



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“DISEÑO DE UNA RED MULTIPROGRAMACIÓN PARA  
ESPOL-TV”**

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

JORGE ELÍAS CHAMBA BRIONES

FABRICIO JAVIER TACO LINDAO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro más sincero agradecimiento a Dios, pilar fundamental en nuestras vidas, a nuestros padres quienes nos han apoyado y motivado a lo largo de nuestra formación académica, que creyeron en nosotros en todo momento y no dudaron de nuestras habilidades. Al ingeniero Cesar Yépez, quien nos orientó durante la realización de este proyecto, guiándonos con su conocimiento y sus consejos. Gracias también al ingeniero Edgar Freire quien, de manera desinteresada, compartió su opinión profesional y su conocimiento para la realización de este documento. A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza. A nuestros amigos, con los que siempre hemos podido contar a lo largo nuestra vida universitaria. Finalmente, un eterno agradecimiento a esta prestigiosa institución la cual nos preparó para un futuro competitivo y nos formó profesionalmente y como personas de bien.

## DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico principalmente a Dios, por darme las fuerzas y permitirme cumplir una meta más en mi vida. A mis padres, quienes me formaron como persona de bien, confiaron íntegramente en mis capacidades y me brindaron el apoyo y motivación incondicional durante esta etapa universitaria. A mis hermanas y amigos, con los que siempre he podido contar y me han ofrecido su ayuda cuando ha sido necesario. Al Ing. César Yépez por su los conocimientos impartidos y apoyo para la realización de este proyecto.

**Jorge Elías Chamba Briones**

A Dios por brindarme salud en esta importante etapa de mi vida y por guiar cada uno de mis pasos.

A mis padres Fabricio Taco y Julia Lindao, quienes me enseñaron que con el trabajo duro y la perseverancia se pueden lograr grandes cosas. Madre muchas gracias por todo tu esfuerzo y dedicación.

A mi Tía Jacqueline Taco por quererme como su propio hijo y ayudarme en esta etapa de mi vida. A mi prima hermana Jennifer Ramírez por su apoyo incondicional.

Al Ing. Cesar Yépez por ayudarnos a realizar este proyecto, por ser un excelente docente, tutor y consejero.

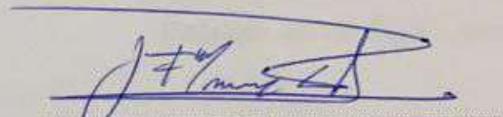
**Fabricio Javier Taco Lindao**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



---

Ing. César Yépez  
PROFESOR EVALUADOR



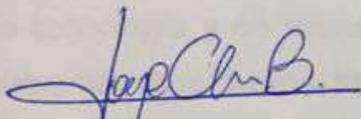
---

Ing. Félix Moncayo  
PROFESOR EVALUADOR

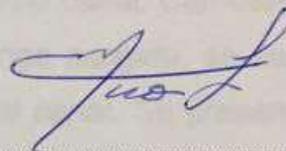
## DECLARACIÓN EXPRESA

### RESUMEN

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Jorge Elías Chamba Briones



Fabricio Javier Taco Lindao

## RESUMEN

Actualmente en el país se está viviendo un cambio importante en la forma de transmitir y recibir señales televisivas, ya que se está migrando de la televisión analógica a la televisión digital terrestre. En el caso específico de este trabajo se propone un diseño para la estación televisiva ESPOL-TV, ya que este canal aún transmite en formato analógico. Principalmente en el diseño se expone una ventaja de la televisión digital, que es la multiprogramación, característica con la que los televidentes podrán elegir el tipo de programación que más les agrade utilizando el mismo canal. Con este tipo de tecnología y en conjunto con una programación que tenga acogida, se espera aumentar la audiencia beneficiando tanto al usuario como al canal. Se presenta el análisis técnico, económico y regulatorio de la solución propuesta a fin de llevar a cabo los objetivos planteados.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN .....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN .....	vi
CAPÍTULO 1 .....	1
1. DIAGNÓSTICO. ....	1
1.1 Descripción del problema. ....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos .....	1
1.3.1 Objetivo general .....	1
1.3.2 Objetivos específicos .....	2
1.4 Metodología .....	2
1.5 Resultados esperados.....	3
1.6 Elementos diferenciadores .....	3
CAPÍTULO 2 .....	5
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	5
2.1 Introducción a la televisión digital terrestre (TDT).....	5
2.2 Características de la TDT .....	5
2.3 Ventajas y desventajas de la TDT .....	6
2.3.1 Ventajas de la TDT.....	6
2.3.2 Desventajas de la TDT.....	7
2.4 Estructura de un sistema de transmisión y recepción de TDT .....	8
2.4.1 Etapa de transmisión .....	8
2.5 Etapa de recepción .....	10
2.6 Reseña técnica de los estándares de TDT .....	11
2.6.1 Estándar Japonés ISDB-T. ....	11

2.6.2	Estándar Americano ATSC .....	12
2.6.3	Estándar Europeo DVB-T .....	12
2.6.4	Estándar Nipo-Brasileño ISDB-Tb.....	13
2.7	Transmisión en el estándar ISDB-Tb.....	14
2.7.1	Codificación .....	14
2.7.2	Estructura y generación del Transport Stream (TS) .....	15
2.7.3	Generación del Broadcast Transport Stream (BTS) .....	20
2.7.4	Modulación .....	21
2.8	Recepción en el estándar ISDB-Tb .....	23
2.8.1	Arquitectura .....	23
2.8.2	Ancho de banda de canal para recepción .....	24
2.8.3	Sensibilidad de recepción .....	24
2.9	Servicios adicionales proporcionados en el estándar ISDB-Tb.....	25
2.9.1	Guía de Programación Electrónica (EPG).....	25
2.9.2	Sistema de alerta en caso de emergencia (EWBS).....	25
CAPÍTULO 3.....		27
3. ANÁLISIS TÉCNICO, ECONÓMICO Y REGULATORIO DE LAS DIFERENTES SOLUCIONES DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE LA MULTIPROGRAMACIÓN.....		27
3.1	Descripción técnica de los equipos que utiliza actualmente ESPOL TV para la transmisión de televisión analógica. ....	27
3.2	Solución basada en hardware .....	33
3.3	Solución basada en un servidor .....	37
3.3.1	Infraestructura de la solución .....	37
3.4	Presupuesto económico en base a las soluciones presentadas .....	45
3.4.1	Proforma del equipamiento de la solución basada en hardware.....	45
3.4.2	Proforma del equipamiento de la solución basada en el servidor VillageFlow .....	46
3.5	Aspecto regulatorio sobre la transmisión de multiprogramación .....	46
CAPÍTULO 4.....		47

4. DISEÑO DEL SISTEMA PARA LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DE TELEVISIÓN DIGITAL DE ESPOL TV.....	47
4.1 Descripción técnica de los equipos para la transmisión de televisión digital de ESPOL TV. ....	47
4.2 Diseño de la arquitectura para la transmisión de TDT y multiprogramación.....	48
4.3 Estructura de la propuesta para la transmisión TDT y multiprogramación para ESPOL-TV a la Ciudad de Guayaquil .....	52
4.4 Radio enlace ESPOL-TV - Cerro del Carmen.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	60

# CAPÍTULO 1

## 1. DIAGNÓSTICO.

### 1.1 Descripción del problema.

Hoy en día estamos viviendo la transformación del servicio de televisión analógica a televisión digital, lo que representa un cambio en la transmisión de programas y que facilita una mayor flexibilidad en la programación a transmitirse, pudiendo combinar en un mismo canal varias señales de audio, video y datos en formato digital.

Actualmente la programación de ESPOL TV está en un formato digital, pero su transmisión es en formato analógico. Actualmente en el Ecuador ningún canal de televisión transmite con multiprogramación y lo que se busca mediante esta investigación es que ESPOL TV sea el primer canal en optimizar el espectro radioeléctrico enviando diferentes señales por un mismo canal.

### 1.2 Justificación

Con la multiprogramación el usuario contará con una mayor selección de contenidos de acuerdo con sus preferencias, lo que acapararía una mayor cantidad de espectadores dado que los usuarios pueden elegir el tipo de programación que más les agrada de un mismo canal.

Es necesario que antes de adquirir los equipos para realizar la transmisión se realice un análisis técnico y económico para cumplir con la multiprogramación y la guía electrónica de programación (EPG) que se ajuste además con los parámetros del diseño propuesto.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema para la transmisión de multiprogramación en ESPOL TV Guayaquil, utilizando multiplexación de señales en formato digital y

contemplando cada una de las etapas para la transmisión de la señal digital en el estándar ISDB-Tb.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Definir detalladamente el servicio de televisión digital terrestre y multiprogramación utilizando un mismo canal.
- Establecer un análisis de los equipos requeridos para llevar a cabo la multiplexación de señales, respetando los parámetros contemplados en el diseño.
- Analizar una red capaz de transmitir una señal de televisión digital que cuente con los servicios adicionales compatibles con el estándar ISDB-TB (multiprogramación y EPG).
- Proporcionar la mejor solución a implementarse realizando un análisis comparativo, teniendo en cuenta parámetros técnicos económicos y regulatorios.

## **1.4 Metodología**

### **Investigar los principios básicos de que es televisión digital terrestre y multiprogramación**

Se realizará una introducción al concepto de televisión digital terrestre y multiprogramación, detallando características, ventajas y desventajas, así como también los diferentes estándares de tv terrestre existentes y su regulación, analizando la estructura y cada etapa de un sistema de transmisión y recepción de televisión digital.

### **Investigar varios mecanismos para realizar la Multiprogramación.**

En primer lugar, se debe investigar varios mecanismos ya sean por software o por hardware con los cuales se puede multiplexar audio, video y datos de los

contenidos a transmitirse, detallando las características técnicas de los equipos capaces de realizar este trabajo.

**Detallar las especificaciones tanto de hardware o de software que se utilizará en el diseño propuesto.**

Diseñar una solución tanto en hardware o en software que permita multiplexar señales digitales y una guía de programación electrónica (EPG) la cual contenga los horarios e información de los programas a transmitirse.

**Presentar una estructura general del sistema de transmisión de TV Digital.**

Establecer los equipos necesarios capaces de realizar el trabajo requerido, los cuales deberán ser compatibles con los equipos que posee ESPOL TV y luego realizar la recomendación de la solución óptima a implementarse teniendo en cuenta un análisis económico, técnico y regulatorio.

### **1.5 Resultados esperados**

Los resultados esperados con respecto a nuestro tema de investigación son los siguientes:

Codificar tanto audio como video en estándar ISDB-Tb.

Generar varios TS (flujos de transporte).

Multiplexar los diferentes flujos de transporte generados.

Adicionalmente disponer del servicio de Guía de Programación Electrónica (EPG).

### **1.6 Elementos diferenciadores**

El tema de este proyecto es de mucho interés, tanto tecnológico como comercial ya que pronto se dará un cambio de televisión análoga a televisión digital terrestre y aprovechando este cambio de tecnología, se puede llegar a tener multiprogramación, con lo cual se optimiza el espectro radioeléctrico y de esta forma se planea captar una mayor cantidad de televidentes teniendo varios

programas en un mismo canal como pueden ser deportes, noticias, películas, etc. También al tener más programas se podría tener una mayor cantidad de auspiciantes lo que aumentaría los ingresos del canal, además que se podría enfocar cada una de las programaciones a una audiencia específica.

## CAPÍTULO 2

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

#### 2.1 Introducción a la televisión digital terrestre (TDT).

La TDT permite codificar audio, video y datos en forma binaria, para ser transmitidos o recibidos, lo cual permite una interacción entre el usuario y la estación televisiva dado que esta tecnología cuenta con vías de retorno, siendo esta una ventaja respecto a la televisión analógica. Otros de los resultados es una mejora notable en la calidad del servicio de televisión, además de poder optimizar eficientemente el espectro radioeléctrico, pudiendo dar una mayor cantidad de programación por un mismo canal de 6Mhz, esta característica se conoce como Multiprogramación.

La TDT tiene varios años implementándose en otros países siendo Japón el pionero en ejecutar y brindar este servicio, y Brasil a nivel de Sudamérica.

Desde los inicios de la televisión ecuatoriana han existido varios cambios importantes, siendo uno de estos el denominado “apagón analógico” el cual tiene como objetivo la finalización de la transmisión de la señal analógica de televisión dando paso a la TDT.

Para realizar este cambio es necesario un periodo de tiempo en el que los canales de televisión deberán hacer un análisis técnico, económico, social y regulatorio para la oferta y demanda de este nuevo servicio, con lo que se generarán más fuentes de ingreso mediante el control de contenidos o programación, la cual puede ser diferente dependiendo de las preferencias del usuario y gracias a la multiprogramación es posible obtener estas ventajas.

#### 2.2 Características de la TDT

Como características importantes de este cambio tecnológico se tiene:

Las señales en formato digital presentan una mayor robustez ante el ruido, ya que se emplean algoritmos de corrección que determinan la secuencia correcta de los bits, esto permite que la señal pueda abarcar un mayor territorio.

Mayor eficiencia del espectro radioeléctrico ya que la implementación de la televisión digital hace posible la multiplexación de la señal y de esta forma tener varias señales de audio y video pudiendo hacer posible la multiprogramación.

Es posible la interacción del usuario con la estación televisiva ya que esta tecnología tiene un canal de retorno, y esto implica que el televidente podrá enviar datos, esto puede abrir una puerta a la implementación de aplicaciones y nuevas plataformas para el uso del comercio o de desastres naturales. [5]

### 2.3 Ventajas y desventajas de la TDT

El cambio de formato analógico a digital trae consigo una serie de ventajas así también como desventajas, las cuales son intrascendentes en contraste con las muchas ventajas que brinda este servicio.

#### 2.3.1 Ventajas de la TDT

**Calidad:** Este servicio permite la transmisión en alta definición lo que implica un aumento la nitidez y resolución de la imagen, además de la calidad de audio, ya que en formato digital la transmisión no es afectada por interferencias o ruidos dado a que cuenta con algoritmos que son capaces de mitigar y corregir errores.

**Optimización del uso del espectro radioeléctrico:** Con la transmisión analógica de televisión se puede transmitir una sola señal de audio y video en un ancho de banda de 6 MHz, mientras que con televisión digital es posible transmitir varias señales de video en calidad estándar o alta definición además de la transmisión de datos (multiprogramación).

Una de las principales ventajas es que se liberará el ancho de banda ocupado por los canales de televisión analógica (VHF) que trabajan en frecuencias bajas (54-88 MHz y 174-216 MHz) cuyo ancho de banda se podría utilizar, por ejemplo, para comunicación inalámbrica en redes de

telefonía móvil, ya que a menor frecuencia existe menor atenuación con respecto a la distancia, es decir, se obtendría mayor cobertura.

**Interactividad:** Con la TDT es posible ofrecer contenidos adicionales a los programas televisivos, permitiendo a los usuarios recibir servicios adicionales como la programación de los canales (guía electrónica de programación), además que el canal de retorno permite al usuario enviar datos hacia el canal. [12]

**Resolución:** Generalmente la televisión digital de alta definición utiliza la resolución de 1280x1080 pixeles en modo entrelazado (1080p) o 1280x720 pixeles en modo de barrido progresivo (720p).

**Sistema de alertas:** Este sistema de alertas en caso de emergencias fue implementado en el estándar ISDB-T y puede ser implementado por los países que utilizan este estándar, como lo es el caso de Ecuador. [1]

### 2.3.2 Desventajas de la TDT

**Adquisición de nuevas plataformas:** Para disfrutar de los diferentes beneficios que brinda la televisión digital terrestre se debe comprar un televisor compatible con el estándar adoptado por su región, o en su lugar obtener un decodificador Set Top Box.

**Desaparición de pequeñas estaciones:** El apagón analógico podría ser un problema económico para las pequeñas estaciones televisoras o emisoras rurales que podrían no estar preparadas económicamente para la adquisición de los nuevos equipos de transmisión, y desaparecer.

**Implementación compleja:** Para la compresión y modulación del audio y video, algunos estándares utilizan mecanismos patentados, resultando complicada su implementación para las estaciones televisoras. [4]

## **2.4 Estructura de un sistema de transmisión y recepción de TDT**

La estructura del sistema de transmisión es: generación, codificación, compresión, modulación y amplificación de la señal, y lo inverso para la etapa de recepción.

### **2.4.1 Etapa de transmisión**

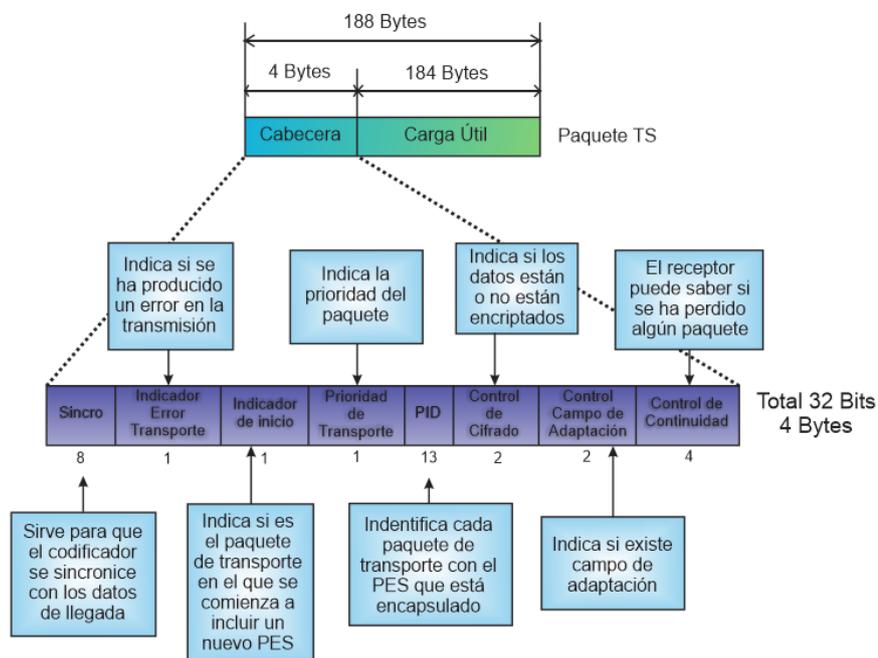
Independientemente del estándar usado en cada país, se puede hacer un esquema general de la etapa de transmisión.

#### **Compresión de la señal**

En esta etapa la televisión digital utiliza el estándar MPEG para realizar la compresión de señales de audio y video. Actualmente los estándares más utilizados son el MPEG-2 y el MPEG-4 siendo este último el que nos da una mejor compresión y por lo tanto nos otorga una mayor cantidad de programas.

#### **Flujo de transporte**

El TS (Transport Stream) es una señal banda base, que contiene información que se encuentra en un paquete de 188 bytes. Como se observa en la figura 2.1, en los 4 primeros bytes se tiene la cabecera, la cual sirve como sincronizador y ayuda a verificar si existe un error en la transmisión, le indica al receptor si ha perdido o no un paquete, entre otros. Los 184 bytes restantes se los conoce como la carga útil, es decir dónde viene la información. La finalidad del TS es permitir la transmisión de la información por medio de paquetes, y puede trabajar en entornos de larga distancia y de mucho ruido, siendo idóneo para la TDT. [6]



**Figura 2.1: Desglose del paquete TS.**

### Codificación de Canal

Utiliza métodos de entrelazado (interleaving) con el fin de disminuir los diferentes efectos que produce el canal o medio de transmisión y prevenir errores de sincronización. También incorpora un Corrector de errores FEC (Forward Error Correction) el cual servirá para que el receptor pueda regenerar la señal que llega tenue y con ruido debido a la distancia que ha recorrido la señal.

### Modulación

Luego de realizar la codificación del canal, la señal debe ser modulada para seguir con el proceso de transmisión, en el estándar ISDB-Tb la modulación que se usa es la COFDM (Multiplexación por división de frecuencias ortogonales) el cual permite optimizar el espectro radioeléctrico y tener mayor cobertura. Los 6Mhz son divididos en 13 segmentos de los cuales una señal en SD utiliza 2 segmentos y una señal en HD utiliza 6 segmentos. También existe una señal llamada one seg, el cual es usada para transmisión a dispositivos móviles y puede ser usado

para prevenir desastres naturales en caso de que no exista energía eléctrica, enviando una señal de alerta.

En el caso de Ecuador estos son los diferentes formatos en los que se pueden transmitir señales de televisión en el estándar ISDB-Tb, como se observa en la figura 2.2. [23]

HDTV (1080i)				One Seg
HDTV (720p)		HDTV (720p)		One Seg
HDTV (720p)		SDTV	SDTV	One Seg
SDTV	SDTV	SDTV	SDTV	One Seg

**Figura 2.2: Multiprogramación.**

### **Amplificación**

La etapa de amplificación sirve para aumentar la potencia de transmisión de la señal, la cual se obtiene previo a un presupuesto de enlace donde se tomará en cuenta todas las posibles pérdidas que tendrá la señal en su trayectoria.

## **2.5 Etapa de recepción**

Para recibir una señal digital independientemente de su estándar, primero el mecanismo tiene una etapa de captación de la señal digital la cual contiene datos, audio y video. Luego se separan los 3 tipos de información, posteriormente se decodifica la información y después es presentada en la pantalla del televisor.

La señal digital puede ser receptada de 2 formas, la primera es mediante un televisor que tenga incluido un sintonizador de señal digital. La segunda forma es usando un televisor analógico conectado a un decodificador Set Top Box.

## 2.6 Reseña técnica de los estándares de TDT

Para la emisión de programas por medio de televisión digital terrestre se emplean cuatro diferentes sistemas o estándares en todo el mundo, los cuales son: ISDB-T en Japón, SBTVD-T en Brasil, DTMB en China, ATSC en EEUU y el estándar DVB-T en Europa. [2]

### 2.6.1 Estándar Japonés ISDB-T.

Este estándar fue diseñado para la transmisión de hasta ocho programas simultáneos cada uno con una calidad diferente, ya que estaba diseñado para transmitir tanto en HDTV como en SDTV.

Este estándar utiliza la tecnología MPEG-2 para la codificación y compresión de video, mientras que para el audio utiliza la norma MPEG-AAC, con la cual se puede tener varios tipos de calidad/formato tanto de audio como de video.

En cuanto a modulación, este sistema utiliza COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) para la transmisión de canales 6 MHz de ancho de banda y con portadoras agrupadas en 13 segmentos, donde cada uno de estos segmentos tiene su propia modulación. [5]

En la figura 2.3 se muestra el diagrama de bloques del estándar ISDB-T, en el que constan las entradas de audio, video y datos, y las respectivas etapas.

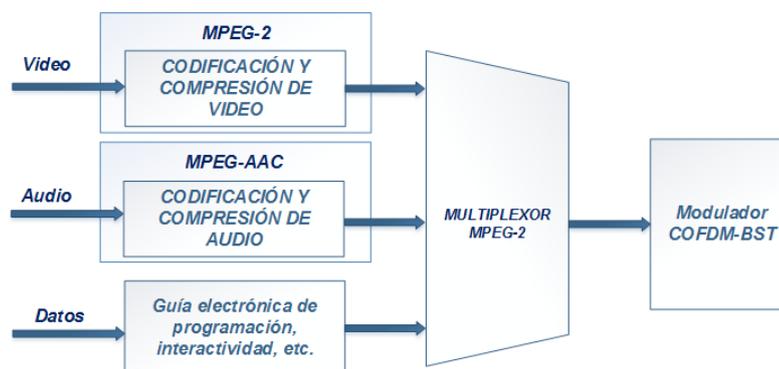


Figura 2.3: Estructura del Estándar ISDB-T.

### 2.6.2 Estándar Americano ATSC

El estándar ATSC utiliza el formato MPEG-2 para la codificación y compresión de video, mientras que para el audio utiliza el sistema Dolby AC-3, y un canal complementario para la guía electrónica de programación, juegos, etc.

Este estándar utiliza modulación 8-VSB, el cual incluye ocho niveles de amplitud en banda base, que soportan hasta 19,4 Mbps de datos en un solo canal de 6 Mhz. 8-VSB se considera eficaz para la transmisión simultánea de más de un programa DTV (multidifusión) y la transmisión de datos junto con un programa de televisión (datacasting) debido a que soporta grandes cargas de datos. [7]

En la figura 2.4 se tiene el diagrama de bloques, en el que constan las entradas de audio, video y datos, y las respectivas etapas



**Figura 2.4: Estructura del Estándar ATSC.**

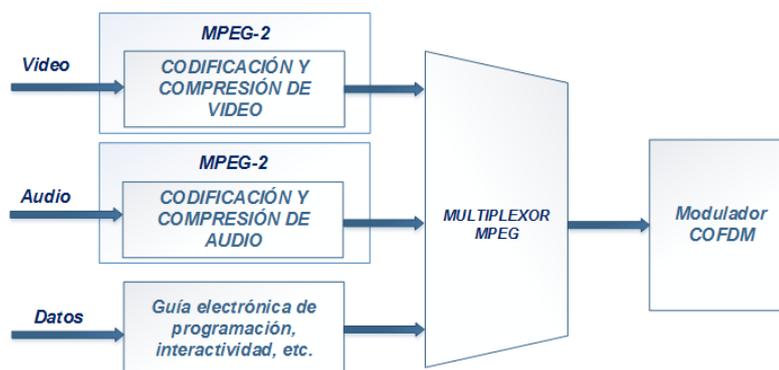
### 2.6.3 Estándar Europeo DVB-T

Este estándar utiliza compresión en formato MPEG-2 tanto para video como para audio en estéreo y sonido envolvente, mientras que para la modulación utiliza multiplexado por división de frecuencia ortogonal (COFDM).

OFDM divide el canal en diferentes bandas, donde cada banda transmite una subportadora. Estas subportadoras se pueden modular en

constelaciones de 4-QAM, 16-QAM o 64-QAM ya que las subportadoras son ortogonales entre sí. [8]

En la figura 2.5 se muestra el diagrama de bloques del estándar DVB-T, donde se aprecian las entradas y salidas de audio, video y datos, y las respectivas etapas codificación y modulación.

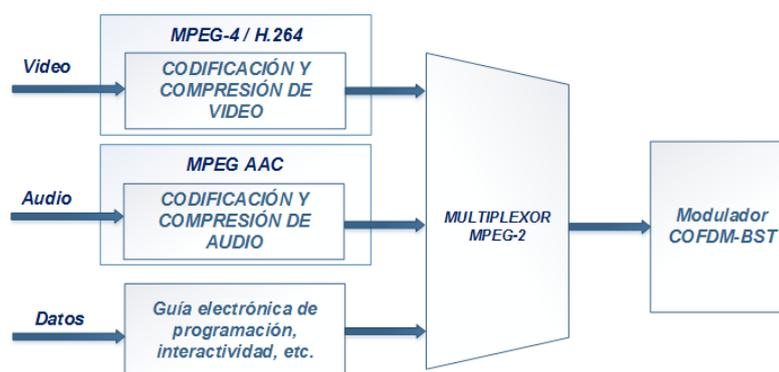


**Figura 2.5: Estructura del Estándar DVB-T.**

#### 2.6.4 Estándar Nipo-Brasileño ISDB-Tb

Para la compresión de video este estándar utiliza el formato H.264/MPEG-4 AVC, mientras que para audio utiliza el formato MPEG AAC.

Con respecto a la modulación, este estándar utiliza el mismo que el estándar Japonés (COFDM-BST), el cual transmite canales con portadoras agrupadas dentro de 13 segmentos, permitiendo la transmisión de varias calidades de audio y video, ya sea HDTV, SDTV o One seg. En la figura 2.6 se muestra el diagrama de bloques del estándar ISDB-Tb, en el que constan las entradas de audio, video y datos, y las respectivas etapas de codificación y modulación.



**Figura 2.6: Estructura del Estándar ISDB-Tb.**

## 2.7 Transmisión en el estándar ISDB-Tb

Para la transmisión se utilizan cuatro etapas que son descritas a continuación:

### 2.7.1 Codificación

La codificación de audio y video es una parte muy importante en la televisión digital. De esta manera se forman paquetes de datos, de audio y video por separado los cuales tienen tamaños variables dependiendo de la calidad del video a transmitir, la finalidad es poder comprimir la información para tener un flujo de datos denominado Elementary Stream (ES).

El formato de compresión de video que usa el estándar de televisión digital brasileño ISDB-Tb es el MPEG-4 a diferencia de su estándar original Japonés ISDB-T, que usa el formato MPEG-2. [14]

Para la compresión de audio el estándar ISDB-Tb usa una compresión en formato MPEG-2 al igual que el estándar Japonés. En la actualidad existen variantes del MPEG-2 para audio digital, el seleccionado es el estándar MPEG-2 AAC.

La codificación de video debe garantizar la interoperabilidad entre dispositivos de otros fabricantes. La codificación se da en los espacios de colores que se usan para representar información de imagen o video. Estos espacios son: RGB, YCbCr, HSL. El espacio de color que se usa es

el YCbCr. Las ecuaciones de luminancia y crominancia están definidas en la Tabla 1. [11]

SD	HD
$E'_Y = 0.299E'_R + 0.587E'_G + 0.114E'_B$	$E'_Y = 0.2126E'_R + 0.7152E'_G + 0.0722E'_B$
$E'_{CR} = (E'_R - E'_Y)/1.402$	$E'_{CR} = (E'_R - E'_Y)/1.5748$
$E'_{CB} = (E'_B - E'_Y)/1.772$	$E'_{CB} = (E'_B - E'_Y)/1.8556$

**Tabla 1: Ecuaciones para las señales SD y HD**

Donde  $E_y$ ,  $E_{cr}$  y  $E_{cb}$  son los valores de luminancia y crominancia de las señales análogas.  $E_r$ ,  $E_g$  y  $E_b$  son los valores de tensión para los colores rojo, verde y azul.

### **Compresión MPEG-4 (Parte 10/AVC o H.264)**

El estándar ISDB-Tb utiliza compresión en formato MPEG-4 para video, ya que esta mejora la tasa de compresión, brindando una buena calidad de imagen, transmitiendo una menor cantidad de bytes de información.

#### **2.7.2 Estructura y generación del Transport Stream (TS)**

El mecanismo de transporte MPEG-2 es equivalente al protocolo de internet IP, ya que transportan datos donde cada uno contiene un encabezado (header) y su respectiva carga útil (payload). Con este proceso tenemos varios flujos de vídeo, audio y datos en un solo flujo de transporte (TS).

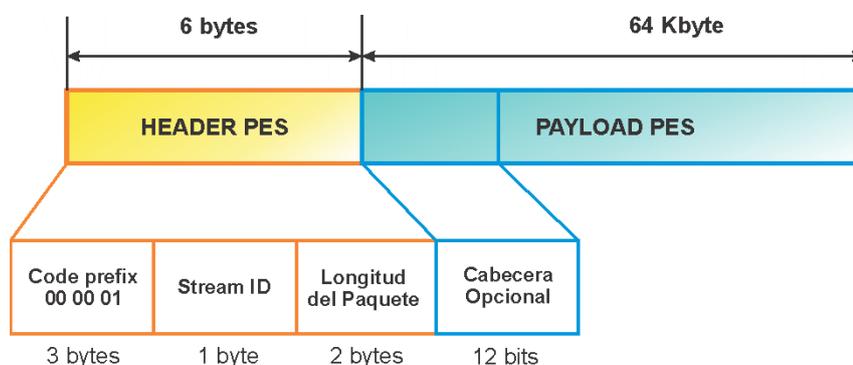
Después de comprimir el video o audio, estos se convierten en un Elementary Stream (flujos de video y audio codificados). Posteriormente los ES de audio o video se dividen en paquetes de longitud variable (PES) donde cada uno contiene un encabezado y una carga útil. La carga útil contiene un solo cuadro de vídeo o audio. El encabezado contiene

información de temporización que indica al decodificador cuándo presentar la correspondiente trama.

Posteriormente se realiza una primera Multiplexación, que combina toda la información en un solo TS de longitud constante de 188 bytes, donde 4 bytes son de cabecera y 184 bytes son de carga útil.

### Paquetización (PES)

Estos paquetes son de tamaño variable con un tamaño máximo de 64Kbyte y provienen de la etapa de codificación. Estos paquetes contienen la cabecera y la carga útil como se muestra en la figura 2.7. [6]



**Figura 2.7: Estructura del paquete PES**

- El Header contiene información del tipo de datos y también información de sincronización. El Header se divide en tres partes, la primera se encarga de establecer el comienzo de un paquete, la segunda nos indica el tipo de dato que se envía y la tercera nos indica la longitud del paquete para verificar errores en la recepción.
- El Payload contiene la información de audio, video y datos que serán transmitidos en el paquete PES.

## Tablas PSI

Debido a que los espectadores pueden elegir entre varios programas en un único flujo de transporte, un decodificador debe ser capaz de clasificar rápidamente y acceder a vídeo, audio y datos para los distintos programas. Las tablas PSI actúan como una tabla de contenidos para el flujo de transporte, proporcionando al decodificador los datos que necesita para encontrar cada programa y presentarlo al espectador.

Las tablas PSI ayudan al decodificador a localizar audio y video para cada programa en el TS. Las tablas se repiten frecuentemente (por ejemplo, 10 veces por segundo) en la transmisión, para soportar el acceso aleatorio requerido por un decodificador que es encendido o que cambia de canal. [6]

Las tablas PSI para MPEG-2 son:

- a) Program Association Table (PAT):** La tabla de asociación de programas (PAT) es la primera parada del decodificador al intentar localizar un programa. El decodificador encuentra rápidamente el PAT, porque siempre se encuentra en el PID 0x0000. El PAT proporciona al decodificador un mapa para cada programa en el flujo de transporte. Este mapa está contenido en la Tabla de Mapa de Programa (PMT) para cada programa. El PAT indica al decodificador el valor PID para los paquetes que contienen el PMT para cada programa. El PAT puede contener el valor PID para los paquetes que contienen la Tabla de Información de Red (NIT), como se ve en la Tabla 2. [6]

Contents of Transport Streams	
Program 1	PMT PID 0x0065
Program 2	PMT PID 0x0032
Program 3	PMT PID 0x0056
Program 4	PMT PID 0x0120
NIT	PID 0x0016

**Tabla 2: Ejemplo de tabla PAT con 4 programas.**

- b) Program Map Table (PMT):** Cada tabla de mapas de programas (PMT) literalmente mapea un programa específico, enumerando el valor PID de los paquetes que contienen los componentes de audio, vídeo y datos del programa. Con esta información, el decodificador puede localizar, descifrar y mostrar fácilmente el contenido del programa, como se muestra en la Tabla 3. El PMT también indica el valor PID para el ECM de un programa. El ECM suministra al decodificador las claves necesarias para decodificar el audio y el vídeo de un programa. [6]

Contents of Program 1	
Video	PID 0x0131
Audio English	PID 0x0132
Audio German	PID 0x0133
ECM Program 1	PID 0x0150

**Tabla 3: Ejemplo de tabla PMT para el programa 1.**

- c) Conditional Access Table (CAT):** La sintaxis MPEG-2 permite a los broadcasters transmitir información de acceso condicional propietaria en el flujo de transporte en forma de EMM. Los EMM actualizan las opciones de suscripción o los derechos de pago por visión para cada suscriptor o grupos de suscriptores. La tabla de acceso condicional (CAT) le dice al decodificador dónde está el EMMs en el TS enumerando el valor PID para cada paquete EMM, como se muestra en la Tabla 4. El CAT siempre se encuentra en PID 0x0001. [6]

Location of EMMs	
EMM A	PID 0x0061
EMM B	PID 0x0076
EMM C	PID 0x0038
EMM D	PID 0x0109

**Tabla 4: Ejemplo de tabla CAT.**

- d) Network Information Table (NIT):** Esta tabla proporciona información relativa a una red en la que residen varios flujos de transporte. Esta tabla está especificada, pero no definida, por MPEG-2. [6]

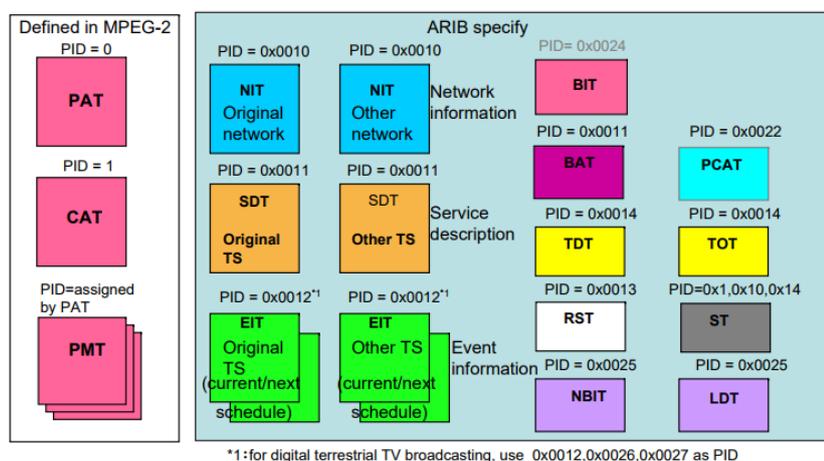
### **Tablas SI**

Las tablas de información de servicio (SI) proporcionan a los proveedores de servicios las herramientas necesarias para ofrecer programas y servicios a través de una gran red de flujos de transporte. Estas tablas se agregan al flujo de transporte MPEG-2 durante la codificación o multiplexación. Trabajan en conjunto con las tablas PSI MPEG-2 para dar acceso al decodificador a toda la programación disponible en toda una red. Las tablas SI también proporcionan información para la Guía Electrónica de Programas (EPG), que muestra a los espectadores una descripción de todos los eventos actuales y futuros, junto con su hora de inicio y duración. Al igual que todos los demás paquetes del flujo de transporte, los que contienen tablas SI se identifican mediante el número PID. A continuación, se describirán de forma general las tablas SI. [6]

- a) Time and Date Table (TDT):** La TDT proporciona la hora universal coordinada actual (UTC).
- b) Service Description Table (SDT):** Describe los servicios en una red y proporciona el nombre del proveedor de servicios.
- c) Event Information Table (EIT):** Define todos los eventos de la red, proporcionando su descripción, hora de inicio y duración. Se utiliza en la creación de la EPG.
- d) Bouquet Association Table (BAT):** Describe los servicios disponibles en grupo de servicios que se pueden comprar como un solo producto
- e) Running Status Table (RST):** El RST actualiza el estado de tiempo de los eventos cuando se producen cambios de programación.
- f) Time Offset Table (TOT):** El TOT contiene la hora y la fecha UTC y el desplazamiento de la hora local.

**g) Stuffing Table (ST):** Esta tabla invalida las secciones restantes de una tabla cuando se ha sobrescrito una sección. [6]

En la Figura 2.8 se tiene la estructura de las Tablas PSI/SI. Las tablas PSI están formadas por las tablas: PAT, CAT y PMT. Las tablas SI son: NIT, SDT, EIT, TDT, RST, BAT, TOT, y ST. [4]



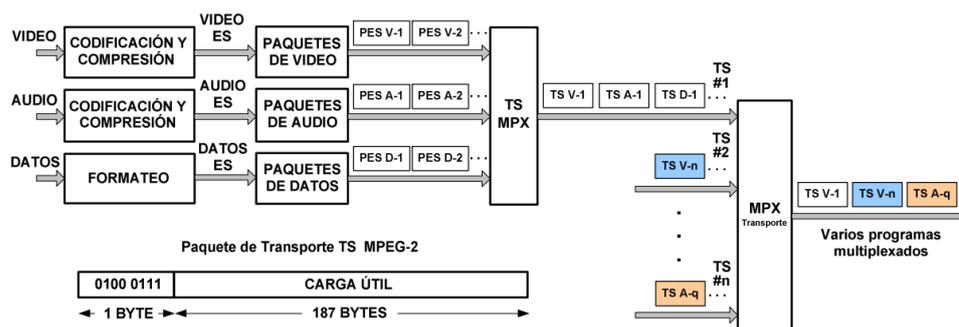
**Figura 2.8: Estructura de las Tablas PSI/SI.**

### 2.7.3 Generación del Broadcast Transport Stream (BTS)

Una vez realizado el primer nivel de multiplexación, los paquetes de TS son enviados a un remultiplexador, el cual combina en un solo flujo de transporte todos los paquetes TS de 188 bytes cada uno. [6]

Del remultiplexador se obtiene un flujo de datos llamado Broadcast Transport Stream (BTS), donde se multiplexan todos los programas a transmitirse.

En la figura 2.9 se muestra el flujo de datos, formado por paquetes TSP con 204 bytes de longitud, donde a los 188 bytes de cada TS se le agregan 8 bytes de información y de 8 bytes adicionales que contienen un bloque de Reed Solomon para la corrección de hasta 4 bytes erróneos en cada TSP del flujo BTS. [3]



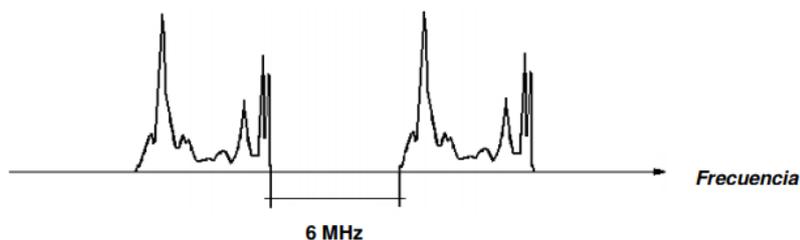
**Figura 2.9: Paquetes de transporte TS y multiplexación MPEG-2.**

#### 2.7.4 Modulación

La etapa de modulación de ISDBT-Tb es la misma que su original japonés. La modulación empleada es la OFDM multiplexación por división de frecuencias ortogonales. Para hacer más robusta la modulación se agregan códigos de protección, estos códigos permiten detectar y corregir errores en los datos que pueden haber sido alterados.

Debido a esto se añade la palabra codificada a la modulación OFDM resultando el COFDM el cual es la combinación de estos dos conceptos.

Como se observa en la figura 2.10 en la transmisión analógica los canales de televisión cuentan con un ancho de banda de 6Mhz y también con un canal de guarda para evitar interferencias. [3]

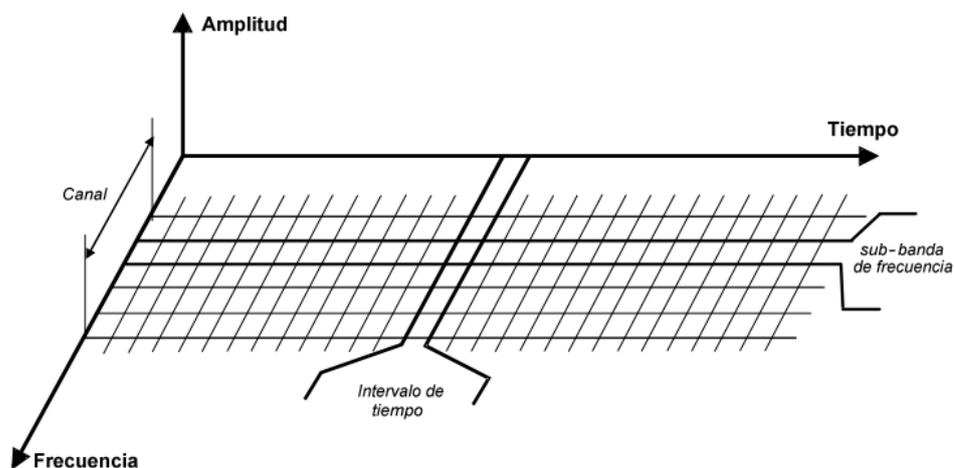


**Figura 2.10: Canalización en TV analógica.**

El ancho de banda para la televisión digital también es de 6Mhz y se la divide en 13 segmentos en donde el segmento central es conocido como one seg que es utilizado para transmisiones a dispositivos móviles como teléfonos y tablets ya que esta es una señal de baja resolución.

Para que la modulación trabaje de forma eficiente también se debe tomar en cuenta las características del canal radioeléctrico, estas características de propagación son variables en el tiempo, pero se pueden mantener más o menos estables dentro de un periodo de tiempo, por esto el canal se divide en intervalos de tiempo donde las condiciones se puedan mantener estables. Esto implica organizar el canal radioeléctrico en el dominio del tiempo y de la frecuencia. [3]

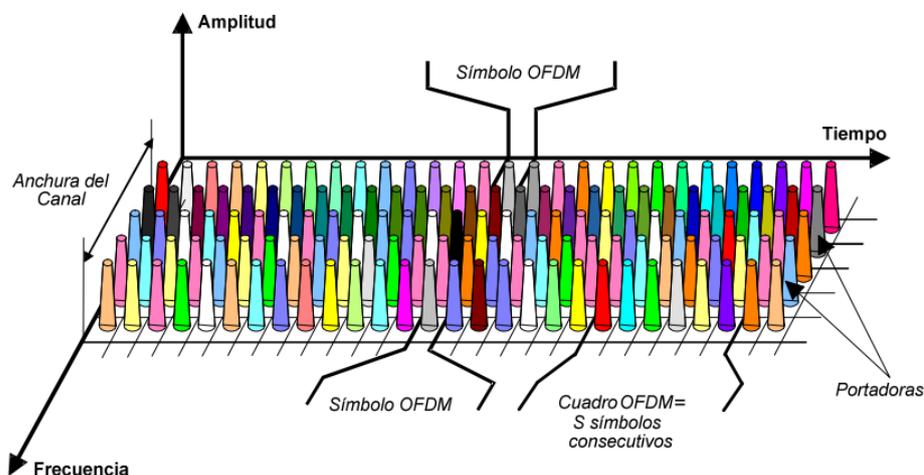
En la figura 2.11 se observa que el dominio de la frecuencia se divide en sub-bandas que son de un menor ancho que el canal. El dominio del tiempo se divide en pequeños “intervalos de tiempo”.



**Figura 2.11: Organización del canal radioeléctrico.**

Como se muestra en la figura 2.12, cada sector de la partición frecuencia/tiempo se usa para una portadora determinada. Un número de portadoras determinado en un intervalo de tiempo se denomina “Símbolo”.

OFDM". Un grupo de símbolos OFDM se denomina "Cuadro OFDM" en el estándar ISDBT-Tb se usan cuadros compuestos por 204 símbolos.



**Figura 2.12: Distribución de portadoras.**

La modulación de portadora para la televisión digital en estándar ISDBT-Tb puede tener los siguientes esquemas:

QPSK utilizado para transmisión SD

DQPSK utilizado en receptores móviles

16QAM utilizado para transmisiones SD

64QAM utilizado para transmisión HDTV [16]

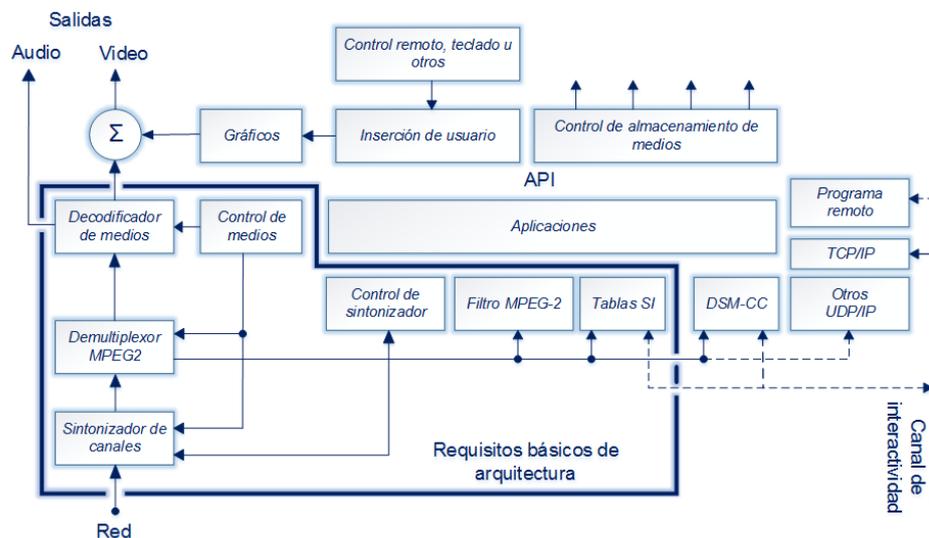
## 2.8 Recepción en el estándar ISDB-Tb

### 2.8.1 Arquitectura

La figura 2.13 muestra la arquitectura para la salida de audio y video desde la red. En primer lugar, los contenidos llegan desde la red hasta un sintonizador de canales, para luego ser demultiplexados y decodificados. [17]

La salida de video esta complementada por datos provenientes del usuario por control remoto. Como protocolos de comunicación se tiene el TCP/IP o UDP/IP para otros medios. También se observa que en esta

arquitectura de recepción se captan las tablas SI para describir y señalar los diferentes servicios. [17]



**Figura 2.13: Arquitectura básica del receptor.**

### 2.8.2 Ancho de banda de canal para recepción

Para la transmisión de TDT, debe utilizarse un ancho de banda de 5,7 MHz. La frecuencia central de este ancho de banda se la denomina frecuencia nominal.

El ancho de banda debe obligatoriamente ser de 5,7 MHz cuando el ancho de banda de la portadora OFDM es 5,572 MHz, con 4 kHz de espaciamiento entre las frecuencias portadoras en el modo 1.

La frecuencia central debe ser la frecuencia de la portadora central de la banda OFDM. Para recepción full-seg se utiliza un ancho de banda de 5.7 MHz, mientras para recepción one-seg se utilizan 0.43 MHz. [17]

### 2.8.3 Sensibilidad de recepción

Para una óptima recepción de señal es necesario que la potencia de la señal sea igual o superior a -20 dBm y que el nivel mínimo de entrada de señal de la antena sea de -77 dBm o inferior. [17]

## 2.9 Servicios adicionales proporcionados en el estándar ISDB-Tb

Con respecto a los servicios añadidos por este estándar se tiene:

Guía de Programación Electrónica (EPG)

Sistema de alerta en caso de emergencia (EWBS)

### 2.9.1 Guía de Programación Electrónica (EPG)

La EPG provee al usuario información acerca del contenido televisivo de un determinado canal, es decir, provee los horarios de los eventos o programas que transmitirá el canal en un determinado día, además de información acerca del contenido que se transmitirá, como se muestra en la figura 2.14.

00:00-00:30 08 Jun 2017		Otro
MUESTRAS LAS CULTURAS DEL ECUADOR		
2017/06/08 00:04:04	2017/06/08	
2.1 Ecuavisa HD	00:00-00:30	RANTI RANTI Ahora
2.2 Ecuavisa SD	00:30-01:00	IGLESIA UNIVERSAL Siguiendo
4.1 RTS+HD	01:00-02:00	NOVEDADES TV
5.1 TELEAMAZONAS HD	02:00-02:30	101 DALMATIANS
5.2 TELEAMAZONAS SD	02:30-04:10	Barcelona vs Emelec Jugado el 15 de mayo del 2016.
7.1 ECTV HD	04:10-05:00	LOS BARRIGA
7.2 ECTV SD1	05:00-05:44	ESTAS SECRETARIAS
7.3 TS-HD	05:44-09:00	EL NOTICERO

**Figura 2.14: Guía Electrónica de Programación del canal TCHD.**

Las tablas que deben ir en el TS (Transport Stream) para generar la EPG son: SDT, BAT, TDT y EIT. [27]

### 2.9.2 Sistema de alerta en caso de emergencia (EWBS)

El sistema EWBS fue implantado en Japón como un sistema de alerta en el terremoto y tsunami vivido en este país. Este sistema alerta mediante notificaciones o información textual mediante un canal en el caso de receptores full-seg (TV digital) o al teléfono móvil en caso de recepción one-seg.

En el Ecuador el uso de esta tecnología no es obligatoria para los canales de televisión. Ecuavisa es uno de los canales que ha implementado esta tecnología y tiene listo el sistema para operar en caso de emergencia.

## CAPÍTULO 3

### 3. ANÁLISIS TÉCNICO, ECONÓMICO Y REGULATORIO DE LAS DIFERENTES SOLUCIONES DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE LA MULTIPROGRAMACIÓN

En este capítulo se analizarán varias soluciones de diseño tanto utilizando hardware como software, con el fin de generar un Transport Stream (TS), la creación de Multiprogramación y la inserción de la EPG dentro del flujo de transporte. Se especificarán alternativas para cumplir con las etapas de modulación y amplificación de la señal, detallando los equipos a utilizarse, sus características técnicas y sus costos, para así posteriormente realizar la elección de la mejor solución realizando un análisis comparativo teniendo un balance tanto de costos como de beneficios que representa cada solución.

Las soluciones propuestas se diferencian en la etapa de transmisión y se clasifican en:

- 1) Alternativa de solución basada en hardware.
- 2) Alternativa de solución integrada en un servidor.

#### 3.1 Descripción técnica de los equipos que utiliza actualmente ESPOL TV para la transmisión de televisión analógica.

##### **Bandas de frecuencia**

ARCOTEL ha establecido las frecuencias 626-632 MHz para que ESPOL-TV pueda transmitir en formato analógico en la provincia del Guayas con las portadoras 633.25 MHz y 637.75 MHz para video y audio respectivamente y, además se asignó las frecuencias 632-638 MHz para la provincia de Santa Elena, con sus respectivas portadoras 639.25 MHz y 643.75 MHz. [28]

**Asignación de canales**

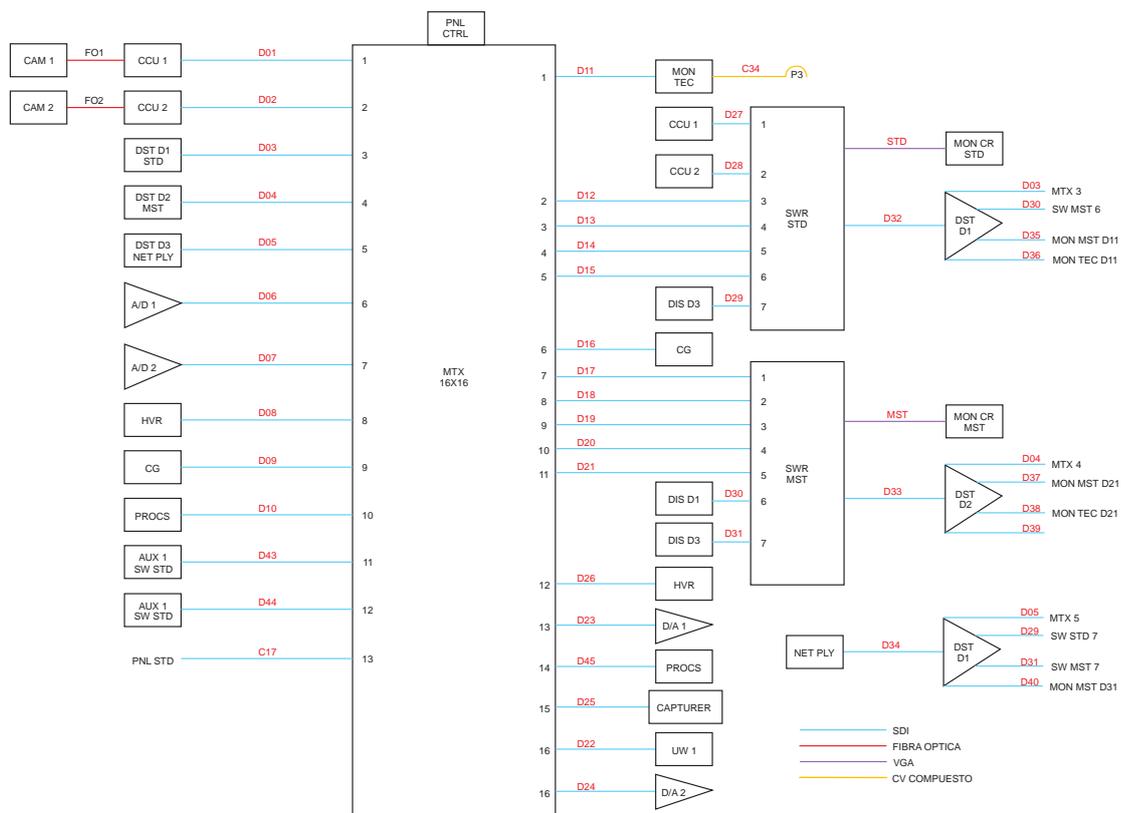
La ARCOTEL asignó a ESPOL TV para la transmisión el canal 40 en la provincia del Guayas y el canal 41 para la provincia de Santa Elena. [24]

**Generación de audio y video**

En el estudio principal de ESPOL-TV, actualmente ubicado en las instalaciones de la Escuela de Diseño y Comunicación Visual en el campus Gustavo Galindo de ESPOL, se realiza la generación de audio y video. Para la transmisión, los datos de audio y video son enviados por fibra óptica hacia el Cerro del Carmen donde están ubicadas las antenas que realizan la transmisión de la señal de televisión hacia la ciudad de Guayaquil.

**Flujo de señales en la estación de televisión: Generación de video**

Para generar el video se utiliza un router o matriz, el cual posee 16 entradas y 16 salidas, con formato en HD o en SD. Como se observa en la figura 3.1, en las entradas tenemos: dos cámaras, un distribuidor de video, un distribuidor de Netplayer, un convertidor análogo a digital, un equipo MDU y un generador de caracteres, mientras la salida del router se conectará con la entrada del Switch.



**Figura 3.1: Diagrama de video digital ESPOL TV.**

A continuación, se detallarán algunos de los equipos mencionados anteriormente.

Espol – TV cuenta con cámaras que proporcionan video digital. En la figura 3.2 se muestra el estudio de grabación de ESPOL TV donde están ubicadas las cámaras que son Full HD y proporcionan las señales que van al Switch de estudio



**Figura 3.2: Estudio de grabación ESPOL TV.**

En la figura 3.3 se muestra el distribuidor de video el cual posee una entrada la cual podrá repetir en varias de sus salidas sin perder la calidad, para el caso de ESPOL TV se utilizan dos salidas: la del estudio y la de master. Por lo tanto, se tiene 2 distribuidores de video.



**Figura 3.3: Distribuidor y tarjetas de video.**

En la figura 3.4 se tiene el servidor de programación que es el distribuidor de Netplayer.



**Figura 3.4: Vsn Net Player.**

El convertidor análogo a digital se lo utiliza para convertir la programación (en formato analógico) recibida de Telesur y Deutsche Welle. Luego esta señal pasa a la matriz de video. Las entradas se encuentran en la misma bandeja Evertz que contiene las tarjetas de distribución de video como se observa en la figura 3.5.



**Figura 3.5: Tarjetas de video.**

En la figura 3.6 se muestra el generador de caracteres, el cual sirve para colocar información del canal (como logotipo, hora) en el video que se está transmitiendo para evitar problemas de plagio del contenido.



**Figura 3.6: Generador de caracteres Vsn.**

El procesador de video es un conjunto de aplicaciones que sirve para la ingesta automatizada de contenidos procedentes del exterior (satélites, cámaras, TVRs, etc.) soporta distintos formatos. Se lo puede apreciar en la figura 3.7.



**Figura 3.7: Vsn AutoRec.**

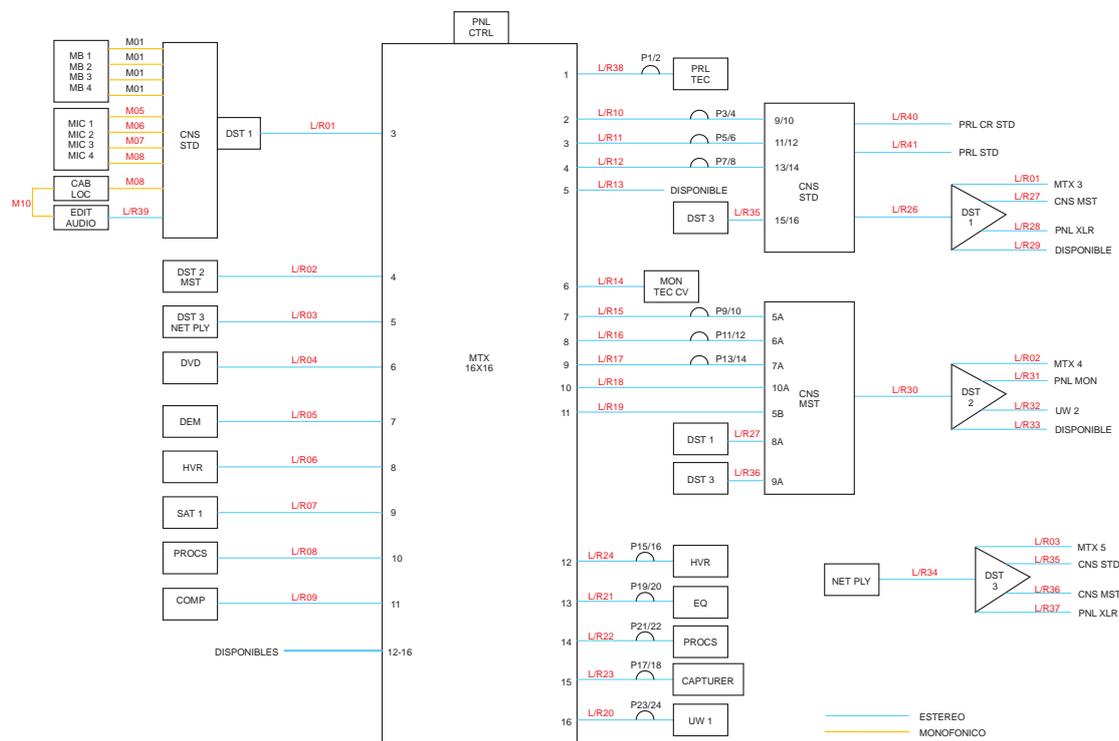
En la figura 3.8 se muestran las pantallas HD para monitorear las diferentes señales (ESPOL – TV, DW, Ecuador TV).



**Figura 3.8: Monitores de video.**

Para la generación de audio se tiene una estructura similar a la de video. El audio se obtiene de micrófonos, videos y otros medios. A la salida de la matriz se tiene un ecualizador para modificar parámetros en el audio que se transmitirá, luego esta señal es enviada al compresor de audio, que se encarga de controlar que el audio que ingresa sea adecuado. La salida del compresor es la que se va a transmitir. En la figura 3.9 se muestra el diagrama del switch de audio con las entradas y salidas descritas anteriormente.

El transmisor usado actualmente por ESPOLTV es R&S®THU9/R&S®THV9 que son transmisores de alta potencia.



**Figura 3.9: Diagrama de audio analógico estéreo ESPOL TV.**

### 3.2 Solución basada en hardware

A continuación, se presentan los equipos contemplados en el diseño de la solución basada en hardware:

#### 3.2.1 Equipos en la etapa de transmisión

La alternativa de diseño basada en hardware en su etapa de transmisión se la puede tratar en los siguientes 4 bloques, donde se plantean y describen los equipos a utilizarse en cada bloque.

##### 1. Generación del flujo de transporte.

Esta etapa se obtiene luego de la codificación de audio, video y datos mediante la utilización de codificadores o encoders para cada calidad de resolución (One seg, SD o HD). El equipo capaz de cumplir con dicha función es el siguiente:

### Encoder MD 9700 HD, SD, 1Seg



**Figura 3.10: Encoder MD 9700. [19]**

En la figura 3.10 se muestra el Encoder MD 9700 de Hitachi, las características del equipo se detallan en el Anexo A.

## 2. Multiprogramación

En esta etapa lo que se hace es comprimir varios programas dentro de un mismo TS, por lo que se debe adquirir un mayor número de codificadores dependiendo de la cantidad de programas a transmitirse simultáneamente. A la salida del multiplexador se obtendrá el Broadcast Transport Stream (BTS) que contiene todos los programas a transmitirse (audio, video e información adicional). El equipo capaz de cumplir con dicha función es el siguiente:

### Multiplexador ISDB-T ISMUX 004



**Figura 3.11: Multiplexador ISMUX004. [18]**

En la figura 3.11 se muestra el Multiplexador ISMUX004 de Hitachi, las especificaciones generales del equipo se detallan en el anexo B.

## Servicios relevantes para TDT

Los servicios adicionales que se van a ofrecer se deberán almacenar en uno o varios servidores. En el diseño los servicios adicionales que se implementarán son: la EPG, subtítulos o closed caption y el sistema de alerta (EWBS). El equipo capaz de cumplir con dicha función es el siguiente:

### **ShowCase PRO IFN50**



**Figura 3.12: Implementador de funciones ShowCase Pro IFN50. [20]**

En la figura 3.12 se muestra el ShowCase PRO IFN50, que es un producto de categoría broadcast, destinado a la inserción de funciones típicas de un sistema de ISDB-T. Este equipo incorpora el estado del arte de la tecnología, siendo desarrollado con el objetivo de llenar en el mercado las lagunas de operatividad, confiabilidad, facilidad de mantenimiento y conformidad de la señalización de datos en ambientes de TV Digital ISDB-T de alto desempeño y misión crítica.

Las especificaciones de este equipo se detallan en el Anexo C.

### **3. Enlace Microonda**

Dado que el transmisor de ESPOL-TV se encuentra en el Cerro del Carmen, se plantea reemplazar el enlace de fibra óptica que actualmente se utiliza desde el Campus Gustavo Galindo, donde se encuentra el estudio, hacia la estación transmisora en el Cerro del Carmen, por un radioenlace microonda, para lo que se hace necesario un equipo capaz de realizar tanto la transmisión y recepción de la señal multiplexada (BTS). El equipo capaz de cumplir con dicha función de transmisión/recepción es el siguiente:

### TCU-RCU RF Head Control Unit



**Figura 3.13: TCU-RCU RF Head Control Unit. [21]**

En la figura 3.13 se muestra la unidad de control de la cabeza transmisora RF (TCU), la cual se utiliza para realizar enlaces microondas de señales en formato digital, este equipo puede ser configurado tanto como transmisor o receptor. Las características técnicas de este equipo y formatos compatibles se detallan en el Anexo D.

#### **4. Transmisión**

El equipo mostrado en la figura 3.14 es el transmisor THU9, el cual ya lo posee actualmente el canal, lo único que se debe modificar son las entradas, de analógicas a digitales (ASI). Los transmisores de alta potencia THU9 ofrecen alta eficiencia energética, flexibilidad excelente del sistema y un manejo sencillo, además ocupan un espacio reducido.

#### **R&S®THU9 UHF Transmitter Family for TV**



**Figura 3.14: Familia de transmisores R&S®THU9. [22]**

### 3.3 Solución basada en un servidor

El diseño para la transmisión ESPOL TV basado en un servidor se centra en el uso de la plataforma *VillageFlow*, el cual es un Servidor de Transmisión de Flujo de Señales para la emisión de Televisión Digital bajo la norma ISDB-Tb, que permite un flujo de trabajo automático desde el proceso de adquisición de contenido en tiempo real, hasta la generación del TS para su respectiva transmisión.

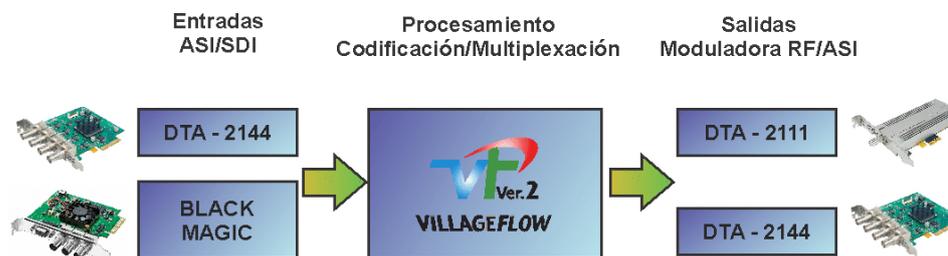
En esta sección se analizarán los parámetros de configuración y bloques de proceso que conforman esta plataforma para aprovechar sus capacidades y crear nuevos servicios o aplicativos propios del estándar ISDB-Tb, como lo es la Guía Electrónica de Programación (EPG) independiente para cada uno de los diferentes contenidos encapsulados en la señal emitida, así como también la inclusión del Sistema de Transmisión de Alerta de Emergencia (EWBS).

VillageFlow ha sido desarrollado en lenguaje de programación PHP para la interfaz y lenguaje XML de marcadores para la comunicación de sus bloques de proceso. El conocimiento de su lenguaje de programación en conjunto con el conocimiento del estándar, por ejemplo, la estructura del TS y tablas PSI/SI va a permitir la creación de los servicios antes mencionados como lo son EWBS y EPG.

#### 3.3.1 Infraestructura de la solución

El Sistema de Transmisión de TS es una plataforma altamente funcional que permite la generación y transmisión de señales de TDT, para lo cual ocupa varios componentes que conforman el Hardware de la plataforma, encabezados por el Software VillageFlow.

En la Figura 3.15 se muestra el diagrama de bloques donde se detalla tanto hardware como software para entradas, proceso y salida que conforman la plataforma VillageFlow.



**Figura 3.15: Diagrama de bloques entrada, proceso y salida que conforman la plataforma VillageFlow.**

A continuación, se detallará tanto hardware como software que conforma la plataforma VillageFlow.

### Hardware

En esta alternativa varios dispositivos deben trabajar en conjunto para llevar a cabo los objetivos planteados inicialmente. Las tarjetas mencionadas en el diagrama de bloques deberán ser instaladas en un computador que deberá contar con un procesador capaz de atender la demanda de la plataforma y también con una gran capacidad de memoria, ya que el software VillageFlow requiere un procesamiento bastante alto.

Las características que debe cumplir el computador son las siguientes:

GPU: GeForce 9500 GT

CPU: Intel® Core™ i7-2600 CPU @ 3.40GHz

Memoria: 16,00 GB de RAM (15,98 GB utilizables)

### Tarjetas para las entradas:

#### Tarjeta DTA – 2144

En la figura 3.16 se muestra la tarjeta DTA-2144, que es una tarjeta cuya función es trabajar como un adaptador universal de entrada/salida ASI/SDI (Asynchronous Serial Interface/ Serial Digital Interface) para aplicaciones como grabación, reproducción y procesamiento de ASI o SDI. Una de sus características principales es que cuenta con cuatro puertos BNC con leds de estado individuales, donde cada puerto puede ser configurado independientemente como entrada o salida y su funcionamiento en modo ASI o modo SDI se puede elegir a través de software. [25]



**Figura 3.16: Tarjeta DTA – 2144. [25]**

#### **Tarjeta Blackmagic DeckLink SDI**

En la figura 3.17 se muestra la tarjeta DeckLink SDI de Blackmagic, esta tarjeta tiene las funciones de captura y reproducción continua de señales HD/SD-SDI. [26]



**Figura 3.17: Tarjeta Blackmagic DeckLink SDI. [26]**

**Tarjeta para la salida:**

**Tarjeta DTA-2111**

En la figura 3.18 se muestra la tarjeta DTA-2111, que es una tarjeta moduladora multi estándar VHF/UHF, utilizada para la modulación de señales TDT, compatible con los estándares basados en modulación QAM, OFDM y VSB. [25]



**Figura 3.18: Tarjeta DTA – 2111. [25]**

### **Software**

Este diseño se centra en el uso del software VillageFlow cuyas características se describirán a continuación.

### **VillageFlow**

VillageFlow es la última plataforma de software para generar, operar, procesar y monitorear señales (Transport Stream) de TV Digital. Este software está optimizado para operar en tiempo real y continuo (24H /7D).

Este software permite realizar transmisiones de manera barata, flexible y altamente funcional.

VillageFlow es compatible con los estándares mundiales de TDT como DVB, ISDB-T, DTMB, ATSC, DVB-S / S2, DVB-T / T2 y DVB-C/C2. Entre otras características se tiene: incluye módulos para modulación y demodulación de RF, transmisión de datos, generación de EPG, generación de subtítulos, monitoreo detallado y soporte para todos los estándares de video que van desde la TV móvil a la alta definición e inclusive mayor definición como 4K. [29]

### Principales características

VillageFlow permite alcanzar niveles sin igual de flexibilidad, integración y costo-rendimiento, que hasta ahora era imposible con hardware dedicado tradicional.

### Módulos de software flexibles para cualquier función o proceso de TV digital

Las funciones de hardware estándar anteriores se pueden reemplazar por el software VillageFlow ya que permite una mayor flexibilidad y alcance de uso, que se adapta a las necesidades específicas de difusión. Además, permite la interoperabilidad con un mayor número de interfaces y hardware. Realiza procesamiento de alta calidad, optimizado para el funcionamiento en tiempo real. En la figura 3.19 se detallan las características que posee el software, además las interfaces de entrada y salida con las que es compatible.

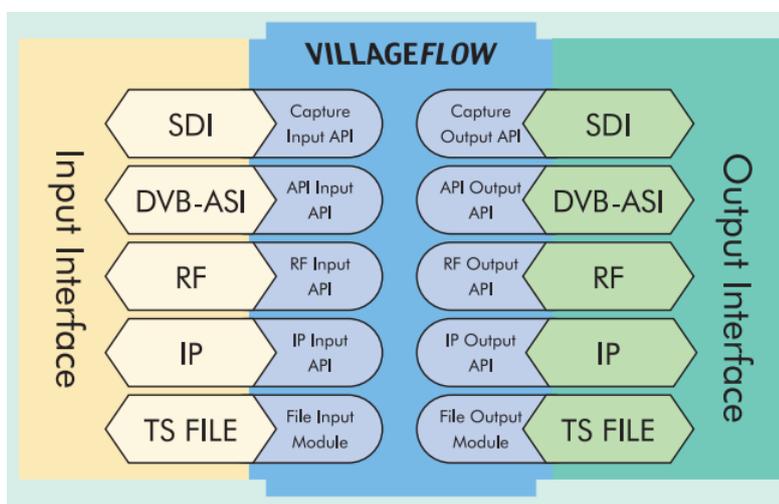
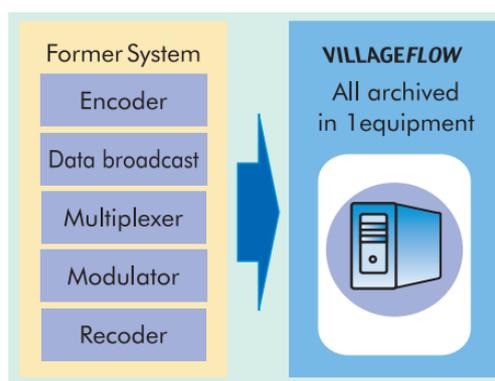


Figura 3.19: Módulos e interfaces para la transmisión de Tv Digital

[10]

### Reducción de costos y de espacio para el sistema de transmisión de TDT

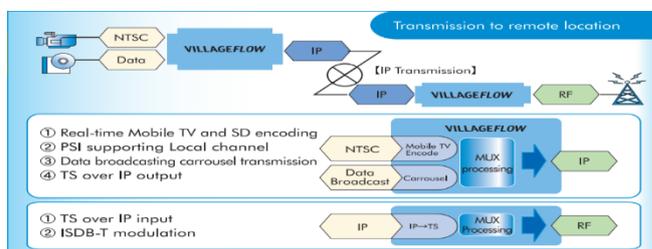
Una PC o un servidor pueden reemplazar las funciones de un rack lleno de equipos de transmisión, como se puede observar en la figura 3.20. Esta plataforma posee una interfaz estándar (ASI, TS sobre IP, SPI, etc.) para facilitar la conexión con otros equipos de difusión que posee el canal.



**Figura 3.20: Comparativa entre un sistema de transmisión basado en hardware y la plataforma VillageFlow. [10]**

### Sistemas de transmisión IPTV o híbridos de IPTV

Este software puede transmitir video remotamente desde de una red IP y modular la señal de TV recibida a través del aire, donde se tengan instaladas las antenas para realizar dicha transmisión. En la figura 3.21 se muestra un esquema de lo descrito anteriormente.



**Figura 3.21: Sistema de transmisión desde localización remota.**

[10]

## Arquitectura

En la figura 3.22 se detalla la arquitectura VillageFlow, la cual consta de un bloque de entradas, un bloque de procesos o multiplexado, un bloque de salidas y un bloque de control a través del protocolo SNMP que permite interactuar con el software de manera remota.

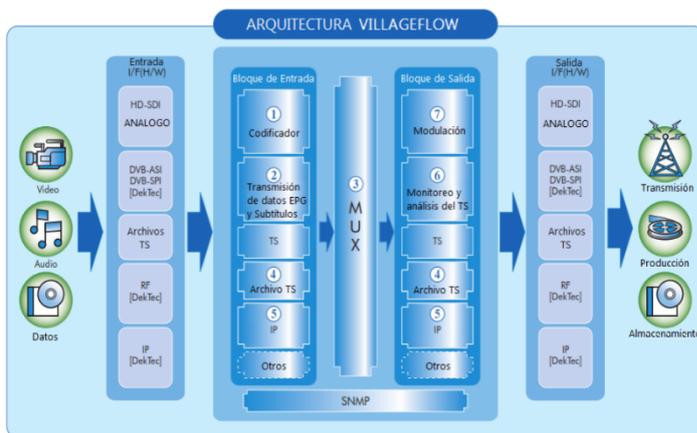


Figura 3.22: Arquitectura VillageFlow. [10]

## Funciones

Los siguientes módulos de procesamiento de TS están disponibles en el software VillageFlow. Se puede construir sistemas adecuados para diferentes propósitos combinando estos módulos:

### 1. Codificador en tiempo real:

VillageFlow posee un codificador que soporta formatos de audio y video como: H.264 (S/W) H.264-HD, SD, Mobile TV (1seg, iPhone,..), MPEG2 (S/W, H/W), MPEG2-HD SD, Audio (S/W), MPEG1-L2, AAC. Compatibilidad con archivos AVI y otros formatos de entrada de audio y video.

### 2. Transmisión de datos, EPG y subtítulos

Generación automática y actualización de EPG, además de transmisión de subtítulos sincronizados con el video. Es capaz de transmitir múltiples ES.

### 3. Multiplexador

Gestión de los diferentes servicios a encapsular en la TS, además de la generación y transmisión de tablas PSI/SI como PAT, CAT, PMT, NIT, EIT, SDT, TDT/TOT, BIT entre otras. En la figura 3.23 se muestra el bloque de multiplexación con las entradas y salidas disponibles que posee.

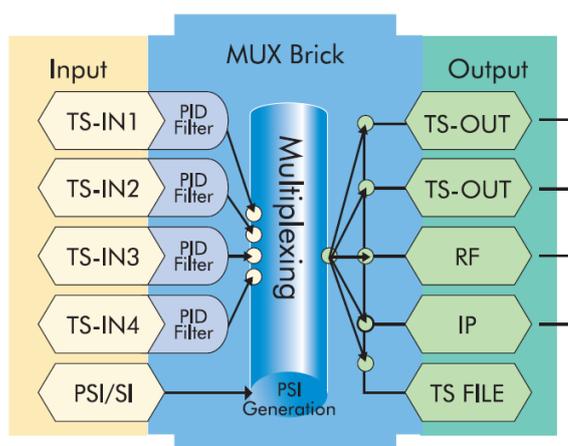


Figura 3.23: Bloque de multiplexación de VillageFlow. [10]

### 4. Archivos TS

VillageFlow puede utilizar archivos TS como entrada, y manejarlos por medio de programación los archivos a reproducirse. Ajuste de fecha y hora para sincronización con el receptor.

### 5. TS sobre IP

Transmisión mediante los protocolos UDP (Multicast y Unicast), TCP (Unicast) y RTP.

### 6. Monitoreo y análisis de TS

Análisis de paquetes TS y de la transmisión de datos y monitoreo del TS.

### 7. Modulación y Demodulación

Permite las modulaciones OFDM (ISDB-T, DVB-T, ATSC, DTMB, CMMB) y QAM (A/B/C), además de un control detallado de la

modulación. Con respecto a la demodulación permite seleccionar un único canal ya sea a través de un número asignado al canal o a su frecuencia. [10]

### 3.4 Presupuesto económico en base a las soluciones presentadas

#### 3.4.1 Proforma del equipamiento de la solución basada en hardware

En la tabla 5 se presenta el presupuesto económico de los equipos de solución basada en hardware, estos equipos son los descritos en el capítulo 3.2. Todos los precios mostrados son válidos en Ecuador, ya que la cotización se la obtuvo de la empresa Ecuatronix CIA. LTDA. La inversión en el caso de esta solución es de aproximadamente \$100.000,00.

Proforma Alternativa 1			
Cant.	Descripción	P.Unitario	Total
1	Multiplexador ISDB-T ISMUX 004	\$ 5.200,00	\$ 5.200,00
2	Encoder ISDB-Tb MD 9700 entrada HD-SDI	\$ 9.020,00	\$ 18.040,00
1	Show Case PRO IFN50 Implementador de funciones ISDB-T, 1U para Rack 19.	\$24.738,00	\$ 24.738,00
1	Transmisor de Microonda ELBER TX Banda 6,25-6,90	\$20.222,00	\$ 20.222,00
1	Receptor de Microonda ELBER RX Banda 6,25-6,90	\$21.102,00	\$ 21.102,00
1	Guía de onda, Kit de accesorios de instalación	\$ 3.684,00	\$ 3.684,00
SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		US \$	\$ 92.986,00
		(+) 12% IVA:	US \$ \$ 11.158,32
TOTAL PUESTO EN ECUADOR:		US \$	\$ 104.144,32

Fuente: Ecuatronix CIA. LTDA

**Tabla 5: Proforma de la solución basada en hardware.**

### 3.4.2 Proforma del equipamiento de la solución basada en el servidor VillageFlow

En la tabla 6 se muestra el presupuesto para la implementación de la solución basada en el servidor VillageFlow. El precio se basa en las licencias para la transmisión en el estándar ISDB-TB. Todos los precios mostrados son válidos únicamente en Internet. La inversión en el caso de esta solución es de aproximadamente \$32.000,00.

Proforma Alternativa 2			
Cant.	Descripción	P.Unitario	Total
1	Plataforma para la generación de Contenidos - Marca: VILLAGE-ISLAND, Modelo: Versión 2.3 de Televisión Digital Terrestre que incluye: Licencia VF11 Licencia VF10 Licencia VF01 Licencia VF SI Licencia VF ENC SD Licencia VF ENC HD Licencia VF ENC 1SEG Licencia VF EPG Licencia VF GUI Licencia VF TMCC Licencia VF GINGA	\$27.000,00	\$ 27.000,00
1	Computador Intel i7 Ram 16 Gb GeForce 9500 GT	\$ 1.460,00	\$ 1.460,00
1	Tarjeta DTA-2144B-SLP	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
1	Tarjeta DeckLink SDI 4K	\$ 295,00	\$ 295,00
1	Tarjeta DTA-2111-SP	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
SUBTOTAL		US \$	\$ 31.355,00

**Tabla** Fuente: Village Island, DeckLink, DekTek

**6:**

### Proforma de la solución basada en el servidor VillageFlow.

### 3.5 Aspecto regulatorio sobre la transmisión de multiprogramación

Se detallarán varios aspectos en el tema de regulación de telecomunicaciones, tomado de la norma técnica para el servicio de radiodifusión de TDT (RESOLUCIÓN ARCOTEL-2015-). En el Anexo F se puntualizan los artículos pertinentes al servicio de multiprogramación.

## CAPÍTULO 4

### 4. DISEÑO DEL SISTEMA PARA LA TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DE TELEVISIÓN DIGITAL DE ESPOL TV.

En este último capítulo se elegirá la solución óptima de las dos alternativas detalladas en el capítulo anterior tomando en cuenta tanto parámetros técnicos, económicos y regulatorios.

#### 4.1 Descripción técnica de los equipos para la transmisión de televisión digital de ESPOL TV.

En cuanto al tema de multiprogramación, la normativa técnica del ARCOTEL dispone de cuatro formatos disponibles para que el canal de televisión transmita varios contenidos. El formato que se opta en este diseño es transmitir una señal en HD (720p), dos señales SD y una One Seg.

Se propone que el contenido para las señales HD y One Seg sea el que actualmente se transmite por ESPOL TV (noticiero, documentales Telesur y DW, etc), mientras que para las otras dos señales SD se propone transmitir contenido deportivo, series o películas, para así obtener multiprogramación y el usuario pueda elegir cual contenido es de su interés.

En cuanto a las dos alternativas analizadas en el capítulo 3, se eligió la alternativa basada en hardware teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Robustez de la plataforma:** Debido a que el diseño propuesto es para un canal de televisión cuya señal es transmitida 24 horas / 7 días a la semana, el uso de equipos profesionales es indispensable ya que brindan mayor robustez o tolerancia frente a fallos, a diferencia de la solución basada en la plataforma Villageflow, que a pesar que integra todos los equipos (encoder, multiplexador, etc) en uno solo, no brinda una solución profesional, ya que de

llegarse a averiar intempestivamente el equipo central, se caerán todas la señales de televisión (HD, SD, One Seg) mientras que teniendo los equipos por separado se puede atender los fallos individualmente, a la vez que se mantienen las otras señales al aire.

- **Factibilidad operativa del diseño:** La solución basada en el servidor VillageFlow requiere cierto conocimiento de programación y manejo de plataformas XML, por lo que sería necesario que los operadores tengan estos conocimientos para configurar y trabajar con este servidor, a diferencia que, con la solución basada en hardware el manejo de los equipos es más intuitivo y estos se configuran por separado.
- **Factibilidad Económica del diseño:** A pesar de parecer una desventaja ya que la solución más económica es la basada en el servidor VillageFlow, esta inversión será proporcional al beneficio tanto para la estación televisiva como para televidentes. La inversión se verá reflejada en el servicio, la calidad de transmisión y de recepción de la señal digital, además de brindar al usuario la capacidad de elegir entre varias opciones de programación.

#### **4.2 Diseño de la arquitectura para la transmisión de TDT y multiprogramación**

Para llevar a cabo el proceso de multiprogramación en ESPOL-TV, se ha identificado tanto el equipamiento nuevo necesario para este trabajo, como algunos equipos que posee el canal y que son compatibles con el diseño que se presentará más adelante.

El sistema de transmisión RF está compuesto por tres elementos: Transmisor, Línea de Transmisión y la Antena, los cuales deberán ser adquiridos por el canal para transmitir televisión digital, ya que actualmente ESPOL-TV posee un sistema de transmisión analógico.

A continuación, se analizarán los equipos a utilizarse en el diseño planteado.

### **Equipos para estudio (set)**

Estos equipos ya los posee actualmente el canal, entre los que constan cámaras de resolución HD, teleprompter y monitores.

### **Equipos para el control máster**

#### **Área de programación**

En esta área intervienen equipos como consola de audio, mezcladores, switches de audio/video y monitores, que de igual manera el canal ya los posee y los cuales generan señales en formato digital (HD 720p). Esta señal es la que actualmente es comprimida y transformada para transmitirse analógicamente en el canal 40 de Guayaquil. Con el diseño propuesto se plantea utilizar esta señal como programación principal y se transmitirá en HD y One Seg, mientras que las otras dos señales SD serán programas grabados en el servidor, tales como reportajes, series, películas, videos musicales, etc.

#### **Área de transmisión**

En el área de transmisión se utilizan equipos tales como codificadores MPEG-4 (audio y video) tanto para formatos HD, SD y One Seg, multiplexadores, además de cables, antenas, transmisor para el enlace de microondas y para el sistema radiante, ya que como se ha mencionado anteriormente, ESPOL-TV transmite actualmente desde el campus Gustavo Galindo hacia el Cerro del Carmen por un enlace de fibra óptica, lo cual se pretende reemplazar por un enlace de microondas, como se mencionó en el diseño por hardware del capítulo 3. Cabe mencionar que el análisis en profundidad de este radioenlace se plantea en la tesis "Análisis y evaluación del traslado de las instalaciones de ESPOL-TV a su matriz en Guayaquil" Riera Yáñez, María Gabriela; Layedra Torres, Daniel Esteban (2017), el cual se apuntará en la sección 4.4 de este documento, ya que los dos temas son complementarios.

En la figura 4.1 se muestra el diseño que se realizó con la finalidad de que se transmitan cuatro señales de calidad y contenido diferentes, además de los servicios adicionales ya mencionados con anterioridad.

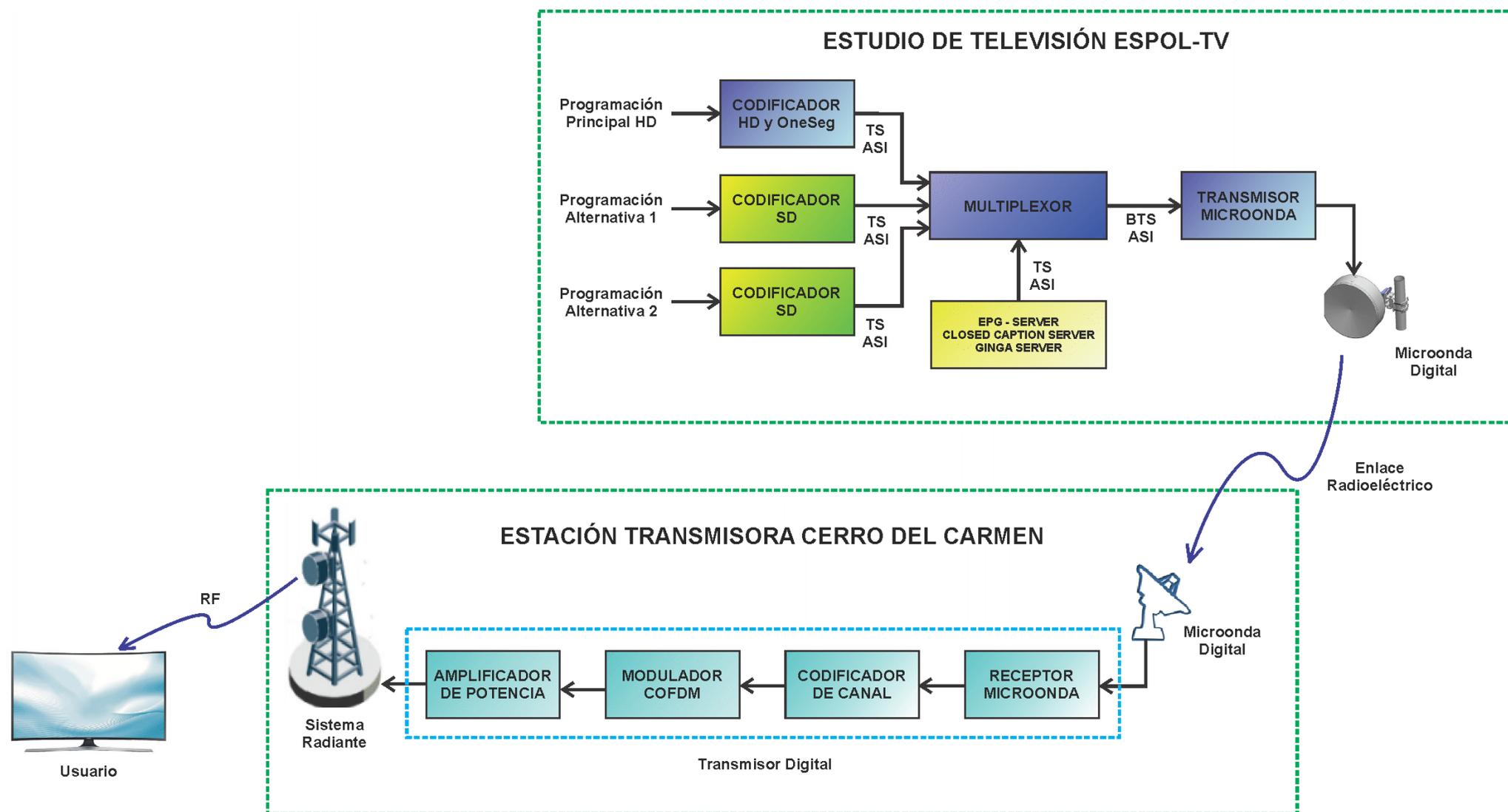


Figura 4.1: Arquitectura para la Transmisión de TDT y multiprogramación.

El proceso para la transmisión inicia con la obtención de las señales de audio y video generadas por los micrófonos y cámaras, en caso de tratarse de una transmisión en vivo, luego estas señales son enviadas a la consola y a la mezcladora, para luego ser recibidas por el switch.

De tratarse de programación grabada, desde el servidor de contenidos multimedia se envía el audio y video hacia el switch ya mencionado, para posteriormente ser transferida dicha información al codificador correspondiente. Las señales de audio y video enviadas desde el switch son codificadas y comprimidas bajo el estándar ISDB-Tb a través de los protocolos MPEG-4 H.264 AVC/AAC, esta información codificada se conoce como TS cuya interfaz es ASI.

Luego un multiplexador recibe tanto los TS de todas las programaciones a transmitirse, como el TS del implementador de funciones de datos (EPG, subtítulos, información adicional). La función del multiplexador es generar el BTS que es toda la información transformada en un solo flujo único de datos.

El BTS es recibido por el modulador, que es el equipo destinado a convertir el BTS a una señal IF, para así realizar el radioenlace microonda desde el estudio de ESPOL-TV hacia el transmisor principal.

En el transmisor principal ubicado en el Cerro del Carmen se encuentra el equipo receptor del enlace microonda, el transmisor (UHF) y la respectiva antena transmisora que brinda el servicio. El receptor del enlace microonda entrega el stream de información al demodulador. Dicho demodulador realiza la conversión de IF a una señal BTS, que posteriormente será convertida en una señal de radiofrecuencia por el transmisor, para que pueda operar en la banda UHF en la frecuencia que sea asignada por la ARCOTEL. Dicho transmisor ya lo posee actualmente el canal, simplemente se debe realizar el cambio de las entradas analógicas por las entradas digitales. Este transmisor realiza la conversión de frecuencia y a su vez amplifica la señal RF, y la envía hacia los paneles de

radiación UHF para transmitir la señal de ESPOL-TV y brindar servicio a toda la ciudad de Guayaquil.

#### 4.3 Estructura de la propuesta para la transmisión TDT y multiprogramación para ESPOL-TV a la Ciudad de Guayaquil

En la figura 4.2 se muestra un esquema de los elementos presentes en el diseño detallado anteriormente, para la transmisión de TDT y multiprogramación desde el estudio de televisión ESPOL-TV hacia la ciudad de Guayaquil.

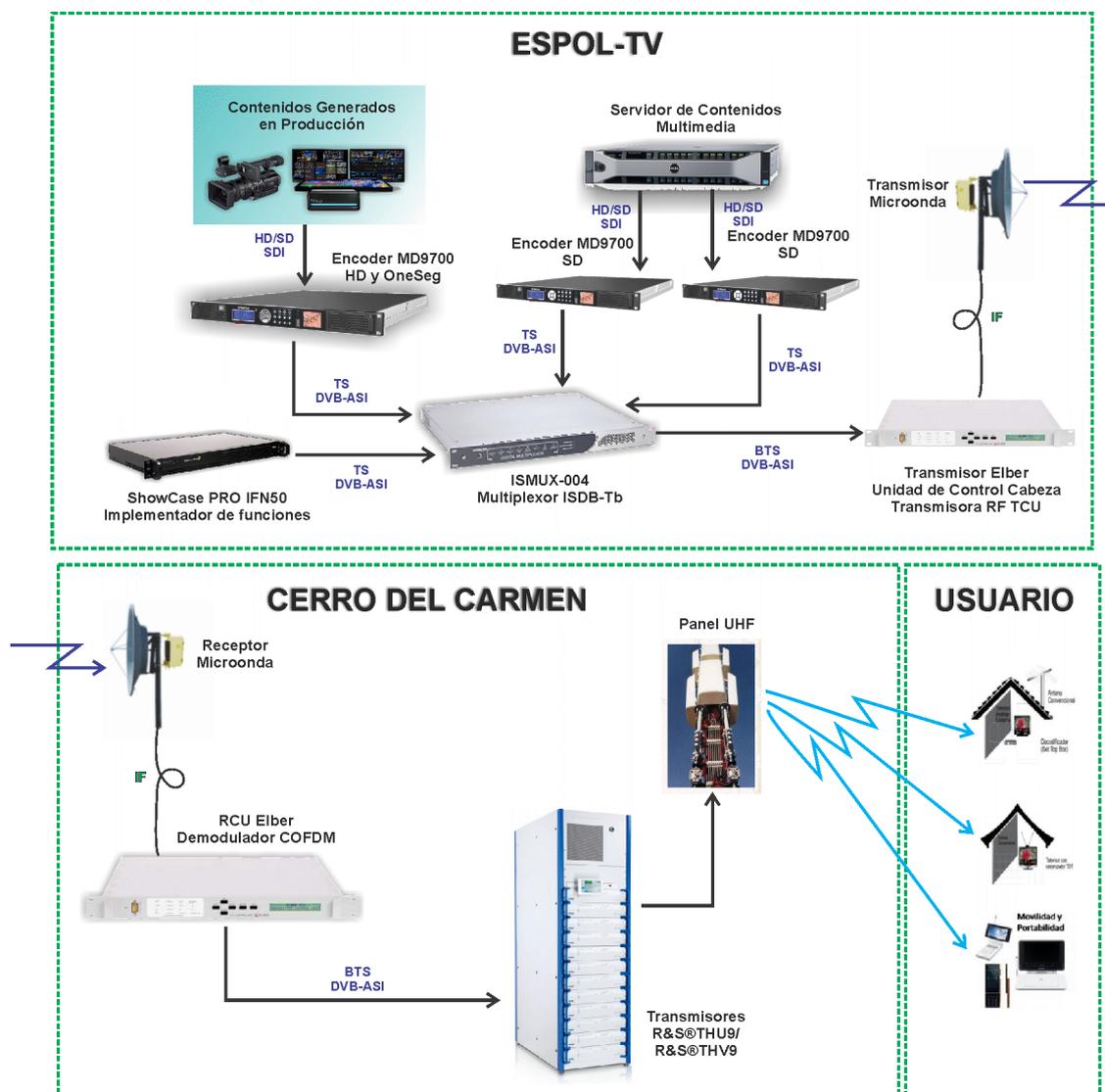
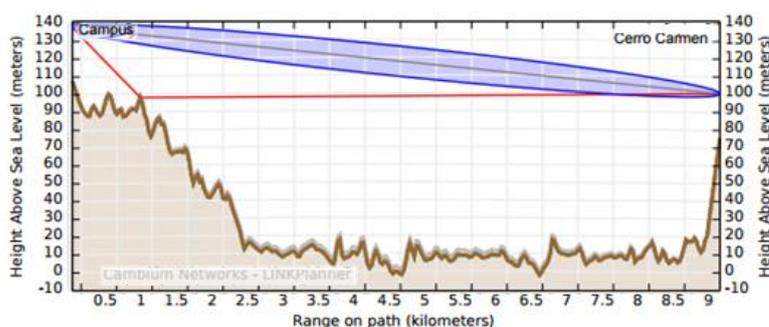


Figura 4.2: Esquema del Sistema de transmisión de multiprogramación para ESPOL-TV.



complementarios para ESPOL TV y así se acordó con el gerente general Ing. Cesar Yépez y el gerente técnico Ing. Edgar Freire.

En la figura 4.5 se tiene el perfil de elevación del radioenlace microondas desde el Campus Gustavo Galindo hasta el Cerro del Carmen, donde se observa la línea de vista y la zona de Fresnel.



**Figura 4.5: Zona de Fresnel.**

La distancia entre estos 2 puntos es aproximadamente 8.83 km.

La altura del campus Gustavo Galindo y el Cerro del Carmen son de 100 y 70 metros respectivamente. La frecuencia que ARCOTEL designó a ESPOL-TV para transmisión vía microonda es de 23GHz. Para realizar los cálculos se estimarán torres de 30 metros para la transmisión y la recepción.

$$h_n = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (4.1)$$

$$h_1 = \sqrt{\frac{(3 \times 10^8)(4415m)(4415m)}{(23 \times 10^9)(4415m + 4415m)}}$$

$$h_1 = 5.37m$$

$$h_1 * 0.6 = (5.37)(0.6)$$

$$h_1 * 0.6 = 3.22 m$$

Presupuesto de enlace Espol TV – Cerro del Carmen:

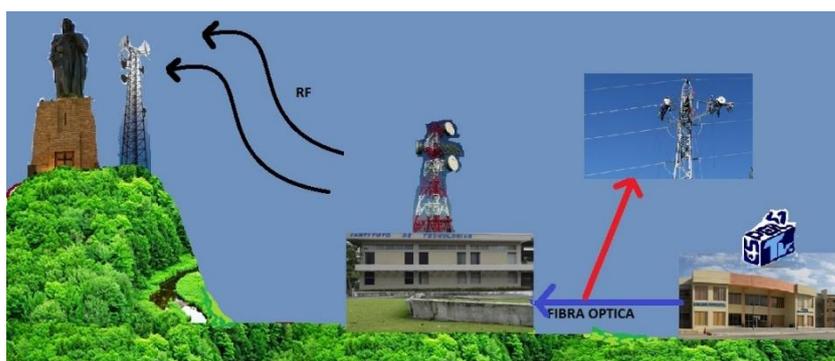
### CERRO DEL CARMEN - ESPOL

<b>LONGITUD DE ONDA</b>	0,01304
<b>EIRP</b>	59,01
<b>PERDIDAS DEL CAMINO</b>	138,596
<b>POTENCIA TX</b>	24
<b>GANANCIA TX</b>	35,01
<b>POTENCIA RX</b>	-44,576
<b>GANANCIA RX</b>	35,01
<b>PERDIDAS DE CABLES Y CONECTORES</b>	0
<b>DISTANCIA</b>	8830
<b>FRECUENCIA</b>	23000000000
<b>UMBRAL</b>	-73
<b>MARGEN DE ENLACE</b>	28,424

**Tabla 7: Presupuesto de Enlace Campus – Cerro del Carmen. [28]**

En la tabla 7, se tiene que la longitud de onda es de 13.04 mm. Con una potencia de transmisión de 24dB se tiene un EIRP de 59.01dBm. Del otro lado se tiene una potencia de recepción de -44.57 dBm. También se observa que con una sensibilidad de -73 dBm se tiene un Margen de enlace de 28.4 dBm.

En la figura 4.6 se observa un bosquejo general del radioenlace desde las instalaciones de ESPOL-TV hasta el Cerro del Carmen.



**Figura 4.6: Radioenlace Campus – Cerro del Carmen.**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al emigrar de televisión analógica a televisión digital terrestre (TDT) se tendrán beneficios, como son la multiprogramación, sistemas de emergencias EWBS, Guía de programación electrónica EPG, etc., con lo cual se tendrá una mayor eficiencia del espectro radioeléctrico, además se liberarían las bandas que actualmente son utilizadas por la televisión analógica.

La solución obtenida, es la basada en hardware debido a que esta ofrece una mayor robustez en casos de fallos. Cabe recalcar que los equipos sugeridos son de la marca HITACHI ya que estos equipos cumplen con las condiciones establecidas del diseño.

ESPOL-TV actualmente cuenta con una estación televisiva bien estructurada, por lo que no es necesario modificar toda la arquitectura actual del canal, sino solo agregar los nuevos equipos capaces de realizar la multiprogramación y transmisión en digital.

El costo de la inversión económica es de \$100.000,00 aproximadamente. Esta inversión ofrece el beneficio de que ESPOL-TV sea el pionero en brindar este servicio de multiprogramación en el país. Dicha inversión se verá reflejada en el servicio y la calidad de transmisión de los múltiples programas y será recuperable vía publicidad.

De las combinaciones de transmisión de multiprogramación sugeridas por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), se recomienda usar la combinación HD – 1seg, SD, SD la cual fue usada para este diseño.

Con esta nueva tecnología sumada a una programación que tenga acogida, se espera captar un mayor número de audiencia, por lo que se debería dar una mayor difusión sobre los beneficios que ofrecerá el canal con la implementación de TDT.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] "EWBS: Detección de alarmas por terremoto - PROMAX Electronica S. L.", Promax.es, 2017. [Online]. Available: <http://www.promax.es/esp/noticias/448/ewbs-deteccion-de-alarmas-por-terremoto>. [Accessed: 20- Jun- 2017].
- [2] "ATSC, DTMB, DVB-T/DVB-T2 e ISDB-T - Televisión Digital Terrestre (TDT)", Es.dtvstatus.net, 2017. [Online]. Available: <http://es.dtvstatus.net/>. [Accessed: 23- Jun- 2017].
- [3] N. O. Pisciotta, "Sistema ISDB-Tb (Primera parte)": Publicaciones de la UBP, Argentina, 2010.
- [4] Y. Takashi, "Multiplex system and Service information": Digital Broadcasting Expert Group (DiBEG), Japón, 2007.
- [5] A. Zambrano, "Introducción a la TV Digital Interactiva y Ginga": Lifia, Argentina, 2012.
- [6] JDS Uniphase Corporation, "MPEG-2 Reference Guide to Digital Video Technology Testing, and Monitoring": JDSU, California, 2008.
- [7] Advanced Television Systems Committee, "ATSC Mobile/Handheld Digital Television Standard, Part 1 - ATSC Mobile Digital System", Washington, D.C., 2009.
- [8] R. Sotelo, "Modulación Digital Aplicación a la Televisión Digital en DVB", Universidad de Montevideo, Uruguay, 2012.
- [9] ETSI, "Professional Interfaces: Guidelines for the implementation and usage of the DVB Asynchronous Serial Interface (ASI)", European Broadcasting Union, Francia, ETSI TR 101 891 V1.1.1, 2001.
- [10] Villageflow, "Digital Broadcast Multi-processing Software Platform", VILLAGE island Co.,Ltd, Okusawa, Setagaya-ku, Tokyo, VILLAGEFLOW V.2, 2015.
- [11] ABNT, "Televisión digital terrestre — Codificación de video, audio y multiplexación Parte 1: Codificación de video", Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil, ABNT NBR 15602-1, 2007.

- [12] “Interactividad TDT - Televisión Digital Terrestre”, Televisiondigitalterrestretdt.com, 2017. [Online]. Available: [http://televisiondigitalterrestretdt.com/interactividad\\_tdt.htm](http://televisiondigitalterrestretdt.com/interactividad_tdt.htm) [Accessed: 30-Jun-2017].
- [13] Pérez, Y. (2014). Implementación de bloques de codificación de canal para la transmisión de televisión digital terrestre usando sistemas de código abierto. Ingeniería en Automática. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- [14] “Estándar ISDB-T para Televisión Digital Terrestre”, Divxland.org, 2017. [Online]. Available: [http://www.divxland.org/es/article/23/estandar\\_isdb\\_t\\_para\\_television\\_digital\\_terrestre#.WdPbhFTWzIU](http://www.divxland.org/es/article/23/estandar_isdb_t_para_television_digital_terrestre#.WdPbhFTWzIU) [Accessed: 30-Jun-2017].
- [15] C. Pérez, “Introducción a la compresión de imagen”: Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones, España, 2019.
- [16] ABNT, “Televisão digital terrestre — Sistema de transmissão”, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil, ABNT NBR 15601, 2007.
- [17] ABNT, “Televisão digital terrestre — Receptores”, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Brasil, ABNT NBR 15604, 2007.
- [18] Hitachi, “Multiplexador ISDB-T ISMUX-004”, Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A., Brasil, 2017.
- [19] Hitachi, “Encoder MD9700 HD | SD | 1 SEG”, Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A., Brasil, 2017.
- [20] ShowCase PRO, “IFN50 – Implementador de Funções de Dados ISDB-T”, ShowCase PRO, Brasil, 2015.
- [21] Elber, “TCU-RCU RF Head Control Unit”, Elber Microwave Radio Links, TCU Rev. 2K7, Italia, 2017.
- [22] Rohde & Schwarz, “R&S®THU9/R&S®THV9 Transmisores refrigerados por líquido”, Rohde & Schwarz, R&S®THU9 / R&S®THV9 Liquid-Cooled Transmitter Families - Product Brochure ES V 04.00, Alemania, 2016.
- [23] ARCOTEL, “NORMA TECNICA DE RADIODIFUSION DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE”, Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones, Ecuador, No. ARCOTEL-2015-0301, 2015.

- [24] Conatel, "Resolución RTV-062-03-CONATEL-2013", Quito, 2013.
- [25] "DekTec - Home", Dektec.com, 2017. [Online]. Available: <https://www.dektec.com/>. [Accessed: 12- Jul- 2017].
- [26] "Blackmagic Design: DeckLink", Blackmagicdesign.com, 2017. [Online]. Available: <https://www.blackmagicdesign.com/products/decklink>. [Accessed: 12- Jul- 2017].
- [27] Villamarín, Olmedo, Lara, Illescas "Generación de Transport Stream con Audio, Video y Datos de Interactividad para el Sistema de Televisión Digital Terrestre ISDB Tb", ISSN 1390-6712, MASKAY 2(1), Nov 2012.
- [28] Riera, M. y Layedra, D. (2017). "ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL TRASLADO DE LAS INSTALACIONES DE ESPOL-TV A SU MATRIZ EN GUAYAQUIL. INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES". ESPOL.
- [29] Veintimilla, R. (2013). "DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA Y DETALLE DEL SERVIDOR IPTV DEL DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA". ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.

## ANEXOS

### ANEXO A. Encoder MD9700 HD, SD, 1SEG

**HITACHI**  
Inspire the Next

#### Encoder MD9700

HD | SD | 1 SEG



**O encoder MD9700 para compressão de áudio e vídeo de alta performance da Hitachi Kokusai Linear foi desenvolvido para aplicação em sistemas de TV digital em HD, SD e 1SEG, oferecendo confiança, qualidade e praticidade.**

O encoder conta com processador de alta velocidade e desempenho que garante uma ótima qualidade de áudio e vídeo aliada a excelentes taxas de saídas, adequadas à norma brasileira de TV digital.

Amplamente programável com um completo conjunto de ferramentas MPEG-2/MPEG-4 e suporte para entrelaçamento de vídeo (MBAFF e PAFF).

O encoder possui características avançadas de áudio para 8 pares estéreo por canal de vídeo além da opção de codificação em Dolby Digital (AC3)/Dolby Digital Plus (AC+) ou decodificação Dolby digital E para posterior recodificação em Dolby Digital (AC3)/Dolby Digital Plus (AC+).

Sua tecnologia de compressão é capaz de entregar um ótimo sinal HD para IPTV, DVB-S, DVB-T, DVB-C e ISDB-T.

#### Características:

- Codificação MPEG-2, H.264/MPEG-4 AVC
- Suporte para Picture-in-Picture
- Processamento de até 8 pares de áudio
- Codificação HD em alta qualidade para distribuição.
- Suporte para monitoramento e controle via SNMP
- Extensão de suporte para metadados (VBI, CC, DVB-legendas)
- Em conformidade com qualquer arquitetura de distribuição (DVB-S/S2, DVB-T/T2, DVB-C/C2, ISDB-T, ATSC)
- Saída de SDI para monitoramento (loopback)
- Capacidade de entrega de dois serviços em um mesmo canal (HD - 1SEG ou SD - 1SEG).
- Taxa de quadro selecionável entre 15 a 30 fps para 1SEG.
- Possui entrada para sincronismo externo.
- Atende as normas ABNT NBR 15602-1 / NBR 15602-2 / NBR 15602-3.



© Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

**Soluções em Radiodifusão, Vídeo e Comunicação do Brasil para o Mundo.**

REV06-PO-11/2015 | 1

## Encoder MD9700

### HD | SD | 1SEG

#### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

##### Características

Sinal de entrada de vídeo:	HD/SD-SDI
Sinal de entrada de áudio:	Áudio SDI embedded AES/EBU (opcional)
Taxa de dados de vídeo:	HD / SD - 1 até 30 Mbps 1SEG - 100 kbps até 5 Mbps
Saída MPEG2-TS:	DVB-ASI, 2 saídas
Saída IP (UDP / RTP):	2 portas Gigabit Ethernet <sup>1</sup> para Stream (10/100/1000)
Codificação de Vídeo:	MPEG-4/AVC (H.264) 4:2:0 8-bit MPEG-2 4:2:0 8-bit
Resoluções de saída:	HD - 1080i x 1920, 1536, 1440, 1280 e 960 pixels 720p x 1280, 1024, 960 e 640 pixels SD - 576i x 720, 576, 544, 480 e 352 pixels 480i x 720, 640, 576, 544, 480 e 352 pixels 1SEG - 320p x 240 e 180 pixels
Taxa de quadros:	HD - 1080i @ 25, 29,97 e 30 Hz 720p @ 50, 59,94 e 60 Hz SD - 576i @ 25 Hz 480i @ 29,97 e 30Hz 1SEG - 320p @ 29,97 e 30 Hz
Codificação de áudio:	MPEG Layer2 AAC LC (MPEG-4) AAC LC (MPEG-2) AAC HEv1 AAC HEv2 Dolby Digital Dolby Digital Plus
Modos de codificação de áudio:	Mono, Stereo e 5.1 Até 8 stereo por canal de vídeo
Taxa de dados de áudio:	HD / SD - 192 até 384 kbps para MPEG-1 32 até 384 kbps para AAC-LC 32 até 64 kbps para HE-AAC 1SEG - 32 até 384 kbps para AAC-LC 32 até 64 kbps para HE-AAC
Estrutura GOP:	Estrutura fixa ou adaptativa Inserção automática de quadros I
Pré-processamento:	Inverse telecine Detecção de mudança de cenas Inserção de logotipo Aprimoramento psico-visual com processamento de ruído
Multiplexação e sinalização de áudio:	LATM/LOAS e ADTS
Configuração e controle:	Painel frontal com LCD e teclado Telemetria: porta Gigabit Ethernet <sup>1</sup> (10/100/1000)
Telemetria:	Protocolos HTTP (Web Server) e SNMP
<b>Geral</b>	
Alimentação:	90 a 240 Vac
Consumo:	150 W
Temperatura de operação:	5°C a 40°C
Altitude de operação:	Até 4.000 m acima nível do mar
Dimensões (mm):	44(A) x 482(L) x 519(P)
Peso máximo:	7,3 kg

<sup>1</sup> Ethernet é uma marca registrada da Xerox Corporation.

#### Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

**Sede Matriz**  
Rodovia BR 459, nº 121-A, Km 121 – Bairro Córrego Raso  
37540-000 - Santa Rita do Sapucaí - MG - Brasil  
Tel.: +55 (35) 3473-3473 Fax: +55 (35) 3473-2425  
www.hitachi-linear.com.br

**Escritório Comercial - São Paulo**  
Alameda Santos, 745 - Conj 92 - Cerqueira César  
01419-001 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel.: +55 (11) 3541-3244 Fax: +55 (11) 3541-2425

© Copyright 2017 Hitachi Kokusai Linear, todos os direitos reservados. Os produtos apresentados neste catálogo são marca registrada da Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.  
As especificações dos produtos estão sujeitas à mudanças sem aviso prévio. As imagens aqui apresentadas têm apenas propósitos ilustrativos.

## ANEXO B. Multiplexador ISDB-T ISMUX 004

**HITACHI**  
Inspire the Next

### Multiplexador ISDB-T ISMUX-004

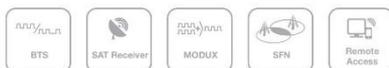


O Multiplexador ISMUX-004 entrega em sua saída o sinal BTS (Broadcast Transport Stream) gerado a partir de até 8 TSs (Transport Stream). Desenvolvido com tecnologia de ponta e com um rigoroso padrão de qualidade aliado a experiência em transmissão da Hitachi Kokusai Linear.

O seu sistema realiza filtragem e remapeamento de PIDs além de possibilitar a transmissão de interatividade\*\*, closed caption\*\* e EPG\*\*. Controla os parâmetros de transmissão como configurações das camadas hierárquicas, número de segmentos, taxa de codificação, tipo de modulação e entrelaçador temporal, além do intervalo de guarda e modo de operação.

Ao contrário das plataformas baseadas em PC, o ISMUX-004 da Hitachi Kokusai Linear é um hardware dedicado (FPGA) com interface amigável de configuração acessada via Web browser. Possui ainda um software gerador de tabelas SI/PSI essenciais do sistema: PAT, PMT, SDT, NIT, CAT e BIT. Em alguns casos é possível fazer a operação independente do uso de um implementador de funções.

**NOTA:** A Hitachi Kokusai Linear participou ativamente da definição do sistema de transmissão digital brasileira ISDB-T.



© Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

**Soluções em Radiodifusão, Vídeo e Comunicação do Brasil para o Mundo.**

#### Características e Inovações:

• **Exclusivo Compressor e Descompressor de BTS integrado:** Sistema Parametrizável de Compressão e Descompressão de BTS, que possibilita o transporte do BTS sem perda de informações úteis, utilizando menos banda de transmissão e fazendo uso de pacotes de 188 bytes. A parametrização do compressor e descompressor permite a compatibilização com sistemas de outros fabricantes.

• **Receptor de satélite integrado:** Este equipamento pode ser integrado a um receptor de satélite (opcional), banda L, padrão DVB-S/S2, que possibilita a recepção do sinal de satélite, sendo ele um TS ou BTS comprimido. O sinal recebido pode ser multiplexado com outros fluxos ou encaminhado diretamente para a saída.

• **SFN:** Possibilita operação e gerenciamento em redes SFN (Single Frequency Network). Gera e transmite as informações necessárias de controle de até 29 transmissores pertencentes à rede.



Interface Web amigável

Empresa Certificada  
**ISO 9001**  
10 anos de certificação

**LINEAR**  
desde 1977

## Multiplexador ISDB-T ISMUX-004

### ESPECIFICAÇÕES GERAIS

- Desenvolvido para H.264 e MPEG-2
- Permite a transmissão de interatividade GINGA\*\*, Closed Caption\*\* e EPG\*\*
- Segue as recomendações das normas brasileiras (ABNT)
- Configuração através de servidor WEB incorporado/SNMP
- Compressor e Descompressor de BTS integrado
- 8 entradas DVB-ASI
- 2 saídas ASI independentes, com opção de quatro formatos: BTS, BTS comprimido, BTS comprimido de fonte externa ou descompressor de BTS
- 1 saída TSolP
- Filtro e remapeamento de até 40 PIDs por porta ASI
- Permite a transmissão hierárquica (até 3 layers)
- Correção de PCR
- Configuração de rede em SFN de até 29 transmissores
- Entrada dedicada para implementador de funções
- Monitoração dos sinais através de alarmes
- Geração de sinal de provas para teste de microondas e outros equipamentos (exemplo: Pn23)
- Capacidade para trabalhar em cadeia de transmissão redundante
- Redundância cruzada em modo Hold on
- Software "Stand Alone" exclusivo para geração de tabelas necessárias para o sistema (PAT, PMT, NIT, SDT, BIT e CAT)
- Armazenamento das tabelas necessárias do sistema (PAT, PMT, NIT, SDT, BIT e CAT) em caso de desligamento do implementador de funções
- Interface Ethernet<sup>1</sup> (10/100 Base T) para configuração do equipamento
- Permite alteração do canal virtual
- Envio de informação EWBS

### OPCIONAIS

- Receptor de satélite padrão DVB-S/S2
- GPS

Obs: Acompanha manual em português.

### IMPORTANTE

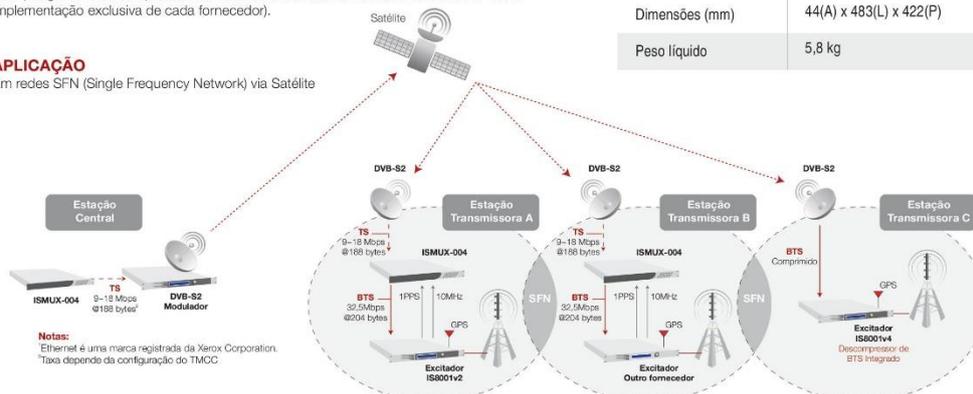
- \* A taxa de entrada deve obedecer as configurações das camadas hierárquicas (ARIB STD-B31)
- \*\* Operação com EPG, Closed Caption e GINGA somente é possível com implementador de funções (opcional)

### NOTA

- O método de compressão de BTS desenvolvido pela Hitachi Kokusai Linear permite que outros equipamentos de recepção DVB-S/S2 decodifiquem normalmente o TS. A Hitachi Kokusai Linear não garante que equipamentos de outros fornecedores consigam realizar a restauração do BTS comprimido de forma a possibilitar construção de redes SFN (o algoritmo de compressão de BTS não é definido na norma ARIB ou ABNT e tem implementação exclusiva de cada fornecedor).

### APLICAÇÃO

Em redes SFN (Single Frequency Network) via Satélite



© Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

**Sede Matriz**  
Rodovia BR 459, nº 121-A, Km 121 – Bairro Córrego Raso  
37540-000 - Santa Rita do Sapucaí - MG - Brasil  
Tel.: +55 (35) 3473-3473 Fax: +55 (35) 3473-2425  
www.hitachi-linear.com.br

**Escritório Comercial - São Paulo**  
Alameda Santos, 745 - Conj 92 - Cerqueira César  
01419-001 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel.: +55 (11) 3541-3244 Fax: +55 (11) 3541-2425

© Copyright 2017 Hitachi Kokusai Linear, todos os direitos reservados. Os produtos apresentados neste catálogo são marca registrada da Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A. As especificações dos produtos estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio. As imagens aqui apresentadas têm apenas propósitos ilustrativos.

REV09-PO-04/2017 | 2

### ENTRADAS CONECTOR BNC - TS

Formato	DVB-ASI 188/204 bytes Modo de transmissão em rajadas ou contínuo
Taxa de entrada	Até 23,234 Mbps*
Impedância	75 Ω

### ENTRADAS CONECTOR F - RF

Frequência	Banda L -950 a 2250 MHz
Padrão	DVB-S / DVB-S2
Modulação	QPSK (DVB-S) QPSK-8PSK (DVB-S2)
Alimentação LNB	+13 / +18 V

### SAÍDA DE BTS

Tipo de sinal	DVB-ASI / TS/IP
Especificações do BTS	Estrutura de dados com base na norma ARIB STD-B31 e ABNT NBR 15601:2007
Taxa de bits	512X4/63 Mbps (~32,508 Mbps)
Impedância	75 Ω
Conector	BNC
Número de saídas	02 ASI / 01 IP

### GERAL

Alimentação (43-63Hz)	90-240 Vac
Consumo	20 W
Dimensões (mm)	44(A) x 483(L) x 422(P)
Peso líquido	5,8 kg

## ANEXO C. Implementador de Funciones IFN50

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

#### GERAL

Dimensões (L x P x A): 437 x 249 x 43 mm  
(17.2" x 9.8" x 1 RU)

Peso: 4,6 kg  
Fonte: 200 W, baixo ruído

#### CONEXÕES DE ENTRADA

1 SDI (BNC, 75 Ω, 525i59.94)  
3 SDI (BNC, 75 Ω, 525i59.94, opcional)  
1 HD-SDI (BNC, 75 Ω, 1080i59.94, opcional)  
3 HD-SDI (HD-BNC, 75 Ω, 1080i59.94, opcional)  
1 CVBS (BNC, opcional)  
1 Ethernet Gigabit (RJ-45, 10/100/1G)  
1 RS232 (DB-9)  
1 AC 100-240 V, 50-60 Hz, 3A max.

#### CONEXÕES DE SAÍDA

1 DVB-ASI (BNC, 75 Ω) @ 29.958.294 bps,  
TSP 188 bytes  
1 Ethernet Gigabit (RJ-45, 10/100/1G)

#### AMBIENTE OPERACIONAL

Temperatura: 0°C a 35°C  
Umidade relativa: 0% a 80% (sem condensação)

#### GERENCIAMENTO E MONITORAÇÃO

Interface Gráfica Web (HTTP)  
SNMP

#### MANUTENÇÃO E SUPORTE

Garantia limitada de 1 ano com suporte e atualização de software gratuitos durante esse período.  
Suporte adicional baseado em pacote de horas disponível mediante contrato.

#### CONTEÚDO DA EMBALAGEM

01 ShowCase PRO IFN50, 01 Cabo de força e 01 Guia Rápido.

#### INFORMAÇÕES PARA ENCOMENDAS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES
IFN50AB	<b>ShowCase PRO IFN50</b> Implementador de funções de dados ISDB-T, contendo servidor de SI, EPG, GINGA e OAD. Uma interface de entrada SDI e uma interface de saída DVB-ASI.	
IFN50C	Módulo de captura de vídeo composto (CVBS) para transcodificação de <i>closed caption</i> CEA-608 a partir da linha 21.	Opcional.
IFN50S	Módulo de captura SDI para transcodificação de <i>closed caption</i> CEA-608, com três interfaces de entrada SDI (SMPTE 259M, 525i59.94).	Opcional. Mutuamente exclusivo com IFN50H.
IFN50H	Módulo de captura HD-SDI para transcodificação de <i>closed caption</i> CEA-708, com uma ou três interfaces de entrada HD-SDI (SMPTE 274M, 1080i59.94).	Opcional. Mutuamente exclusivo com IFN50S.

#### CARACTERÍSTICAS

Sinalização de Serviço (SI) aderente à norma ABNT NBR 15603, com edição e geração das seguintes tabelas SI e seus respectivos descritores obrigatórios e facultativos: NIT, CAT, PAT, SDT, PMT, TOT, BIT, EIT, AIT, SDTT e CDT.

Interatividade (Ginga) em conformidade com as normas ABNT NBR 15603 e ABNT NBR 15606.

Guia Eletrônico de Programação (EPG) em conformidade com a norma ABNT NBR 15603, incluindo os tipos H-EIT, M-EIT e L-EIT e todos descritores obrigatórios e facultativos.



Legendas Ocultas (*Closed Caption*) em conformidade com a norma ABNT NBR 15606-1, com transcodificador do padrão CEA-708 (CDP), CEA-608 (suporte aos modos POP-ON e ROLL-UP) e padrão ABNT 15610-1. Extração a partir de sinais HD-SDI (SMPTE 294M), SDI (SMPTE 259M) ou CVBS.

Atualização de Receptores (OAD) em conformidade com a norma ABNT NBR 15606.

Aderência geral e completa à recomendação ABNT NBR 15608-3.

Multi-programação (conteúdos independentes) para as funcionalidades de EPG, Ginga, *Closed Caption* e OAD.

Agendamento e automação de tarefas para atualização dinâmica de EPG e Ginga.

ShowCasePRO

© Copyright 2015 ShowCase PRO. Todos os direitos reservados. As marcas registradas citadas aqui são propriedade dos seus respectivos detentores.  
A ShowCase PRO reserva-se o direito de alterar as especificações deste produto sem aviso prévio.  
www.showcasepro.com.br

## ANEXO D. TCU-RCU RF HEAD CONTROL UNIT ELBER



TCU Rev. 2K7

### DESCRIPCIÓN GENERAL

La unidad de control de la cabeza transmisora RF (TCU) y la unidad de control de la cabeza receptora RF (RCU), en rack estándar 1U es lo mejor que podemos ofrecer en términos de flexibilidad y performance.

La TCU controla la cabeza transmisora RF (que puede ser MT, TMC/P o CPM/T) enviando y recibiendo señales de control mientras alimenta la cabeza RF (aprox. 48V non-stabilized). En fin, la señal FI 70 MHz está enviada para la up-conversión y la amplificación después de las cuales está efectuada la transmisión. Las tres señales vienen multiplexadas en un cable coaxial RG216, conectando la unidad de control a la cabeza aerea.

En manera similar la RCU controla la cabeza receptora RF (que puede ser MR, R/P o CPM/R) enviando y recibiendo señales de control mientras alimenta la cabeza aerea (aprox. 48V non-stabilized). En fin, la señal RF recibida está down-convertida en la cabeza aerea y la señal FI 70 MHz está enviada a la RCU a través de un cable coaxial RG216. A esto punto se puede obtener la señal recibida.

Hay tres diferentes opciones a disposición. El sistema FI permite un modulador/demodulador analógico o modulador/demodulador (DDM310-M/D) a conectar al exterior de la unidad de control.

En alternativa, el modulador/demodulador analógico puede ser integrado en la TCU/RCU.

Para sistemas que requieren un estándar DVB-T hay un modulador/demodulador, COFDM también con MPEG-2 4:2:0/4:2:2 encoder/decoder, que pueden ser incluidos en TCU/RCU.

Atrás en la ficha técnica se encuentran las configuraciones detalladas de entrada/salida.

La programación y el monitoreo de los parámetros principales están hechos a través de la interfaz local (teclado y pantalla en el panel frontal) o a distancia a través de la interfaz RS232 / RS485 / Ethernet (SNMP).

### CARACTERÍSTICAS

- Unidades de Control en Rack
- Soporte de las varias cabezas aereas RF
  - MT-MR
  - TMC/P-R/P
  - CPM/T-CPM/R
- Analógico y Digital
  - FI Externo
  - Modulador/Demodulador Analógico integrado
  - COFDM Modulador/Demodulador Integrado (disponible con encoder/decoder)
- RS232, RS485 y SNMP interfaces de control remoto



\*A typical split-type system with Indoor Control Unit and RF Head. (RF Head is not included)

## ESPECIFICACIONES

### General:

<b>Frecuencia FI:</b>	70 MHz
<b>Conector FI/DC:</b>	LEMO (ERA.3T.275.CTL)
<b>Cable:</b>	RG216 cable coaxial (max. 200 m.)
<b>Controles:</b>	Panel frontal (LCD 20x2, Teclado) RS-485 SNMP

### Unidad de Control Cabeza Transmisora RFTCU:

#### Modulador Analógico Integrado (TCU/R/A)

Entrada Vídeo Compuesto  
Entrada Cuatro canales audio analógico

#### Modulador COFDM Integrado (TCU/R/D)

Entrada DVB ASI  
Transmisión COFDM, DVB-T con portadoras 2K o 8K  
Esquemas de modulación QPSK, 16QAM y 64QAM  
Ancho de Banda Seleccionable 6/7/8 MHz  
Reed-Solomon Encoder: 188/204  
FEC 1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8  
Guard Interval 1/32; 1/16; 1/8; 1/4

Disponible con MPEG-2 4:2:0/4:2:2 encoder (TCU/R/DE)

Entradas : PAL/NTSC/SECAM, SDI270Mb/s

Hasta 4 audios analógicos en entrada

MPEG 2, 4:2:0/4:2:2 encoding

Encoding variable: hasta 31.7Mb/s

### Conformidad:

CE Mark

### Unidad de Control cabeza receptora RRCU:

#### Demodulador Analógico Integrado (RCU/R/A)

Salida Vídeo Compuesto  
Salida Cuatro canales audio analógico

#### Demodulador COFDM Integrado (RCU/R/D)

Salida DVB ASI  
Recepción COFDM 2K o 8K  
Esquemas de demodulación QPSK, 16QAM y 64QAM  
Ancho de banda seleccionable 6/7/8 MHz  
Reed-Solomon Decoder: 188/204  
FEC 1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8  
Guard Interval 1/32; 1/16; 1/8; 1/4

Disponible con MPEG-2 4:2:0/4:2:2 decoder (RCU/R/DE)

Salidas Composite: PAL/NTSC/SECAM, SDI270Mb/s

Hasta 4 audios analógicos en salida

MPEG 2, 4:2:0/4:2:2 decoding

### Eléctrico:

**Voltaje de entrada:** AC 230V/50Hz o 115V/60Hz  
DC 22V - 65V

**Consumo eléctrico:** 25W

### Físico:

**Gabinete Rack:** Ancho 482 mm  
Altura 44 mm  
Profundidad 480 mm

### Ambiental:

**Temperatura operacional:** de -10 a 65°C

**Humedad Relativa:** 0 - 95% sin condensación

## ORDERING INFO

### TCU/XX/YY/ZZ

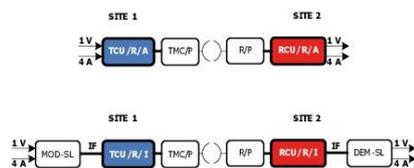
Field	Option	Tag	Description
XX	Type	R	Rack Mount Control Unit
YY	Modulation	I	Input IF Only
		A	FM Analogue
		D	Digital COFDM
		DE1	Digital COFDM + Encoder 4:2:0 1V+2A
		DE2	Digital COFDM + Encoder 4:2:0/4:2:2 1V+4A
		AD	FM and COFDM
		ADE1	FM and COFDM + Encoder 4:2:0 1V+2A
		ADE2	FM and COFDM + Encoder 4:2:0/4:2:2 1V+4A
ZZ	Remote Control Type	RS	RS232 & RS485
		SNMP	RS232 & RS485 & SNMP

### RCU/XX/YY/ZZ

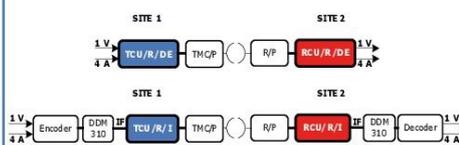
Field	Option	Tag	Description
XX	Type	R	Rack Mount Control Unit
YY	Modulation	I	Output IF Only
		A	FM Analogue
		D	Digital COFDM
		DE1	Digital COFDM + Decoder 4:2:0 1V+2A
		DE2	Digital COFDM + Decoder 4:2:0/4:2:2 1V+4A
		AD	FM e COFDM
		ADE1	FM and COFDM + Decoder 4:2:0 1V+2A
		ADE2	FM and COFDM + Decoder 4:2:0/4:2:2 1V+4A
ZZ	Remote Control Type	RS	RS232 & RS485
		SNMP	RS232 & RS485 & SNMP

## APLICACIONES

### ANALOGUE SPLIT TYPE SYSTEM



### DIGITAL SPLIT TYPE SYSTEM



## ANEXO E. DATOS TÉCNICOS TRANSMISOR R&amp;S THU9

## Datos técnicos

Datos técnicos		
<b>TV digital</b>		
Estándares		DVB-T, DVB-T2, DVB-H, ISDB-T, ISDB-T <sub>sc</sub> , ATSC, ATSC Mobile DTV, DTMB
Ancho de banda de canal	DVB-T, DVB-H	5/6/7/8 MHz
	DVB-T2	1,7/5/6/7/8 MHz
	ISDB-T, ISDB-T <sub>sc</sub>	6 MHz
	ATSC	6 MHz
	DTMB	8 MHz
Entradas	DVB-T, DVB-H	2 x ASI (HP/LP), BNC 75 Ω, 2 x RJ-45
	DVB-T2	2 x ASI (HP/LP), BNC 75 Ω, 2 x RJ-45
	ISDB-T, ISDB-T <sub>sc</sub>	2 x BTS, BNC 75 Ω, 2 x RJ-45
	ATSC	2 x SMPTE310M o 2 x ASI, BNC 75 Ω, 2 x RJ-45
	DTMB	2 x ASI (HP/LP), BNC 75 Ω, 2 x RJ-45
<b>Audio digital/TV móvil digital en la banda VHF</b>		
Estándares		DAB, DAB+, T-DMB
Ancho de banda de canal		1,5 MHz
Entradas		2 x ETI, BNC 75 Ω/de alta resistencia, 2 x RJ-45
<b>TV analógica</b>		
Estándares		B/G, D/K, M <sup>1)</sup> , N <sup>1)</sup> , I, I1
Transmisión en color		PAL, NTSC, SECAM
Transmisión de audio		codificación de sonido dual IRT, un solo sonido FM y NICAM728 (-13 dB/-20 dB), un solo sonido FM (-10 dB)
Entradas		1 x video (BNC 75 Ω), 2 x audio (XLR)
<b>Datos generales</b>		
Rango de frecuencias	banda UHF IV/V	470 MHz hasta 862 MHz
	banda III VHF	170 MHz hasta 255 MHz
Voltaje de suministro		3 x 400 V ± 15% (3 fases + N + PE), 47 Hz hasta 63 Hz
Altura máxima de instalación		2000 m sobre el nivel del mar (> 2000 m bajo demanda)
Rango de temperaturas de funcionamiento		+1°C a +45°C
Humedad relativa del aire (máxima)		95%, sin condensación
<b>Inmunidad<sup>2)</sup></b>	contra transientes rápidos y ráfagas según EC61000-4-4	< 4 kV (suministro de voltajes), < 1 kV (entradas de señales)
	contra voltajes pico (surge) según EC61000-4-5	simétrico < 2 kV (p. ej. L1-L2), asimétrico < 4 kV (p. ej. L1-N)
<b>Sincronización</b>		
Frecuencia de referencia		10 MHz, 0,1 V a 5 V (V <sub>ref</sub> ) o TTL, BNC
Pulso de referencia		1 Hz, TTL, BNC
<b>Manejo</b>		
Pantalla táctil y LED de indicación		manejo local e indicación
Interfaz Ethernet, RJ-45		local, remota, explorador Web estándar
	opcional	interfaz de administración de red a través de SNMP
Interfaz remota paralela	opcional	contactos sin potencial para avisos y comandos

<sup>1)</sup> Un solo sonido.

<sup>2)</sup> Con protección integrada frente a un voltaje excesivo del suministro de corriente alterna; para cubrir requisitos mayores, la estación debe implementar las medidas respectivas.

A fin de respetar las normas y límites vigentes para la supresión de emisiones fuera de banda (en el caso de los estándares digitales, también para la intermodulación en banda (shoulder distance)), el transmisor debe operarse siempre con filtros adecuados en la salida de RF.

## **ANEXO F. ASPECTO REGULATORIO DE MULTIPROGRAMACION**

Se detallarán varios aspectos en el tema de regulación de telecomunicaciones, tomado de la norma técnica para el servicio de radiodifusión de TDT (RESOLUCIÓN ARCOTEL-2015-). A continuación, se particularizarán los artículos pertinentes al servicio de multiprogramación:

**Art. 11.-** Multiprogramación.- Previa la autorización de la ARCOTEL, los concesionarios que hayan sido beneficiados con la autorización de un canal lógico de 6 MHz, podrán utilizarlo para transmitir su programación regular o adicional de forma permanente o temporal, en los diferentes formatos que ofrece el estándar ISDB-Tb, tal como se muestra en la Tabla 7.

Nota: Para leer Tabla 7, ver Registro Oficial 579 de 3 de Septiembre de 2015, página 36.

El OS no se considera como parte de la multiprogramación.

**Art. 12.-** Televisión Móvil (ONE-SEG).- El servicio de televisión móvil (one-seg) será de transmisión obligatoria en todos los canales físicos concesionados para la operación de estaciones de televisión digital terrestre.

La programación que transmita el concesionario del servicio de televisión móvil (one-seg) no podrá ser diferente de la que transmite en los formatos HD o SD, según sea el caso.

### **ASIGNACIÓN DE CANALES**

#### **a. DISTRIBUCIÓN DE CANALES**

La distribución de los 32 canales físicos destinados para la operación del servicio de TDT para cada area de Operación Independiente se realizará de conformidad a la tabla 8:

Tabla No. 8 Distribución de Canales Lógicos

Nota: Para leer Tabla 8, ver Registro Oficial 579 de 3 de Septiembre de 2015, página 40.

## **b. CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN Y OPERACIÓN DE CANALES LÓGICOS**

Para los 22 canales lógicos de 6 MHz:

- Serán autorizados para la transmisión de señales de televisión de tipo HDTV (1080i).
- Tendrán prioridad para su autorización las estaciones matrices o repetidoras de los sistemas nacionales de televisión, en caso de que estas no existan en un área de operación específica, se podrá autorizar a las estaciones regionales o locales, en ese orden.

Para los 33 canales lógicos compartidos:

- El uso compartido no deberá causar interferencias perjudiciales o afectar la continuidad y calidad del servicio de los concesionarios de otros canales lógicos.
- En los casos en los que la compartición del canal físico sea con la combinación HD - SD - SD, al beneficiario del canal HD se le asignará el primer canal lógico.
- En los casos en los que la compartición del canal físico sea con la combinación SD - SD - SD - SD, al beneficiario que haya obtenido, en los concursos convocados para el efecto, el puntaje más alto en la evaluación de requisitos realizada por la Autoridad de Telecomunicaciones, se le asignará el primer canal lógico.

## **c. CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN Y OPERACIÓN DE ONE-SEG**

- En los casos en los que la compartición del canal físico sea con la combinación HD - SD - SD, la asignación del servicio de televisión móvil (one-seg) será preferentemente para el beneficiario del canal HD.
- En los casos en los que la compartición del canal físico sea con la combinación SD - SD - SD - SD, el servicio de televisión móvil (one-seg) será asignado al beneficiario que haya obtenido, en los concursos convocados para el efecto, el mayor puntaje en la evaluación de los requisitos realizada por la Autoridad de Telecomunicaciones.

**ANEXO G. LISTA DE ABREVIATURAS**

TDT	Televisión Digital Terrestre
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial
SBTVD-T	Sistema Brasileiro de Televisão Digital - Terrestre
ATSC	Advanced Television Systems Committee
DTMB	Digital Terrestrial Multimedia Broadcast
DMB-T/H	Digital Multimedia Broadcasting-Terrestrial/Handheld
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial
TS	Transport Stream
BTS	Broadcast Transport Stream
ES	Elementary Stream
PES	Packetized Elementary Stream
RGB	Red, Green, Blue
EPG	Electronic Program Guide
EWBS	Emergency Warning Broadcasting System
EBU	European Broadcasting Union
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
VSF	Vestigial Side Band
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
HDTV	High Definition Television
SDTV	Standard Definition Television

FEC	Forward Error Correction
ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
MPEG	Moving Picture Experts Group
SDI	Serial Digital Interface
ASI	Asynchronous Serial Interface
SI	Service Information
PSI	Program Specific Information
PAT	Program Association Table
PMT	Program Map Table
CAT	Conditional Access Table
NIT	Network Information Table
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
IP	Internet Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VHF	Very High Frequency
UHF	Ultra High Frequency