figura 3.1 Diagrama general del sistema ISDB-T

3.1.2. Características de la fuente.

a) Característica de video

El estándar japonés adoptó el MPEG-2, pero el estándar brasilero se diferencia del japonés porque adopta el MPEG-4, que permite transmitir en el mismo canal un programa con calidad de alta definición (HDTV), informaciones de interactividad y programas adicionales con calidad de definición estándar (SDTV).

3.1.3. Características del sistema de codificación y modulación.

En el sistema SBTVD, se emplea el método de multiportadoras por Codificado División de Frecuencia Ortogonal Multiplexado (COFDM-Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), cuya configuración es definida por los siguientes parámetros básicos:

Modulación digital, define la constelación que se utiliza entre: Transmisión por Desplazamiento de Fase Cuaternaria (QPSK – Quaterbary Phase Shift Keying), 16 –Qam Modulación de Amplitud en Cuadratura (Quadrature Amplitude Modulation) y 64-QAM.

En el sistema ISDB-T también se puede configurar usando la Modulación Diferencial de Fase en Cuadratura (DQPSK – Differentially encoded Quadrature Phase Shift Keying). La Modulación QPSK es la más robusta, lo que permite una menor carga útil, en cambio la modulación 64-QAM es la menos robusta, lo que permite una mayor carga útil;

El código convolucional corrector de errores (FEC – Forward Error Correction), donde la tasa se define entre los siguientes valores: $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$ y $7/8$, una cifra menor es una condición de una mayor robustez y la disminución de la carga útil; intervalo de guarda, donde se define la relación entre el intervalo de guarda y la duración del símbolo OFDM de una de las

siguientes cifras: 1/4, 1/8, 1/16 y 1/32, un valor inferior corresponde a enfrentar ecos más largos y una menor carga útil;

Modo de operación, donde se define un total de portadoras de OFDM, entre uno de los siguientes valores: 2K (1405 portadoras), 4K (2809 portadoras) o 8K (5617 portadoras).

3.2. Razones de porque el Ecuador adopto el sistema SBTVD

Ecuador adoptó oficialmente el estándar japonés-brasileño de TDT para sus transmisiones de televisión digital, a finales de marzo del 2010. La TDT mejora la calidad y nitidez de la imagen, y se dio un plazo de seis años para que los usuarios adquieran los televisores con este estándar o como una de las alternativas, el uso de decodificadores.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones - CONATEL aceptó la recomendación de la Superintendencia de Telecomunicaciones y mediante resolución 084-05-CONATEL-2010 del marzo del 2010, adoptó para Ecuador el estándar ISDB-T/SBTVD (japonés con variaciones brasileñas). En un acto desarrollado en Quito, se presentó el Informe para la definición e implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador, de manera pública.

Además se firmaron memorandos de cooperación Ecuador-Brasil y Ecuador-Japón, con las máximas autoridades relativas a este tema del país, como son el ministro de telecomunicaciones y el canciller de la república, y los representantes diplomáticos de los países mencionados, para con ellos tener una correcta implementación del sistema en el país.

Se escogió el sistema nipo-brasileño porque este permite mejorar la calidad y nitidez de las imágenes, así como eliminar interferencias, poder aumentar el número de canales y sobre todo la interacciones entre los usuarios y los operadores.

También, un punto muy importante es que en países de la región como son: Brasil, Perú, Chile, Venezuela, Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay, poseen el mismo estándar y esto es muy útil para la cooperación y desarrollo conjunto de la región.

Además se podrían explotar muchas fortalezas para la implementación de la televisión digital en el país, siendo este en el lado de las aplicaciones, en el software y en el desarrollo de los contenidos, teniendo en cuenta la capacidad de la gente que posee mucha imaginación y creatividad.

Ayudará entonces en la creación de nuevas empresas u organizaciones que deben comenzar a producir nuevos espacios de trabajos y de aplicaciones, que podrían estar relacionadas con la educación, medicina o cualquier otro aspecto que se vea necesario a implementar, y no estén necesariamente ligados a la manera tradicional con la que se lleva ahora. Este tipo de tecnología permite que las empresas operadoras de TV, sea abierta o por cable, puedan brindar por el mismo canal, varios programas de calidad estándar (SD) o un programa de alta definición (HD).

CARACTERISTICAS	
Multiplexación	COFDM (2k Y 8k)
Modulación	QPSK, 16QAM o 64QAM
Inner Código	LDPC 9792 – 1/2, 2/3, 5/6,7/8
Outer código	Reed Salomón (204, 188,8)
Ancho de banda	6 MHz.
Intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16 y 1/32
Velocidad de datos por segmento	280.8 kbps – Max. 1.79 Mbps.
Diversidad	STC-OFDM
Numero de Streams	Arriba de 3

Tabla 3.1 CARACTERISTICAS Del sistema SBTVD

3.3. Comparación del sistema adoptado con los otros.

3.3.1. Sistema ATSC vs Sistema ISDB-T

a) Sistema de transporte y multiplexación

ISDB utilizan el concepto de Modulación Jerárquica, esta modulación permite mezclar modos de transmisión en una sola transmisión. El uso de cada modo es libre decisión de cada operador. En el sistema ISDB-T es posible combinar hasta tres modos, por ejemplo, radio digital, televisión digital con recepción fija y televisión digital móvil. El sistema ATSC no considera el uso de modulación jerárquica.

b) Compresión de audio

Como ya se comentó anteriormente ATSC utiliza el sistema de compresión de audio AC3, mientras que ISDB-T utiliza codificación de Audio Avanzado (AAC-Advanced Audio Coding), que es parte de la norma MPEG-2.

c) Televisión en alta definición

El sistema ATSC fue desarrollado con el propósito de permitir transmisiones de televisión de alta definición usando una banda de 6 MHz. ISDB-T considera la transmisión de HDTV utilizando 12 de los 13 segmentos de la banda de 6 MHz, el décimo tercer segmento es reservado para recepción portátil.

3.3.2. Sistema DVB-T vs Sistema ISDB-T

a) Sistema de transporte y multiplexación

Los estándares DVB e ISDB utilizan el concepto de Modulación Jerárquica, como se indicó anteriormente la modulación jerárquica permite mezclar modos de transmisión distintos en una sola transmisión. El uso de cada modo es de libre decisión de cada operador. Los estándares DVB e ISDB, sin embargo, usan el concepto de Modulación Jerárquica, pudiendo ISDB-T transmitir en tres modos simultáneos, mientras que DVB puede hacerlo en dos modos.

b) Compresión de Audio

No parece haber diferencias de calidad o precio apreciable entre los sistemas de audio utilizados por los dos estándares. Si bien el estándar ISDB-T codifica audio surround a una tasa ligeramente menor y más eficiente (320 Kbps), esta diferencia no es significativa. [4]

Tabla comparativa de los estándares de Televisión Digital

TECNOLOGÍAS	ATSC 	DVB 	ISDB 	SBTV 
APLICATIVOS	INTERACTIVO	INTERACTIVO	INTERACTIVO	INTERACTIVO
MIDDLEWARE	DASE	MHP	ARIB	GINGA
Comp. Audio	Dolby AC3	Mpeg-1 L-II	Mpeg-II AAC	Mpeg-II AAC
Comp. Video	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4
TRANSPORTE	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
MODULACIÓN	8-VSB	COFDM	BST-OFDM	BST-OFDM

Figura 3.2 Ventajas propias de cada sistema

ATSC

Puede cubrir mayor distancia con un solo transmisor, además, garantiza su recepción en zonas lejanas cuando todo ya sea digital, esto es una gran ventaja en la inclusión de toda la sociedad.

Sus receptores son de muy bajo costos, comparados con los europeos, con la alta posibilidad de exportación de contenido hacia ese mercado, en lo que es diseño de base para transistores.

ISDB

Se destaca por tener un sistema robusto y flexible, que puede ser utilizada en HDTV o en SDTV y hasta la recepción por celular (one-seg-service), que puede ser transmitido simultáneamente en un solo canal.

El sistema permite coexistencia de servicios con esquemas de modulaciones independientes, como puede ser 8PSK, 64QAM, y en un mismo ancho y un solo transmisor, gracias al OFDM segmentado.

Posee un sistema de alerta llamado EWS (Emergency Warning System) para la radio difusión que activa los receptores satélites

DVB

Posee un amplio segmento en servicios interactivos muy parecidos a los que se ofrecen en internet.

Es el estándar de televisión digital más utilizado a nivel mundial, lo que permite una reducción en costos debido a su gran utilización.

Incluye a toda sociedad, para crear equipamientos, software y contenidos digitales, para sumarse al desarrollo del mismo, con el programa de participación DVB Project. Unos de los pocos estándares que facilita la Tv digital móvil a través de GSM y 3G.

SBTVD

No es sensible al ruido impulsivo, debido a sus entrelazamientos de intervalos más grandes, cosa que no posee el DVB ya que este está dividido específicamente en 13 segmentos. Cada segmento puede diferir del otro en codificación y modulación.

Puede captar la señal aun en vehículos en movimiento, gracias a su entrelazado temporal, ya que el error de ráfaga producido por la vibración, se convierte en aleatorio donde es más fácil de corregir.

3.3.4. Desventajas propias de cada sistema

ATSC

Este sistema recién está implementando un servicio para recepción móvil, cosa que los otros ya lo hacen

Prefiere volver a tener un solo canal en los 6mhz, pero que este sea de alta definición y de alta fidelidad.

ISDB

Lo malo de este sistema de gran calidad, radica precisamente en que por ser de gran calidad, sus costos de producción son elevados.

DVBT

Tiene una mala recepción en movimiento y es de muy baja resolución, y solo bajos las normas del DVB-H

SBTV

Como se mencionó con respecto al ISDB, es de muy alto costo, recordando que este sistema es una modificación del sistema japonés.

3.4. Ventajas y desventajas del sistema SBTVD en el Ecuador

3.4.1. Ventajas

Se transmite un formato de imagen un 33% mayor, 4:3 del NTSC en contra al 16:9 del DVB-T. Se mejora el sistema de Audio, ofreciendo la capacidad de Audio Dolby AC-3 y multilenguaje. Permite una canalización (multicasting), que en una franja de 6MHz se tiene la flexibilidad de ofrecer diversas configuraciones, desde un canal de alta definición HDTV, o varios canales en resolución estándar SDTV.

Permite la recepción en dispositivos móviles y portátiles, ofreciendo una excelente calidad de imagen en dispositivos que se encuentra en movimiento, además de la reducción de las antenas.

Ofrece servicios de interactividad, permitiendo convertir a los televidentes “pasivos” en “activos”, además de ofrecer todo un sector de desarrollo e investigación.

Al tener estas ventajas tecnológicas cambia la categorización de televidente pasivo a la de un televidente activo, capaz de interactuar con los programas que está viendo en televisión, todo gracias a la incorporación de la interactividad; esta interactividad abre nuevos campos de desarrollo y uno de estos es t-learning, ofreciendo una interesante herramienta complementaria al proceso educativo, dando la posibilidad al usuario de interactuar con los programas, acceso a material complementario profundizar en la temática vista y opinar sobre lo que observa.

Cada segmento de datos puede tener sus propios esquemas de codificación y modulación (la modulación puede ser DQPSK, 16-QAM o 64-QAM), en un canal de 6 Mhz, la tasa de transmisión puede variar entre 3.65 Mbps y 23.23 Mbps.

El ISDTV es un sistema basado en el padrón japonés ISDB-T, donde las mayores diferencias son el uso de tecnologías de compresión de video y audio más avanzadas (H.264 / HE-AAC) que las utilizadas en Japón (MPEG-

2 / MPEG L2), el middleware totalmente innovador y desarrolladas en Brasil, y la parte de protección del contenido.

El sistema Brasileiro de televisión presenta mayor rendimiento en cuanto a inmunidad al ruido impulsivo que los demás sistemas, lo cual ofrece alta flexibilidad para nuevas aplicaciones de servicio de televisión transmitida al aire, incluyendo recepción portable y móvil. El sistema ISDTV, permite realizar varias combinaciones de sus parámetros técnicos (intervalo de guarda, la tasa de código, y modulación) para obtener el mejor rendimiento, tanto para televisión fija, móvil y portátil.

3.4.2. Desventajas

Una de las grandes desventajas que ofrece el estándar SBTVD, como cualquiera de los otros estándares, es el gasto que se necesita para poder contar con el mismo. En el cual comprenderían los gastos por la adquisición de un recetor digital, con un sintonizador externo o un televisor que tenga este sintonizador digital integrado en el mismo.

CAPÍTULO 4

4. ESTRUCTURA DE LA RED DE LAS OPERADORAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN

4.1. Modos de transmisión digital por suscripción

4.1.1. Televisión digital por satélite

Este medio utiliza como su principal elemento satélites de comunicación para la transmisión de señales de televisión, que son emitidas desde una base en cualquier parte del planeta, y ser retransmitido por el satélite, de esta forma se puede recibir la señal en cualquier parte del planeta donde se encuentre una antena receptora del sistema.

En este sistema de transmisión se distinguen dos tramos principales:

Uno es el enlace ascendente, que es cuando la información es enviada desde la base emisora de la señal hacia el satélite y la otra el enlace descendente que retransmite esta información desde el satélite hacia la zona que cubra en la superficie de la tierra.

Para que no haya interferencia entre ambos enlaces, estos funcionan a diferentes frecuencias. Hoy en día la mayoría de las transmisiones satelitales están codificadas digitalmente, con ellos se ofrece una mayor cantidad de canales de televisión utilizando la misma cantidad de ancho de banda que antes se utilizaba para una transmisión analógica.

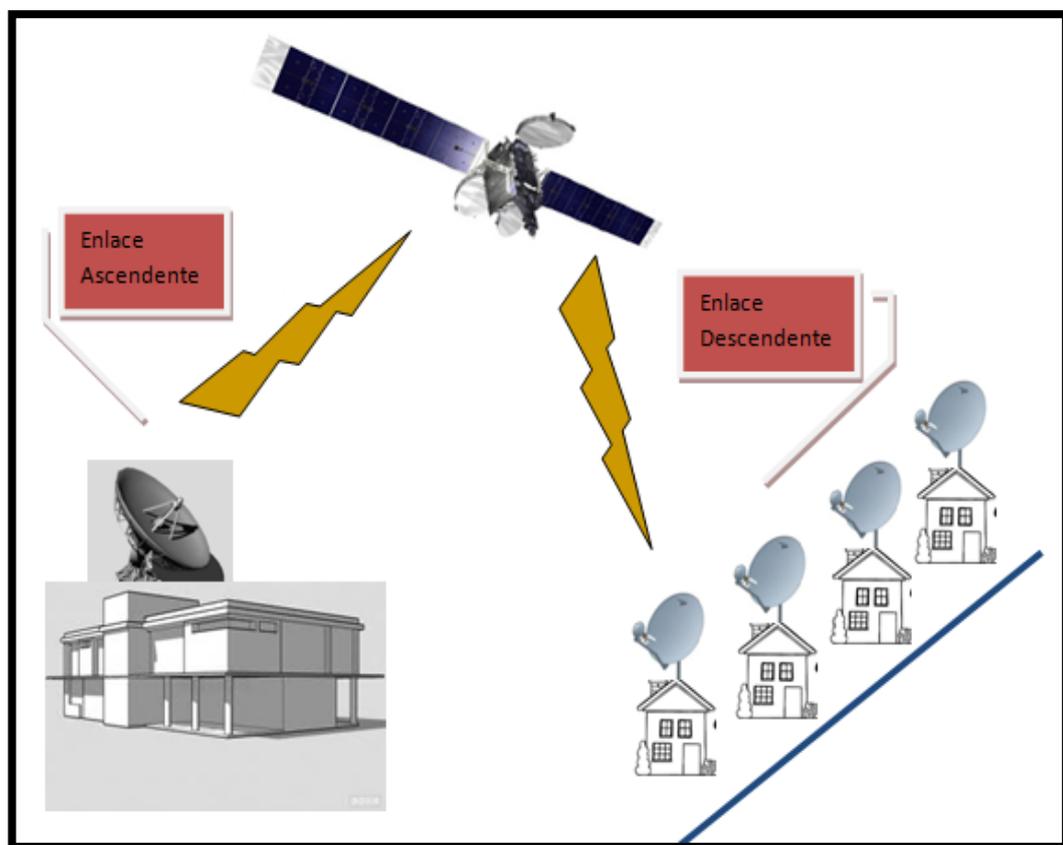


Figura 4.1 Recepción de señal satelital

4.1.2. Televisión digital por cable

La Televisión Digital por Cable es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego distribuirla por medio de redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial. Las redes utilizadas en la distribución de este tipo de servicios se dividen en cuatro secciones: cabecera, red troncal, red de distribución y red de acometida hacia los abonados.

A continuación damos a conocer una breve explicación de cada sección:

La cabecera o Headend (nombre en inglés) es el centro de recepción y control, de todos los sistemas ofrecidos por la compañía, donde se puede distribuir la señal para donde sea necesario mediante el siguiente paso que es la red troncal.

La red troncal es la encargada de transportar la señal donde se requiera el servicio, se la realiza previamente al estudio de la zona, se utiliza cable coaxial o fibra óptica y amplificadores generalmente cada 600 metros.

La red de distribución es la que se conecta al cable de la red troncal donde se coloca un amplificador tipo puente.

Y por último la acometida, que es cuando se conecta mediante cable coaxial desde las redes de distribución, hacia los abonados que requieran del servicio

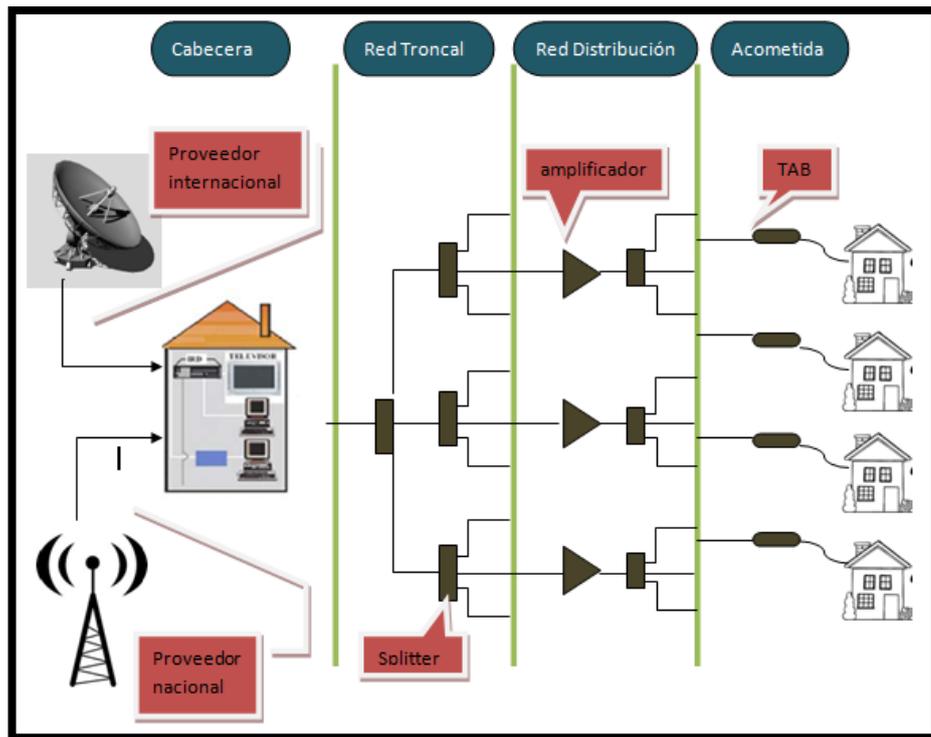


Figura 4.2 Recepción de señal por cable

4.2. Análisis del Headend al usuario que utiliza Grupo Tv Cable.

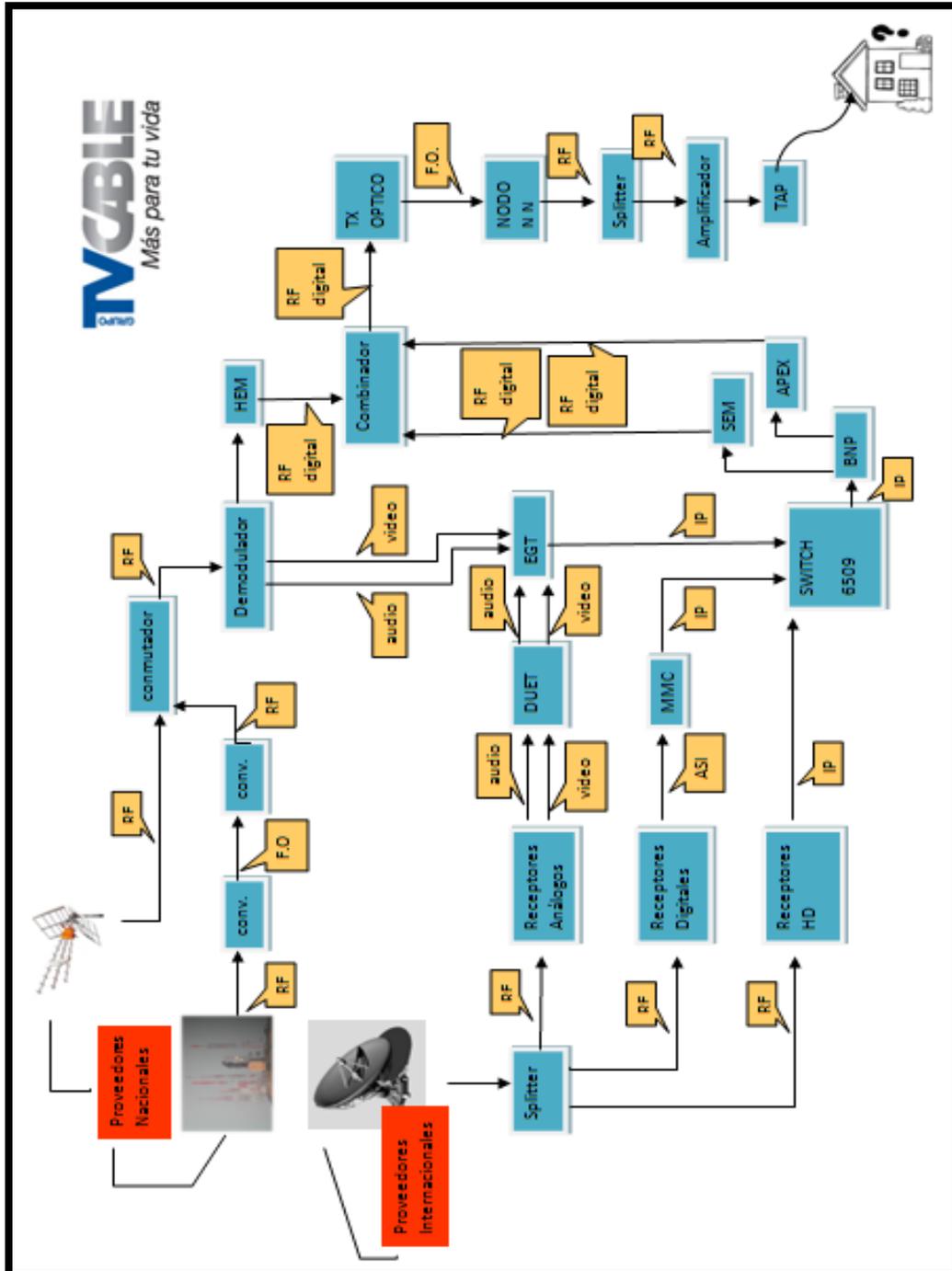


Figura 4.3 TRANSMISION(HEADEND-USUARIO) TV CABLE

4.2.1. Transmisión y recepción

Todo comienza con la señal que se recibe desde el exterior a través de receptores satelitales, recordemos que la señal que se recepta proviene de los proveedores internacionales, mediante los satélites de INTELSAT (International Telecommunications Satellite Organization) Organización Internacional de Satélites de Telecomunicaciones, empresa que presta servicios de retransmisión mediante el uso de una flota de satélites, para América latina existen los satélites intelsat 9, intelsat 11, intelsat 806 e intelsat 805, como los más importantes en este uso de retransmisión.

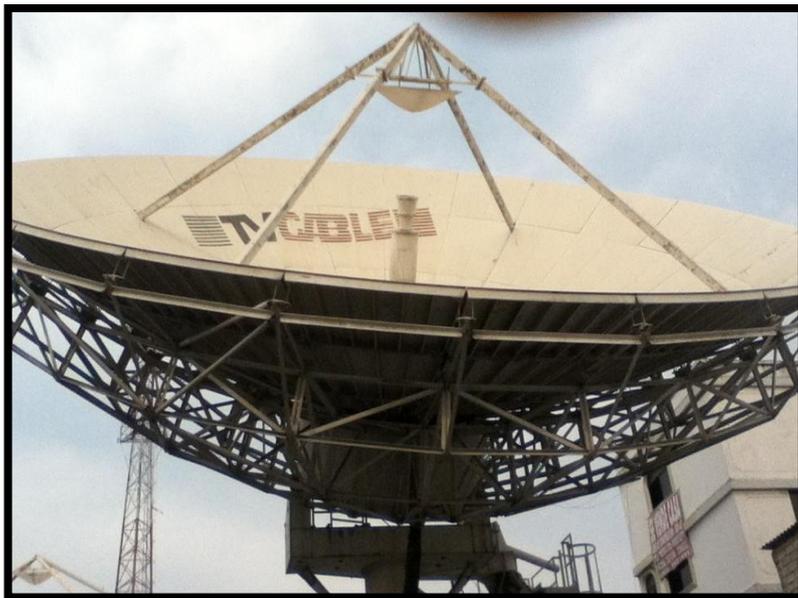


Figura 4.4 Antena de recepción satelital

Estos satélites utilizan polaridades (vertical u horizontal) para la retransmisión, recordando que cuando pasan a un medio físico como el cable no tienen polaridad de ningún tipo.

Le decimos polaridad vertical, cuando su campo eléctrico es perpendicular al plano de la tierra y polaridad es horizontal, cuando campo eléctrico de la onda, es paralelo al plano de la Tierra. Se realiza esto porque en teoría podríamos transmitir una señal en polaridad vertical y otra en polaridad horizontal, utilizando la misma frecuencia para ambos, pero existe interferencia en la práctica, aunque de todas formas esta propiedad es muy útil porque se pueden utilizar frecuencias muy cercanas para la transmisión.

Después de esto la señal pasa hacia los receptores satelitales, estos pueden ser multicanales, lo que quiere decir que pueden manejar varias programaciones a la vez, o monocanal, una sola programación. Del receptor satelital lo que se obtiene es el audio y video puro, también se puede obtener del mismo una señal ASI o directamente un señal IP, más utilizada para la recepción de los canales de alta definición.



Figura 4.5 Receptor satelital monocanal

Esta señal de audio y video que se logra obtener, es para poder manipularla e ingresar en ella publicidad local, esta inserción se realiza con la ayuda de un dispositivo de marca DUET, que lo realiza es censar un tono enviado por el proveedor mediante el mismo audio, lo que permite realizar una conmutación, que es administrada por el departamento de producción, para ingresar en ella la publicidad local, así mismo posee un tomo de que avisa que la programación del canal continuara, esta conmutación es automática.



Figura 4.6 Equipo DUET

Después de inserción de la publicidad la señal de audio y video debe ser digitalizada, esto se realiza mediante el E.G.T el cual recepta el audio y video y lo convierte en una señal IP, este proceso crea un pequeño retardo en las transmisiones de las señales. El E.G.T posee conectores RJ45, que es un interfaz físico comúnmente utilizado para conectar cableado estructurado, además posee otro puerto para administración o monitoreo.



Figura 4.7. E.G.T

Se saca mediante cable UTP las señales hacia un Switch 6509, donde llega cada programación en cada uno de estos cables, aquí la programación ya está en IP, desde donde se puede enviar la señal hacia otras ciudades como Machala, Portoviejo, Cuenca y Manta



Figura 4.8. SWITCH

Con respecto a los receptores multicanales, que como ya mencionamos pueden manejar varias programaciones, casi siempre estas programaciones son de un mismo proveedor, por ejemplo el proveedor Discovery Channel, en ellos llega Discovery-turbo, Discovery-ciencia y Discovery-civilization, así mismo este posee una salida de audio y video por donde se pueden sacar un solo canal o la salida ASI por donde se pueden sacar las tres programaciones.



Figura 4.9. Receptores multicanales

De esta salida ASI se conectan al MMC equipo que recibe algunas programaciones de los receptores, por eso posee varios puertos ASI y lo que hace es digitalizarlo, transformarlo a IP y enviárselos al Switch 6509.

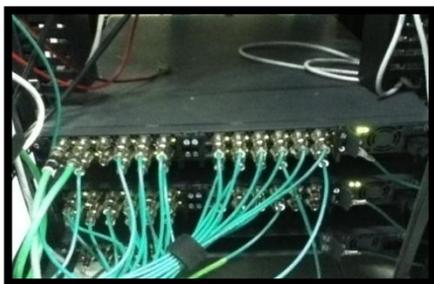


Figura 4.10. MMC

Con respecto a la salida de puerto LAN que poseen ciertos receptores, con esto se puede obviar lo que realiza el E.G.T, debido a que la señal que se extrae es IP, salida que es más comúnmente utilizada para los canales HD, así mismo existen receptores multicanales y monocanales. Todas estas señales también viajan al SWITCH 6509.

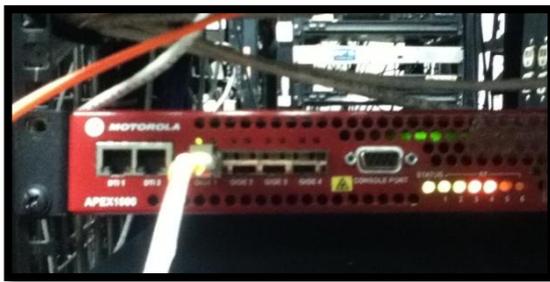


Figura 4.11. Receptor HD

Una vez que ya se obtienen todas las programaciones en IP en el SWITCH 6509, estas se conectan mediante fibra óptica a los equipos SEN o APEX.

Estos equipos lo que hacen es transformar esa señal, a una señal RF, por ejemplo el APEX posee tres módulos y por cada módulo genera una portadora digital QAM, y mediante software se selecciona que programación saldrá por cierta frecuencia, así a la par funcionan varios APEX, poseen puertos GIGE para las señales entrantes.



Figura 4.12. SEN y APEX

Todo este cableado que viene de los SEN y APEX, se combina en un splitter de señales ya en RF, y en la salida única van todas las programaciones, claro está que todas a diferentes frecuencias.



Figura 4.13. SPLITTER

Este cable común que sale del splitter llega a un pos amplificador, después de esto es enviado nuevamente a un splitter, para dispersar la señal y poder enviarla a los transmisores ópticos. Estos transmisores ópticos se encargan de transformar estas señales de RF a señales de luz, este forward es donde viaja todo lo que es la transmisión de tv.



Figura 4.14. Transmisor óptico

Para lo que es la recepción de canales locales o de tv televisión abierta también se podría tener un receptor satelital, pero lo que resulta más conveniente para la empresa en términos de economía, es bajar la señal por medio de una antena receptora común de RF o se los extrae mediante fibra óptica desde el cerro del Carmen. Todos estos canales llegan a través de un enlace establecido, y pasan por unos demoduladores de marca Holland, que se encargan de recibir esta señal de RF y transformarla a audio y video puro, una vez obtenida esta señal es enviada al E.G.T mencionado anteriormente.



Figura 4.15. Demodulador

Se posee un conmutador para seleccionar la señal, si desea que venga a través del enlace en cerro del Carmen o a través de la antena receptora convencional, se posee estos dos procesos uno como respaldo del otro, por si por algún motivo uno de los dos falla, el abonado no pierda la señal del canal local.



Figura 4.16. Splitter de canal local

También se posee un equipo HEMI, que como un E.G.T. se encarga de recibir la señal de audio y video puro y transformarlo a una señal IP, con la diferencia que este aparato puede sacar la señal en un enlace RF sin necesidad de conectarlas a los APEX o SEN, lo único malo del equipo es que no vota una señal cifrada como lo realiza el E.G.T.



Figura 4.17. HEMI

El DAQ (Data Acquisition), o la adquisición de datos, es el que procesa las muestras de las señales de un medio físico y las convierte a una muestra resultante de valores numéricos digitales que pueden ser manipulados en un computador, es el servidor que administra la red, que dice que abonado tiene ciertos permisos para poder ver cierta programación (paquete familiar, premium, etc), y es el encargado de abrir la señal cuando un abonado lo desea.



Figura 4.18. DAQ

Esta comunicación con el abonado a través del control que posee, es un retorno que tiene desde caja, que pasa por los nodos y llega hasta el Headend a través de los receptores ópticos, transforma esa luz en RF, luego hacia un splitter y se toma una señal hacia el equipo ARPD, encargado de entender la información que es requerida desde la caja e interpretada lo que el abonado desea, este ARPD está comunicado con el DAQ.



Figura 4.19. ARPD

La guía digital que ofrece tv cable, es un trabajo que no lo realiza la empresa, es un proveedor localizado en Argentina que se encarga de realizarla, ellos envían la guía previo pedido, como se la requiere y las cosas que deba de presentar, la señal llega a través de IP y se debe convertir esta señal a RF. Esta guía también viaja con la demás programación pero a una frecuencia determinada.

Otro equipo muy útil que posee la empresa Tv Cable, y que es uno de los últimos equipos que posee son los BNP, equipo que toma toda la programación y las administra, los comprime, los agrupa, selecciona, en si los ordena, cosa que no realiza el Switch 6509.

4.2.2. Codificación de video

La empresa realiza su compresión mediante los formatos establecidos por el MPEG-2 y MPEG-4 para conocer un poco del tema entendamos que es el MPEG, que son las siglas en ingles de Moving Picture Experts Group (grupo

de expertos de figuras en movimiento), el cual es un grupo de la ISO (International Organization for Standardization) y la familia de estándares de compresión.

El algoritmo que utiliza el MPEG se basa en comprimir la información en paquetes pequeños, para que estos sean fácilmente transmitidos y descomprimidos. Su alta tasa de compresión se basa en los cambios de un frame al siguiente, en lugar de almacenar todo el frame. Luego la información de video se codifica usando la técnica llamada DCT (Transformada discreta de coseno).

Principales formatos de compresión MPEG

MPEG-1.- Estándar inicial de compresión de audio y video, con una resolución de video de 352x240 a 30 frames por segundo, lo que la hacía inferior al VCR (Video Cassette recording) pero incluía compresión de audio de capa 3(mp3).

MPEG-2.- Usado ya para difusión en televisión, entrega resoluciones de 720x480 y de 1280x720 a 60 frames por segundo, con calidad de CD de audio, lo que lo hace suficiente para la mayoría de estándares de televisión e inclusive para HDTV, óptima para servicios de satélites y tv digital por cable,

no necesita mucha energía para la descompresión de sus datos pero en cambio la requiere considerablemente en la compresión de los mismos.

MPEG-3.- Se diseñó para el uso de HDTV pero se abandonó a favor de MPEG-2.

MPEG-4.- Basado en la tecnología de sus predecesores y a su vez de Apple QuickTime, donde los archivos del formato son mucho más pequeños que los JPEG o QuickTime, el cual utiliza un ancho de banda estrecho para imágenes y video, y su vez puede mezclar texto, gráficos y capas de animación 2D y 3D.

MPEG-7.- Realmente llamado Multimedia Content Description Interface, este formato proporciona herramientas para contenido multimedia, además su diseño es genérico y no posee un uso específico.

MPEG-21.- Contiene Rights Expression Language (REL) y un Rights Data Dictionary, que a diferencia de los anteriores basados en compresión y codificación, este se basa en un estándar que define la descripción del contenido y también los procesos para acceder, buscar, almacenar y proteger los mismos.

MPEG-2

El Mpeg-2 es la segunda fase de MPEG como antes e menciono, el cual está formado a su vez por tres partes o estándares, protegidas por la ISO/IEC 13818-1 Sistemas MPEG-2 (Draft ITU-T Rec. H.222), ISO/IEC 13818-2 Vídeo MPEG-2 (Draft ITU-T Rec. H.262) y ISO/IEC 13818-3 Audio MPEG-2. [5]

Opera en un rango de 2 a 15 Mbit/s, pero puede funcionar a velocidades de 100 Mbit/s. posee a su vez un amplio rango de aplicaciones, velocidades, resolución, calidad de la señal y servicio con direccionamiento, incluyendo todas las formas de almacenamiento digital, HDTV en televisión, comunicaciones y broadcasting.

Entre las varias mejoras o extensiones introducidas en los codificadores MPEG 2, tenemos:

- Nuevos modos de predicción de campos y tramas para scanning entrelazado.
- Cuantización mejorada.
- Nuevos códigos intra-trama de longitud variable (VLC).
- Extensión escalada de resoluciones para compatibilidad, servicios jerárquicos y robustos, y dos nuevas capas de sistema para multiplexaje y transporte que provee celdas/paquetes de vídeo de alta o baja prioridad, cuando son llevados a través de una red conmutada.

- Incrementos soportados por accesos aleatorios.
- Soporte resistente para incremento de errores.
- Múltiples programas con un multiplexor (MPEG 1 no puede hacer esto, y esto fue un driver principal para el MPEG 2).

El estándar de compresión MPEG-2 es un esquema híbrido de compresión para imágenes en movimiento que usa varias codificaciones como son la inter-trama, la intra-trama, la codificación predictiva y la codificación a través de la transformada discreta de coseno (DCT), esta DCT es un algoritmo matemático aplicado a un bloque de 8x8 elementos de imágenes, dentro de un cuadro, donde elimina la redundancia en la imagen a través de la compresión de la información contenida en 64 píxeles. Un cuantizador otorga los bits para los más importantes coeficientes DCT, que son los que se van a transmitir.

La gran diferencia con su predecesor el MPEG-1 es que el MPEG-2 incluye extensiones las cuales permiten manejar un rango de aplicaciones, una de estas, que es la de mayor importancia es durante el proceso de definición del estándar, el cual todas sus transmisiones de video en calidad de TV se codifican a velocidades de entre 5 a 10 Mbit/s.

No obstante, la sintaxis del MPEG-2 ha sido diseñada para ser eficiente para las aplicaciones de altas velocidades de muestreo así como altas velocidades binarias (HD TV). Además resalta de su predecesor por su sintaxis en la codificación eficiente de video entrelazado.

Otras características que posee son la precisión de 10 bit DCT DC, cuantización no lineal y tablas VLC, las cuales permiten un mejoramiento notable en la eficiencia de la codificación. Otra característica del mismo es que permite la división de continuas señales de video gracias a las extensiones escalables que posee, dentro de dos cadenas binarias codificadas, lo que permite tener el video en diferentes resoluciones, velocidades o calidades.

Perfiles y Niveles del MPEG-2

Debido a que MPEG-2 es una recomendación muy compleja, debido a que posee una gran variedad de combinaciones que pueden sobrepasar 106, sin embargo, muy pocas combinaciones son destinadas como perfiles y niveles.

Una larga variación de desempeños son posibles, dentro de los perfiles, por otro lado los niveles son un conjunto de derivaciones que se imponen para los perfiles.

Cuando se combina un perfil con un nivel se produce una arquitectura muy bien definida para una cadena particular de bit. Los algoritmos que son ejemplos de sintaxis son limitadas por los perfiles, mientras que los niveles limitan los parámetros como son dimensiones de las tramas, velocidad de muestreo, velocidad binaria codificada, etc.

Niveles: destinan un rango de cualidades potenciales, el número de capas de audio y video soportados por los perfiles escalados, definen los máximos y mínimos para la resolución de una imagen, luminancia (muestras Y por segundo) y la máxima velocidad binaria por perfil. Una breve explicación de cada uno se denota a continuación:

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 conocidos como subconjuntos con características de sintaxis, usados para que la información converja. Existen 5 diferentes perfiles cada uno siendo más sofisticado que el anterior y poseyendo herramientas adicionales compatibles con las anteriores, obviamente más costoso para quien lo quiera adquirir, una breve explicación de cada uno se denota a continuación:

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 diseñado para aplicaciones donde no están contraídas sobre las velocidades de los bits.

Los Modos Escalables De Mpeg 2

Hoy en día existen cuatro modos escalables en el MPEG-2, estos modos rompen el video en diferentes capas (básica, mediana y alta) para propósitos de prioridad de datos de video. Otro propósito que se alcanza con esta escalabilidad es para poder realizar divisiones complejas, como por ejemplo, en HDTV, la alta prioridad en la cadena binaria (720x480) puede ser decodificada bajo condiciones de ruido donde la prioridad baja (1440x960) no puede realizarlo. [5]

A continuación se muestra una breve explicación de los modos escalables:

Escalabilidad espacial: Este método de dominio espacial codifica la capa base a una dimensión de muestro bajo (por ejemplo: resolución) que las capas superiores. Las capas bajas (base) reconstruidas del muestro son usadas como predicción de las capas superiores.

Particionamiento de datos: es un método de dominio de frecuencia que rompe los bloques de 64 coeficientes cuantizados de la transformada dentro

de dos cadenas binarias. La primera, cadena de alta prioridad contiene los coeficientes más críticos de las frecuencias bajas e información (tales como valores DC, vectores, etc.), la segunda, cadena binaria de baja prioridad lleva datos AC de las altas frecuencias.

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: Un método de dominio temporal usado por ejemplo en vídeo estereoscópico. La primera, la 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. Por ejemplo en una visión estereoscópica, el canal de vídeo izquierdo puede ser predicho del canal derecho.

Esquema De Codificación Intertrama De Video

Para poder explotar la capacidad de compresión y compensación de movimiento además de incorporar fast forward y fast reverse FF/FR

(adelantado y retroceso rápido) para el servicio de almacenamiento que posee MPEG-2, posee ciertos esquemas de codificación entre las tramas que está compuesto por I (intraframe-coded) entra tramas, P (predictive-coded) tramas predecibles, B (bidirectionally predictive-coded) tramas interpoladas o bidireccionales y D (DC-coded) tramas de imágenes DC.

Una trama I es codificada sin referencia para otras imágenes o tramas contenidas en la secuencia del vídeo, lo que las hace totalmente independiente, sin referencia a ninguna otra. Cualquier trama I trabaja como punto de referencia para funcionalidad y accesos FF/FR. En las imágenes I solamente se aplica codificación intracuadro, el cual explota la redundancia espacial de una imagen ya sea en un campo o en un cuadro. Libera muy baja compresión.

Las tramas P son codificadas con la referencia de las tramas previamente codificadas, que son las I y además las P, aprovechando la semejanza entre imágenes adyacentes. En los cuadros P la predicción solo se realiza hacia delante, es decir, las predicciones solo se forman con la información de cuadros I o P si es que estos son decodificados inmediatamente antes, estos cuadros con predicción hacia adelante permiten aprovechar las técnicas de codificación intracuadro para mejorar la eficiencia global de compresión y a

su vez la calidad de las imágenes. Ellas incorporan compensación de movimiento y la compresión es más alta que las tramas I.

Las tramas B requieren como referencia tanto las tramas futuras como pasadas similar a como lo realizan las imágenes P, codificando la diferencia entre la imagen predicha y una imagen de referencia sea esta I o P que este más cercana en la secuencia, los cuadros B no se pueden usar en la predicción de otros cuadros futuros, las tramas B usan compensación e interpolación de movimientos y logran alta compresión.

Tramas D son imágenes que contienen solamente la DC (bloques de 8x8) para cada bloque. El soporte de éste tipo de trama es opcional, y las secuencias pueden no contener tramas D mezcladas con los otros tipos de tramas.

Las imágenes de un grupo se organizan de una forma similar a las mostrada en la figura 4.2o El número de cuadros P y B entre dos cuadros I es variable y depende del proceso de codificación que se realice,

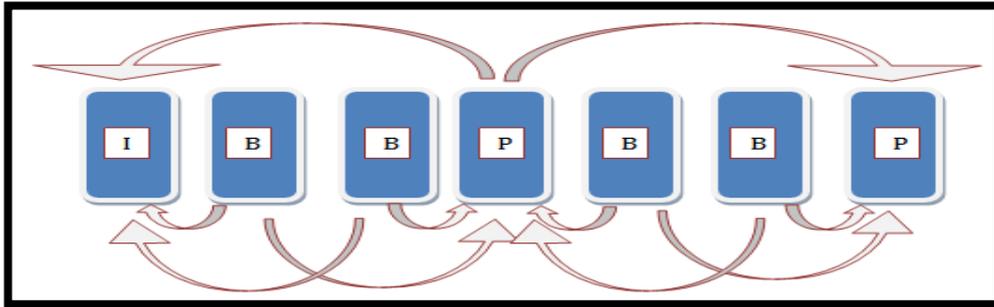


Figura 4.20 GRUPO DE IMAGENES

La relación entre las porciones de las tramas I, P y B es conocida como N/M, donde N es el número de tramas entre imágenes I y M representa el número de tramas entre las imágenes P, donde los valores más utilizados en esta relación son de quince tercios.

Las imágenes de P y B se codifican pero como diferencia entre ambas, lo que quiere decir que solamente es necesario actualizar la información que corresponda a las aéreas donde se produce una variación, este proceso se designa como llenado o relleno condicional (CONDITIONAL REPLENISHMENT).

Este grupo de imágenes pueden ser de tipo abierta o cerradas, donde en el primer caso las predicciones de las imágenes P y B se pueden realizar con otras imágenes fuera de este grupo. En el caso de las cerradas las predicciones se realizan solo dentro del GOP (Group of Picture) grupo de imágenes.

Sistemas Mpeg 2 Para Multiplexaje Y Transporte

En MPEG-2 la multiplexación y el transporte se especifica bajo el formato de codificación para poder multiplexar audio, video y datos de tal forma que sea manejable para almacenar o transmitirlos. Existen dos formas de cadenas de datos que son:

TS (transport stream) cadena de transporte: la encarga de llevar simultáneamente uno o más programas, es muy óptimo en aquellas donde las pérdidas de datos puede ser requeridas (enlaces satelitales). Esos errores son conocidos como errores de bit o pérdidas de paquetes. Este TS es una secuencia de 188 bytes de longitud por paquete, llamado también "paquetes de transporte". Estas se pueden construir a partir de dos formas:

PES (Packetized Elementary Stream) cadenas elementalmente paquetizadas: provienen de múltiples programas, cada uno de estos programas debe poseer una velocidad variable, no obstante, la TS será de velocidad constante. Además cada programa posee un PCR (reloj de referencia primario) que indica la velocidad actual del programa o por cadenas de programas u otra TS las cuales pueden tener uno o más programas

PS (Program stream) cadena de programas: muy óptima para poder ser utilizada en ambientes libres de errores, como son las aplicaciones multimedia. Los paquetes son largos de longitud variable, donde cada uno de estos comenzara con una cabecera establecida. Un error en esta cabecera puede causar la pérdida del paquete completo y a su vez la corrupción de una trama entera de video. PS posee la habilidad de llevar uno o más programas al mismo tiempo, con respecto a la PES que tiene que compartir un tiempo de base común.

Multiplexaje: es basado en paquetes y es muy flexible. Pueden ser distribuidos de diferentes maneras los paquetes pertenecientes a diferentes programas. Para que todos los datos sean descodificados y presentados a su respectivo tiempo se utiliza un buffer en el decodificador. Debido a que la PES es variable en velocidad, esta forma de multiplexar es de gran ayuda ya que puede distribuir PES de distintas fuentes con sus respectivas velocidades de forma inmediata dentro de una salida común con una velocidad constante. No conociendo los picos de velocidad, se puede transportar altas velocidades instantáneamente en una salida de baja velocidad, este multiplexor es conocido como multiplexor estadístico.

Ofrecen diferentes modos de operación en las capas del sistema que son:

- Multiplexaje estadístico, descrito anteriormente.
- Multiplexaje estadístico limitado en el cual la velocidad de cualquier cadena de vídeo no podrá caer bajo un umbral programable.
- Multiplexaje con velocidad fija, las velocidades de vídeo son fijas.
- Modo mixto. Todos los modos previos pueden ser mezclados dentro de un simple TS.

Después de esto la señal tendrá su proceso final, en donde cada paquete de transporte puede ser encriptado y devuelto bajo el control de acceso condicional. Siempre la salida de un multiplexor portando distintos canales, será de velocidad fija.

MPEG-4

Así mismo la compañía utiliza la compresión de video MPEG-4, este estándar perteneciente al grupo de los MPEG, ofrece una representación eficiente en lo que a codificación de datos de video y audio se refiere, en el cual se puede acceder y manipular los objetos audiovisuales en un dominio codificado y comprimido, para poder llegar a aplicaciones interactivas basadas en multimedia los cuales son una presentación flexible a los contenidos audiovisuales que ofrece el internet, juegos de video, televisión, smartphones, y otras tantas aplicaciones existentes, gracias al alto grado de compresión del MPEG-4. [15]

Lo que hace que el MPEG-4 sea diferente a sus predecesores y representa la diferencia en su tecnología, es la capacidad de codificar de forma arbitraria objetos visuales, ya que estos mismos son limitados a tener una forma rectangular en el MPEG-2. Por ejemplo con el MPEG-4 en una escena donde están varias personas, consideradas estas imágenes 2D, juntas alrededor de una mesa que se encuentra en la misma escena, cada objeto audiovisual definido que se tiene es tratado de manera completamente diferente. Este estándar ofrece varias tecnologías que se mencionan a continuación:

- Codificar de manera individual las unidades con contenido de video y audio conocidos como objetos audiovisuales o AVO.
- La composición de los diversos objetos audiovisuales (AVO) en una escena.
- La multiplexación y la sincronización de los AVO para que puedan ser transportados sobre una red manteniendo la calidad de los servicios que pueden ofrecer o los requerimientos que desee el abonado.
- Ofrece una interfaz entre la aplicación y los mecanismos de transporte que es genérica.
- La forma en que el usuario final interactúa con la escena o con un objeto individual en la misma escena.
- Como se proyecta la escena audiovisual compuesta en el equipo de audio y video que se posee.

Con respecto a sus predecesores el MPEG-4 posee nuevas posibilidades. Una de estas es ofrecer nuevas y diversas variedades de interactividad, a su vez también permiten integrar los contenidos naturales y sintéticos en forma de objetos. Estos objetos pueden representar una entidad “registrada” (un personaje, una mesa) o material sintético (ruido, una cara, una animación en 3D), lo que hace que también pueda soportar contenidos en 3D como en 2D. En el flujo es muy versátil, tiene codificaciones con relación al flujo muy bajas (2 Kb/s para conversación, 5 Kb/s para vídeo) hasta llegar a relaciones muy altas (5 Mb/s para vídeo con calidad transparente, 64 Kb/s por canal para audio con calidad similar al CD). También ofrece una administración y protección de la propiedad intelectual mejorada.

Lo que se refiere a codificación sus predecesores (MPEG-1, MPEG-2) utilizan secciones de imágenes rectangulares para definir las partes en movimiento, en esto el MPEG-4 es capaz de que estas secciones sean “perfiladas”. Al hacer esto en los objetos se pueden despegar de los otros objetos que participan en la secuencia original, así como el fondo. Una vez conocido cada objeto y el fondo, permite la inmersión de nuevos objetos sean estos naturales o sintéticos, para ambos casos el MPEG-4 mantendrá la naturaleza de cada objeto.

Con lo que respecta a la codificación, es de manera muy similar a los anteriores, donde se incluye la compensación y predicción de movimientos seguido de una codificación basada en DCT (*discrete cosine transform* - transformada discreta de coseno).

En el proceso de decodificación en el MPEG-4, se debe recuperar la información de cada objeto, junto a ellos sus datos asociados, dando al usuario la posibilidad de cambiar cualquier parámetro disponible (esto permite tener diferentes grados de interacción) sin tener que recurrir de nuevas formas de decodificar.

MPEG-2 vs MPEG-4

El video en términos de transmisión y almacenamiento siempre ha sido un poco problemático en su manejo, debido a su extenso tamaño en los archivos. Por dar un ejemplo, un video no comprimido de pantalla completa requiere la necesidad de 30 archivos de imagen de 1MB, por cada uno, en cada segundo, sin tener en cuenta las señales de audio que este posea.

En compresión el estándar MPEG-2, mediante comparaciones entre una trama de video y las que la suceden, permite que se almacene o transmita solo la información de los cambios entre las tramas, el reto será copiada de

la trama anterior, de esta manera mucha de los datos originales pueden ser no transmitidos lo que hace que la ancho de banda se reduzca.

Lo malo es que el mínimo común que existe entre las tramas continúa siendo relativamente extenso.

Para ahorrar ancho de banda, el estándar MPEG-4 reconoce objetos de forma individual dentro de una trama (como se ha mencionado anteriormente), lo que hace que sea capaz de desechar una mayor cantidad de información, logrando ordenes de compresión que van de 8 a 12 veces menor que los que se obtienen en MPEG-2. Además con MPEG-4 puede comprimirse la información de un DVD de 8 GB en un CD de 700MB.

Para lo que son comunicaciones multimedia audiovisuales interactivas sobre las redes móviles o PSTN (*public switched telephone network*- red telefónica pública conmutada), este estándar ofrece una buena calidad de video con uso de bajas velocidades de transmisión lo que es una funcionalidad primordial del estándar. En estos servicios se ofrece la transmisión de video-teléfono, acceso a servicios de video para aplicaciones multimedia, videoconferencia, por mencionar algunas de las posibilidades.

Resoluciones MPEG-4

Este estándar ha sido creado tanto para ser utilizado en la teledifusión como para uso en la web, mejorando la convivencia de ambos canales, debida a que permite la integración de contenidos que provienen de ambos en una misma escena de multimedia. Esta forma de difusión es permitida debido a que el MPEG-4 viene provisto de diferentes relaciones de flujo. Como pueden ser difusiones de video bajas (VLBV-very low bit rate video) donde se utilizan diversos algoritmos y herramientas para aplicaciones que trabajen con un flujo de datos entre 5 a 64 kbit/s.

El ejemplo claro es la difusión por la web, donde esta soporta secuencia de imágenes que van con resoluciones espaciales muy bajas, desde pocos pixeles por línea y filas hasta resolución CIF (*Common Intermediate Format*) que se utiliza para compatibilizar los diversos formatos de vídeo digital, y la relación de cuadro baja (desde 0Hz"imágenes fijas" hasta los 15 Hz). Las aplicaciones básicas que puede soportar esta aplicación pueden codificar imágenes rectangulares con alta resistencia a los errores y alta eficiencia de codificación, con un poco tiempo de recuperación de datos y una complejidad muy baja para lo que las aplicaciones de multimedia en tiempo real. A su vez pueden permitir el acceso remoto, avance y retroceso rápido para las aplicaciones de acceso multimedia y de almacenaje.

En lo que es HBV (higher bit rate video), vídeo de relación de bits alta, soporta las mismas funciones que el VLBV, con la diferencia de ofrecer resoluciones muy cercanas a los parámetros R-601 (PAL estudio), sin dejar de utilizar las mismas herramientas y algoritmos del VLBV. MPEG-4 soporta tanto la exploración entrelazada como la progresiva.

Interactividad

El MPEG-4 para las funciones de interactividad que posee, introduce el concepto de VOP (Video Object Planes) planos de objetos en el video. Cada uno de los cuadros de la secuencia de video a codificar es dividido en un número de imágenes independientes VOP.

A diferencia con los estándares MPEG-1 y MPEG-2 en donde el formato de video de entrada usado, es únicamente una imagen rectangular, el video de entrada para el MPEG-4 no tiene que ser solo de manera rectangular, sino que también puede ser una región VOP, donde el contorno es arbitrario y los valores de contorno y localización del mismo pueden variar de cuadro en cuadro.

Las sucesiones de un mismo objeto físico en las regiones VOP en una misma escena se los conoce como VO (Video Objects) objeto de video. La información que lleva cada VOP que son contorno, movimiento y textura, que

pertenecen a un objeto de video, es transmitida y codificada en un VOL (Video Object Layer) capas de objetos de video, de manera independiente. También se incluye la información relevante que es necesaria para poder identificar cada capa de objetos de video, VOL, y su composición para reconstruir la secuencia original en el receptor. Esto permita que se realice la decodificación separada de cada VOP y su posibilidad en poder manipularlos.

Una codificación MPEG-4 de una secuencia de vídeo rectangular sin definición de contornos nos da una codificación muy similar al MPEG-1 o al MPEG-2. En realidad, el MPEG-4 no especifica una única manera para codificar información de audio y video, pero si lo que nos ofrece son herramientas para poder utilizar diferentes métodos en lo que a la codificación se refiere, los cuales pueden utilizarse para distintos tipos de contenidos.

Contenido sintético y más posibilidades

El MPEG-4 nos permite la posibilidad de converger material original con un material sintético. El ejemplo más común es el audio estructurado, el cual permite utilizar eficientemente el ancho de banda para la creación de contenidos de audio que son sintéticos pero de muy alta calidad. Esto está muy relacionado con el uso del MIDI (musical instrument digital interface) que

es el interfaz digital de instrumentos musicales, ya que permite la difusión de ordenes musicales” partituras” en vez de un audio original, logrando optimizar el ancho de banda.

Para entender mejor el asunto, es como enviar a una banda de músicos en tiempo real, únicamente las partituras musicales de una obra, mediante la web. Otra posibilidad que ofrece el MPEG-4 es la animación facial, ayudándose en si con un Interfaz de Texto para locución, que permite la difusión de un texto para que el receptor lo lea textualmente y se reproduzca en una cabeza sintética inteligente. El difusor solo debe emitir el texto, y el receptor utilizara las herramientas que crea necesarias para crear una cara que interpretase el texto y hasta los propios movimientos faciales, como puede ser un presentador de noticias.

El MPEG-4 también puede interpretar complejas estructuras lineales en 2D y en 3D. De esta forma, con la ayuda de información sobre textura, el receptor puede crear cualquier objeto sintético tomando como referencia el esqueleto en 3D y la información acerca de su textura, como hace un computador de animación en 3D para poder interpretar estos datos para poder crear una secuencia de imágenes generadas en el ordenador.

4.2.3. Codificación de audio

Para lo que a compresión de audio se refiere, esta compañía utiliza un estándar muy conocido y apreciado en el ámbito que estamos explicando, éste es el Dolby Digital AC-3 (Audio Coding 3) o nombrado más comúnmente como Dolby Digital, para conocer un poco más de este formato se detalla a continuación su creación y funcionalidad.

Dolby

DOLBY ha sido el líder en lo que a tratamiento e innovación de audio se refiere, creado en 1960 sus laboratorios trabajan para buscar una forma de compresión y expansión que trate de reducir el ruido del fondo de una grabación, donde han nacido tecnologías innovadoras con respecto a reproducción de audio.[6]

Esta empresa desde su principio se encargó en crear productos de audio solamente para uso profesional, y las tecnologías de la licencia que eran apropiadas para aplicaciones de consumo. Lo que logro Dolby con sus innovaciones es establecer un estándar para esta clase de tecnología del entretenimiento, consolidándose en los mercados de consumo y profesionales.

Hoy en día las invenciones de Dolby sus utilizadas en los cines, juegos de video, estudios de grabación profesional, DVD, medios de comunicación, disco laser, televisión digital, cable digital y sistemas satelitales.

Formatos de la compañía a través del tiempo

- Dolby tipo A ®: reducción de ruido para el mercado profesional (1965).
- Dolby tipo B ®: reducción de ruido para productos de consumo (1968).
- Dolby ® estéreo: práctico 35 mm estéreo, liberación óptica formato de impresión (1975).
- Dolby tipo C ®: producto con reducción de ruido (1981).
- Dolby Surround: codifica las dos pistas de cualquier fuente estéreo con cuatro canales de sonido envolvente (1982).
- Dolby AC-1: primer sistema de codificación digital (1984).
- Dolby SR: “registro espectral” mejora el rendimiento de una grabadora analógica (1986).
- Dolby Pro Logic Surround ®: eleva la experiencia de cine en casa con cuatro canales de sonido envolvente (1987).
- Dolby AC-2: permite hacer instalaciones separadas completas de calidad profesional con control de audio y doblaje a distancia a través de líneas RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) (1989).

- Dolby AC-3: Nuevo sistema de codificación de audio multicanal, conocido como Dolby Digital, su primera aplicación es un formato de sonido para películas (1991).
- Dolby E: para la producción de televisión digital de audio multicanal y debut de distribución (1999).
- Dolby Virtual Speaker: introducido para los consumidores que carecen del espacio para un sistema de reproducción de 5.1 canales dedicados (2002).
- Dolby TrueHD: sin pérdida de codificación para discos de vídeo de alta definición (2005).
- Dolby 3D Digital Cinema: usado en la industria cinematográfica (2007).
- Dolby Axon: ofrece comunicación de voz 3D para juegos en línea (2009).
- Dolby Mobile: 5.1 canales de sonido envolvente en un teléfono móvil (2010).
- Dolby Surround 7.1: a sus inicios para su uso en cines digitales, en el 2011 Dolby permite sonido envolvente 7.1 para los medios de transmisión (2010).
- Dolby PRM-4200: Monitor de referencia profesional para instalaciones de postproducción (2010).
- Dolby Atmos TM: plataforma de audio nueva que cambia la experiencia del sonido en el entretenimiento (2012).

Dolby AC-3

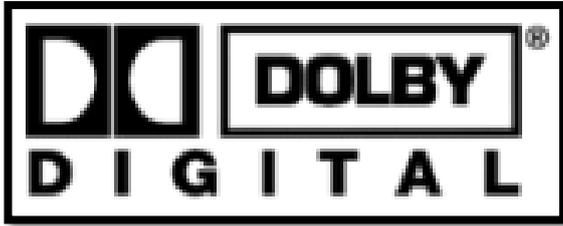


Figura 4.21 Logo de DOLBY

Dolby AC-3 (Audio Coding 3), más comúnmente conocido como Dolby Digital, es un referente en lo que a técnicas de codificación digital de audio se refiere, el cual reduce la cantidad de datos que sean necesarios para producir sonidos de alta calidad. Esta codificación de audio digital se basa en el hecho que el oído humano percibe ciertos sonidos producidos por algún aparato reproductor del mismo, como ruido. Tratar de reducir, eliminar o enmascarar estos ruidos reduce significativamente la cantidad de datos que son necesarios para la reproducción del sonido. Los laboratorios Dolby ya habían desarrollado dos sistemas de codificación de audio antes de este mencionado que son el AC-1 y el AC-2, basándose en estos sucesores Dolby AC-3 fue el primer sistema de codificación de audio diseñado específicamente para audio digital.

Dolby AC-3 es un formato de 5.1, lo que significa que proporciona cinco canales de ancho de banda completo, un central, un frontal izquierdo, un frontal derecho, surround izquierdo y surround derecho, lo que crea un efecto

de sonido envolvente. También incluye un sonido de efecto de baja frecuencia conocidos como LFE (Low Frequency Effects) que es necesario para efectos especiales y secuencias de acción en las películas. Este canal LFE es solo una décima parte del ancho de banda de los canales, y ciertas veces es llamado erróneamente el canal de subwoofer. AC.3 también posee una función de Downmix que garantiza la compatibilidad con los dispositivos que no son compatibles con el formato 5.1. [6]

Para poder almacenar 5.1 canales separados de información, una forma en la que se podría reducir la cantidad de bits, es reduciendo el número de bits de cuantización, de 16 bits a 10 bits, pero este crea un alto nivel de ruido en el sistema y una reducción de la gama dinámica. Por ejemplo una resolución de 16 bits crea un sistema de 65.536 palabras de “descripción” posibles, mientras que si utilizamos los 10 bits solamente generaríamos 1.024 “descripciones”, lo que reduce en si la precisión general de cada muestra.

Lo que hace Dolby AC-3 es variar la velocidad de transmisión de forma instantánea en función la frecuencia, para así poder controlar la resolución general de una banda sonora. Con la utilización de algún algoritmo de alta complejidad, que puede comprimir los flujos de audio en un factor de 10 a 12, con un índice de muestreo de 16 bits a 48 kHz y una velocidad binaria global

de 384 kbit/s., se calcula la distribución óptima de los bits sin ninguna degradación audible en el sonido.

Una transmisión digital produce de forma adjunta más ruido que la transmisión de datos sin compresión. Cuando se utilizan menos bit para representar una señal de audio, se produce mayor ruido. Lo que hace Dolby AC-3 es compensar esta reducción de bits de dos modos, una por un filtrado digital y la otra por enmascaramiento.

En las primeras etapas del proceso tiene lugar uno de los modos que es el filtrado digital, donde la información es fragmentada en 256 bandas de frecuencia, en el que cada uno de los cinco canales de información de audio pasa por una serie de filtros de pasa banda. En la salida del proceso ocurre el enmascaramiento mencionado, que es un sistema analógico de reducción de ruido desarrollado por Dolby. Dolby Digital AC-3 tienen 256 bandas independientes con filtros de pasa banda (agudos y graves) de 12 db por octava.

4.2.4. Modulación de la señal digital.

La empresa para lo que ha modulación de sus señales digitales se trata, las realiza mediante las modulaciones de QAM 64 para una definición estándar y QAM 256 para una alta definición, pero entendamos en sí que es una

modulación digital. En una modulación digital cada símbolo emitido tiene una potencia determinada por su posición en la constelación.

La potencia de cada símbolo no suele ser constante durante la duración del mismo debido a la actuación del filtro de conformación, que suele ser tipo coseno alzado, de manera que la potencia media a lo largo de la duración de cada símbolo es algo menor que la potencia “nominal”, la cual suele ser la potencia instantánea en el centro del símbolo.

Sin embargo, para simplificar los cálculos en esta nota, se considera que el filtro no está actuando y la potencia de cada símbolo es constante durante la duración del mismo y coincide con la “nominal” en el centro del mismo, que también corresponde con la posición nominal del símbolo en la constelación [16].

Las consideraciones anteriores son válidas para las modulaciones digitales de portadora única, como es el caso de las modulaciones usadas para la transmisión de TV digital por cable, satélite, etc., pero no para las señales OFDM en la que se usan múltiples portadoras en cada símbolo y la potencia de cada portadora si es constante durante la longitud de cada símbolo ya que no se usan filtros conformadores de espectro.

Modulación QAM

En un sistema MPSK, las componentes en fase y en cuadratura se interrelacionan de tal manera que la amplitud de la envolvente es constante para cualquier símbolo transmitido (constelación circular centrada en el origen). [14]

Si se elimina la restricción previa entre las componentes en fase y en cuadratura obtenemos un esquema de modulación M-aria de amplitud en cuadratura (QAM). Este es un esquema de modulación híbrido: Amplitud y Fase.

La QAM es una forma de modulación digital cuya información está contenida tanto en la fase como en la amplitud de la portadora transmitida.

En la 8 QAM los datos se dividen en grupos de 3 bits (Tribit), uno de los cuales varía la amplitud de la portadora y los otros dos la fase. La señal modulada puede así tomar 4 diferentes fases y dos diferentes amplitudes, por un total de 8 estados diferentes

En la 16 QAM los datos se dividen en grupos de 4 bits (Cuadribits). Las 16 posibles combinaciones varían la amplitud y la fase de la portadora, la cual por tal razón puede tomar 16 estados diferentes.

En N-QAM se llega a una división de los datos en grupos de 9 bits, obteniendo constelaciones con 512 puntos de modulación.

QAM para un número alto de estados de modulación es mejor que PSK, puesto que el diagrama de constelación PSK tiene menor separación entre los puntos y mayor probabilidad de error.

Entrada			Salida	
Q	I	C	Amplitud	Fase
0	0	0	0,765	-135
0	0	1	1,848	-135
0	1	0	0,765	-45
0	1	1	1,848	-45
1	0	0	0,765	+135
1	0	1	1,848	+135
1	1	0	0,765	+45
1	1	1	1,848	+45

Entrada			Salida	
Q	I	C	Amplitud	Fase
0	0	0	0,311V	-135
0	0	1	0,850V	-165
0	0	1	0,311V	-45
0	0	1	0,850V	-15
0	1	0	0,850V	-105
0	1	0	1,161V	-135
0	1	1	0,850V	-75
0	1	1	1,161V	-45
1	0	0	0,311V	+135
1	0	0	0,850V	+175
1	0	1	0,850V	+45
1	0	1	0,850V	+15
1	1	0	0,850V	+105
1	1	0	1,161V	+135
1	1	1	0,850V	+75
1	1	1	1,161V	+45

Tabla 4.1 POSIBLES COMBINACIONES QAM 16

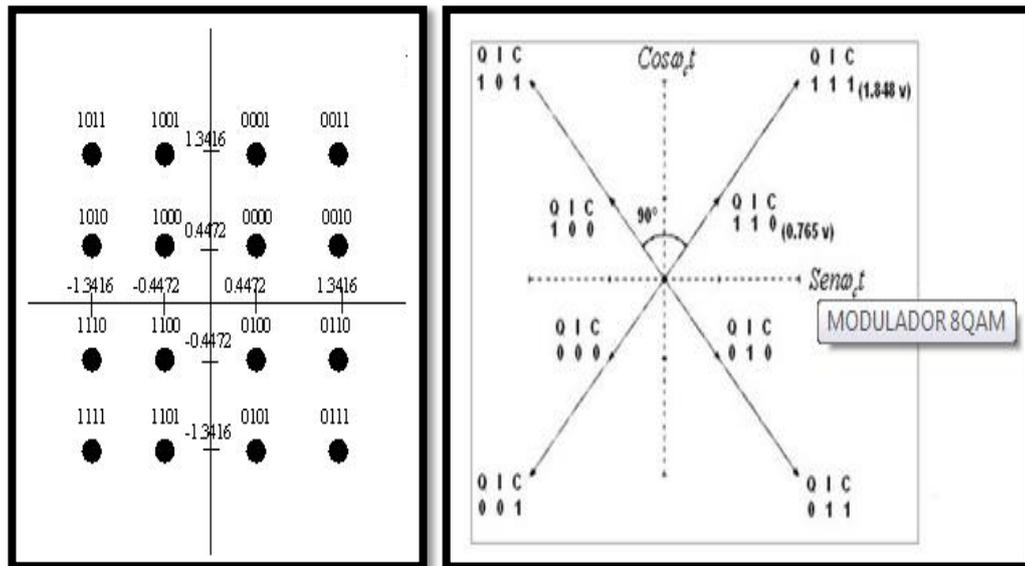


Figura 4.22 DIAGRAMA DE CONSTELACIÓN QAM16

La principal característica de la modulación QAM es que modula con una frecuencia la mitad de los símbolos y con la misma frecuencia desfasada 90 modula la otra mitad.

El resultado de sumar ambas componentes da la señal QAM. Por esta razón QAM nos permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con relación al otro.

Las modulaciones 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM y 256 QAM son utilizadas por mayor recurrencia en los sistemas DVB-C de difusión por cable, siendo la modulación 256 QAM la más utilizada.

Esta modulación se usa principalmente en redes de cable basadas en protocolo DOCSIS.

Aunque es la modulación que mayor velocidad de transmisión puede alcanzar, también es la más complicada ya que requiere de dispositivos electrónicos muy complejos y caros por la sensibilidad que deben tener para poder distinguir los diferentes valores de amplitud y fase transmitidos.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

OFDM es una forma de modulación de multiportadora que extiende el mensaje a transmitir en un cierto número de partes. El espectro disponible es también extendido en un gran número de portadoras de baja velocidad y las partes del mensaje son simultáneamente transmitidas sobre un gran número de canales de frecuencia de baja velocidad.

Por lo tanto, al extender el mensaje en varias partes y mandarles lentamente de forma de forma paralela sobre un número de portadoras de baja velocidad, las reflexiones debido a la propagación de multitrayectorias probablemente llegará tarde en el receptor sólo por una pequeña porción de tiempo.

4.3. Análisis del Headend al usuario que utiliza Univisa

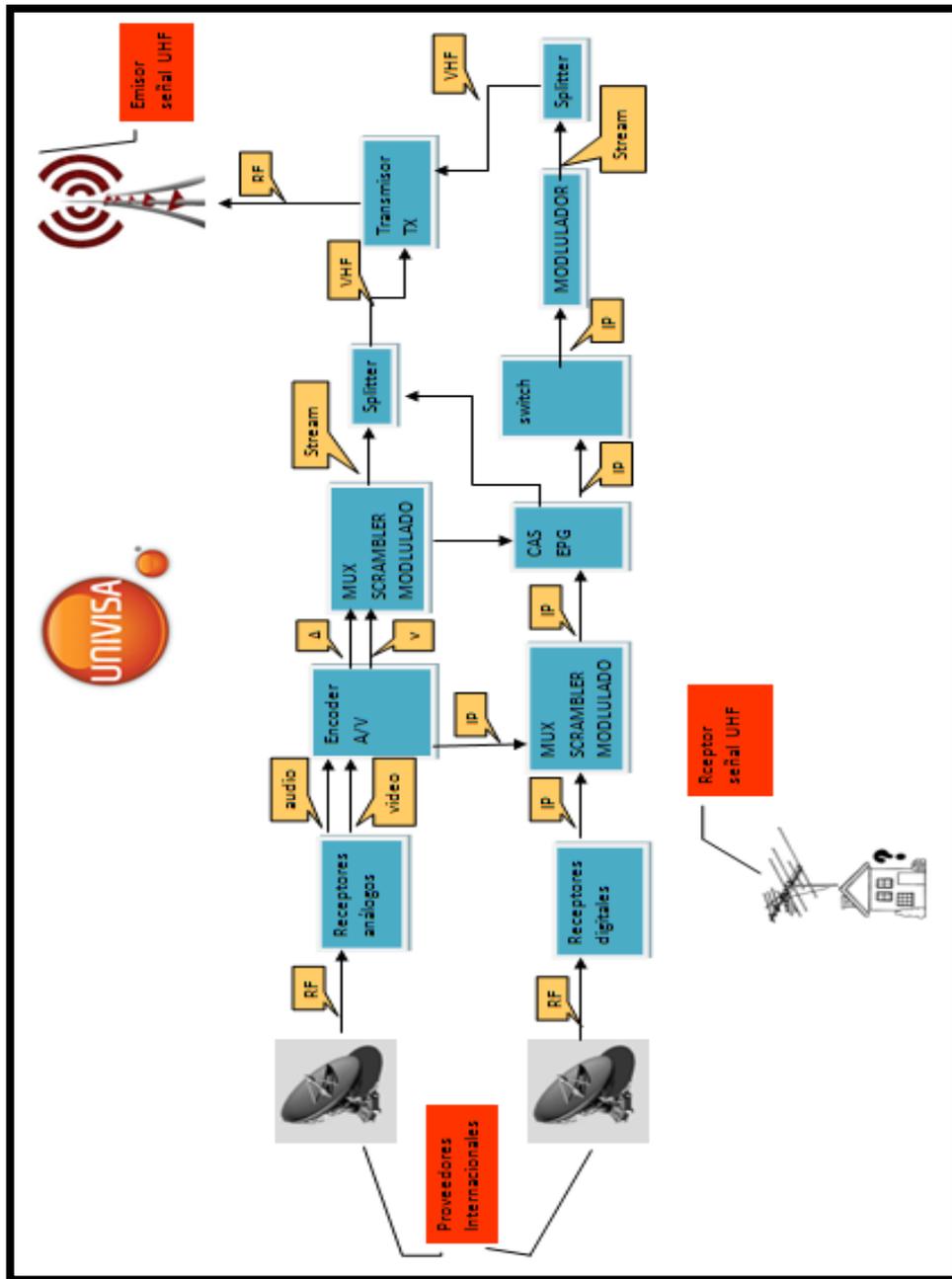


Figura 4.23 TRANSMISION (HEADEND-USUARIO) UNIVISA

4.3.1. Transmisión y recepción

La transmisión así mismo comienza con la señal que es adquirida desde el exterior a través de los proveedores internacionales, muy parecida a como realiza la transmisión tv cable, estos llegan así mismo de los satélites de INTELSAT propios para la transmisión en latino América.



Figura 4.24 Recepción satelital

Una vez que la señal es adquirida es transporta hacia los IRD (Integrated Receiver Decoder) integrador receptor y decodificador, este es un dispositivo electrónico es utilizado para poder captar esta señales de radio frecuencia que son emitidas por las satélites proveedores, y poder convertir esta información en una señal digital o analógica, para las mismas tiene salida de audio y video puro o en IP.



Figura 4.25 IRD

Con respecto a salidas analógicas que poseen los IRD, esta es llevada hacia los ENCODER (codificador), este dispositivo es en el encargado de convertir estas señales de audio y video puro o sea información analógica, hacia un formato digital propiamente establecido por el equipo, para esta compañía formatos DVB, de ahí salen las señales ya digitalizadas para lo que son los canales de televisión estándar.



Figura 4.26. Decoder DVB

De esto la señal pasa hacia un multiplexor donde llegan todas señales y manejamos una solo al final, este aparato también es un SCRAMBLER (codificador) el cual es el encargo de transponer o invertir la señal, ya que codifica el mensaje en el transmisor para que sea inentendible en la receptor que no esté equipado con el equipo establecido para descifrar, como es una señal digital el mismo se realiza mediante cifrado.

Esta codificación se realiza mediante la adición de componentes en la señal original o el cambio en algún componente en la señal original.



Figura 4.27 Multiplex scrambler

Una vez que la señal sale del codificador en la modulación ya establecida en el flujo de datos pasa hacia un splitter donde llega toda la grilla de canales, claro está canal a su respectiva frecuencia, para pasar al transmisor de RF.

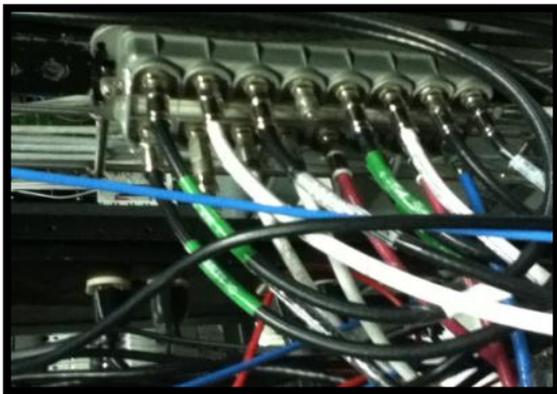


Figura 4.28. Splitter

Con respecto a las señales de alta definición o HD que posee también Univisa en su transmisión, estos son receptados así mismo por los IRD, que en este caso utilizan la salida IP que poseen, esta señal es toda IP con compresión Mpg-4.

Esta señal también es enviada hacia los multiplexores, codificadores, cuyo funcionamiento ya fue menciona. Una vez que las señales estándares o de alta definición pasan por el Scrambler, se dirigen hacia un CAS (Conditional Access System) que es el acceso condicional del sistema, en otras palabras la protección del contenido que posee, en el marco DVB que es el que utiliza Univisa, este sistema de acceso condicional rigen las normas que se definen dentro de las especificaciones para el DVB-CA (Conditional Access), DVB-CSA (Scrambling Algorithm) y DVB-CI (Common interface). Estas son normas para poder ofuscar el acceso a personas que no tengan el descifrado valido del sistema.



Figura 4.29. CAS.

Una vez que la señal es controlada por el CAS, pasa hacia un SWITCH, donde se tienen todas las programaciones de la compañía ya en IP y realiza las conmutaciones de las mismas.

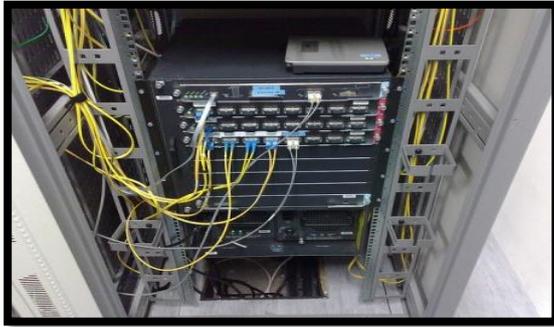


Figura 4.30. Switch.

Después de esto estas señales ip son llevadas hacia un modulador , el cual permite transformar las señales IP a una señal ya en RF para poder ser llevada hacia el transmisor, el cual mediante una antena localiza en el cerro del Carmen e interconectadas por una red óptica establecida desde Univisa, irradia las ondas electromagnéticas que contienen la información.



Figura 4.31 Antena de transmisión.

4.3.2. Codificación de la señal de video

Esta compañía realiza la codificación y compresión de video, así mismo por las normas establecidas del MPEG, y lo realizan bajo dos de los formatos más utilizados, MPEG-2 para sus señales de televisión estándar y MPEG-4 para sus señales de alta definición, las explicaciones de estos estándares y sus funcionalidades ya se encuentran detallados en páginas anteriores.

Como dato adicional acerca de la codificación de video que realizan, es que la compañía no realiza ningún cambio a las señales que vienen en formato MPEG-4, simplemente cogen la señal original y la retransmiten, no demodulan esa señal que llega en MPEG-4, como lo hacen con las señales SD (Definición Estándar), sus motivos para realizar esto, es no tener mucho retardo con lo que a la señal original se refiere.

4.3.3. Codificación de la señal de audio.

La compañía como se basa en las normas establecidas por el estándar de televisión digital DVB-C, en lo que concierne a la codificación y compresión de su señal de audio, este estándar se rige por el formato de MPEG-2 de audio, para conocer un poco más de este formato , se detalla a continuación su funcionamiento y funcionalidad.

AUDIO MPEG 2

El MPEG-2 posee un sistema de multiplexación que soporta cualquier número de canales de audio tan largos, que la velocidad de transporte seleccionada pueda soportar la suma de datos. En el cual los usuarios del sistema pueden seleccionar el algoritmo que deseen utilizar para la compresión de audio: Audio MPEG-2, DOLBY AC-2 o DOLBY AC-3. Estos canales a su vez pueden ser configurados en pares estéreo o independientes. Otra característica que posee el sistema son las diferentes velocidades de audio que pueda manejar, como se conoce la velocidad es sinónimo de calidad de audio. [5]

Al igual que el algoritmo de video del MPEG-2, el de audio explota las limitaciones de los sistemas del ser humano, es decir, del oído. Como lo realiza en el algoritmo de compresión de video, el de audio también elimina la información que es irrelevante dentro de la señal de audio, con información irrelevante se da referencia a cualquier señal que es imperceptible, por ejemplo, en presencia de una señal fuerte, todas las señales vecinas débiles que acompañan esta señal son enmascaradas y aunque sean parte del espectro de audio, no son perceptibles al oído humano.

El algoritmo utilizado en el audio de MPEG-2 es de tipo LOSSY o denominado con pérdidas, pero esto no quita que la distorsión insertada para la señal sea inaudible.

Ofrece 6 canales de audio en su configuración básica el audio MPEG-2. Donde en esta característica se deben distribuir tres pares de canales estéreo o 6 canales mono, para aplicaciones multilingüaje o para crear un sistema estéreo fónico multicanal, lo que crea una realidad como en un campo de audio.

La recomendación de cornetas configuradas para sistemas estereofónicos multicanales es conocido como estéreo -p/q, donde p es el número de cornetas en el frente y q es el número de cornetas en el fondo., por ejemplo, un estéreo -3/2 proveerá un sistema con canales al frente en la derecha, centro y a la izquierda más canales posteriores que rodean el área y ofrecen un mejor e impresionante realismo a la audiencia.

Estas son las típicas configuraciones que se realizan para sistemas estereofónicos multicanales:

- 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).

Además audio MPEG-2 ofrece tres tipos de capas de compresión, capa -I, -II, y -III. Cada capa usa un esquema de reducción incremental con respecto a la velocidad binaria, con la ayuda del incremento de la velocidad de compresión sin afectar la calidad de sonido.

4.3.4. Modulación de la señal digital.

La compañía como se ha mencionado anteriormente si realiza transmisión digital de sus señales, para esto utiliza solo la modulación digital QAM 64, debido a que el estándar DVB-C se basa en este, la explicación de esta modulación y su funcionalidad ya se encuentra detallada en páginas anteriores.

4.4. Análisis del Headend al usuario que utiliza Claro.

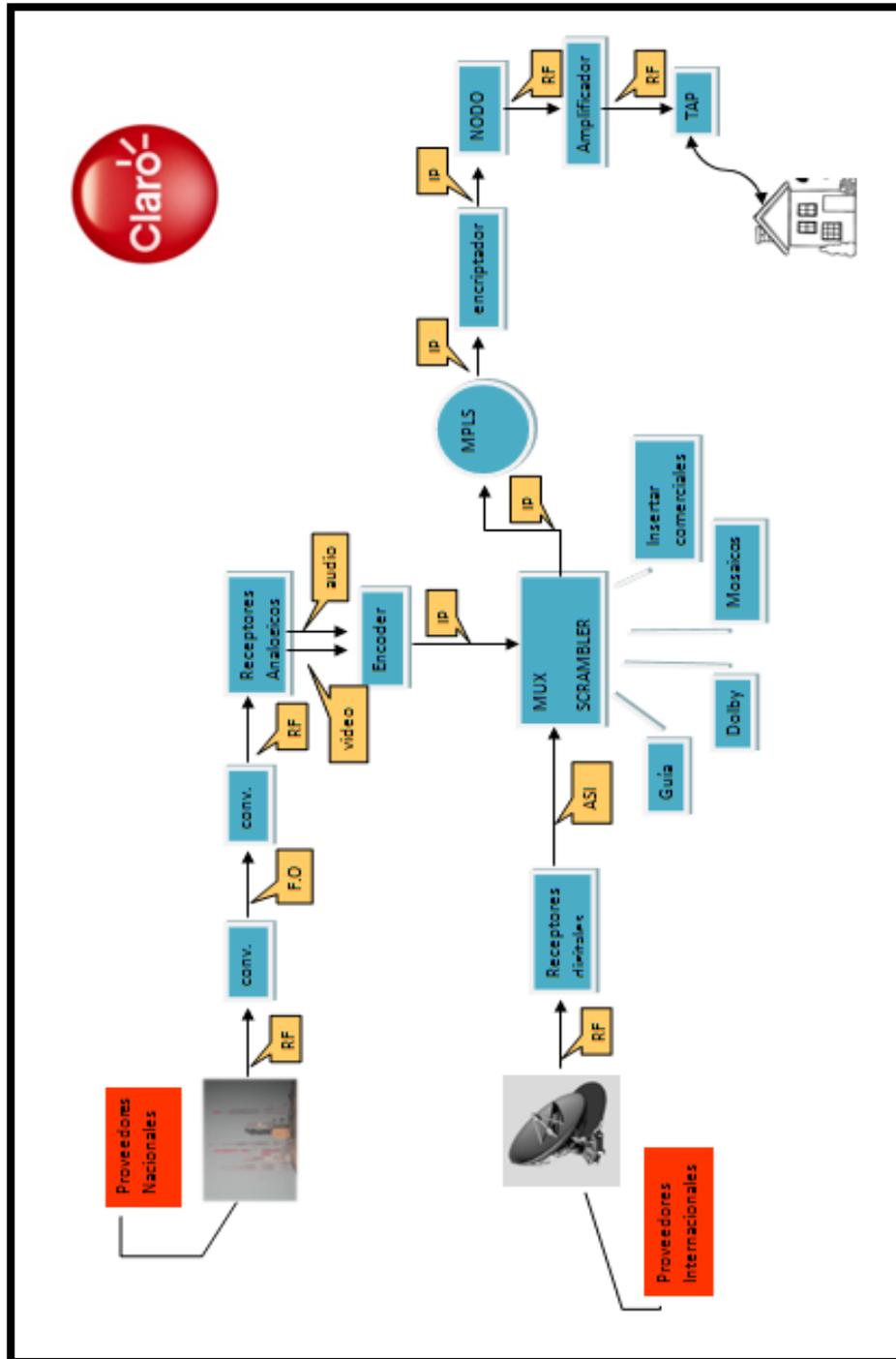


Figura 4.32 TRANSMISION (HEADEND-USUARIO) CLARO

4.4.1. Transmisión y recepción

Ecuador Telecom genera todos los servicios fijos que la compañía CLARO posee, teniendo en esta, redes WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) que es el acceso de servicios mundiales a través de microondas, con una norma de transmisión de datos que utiliza ondas de radio frecuencia entre 2,3 a 5 Ghz, redes WLL (Wireless local loop) que es el uso de enlaces de comunicación inalámbrica de última milla, para lo que es telefonía y acceso a internet de banda ancha y una plataforma completa para realizar DTH(Direct to Home) que es un tipo de transmisión de televisión a través de satélites, aunque muchas de estas están fuera de servicio debido a que la compañía no posee licencia para la transmisión mediante esos usos.

Para lo que es la transmisión de su servicio de televisión por suscripción, el proceso al igual que las demás compañías, comienza con la recepción de la señal de los proveedores internacionales a través de antenas receptoras satelitales y una antena de recepción en RF para lo que son los canales locales, aunque esta recepción ya fue dada de baja en la compañía pero se encuentra como soporte, esta señal digital internacional es proveniente de los satélites de INTELSAT,PANSAT, ESPASAT, compañías dedicadas a la retransmisión de servicios satelitales.



Figura 4.33 Recepción satelital

Esta recepción satelital es complementa digital, la mayoría de estas transmisiones son recibida en modulaciones de QPSK u 8QPSK, debido a que estas ofrecen una banda robusta, son muy eficientes para las transmisiones satelitales y abarcan grandes distancias con poca potencia; así mismo estos satélites utilizan polaridades para su retransmisión, verticales u horizontales ya mencionadas anteriormente, y polaridades circulares (derecha e izquierda), donde el plano de esa onda en relación a la tierra es de forma de espiral, donde esta onda puede rotar hacia la derecha o izquierda, lo que hace que radia en ambas polaridades ya sean verticales u horizontales y también entre estos dos planos.

La mayoría de la plataforma que tiene CLARO TV es Motorola o Cisco, que son lo mejor que hay en tecnología de transmisión por el desarrollo de sus equipos. La banda I, que es un rango de radiofrecuencia de las microondas

basado en las normas de la IEEE que usa frecuencias entre 1.5 Ghz a 2.7 Ghz, llega a los receptores satelitales o IRD a través de los cables Rb-11, que son los encargados de captar esta señales de radio frecuencia que son emitidas por las satélites proveedores, y poder convertir esta información en una señal digital, donde obtienen la señal mediante una salida ASI que posee el IRD.



Figura 4.34. IRD

Se posee un receptor satelital para cada proveedor, algunos de ellos son de multicast donde se pueden receptor varios contenidos, y no necesariamente de un mismo proveedor, este a su vez puede bajar la calidad que es emitida por un proveedor, por ejemplo si es enviada mediante compresión Mpeg-4 se pude bajar la señal a una compresión de Mpeg-2, porque utiliza la tecnología que mejor le parece, aunque si se desea se saca las dos señales y se las transmiten en paralelo.

El sistema de administración, o el cerebro de todo, es el DAQ o la adquisición de datos, concepto mencionado anteriormente, es el servidor que administra la red, donde en este se puede procesar hasta un millón de clientes al mismo tiempo, este servidor tiene aplicaciones especiales con es permitir el acceso de cierto consumidores a canales que ellos adquieran por algún convenio de pago o por evento PPV, también administra lo que es la guía digital del servicio que ofrecen, inserción de comerciales, entre muchas cosas más, esto gracias a la plataforma IP que permite manipular esto mediante el DAQ.



Figura 4.35. DAQ

Para lo recepción de los canales locales, estos llegan primero a un demodulador que es el encargo de sacar el audio y video puro, para que pueda ser ingresado al sistema, un demodulador por canal, una vez que esta señal es adquirida del modulador pasan hacia los encoder que son los encargados de transformar toda esta información a un contenido IP, asimismo se posee uno para cada canal.



Figura 4.36. ENCODER

Una vez que ya posee todas las señales, sean estas de los proveedores internacionales, como de los locales, pasan hacia los Switch, donde ya se tienen toda la programación de la grilla de canales, donde se realizan las conmutaciones y encapsulados de IP.



Figura 4.37. SWITCH

Una vez que se encuentra encapsulados, pasan hacia el multiplexador, capaz de coger todos los Streaming de TV y empaquetarlos en uno solo, aparte que este multiplexador, puede administrar este proceso, lo que quiere

decir es que si un canal X necesita más ancho de banda en la transmisión, este se lo da y discrimina a otro, tiene multiplexación estadística, análisis matemático del algoritmo de Lempel, si un cuadro posee imágenes similar a la anterior repite esta imagen similar y modifica la que cambia.



Figura 4.38. MUX SCRAMBLER

Teniendo ya este proceso se envía la señal hacia la plataforma MPLS (Multiprotocol Label Switching) el cual es un mecanismo de transporte de datos creado por la IETF (Internet Engineering Task Force), que trabaja en la capa de enlace de datos y red del modelo OSI, que se encarga de unificar los servicios de transporte de datos para las diferente redes.

Después de esto la señal pasa por un encriptado de 128 bits que corre cada 28 días, lo que quiere decir que varía al concluir este tiempo, por ende la piratería de esta señal es muy difícil, lo que hace el sistema muy seguro.

Luego estas señales son enviadas al exterior mediante fibra óptica, con un proceso muy parecido al anterior mencionada en la empresa Tv Cable, llegan a nodos de distribución donde la señal es convertida a RF, pasa por amplificadores y finalmente llega hacia el abonado que adquiere el servicio.

4.4.2. Codificación de la señal de video

Para lo que a codificación de la señal de video se refiere esta compañía al igual que la anterior mencionada, realiza su compresión y codificación mediante los formatos establecidos de MPEG-2 (para sus señales de televisión estándar) y MPEG-4 (para sus señales de alta definición), las explicaciones de estos estándares y sus funcionalidades ya se encuentran detallados en páginas anteriores.

Como dato adicional acerca de esta compañía en lo que a codificación de su señal de video se refiere, es que si un proveedor internacional envía cierta programación con el estándar de compresión MPEG-4 establecido, poseen ellos un transcoding que les permite bajar la señal a una compresión MPEG-2, si es que no desean que esa programación sea vista con alta calidad y así aprovechar su ancho de banda, pero si requieren, pueden enviar tanto la señal MPEG-4 receptada como la señal MPEG-2 reducida en paralelo.

4.4.3. Codificación de la señal de Audio

Así mismo para lo que codificación de sus señales de audio, que acompañan toda transmisión de video adquirida, utilizan el formato Dolby AC-3, formato establecido en el estándar de transmisión digital que ellos utilizan (ATSC), la explicación del estándar y su funcionalidad ya se encuentra detallado en páginas anteriores.

4.4.4. Modulación de la señal digital.

Como hemos mencionado esta compañía ya realiza todo el proceso de transmisión de sus señales en forma digital, esto incluye su modulación, en que los que a ello se refiere, solo la realizan mediante la modulación digital QAM 256, a diferencia de otras compañías que trabajan a la par con la QAM 64, sus motivos son que esta modulación no les limita el ancho de banda y la calidad de transmisión queda a elección de cómo la quieran establecer, la explicación de esta modulación y su funcionalidad ya se encuentra detallado en páginas anteriores.

4.5. Análisis del Headend al usuario que utiliza DirecTv.

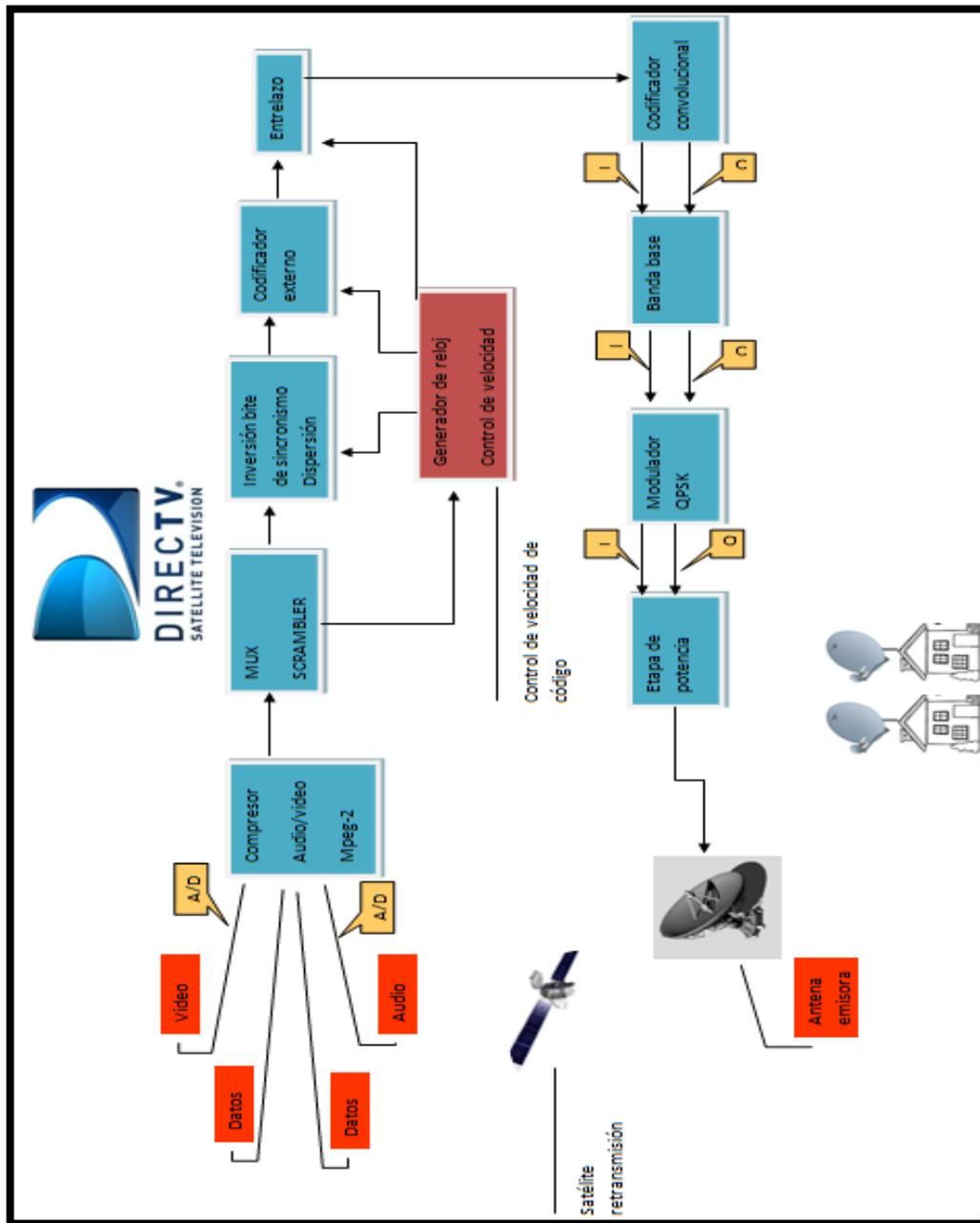


Figura 4.39 TRANSMISION (HEADEND-USUARIO) DirecTv

4.5.1. Transmisión y recepción

La empresa DirecTv solo compartió breves datos sobre como su señal es transmitida, acerca de la transmisión propia de la empresa y su headend ningún dato fue proporcionado por la misma, pero basándonos en el estándar que utilizan para realizarla, que es el DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite) analizaremos como es la transmisión generalizada de esta adaptación del DVB.

DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite) tiene un magnifico incremento en la capacidad de transmisión de televisión digital por medio de un satélite, basándose en las técnicas de compresión de video basada en los estándares MPEG-2 para lo que es multiplexación y codificación de fuente. La única variación que posee este estándar con sus otros relacionados en el DVB, es la codificación de canal empleado y el tipo de modulación digital. Para esto en lo que se refiere a la transmisión se utiliza QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) o conocida como modulación en cuadratura, con un flujo binario variable de 18,4 a 48,4 Mbits/s.

La parte de transmisión de la señal se muestra en el diagrama anterior, y está compuesto de las siguientes partes:

- Multiplexación y entramado (basado en la multiplexación de transporte de MPEG).
- Aleatorización de la señal.
- Protección contra errores avanzada (codificadores externos e internos).
- Proceso de entrelazado.
- Modulación digital.

El sistema tiene una flexibilidad que permite un compromiso entre la eficiencia en la potencia (bajas relaciones ruido a portadora) y el espectro (altas velocidades de transmisión). Debido a la no linealidad del canal y las limitaciones en lo que a potencia se refiere de los equipos abordo, estas dos características son muy importantes en una transmisión satelital.

Lo importante es saber utilizar la capacidad de operar eficientemente en los canales de los satélites afectados por ruido, distorsiones e interferencias.

Multiplexación y codificación de fuente

Para esto el sistema se basa en la codificación de imagen y sonido que ofrece MPEG-2. Su estructura de la trama de transporte MPEG TS (transport stream) o cadena de transporte, que consiste en paquetes de longitud fija, además permite mezclar en una misma trama una gran cantidad de servicios

audio, video y datos. Este paquete tiene una longitud de 188 bytes de datos, incluido el bit de sincronismo, tres de cabecera y los restantes en datos. La protección contra errores no está incluida en el paquete, esta se añade después.

Codificación de canal y modulación

Esto se basa en adaptar la señal en banda base a las características que tenga el canal del satélite. Recordando que los servicios de DTH (Direct To Home) debido a sus limitaciones en potencia, son más vulnerables contra el ruido y las interferencias, por lo que necesitan una protección contra los mismos, también como un aprovechamiento eficiente del espectro. Por estos motivos la QPSK que se asocia a un potente esquema de corrección de errores basado en una codificación RS (Reed-Solomon) y en una concatenación de códigos convolucionales, es la modulación utilizada en este proceso de transmisión.

Una vez que esta trama de transporte es adquirida, los bits se colocan en forma aleatoria lo que facilita la recuperación de la señal de reloj en el receptor. Luego los paquetes se codifican en RS (Reed-Solomon), que añade 16 bytes de redundancia a cada uno de los paquetes, lo que proporciona una capacidad de corrección de errores 8 aleatorios.

Se coloca luego un entrelazado lo que permite aumentar la capacidad de correcciones en los errores tipo ráfaga, este entrelazado es convolucional. Luego nuevamente se codifican con un código convolucional flexible, dependiendo de los requerimientos del servicio.

Por último, estos bits codificados son mapeados mediante un código Gray en la constelación QPSK y filtrados por banda base lo que genera un espectro en forma de raíz cuadrada de coseno alzado con un roll-off de 0,35.

4.5.2. Codificación de la señal de video.

DVB-S se basa en las técnicas de compresión de video del estándar MPEG-2, entonces deducimos que DirecTv que se basa en el estándar DVB-S, también se acopla al formato MPEG-2 para sus transmisiones, no sabemos si utilizara otro formato como el MPEG-4 para sus trasmisiones en alta definición, ya que acerca de este dato en particular ninguna información fue compartida. La explicación del estándar y su funcionalidad ya se encuentra detallada en páginas anteriores.

4.5.3. Codificación de la señal de audio.

La compañía no ofreció información alguna sobre este tema en particular, pero como se basa en las normas establecidas por el estándar de televisión digital DVB-S, en lo que concierne a la codificación y compresión de su señal

de audio este estándar se rige por el formato de MPEG-2 de audio, la explicación del estándar y su funcionalidad ya se encuentra detallado en páginas anteriores.

.

4.5.4. Modulación de la señal digital

La compañía tampoco ofreció información alguna sobre la modulación digital que utilizan para su transmisión, pero como se basa en las normas establecidas por el estándar de televisión digital DVB-S, esta modulación debe ser la QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) o conocida como modulación en cuadratura, para conocer un poco más de esta modulación, se detalla a continuación su funcionamiento y funcionalidad.

Modulación QPSK

La modulación por cuadratura de fase (Quadrature Phase Shift keying), codifica por cambio de fase en cuadratura, cuatro fases equi-espaciadas en ancho de banda.[14]

Uso más eficaz del espectro si por cada elemento señalizado se representa más de un bit.

Con saltos de fase de $\pi/2$ (90°).

Cada elemento representa dos bits.

Se puede usar 8 ángulos de fase e incluso amplitud distinta.

I	Q	Fase asociada	Ejemplo
0	0	φ_0	45°
0	1	φ_1	135°
1	1	φ_2	225°
1	0	φ_3	315°

Tabla4.2 POSIBLES COMBINACIONES QPSK

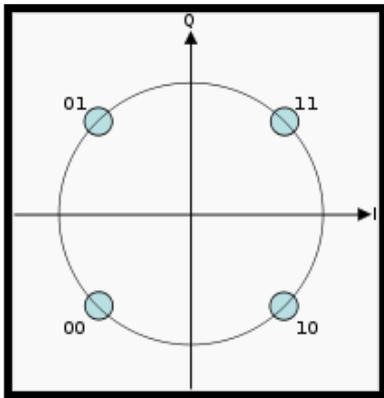


Figura 4.40 CONSTELACION QPSK

La modulación QPSK es la más utilizada para transmisión satelital de televisión digital debido al espectro de potencia elevado que maneja, el tamaño de las antenas parabólicas para la recepción es mucho menor en tamaño.

El ancho de banda utilizado está en función del bitrate del multiplex MPEG-2 y de la robustez que se pretenda tener en el sistema.

Si la señal recibida está sobre los umbrales de C/N y C/I, la técnica de "Forward Error Correction" (FEC) garantiza que la calidad de salida será "Quasi Error Free" (QEF). QEF significa menos de un error por hora de transmisión, correspondiente a un "Bit Error Rate" (BER) de 10^{-10} a 10^{-11} a la entrada del demultiplexor MPEG-2.

La gran ventaja de las modulaciones PSK es que la potencia de todos los símbolos es la misma, por lo que se simplifica el diseño de los amplificadores y etapas receptoras (reduciendo costes), dado que la potencia de la fuente es constante.

Debido a la inmensa distancia de 36.000 Km entre el satélite y la antena receptora, la transmisión satelital está sujeta a severas interferencias de ruido causadas por la atenuación de espacio-libre de aproximadamente 205 dB. El elemento activo en un transpondedor satelital es un amplificador valvular de onda progresiva (TWA: Traveling Wave tube Amplifier) que presenta no-linealidades severas en su característica de amplificación. No es posible compensar estas no linealidades ya que implicarían una disminución en la eficiencia de la energía.

CAPITULO 5

5. Problemas legales y técnicos que enfrentan las operadoras de audio y video por suscripción por diferencia de estándares.

5.1. Problemas legales

Al principio las operadoras de audio y video por suscripción transmitían su señal de forma analógica en estándar NTSC. Debido a al desarrollo de la tecnología implementaron la transmisión en forma digital.

En nuestro país los pedidos de digitalización en los sistemas de audio y video por suscripción tienen aprobación en la resolución N. 5731 de la CONATEL 09, resuelve: [12]

“Art.1 Autorizar los pedidos de digitalización presentados por los sistemas de audio y video por suscripción mediante cable físico.”

El artículo 4, literal b), c) y d) del Reglamento para Sistema de audio y video por Suscripción define tres tipos:

Sistema de audio y video por suscripción por cable físico; “b) Sistema por cable físico: Aquel que utiliza como medio de transmisión una red de distribución de señales por línea física.

Está formado por: estación transmisora, red de distribución, línea física y receptores”.

Sistema de audio y video por suscripción por codificación terrestre; “c) Sistema codificado terrestre: Aquel que utiliza como medio de transmisión, el espectro radioeléctrico mediante enlaces terrestre”.

Sistema de audio y video por suscripción por codificado satelital; “d) Sistema codificado satelital (DTH/DBS2): Aquel que utiliza como medio de transmisión el espectro radioeléctrico, mediante enlace espacio-tierra.”

En Ecuador, el 26 de marzo de 2010, luego de realizar los análisis respectivos se definió al estándar japonés-brasilero ISDB-Tb, como estándar a utilizar para transmisiones de Televisión Digital Terrestre (T.D.T.).

El Estado al definir el estándar japonés-brasileño como estándar a utilizar, creó un problema legal a las operadoras de audio y video por suscripción, que llevados años en la industria de la televisión han ido modernizando sus equipos y llegando a adoptar estándares de televisión digital diferentes al que se definió en el país.

El concesionario o proveedor de audio y video por suscripción en cualquiera de sus modalidades sea esta por Satélite, Cable o codificación terrestre, al celebrar el contrato de concesión se acoge al Reglamento de Audio y Video por Suscripción emitido el 3 de enero del 2011, donde en el Capítulo III de las concesiones, define: [9]

“Art. 14.- Durante el tiempo, plazo o período de vigencia de la concesión, el concesionario del sistema, deberá adecuar la operación y funcionamiento de los equipos e infraestructura de su sistema, a las regulaciones técnicas que dicte el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.”

Como podemos deducir del artículo, se genera en el mismo el primer problema legal, que se basa en que las compañías de audio y video por suscripción invirtieron en infraestructura y equipos sin tener una regulación vigente, lo cual no sabemos si cumple las especificaciones emitidas por el ente regulador ya que su tecnología de transmisión digital es distinta.

La ley de radiodifusión y televisión del 18 de abril de 1975 define en su Art. 9.- La explotación y/o utilización de la radiodifusión y televisión se hará mediante concesiones de hasta cinco años, renovables por períodos iguales. Cuando la renovación no sea solicitada conforme a la presente Ley, las frecuencias concedidas revertirán al Estado.

La situación regulatoria actual y la saturación de espectro radioeléctrico son los principales factores que no permiten la pronta implementación de la tecnología digital, es por esto que se realizó una propuesta de nueva canalización, liberando bandas de frecuencias en las zonas donde se requiere más espectro que el disponible.

Debido a esta nueva canalización la CONATEL, tiene como prioridad la recuperación de varias frecuencias previamente concesionadas a transmisión de televisión codificada.

Por la razón antes mencionada se crea un problema con el operador de audio y video por suscripción UNIVISA, al cual se le podría negar la renovación del permiso de concesión de frecuencias que actualmente tiene asignadas, debido que la banda MMDS va ser reemplazada por la banda LTE (Long Term Evolution).

5.2. Problemas técnicos.

Uno de los problemas que podrían afectar a las compañías de audio y video por suscripción, es el hecho de que los habitantes del país serán agobiados y persuadidos por el gobierno y más aún por las marcas comerciales, de adquirir productos “televisores digitales” con tecnología inmersa en el estándar de televisión digital SBTVD-T (Sistema Brasileño de Televisión Digital-Terrestre) que fue el que el país adoptó para las transmisiones digitales en lo que a TDT (Televisión Digital Terrestre) se refiere, el cual discrepa con los estándares utilizados por estas compañías, dando un problema en el momento de recibir una señal local de una señal proveniente de una operadora de televisión por suscripción.

Otro de los problemas técnicos que enfrentarían las compañías de audio y video por suscripción es con uno de los entes reguladores del estado, nos referimos a la SUPERTEL (Superintendencia de las Telecomunicaciones), este se encarga de vigilar, auditar, intervenir y controlar técnicamente las prestaciones de los servicios de telecomunicaciones, radio difusión y televisión.

Para el caso de televisión digital, está deberá invertir en equipamientos para poder controlar las prestaciones que ofrecerán los diferentes proveedores de servicio de televisión, pero bajo las normas del SBTVD-T, como una operadora de audio por suscripción que da servicios de televisión digital bajo otro estándar de televisión, como el ATSC o el DVB, puede ser supervisada si no existe el equipo necesario.

Las operadoras de audio y video por suscripción dentro de su grilla de canales que ofrecen a sus diferentes abonados en diferentes regiones del país, deben incluir en las mismas los canales de programación local existentes en dicha zona, lo que crea nuevamente un problema técnico en lo que a diferencia de estándares de transmisión digital se refiere, debido a que los canales locales deben realizar su transmisión por SBTVD-T, y como vimos en capítulos anteriores ninguna las operadoras por suscripción lo está realiza con este estándar de transmisión digital.

Con referencia a los canales locales que deben ser inmersos en la grilla de canales de las operadoras de audio y video por suscripción, nace otro problema en lo que interactividad se refiere, recordemos que se dijo que el sistema adoptado por el país SBTVD-T, permite una gran interactividad con el usuario y el proveedor de televisión, lo que concibe el problema de retorno de esta interacción si el usuario posee un servicio de televisión por

suscripción, ya que el retorno no sería directo con la estación local de televisión sino mediante esta operadora.

Lo que concierne un gran problema para la empresa de audio y video por suscripción UNIVISA, es el hecho de que esta empresa realiza sus transmisiones en la banda MMDS (Microwave Multipoint Distribution System) Sistema de Distribución Multipunto de Microondas, la cual va a ser utilizada para el uso de LTE (Long Thern Evolution) nueva asignación que realizo la ITU (International Telecommunication Union) unión internacional de telecomunicaciones, y que el país adopto, lo que implica que el espectro electromagnético utilizado por UNIVISA en esa banda es posible que sea negado. [11]

5.3. A qué medidas se afecta al usuario de las operadoras por dichos problemas.

Actualmente las operadoras de audio y video por suscripción otorgan a sus abonados el SET TOP BOX, un equipo encargado de la recepción de una señal digital de televisión y de su decodificación para ser presentada en un equipo de televisión de tecnologías analógicas.

Con respecto a los abonados de la empresa UNIVISA, estos serían afectados en su servicio de televisión por suscripción, si es que a la empresa

se le niega el uso del espectro electromagnético que utilizan en la actualidad, lo que dejaría sin servicio a sus abonados y los mismos deberían pensar en buscar otra suscriptora de televisión pagada, si el gobierno no le otorga otra banda en el espectro u ofrece la empresa su servicio con alguna otra tecnología.

Estas renovaciones o nuevas implementaciones que hacen y harán las empresas de audio y video por suscripción, para que su servicio sea de mejor calidad o cumpla con los requerimientos exigidos por el estado ecuatoriano, tienen un muy valioso costo, debido a la inversión que este amerita, estos costos se reflejan en el pago que deben realizar los abonados por el uso del servicio o de los servicios extras que posea la compañía, esto de alguna u otra manera afecta al usuario ya que ciertos costos para disfrutar de estos nuevos beneficios no pueden ser adquiridos por los abonados o pueden llegar a prescindir del servicio.

Suponer que el usuario de audio y video por suscripción deba invertir en nuevos equipos de televisión es una perspectiva muy complicada.

No existe una actualización para los televisores analógicos actuales, son obsoletos en la recepción de señales digitales independientemente del estándar digital que estén recibiendo.

5.4. Posibles soluciones legales y técnicas para la operadoras de audio y video por suscripción.

5.4.1. Posibles soluciones legales

Acerca del posible problema por la diferenciación de estándares digitales, en el Reglamento para Sistema de Audio y Video por Suscripción del 03 de enero del 2011, el cual en el artículo 4 literal a) dice: [9]

“Sistema de audio y video por suscripción.- Aquel que transmite y eventualmente recibe señales de imagen, sonido, multimedia y datos, destinados exclusivamente a un público particular de suscriptores y abonados.

Todo concesionario deberá determinar los mecanismo de seguridad requeridos para garantizar que la programación sea recibida únicamente por sus suscriptores.”

En el artículo anterior no define el estándar de digitalización que se debe utilizar para la transmisión de televisión digital para los operadores de audio y video por suscripción.

En el caso de la operadora UNIVISA se debería concesionar nuevas frecuencias de transmisión para televisión codificada. Si no se le puede asignar una nueva banda de transmisión RF (Radio difusión), se le debería otorgar la concesión en una banda de transmisión y un subsidio para facilitar el traslado de su tecnología a una plataforma DTH (Direct to Home).

5.4.2. Posibles soluciones técnicas

Una posible solución al problema de la diferencia entre la tecnología de futuros televisores que trabajen bajo normas del estándar SBTVD-T y el estándar que poseen las compañías, es dar al abonado un nuevo SET TO BOX o implementar en los ya existentes, un convertidor que permita transformar la señal que se transmite bajo estándar digital de la compañía, al compatible con el televisor del abonado.

Otra solución a este problema de compatibilidad, ya que hablamos de televisores modernos de tecnología digital, es el uso del HDMI (High-Definition Multimedia Interface) interfaz multimedia de alta definición, el cual provee una interfaz entre cualquier fuente de audio y vídeo digital, sea desde un sintonizador TDT hasta un receptor de audio y video, con un televisor digital.

El HDMI es independiente a los diferentes estándares de televisión digital existente, ya que estos son simples encapsulaciones de datos regidos por los formatos del MPEG, lo que hace es que estos datos sean codificados en formato TMDS (Transition Minimized Differential Signaling) Señal Diferencial de transición minimizada, que es una tecnología de transmisión de datos en serie a alta velocidad, y puedan ser transmitidos digitalmente por el medio HDMI.

Con respecto al posible problema que enfrentan las operadoras por suscripción con el ente regulador SUPERTEL, una solución viable que encontramos para redimir el problema, tiene que venir por parte de las mismas empresas de suscripción, otorgándole a la SUPERTEL los medios y equipamiento necesarios para que dicho ente regulador no tenga problema alguno en recibir la señal que proporcionan las empresas de audio y video por suscripción.

Así mismo vemos en el uso del HDMI la oportunidad de regular este problema, ya que con el uso del mismo, se puede tener la señal que ofrecen los distintos operadores de audio y video indistintamente de su estándar digital, y mediante el mismo poder realizar las observaciones necesarias que necesita el ente regulador del estado.

Cuando los canales nacionales comiencen su transmisión digital mediante el uso del estándar SBTVD-T que adopto el país, una solución factible que podemos dar para que las compañías inserten en su grilla de canales la programación local, es obtener esta señal local mediante una antena de recepción, y adquirir un decoder que recepte las señales emitidas bajo el estándar SBTVD-T, este obtendrá la señal del canal que se requiera y simplemente lo integran a su sistema con el estándar que dicha compañía ha adquirido para su transmisión digital .Una posible solución al problema de interactividad que tendrían las empresas de audio y video por suscripción, con las empresas de televisión abierta, cuando el usuario quiera hacer uso de esta interactividad con el canal local, pero el servicio de televisión que presta es de una compañía por suscripción, es proveer de una conexión vía por parte de la empresa de audio y video por suscripción, un canal bidireccional desde el Headend de dicha compañía hacia cada uno de los canales locales que deben estar dentro de la grilla de programación. Claro y Tv Cable ya constan con una conexión directa vía fibra óptica con los principales canales de locales del país, lo que facilitaría ya implementar este servicio para sus usuarios.

Para las compañías que no ofrecen el servicio de televisión a sus abonados mediante cable físico, como son UNIVISA (Radio Frecuencia) y DIRECTV (satelital), y hablar de un canal de retorno es un poco difícil, podrían

solucionar este problema de interacción instalando equipos con puertos de acceso a internet, y realizar la misma mediante el servicio de internet que tenga su abonado, en caso de que sus abonados no consten con un servicio de internet, podrían adaptar a sus equipos una tarjeta SIM (subscriber identity module), USIM o UICC (Universal Integrated Circuit Card) que son simples identificaciones de los usuarios, estas trabajan conjuntamente con el estándar GSM (groupe spécial mobile) sistema global para las comunicaciones móviles o mediante la tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), dependiendo el uso que la compañía requiera dar, mediante de un simple SMS (Short Message Service) o una conexión de internet.

Cualquier solución técnica que se quiera dar a la empresa UNIVISA para sus problemas de un posible desalojo en el uso de la banda MMDS, va acompañado con un problema legal mencionado posteriormente, pero en lo técnico podemos decir que una de sus soluciones para continuar sus transmisiones de televisión digital por suscripción, es que adquieran una nueva tecnología para la misma, una de estas podría ser el DTH (Direc To Home) plataforma utilizada para realizar una distribución de señales audio, video y datos directamente a sus abonados mediante el uso de satélites geoestacionarios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la Ley de Radiodifusión y Televisión se define que una concesión significa que el Estado es dueño del espectro radioeléctrico y se lo va a entregar a un tercero para que lo explote y administre; pero en el tema de video y audio por suscripción, se considera que el Estado no debería intervenir, debido que la programación viene de afuera y es un negocio del que el Estado no es dueño de la programación. por lo cual las operadoras son libres en adoptar un sistema para la trasmisión de televisión digital.
2. La ventaja de elegir el mismo estándar ofreció por un país en la misma región y que los demás países de la misma también lo hayan hecho, es el de poder viajar con un mismo receptor portátil sin la necesidad de modificar el software de los distintos receptores y tener una facilidad para la recepción al movilizarse por toda la región, los costos de

implementación e inversión serán más bajos y la cooperación será mutua entre los países vecinos.

3. Las operadoras de audio y video por suscripción escogieron su estándar de transmisión digital por conveniencia de sus propios intereses y facilidades, cabe recalcar que esto fue antes de lo que haya decidido el estado ecuatoriano para lo que a TDT nos referimos, entonces se regulará la calidad de su servicio hacia sus abonados, mas no su medio de transmisión.
4. Actualmente las operadoras de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico no presentan problemas legales en la transmisión de sus señales para el servicio televisión digital, ya que tienen aprobación en la resolución N. 5731 de la CONATEL 09.
5. Con esto las operadoras de audio y video por suscripción tal vez tengan que migrar a la tecnología adoptada por el país, provocando por partes de ellas una gran inversión para la nueva tecnología.

RECOMENDACIONES

1. Que las empresas de audio y video por suscripción, informen a sus abonados acerca del estándar de digitalización que ellos utilizan para ofrecer sus servicios de televisión digital, y la diferencia que se tiene con el escogido por el país, para que con esto no se sientan engañados o aludidos con la empresa, al no ofrecer el estándar adoptado por el país.
2. Si existe algún problema con la diferencia de estándares una vez que este rija para el TDT, llegar a un acuerdo mutuo entre el gobierno y las empresas por suscripción, para que el usuario como consumidor final del servicio, no se vea afectada o excluido del mismo.
3. Se recomienda que las empresas de audio y video por suscripción, introduzcan a su grilla de canales la programación local que ofrece una zona, en lo que a televisión nos referimos, ya que están obligados por ley a que lo hagan y además su consumidor final le agradecerá tener los mismos.

4. No realizar cualquier cambio trascendental en su forma transmisión, si es que no tienen el permiso necesario, puesto a que podría resultar una violación a la ley de radiodifusión y televisión y un desperdicio de dinero para la compañía.

5. Si ninguna de las soluciones que ofrecemos es factible para el caso UNIVISA, el gobierno debería entender la situación de la misma, ofrecer una buena compensación a la empresa y reubicar a sus trabajadores.

6. Si una nueva empresa quiere ingresar a ofrecer el servicio de televisión digital por suscripción, que tome en cuenta realizar el mismo mediante el estándar ya adoptado por el país.

BIBLIOGRAFIA

[1]ATSC (Advanced Television System Committee), ATSC Standard for Transmitter Synchronization, http://www.atsc.org/cms/standards/a_110-2011.pdf, septiembre 2012.

[2]ARIB (Association of Radio Industries and Businesses), Características del sistema ISDB-T, http://www.dibeg.org/techp/feature/isdb-t_Spanish.pdf, septiembre 2012.

[3] DVB (Digital Video Broadcasting), Frame structure channel coding and modulation for cable system DVB-C2, http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302700_302799/302769/01.02.01_60/en_302769v010201p.pdf, septiembre 2012

[4] Olimpo José Franco, SBTVD-T Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre basado en ISDB-T, http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/eventos/olimpio_franco.pdf, septiembre 2012.

[5]MPEG-2 (Movie Picture Expert Group), MPEG-2 Video Compression, http://www.bbc.co.uk/rd/pubs/papers/paper_14/paper_14.shtml, septiembre 2012

[6]- Dolby, http://www.dolby.com/uploadedFiles/English_%28US%29/Professional/Technical_Library/Technologies/Dolby_Digital_%28AC-3%29/6_DDfuture.pdf, septiembre 2012.

[7]Reglamento General a la Ley Especialde Telecomunicaciones Reformada (Decreto No. 1790),

http://www.supertel.gob.ec/pdf/leyes_reglamentos/reglamento_ley_especial_telecomunicaciones.doc, septiembre 2012.

[8]Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión (Decreto No. 3398),

http://www.supertel.gob.ec/pdf/leyes_reglamentos/reglamento_ley_radiodifusion.doc,
septiembre 2012.

[9]Reglamento de audio y video por suscripción (Resolución No. RTV-816-27-CONATEL-2010),

http://www.supertel.gob.ec/pdf/leyes_reglamentos/reglamento_audio_video_suscripcion.doc,
septiembre 2012.

[10]Reglamento para la incorporación los canales de televisión abiertos al público, en los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico del país

(Resolución No. 5900-CONARTEL-09),

http://www.supertel.gob.ec/pdf/leyes_reglamentos/reglamento_incorporacion_canales_abiertos.doc,
septiembre 2012

[11]Reglamento de políticas institucionales y procedimientos para la concesión de frecuencias para la operación de estaciones de radiodifusión, Televisión y sistemas de audio y video por suscripción (Resolución No. 5743-CONARTEL-09),

http://www.supertel.gob.ec/pdf/leyes_reglamentos/reglamento_procedimiento_concesion_frecuencias.doc, septiembre 2012.

[12] CONARTEL, Resolución N°5731 CONARTEL 09,

http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.conatel.gob.ec%2Fsite_conatel%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D2675%26Itemid%3D481&ei=Oy3rULnkHJGi8ATWjoCQCQ&usg=AFQjCNEVIK297J1vHTLGkKBdyGwzACCs2w&bvm=bv.1355534169,d.eWU, septiembre 2012.

[13] SUPERTEL, Informe para la Definición e Implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador,

http://www02.supertel.gob.ec/pdf%5Cpublicaciones/informe_tdt_mar26_2010.pdf,
septiembre 2012.

[14] Simon Haykin, Communication System, John Wiley, 2001

[15] Lain E.G. Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression, Wiley, 2003.

[16] Glenn M. Glas Ford, Fundamentals of Television Engineering, Mc. Graw Hill, 2005.

[17] Michael Robin, Digital Television Fundamentals, Mc. Graw Hill, 2009.

[18] Antonio Neptali Catero Guerrero, Carlos Rolando Villacrés Ramos, Tesis: Análisis y Estudio de ingeniería para la selección del estándar de televisión digital más apropiado para el Ecuador bajo la supervisión de la SUPERTEL, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2009.

[19] SUPERTEL, Revista # 10,

http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/revista10_supertel.pdf, septiembre 2012.