

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“PROPUESTA DE DISEÑO Y MIGRACIÓN DE CABECERA ANALÓGICA
A DIGITAL DVB-C EN EL CABLE OPERADOR
ECONOCABLE PERU S.A.C”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JANAMPA TITO, FRANCISCO

**Villa El Salvador
2019**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres y familia
por el apoyo que me han dado en cada momento,
brindándome consejos y valores en la
vida como persona

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la UNTELS por permitirme crecer como profesional y a los profesores y asesor por brindarme la oportunidad de recurrir a sus conocimientos para guiarme en el desarrollo del presente trabajo.

INDICE

LISTADO DE FIGURAS	VII
LISTADO DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.3.1 Teórica.....	4
1.3.2 Temporal.....	4
1.3.3 Espacial	4
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4.1 Problema general.....	4
1.4.2 problemas específicos	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.5.1 Objetivos generales.....	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES.....	7
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	7
2.1.2 Antecedentes Nacionales	8
2.2 BASES TEÓRICAS	9
2.2.1 Definición de la televisión.....	9
2.2.2 Televisión analógica	9
2.2.2.1 Estándar analógico NTSC.....	9
2.2.2.2 Estructura de la señal de video.....	10
2.2.2.3 Espectro de señal en televisión analógica	11
2.2.3 Televisión digital.....	12
2.2.4 Tipos de televisión digital	13
2.2.4.1 Televisión por cable	13
2.2.4.1.1 Recepción de Antenas:	13
A. Recepción de canales satelitales.	13
B. Recepción de canales terrestres.....	15

2.2.4.1.2 Equipos de recepción:.....	15
2.2.4.1.3 Etapa de multiplexación y codificación:.....	16
2.2.2.4.4 Etapa de modulación y de salida:.....	17
2.2.4.2 Televisión mediante satélite.....	18
2.2.5 Estándares de televisión digital.....	19
2.2.5.1 ATSC.....	20
2.2.5.2 DVB.....	21
2.2.5.2.1 Versiones DVB.....	22
DVB-C.....	23
DVB-T.....	23
DVB-S.....	23
DVB-H.....	24
2.2.5.3 ISDB.....	24
2.2.5.4 DTMB.....	25
2.2.6 OFDM.....	25
2.2.7 MODULACION QAM.....	27
2.2.7.1 Constelación QAM.....	28
2.2.7.2 Modos de intercalación variable.....	29
2.2.7.3 Salida RF del modulador QAM.....	29
2.2.8 NORMA ITU-T J83 ANEXO A.....	30
2.2.8.1 Sistema digital multiprograma A.....	30
2.2.9 NORMA ITU-T J83 ANEXO B.....	30
2.2.9.1 Sistema digital multiprograma B.....	30
2.2.10 NORMA ITU-T J83 ANEXO C.....	31
2.2.10.1 Sistema digital multiprograma C.....	31
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	32
➤ Headend.....	32
➤ BER.....	32
➤ CATV.....	32
➤ C/N.....	32
➤ FEC:.....	32
➤ HEX:.....	32
➤ IRD.....	32
➤ LSB:.....	32
➤ MPEG:.....	32

➤ MUX:.....	32
➤ QAM:.....	32
➤ RF:.....	32
➤ SNR:	32
➤ Sync:.....	32
➤ TDM:	32
➤ TS:	32

CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 33

3.1 MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO.....	33
3.1.1 DISEÑO DE UNA CABECERA DIGITAL	34
3.2 ETAPA DE RECEPCIÓN DE SEÑALES E INSTALACION DE EQUIPOS	35
3.2.1 ANTENAS.....	36
3.2.1.1 calibración de antena con foco centrado	36
3.2.1.2 Antena offset y función de antenas yagi	37
3.2.2 SPLITTER Y CABLE COAXIAL.....	38
3.2.2.1 CABLE COAXIAL.....	38
3.2.3 Splitter	39
3.2.4 Receptores satelitales.....	39
3.2.4.1 MCPC (Canal Múltiple por Operador)	40
3.2.4.1.1 Configuración del Decodificador CISCO D29824	40
3.2.4.2 SCPC (Canal Único por Operador).....	42
3.2.4.2.1 Configuración del equipo.....	42
3.2.4.3 Decodificadores de Televisión digital Terrestre (TDT).....	44
3.2.5 LISTA DE CANALES Y PARAMETROS DE RECEPCIÓN	44
3.3 ETAPA DE COMPRESIÓN DE VIDEO.....	48
3.3.1 ENCODER CON PUERTO DE ENTRADA A/V (Audio y Video) Y HDMI.....	49
3.3.1.1 Especificaciones técnicas.....	49
3.3.1.1.1 Diagrama de bloques del encoder.....	49
3.3.1.1.2 Configuración del equipo.....	50
3.3.1.1.3 Instalación de equipos.....	51
3.4 ETAPA DE MULTIPLEXACIÓN Y MODULACIÓN	52
3.4.1 Switch Streaming y Switch de Gestión	52
3.4.1.1 Switch Streaming	53
3.4.1.1 Switch de gestión.....	54
3.4.1.1 Instalación de switch streaming y switch de gestión	54

3.4.2 EQUIPO TELESTE CON FUNCION DE MULTIPLEXACIÓN Y MODULACIÓN	55
3.4.2.1 Especificaciones Técnicas de los equipo TELESTE	55
3.4.2.2 Diagrama de bloques del chasis teleste	56
3.4.2.3 Modulo QAM con el estándar DVB-C.....	57
3.4.2.4 Diagrama de bloques módulo QAM con el estándar DVB-C.....	58
3.4.2.5 Tarjetas modulares QAM	58
3.4.3 DISTRIBUCIÓN DE TELESTE LUMINATO	59
3.4.3.1 Distribución De Portadoras Por Modulacion	60
3.4.3.2 Gestion De Canales	62
3.5 RESULTADOS.....	65
3.5.1 Resultados de la plataforma digital.....	65
3.5.2 Resultados de la plataforma digital en el headend.....	66
3.5.2.1 Frecuencias bajas.....	66
3.5.2.2 Frecuencias altas.....	67
3.5.3 Resultados de salida con el Decodificador.....	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS.....	74

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de diagrama de bloques del Headend DVB-C	6
Figura 2: Barrido entrelazado para formar una imagen.....	10
Figura 3: Diagrama de un receptor de televisión analógico	10
Figura 4: Distribución de canales en banda VHF	11
Figura 5: Espectro de señal de TV analógica	12
Figura 6: Antena con foco centrado	14
Figura 7: Antena Offset.....	15
Figura 8: Antena Yagi-Uda.....	15
Figura 9: Arquitectura de sistema	17
Figura 10: diagrama de bloques de un Headend	18
Figura 11: Estándar de Televisión Digital en todo el mundo	19
Figura 12: Adopción del estándar de TV Digital.....	20
Figura 13: Diagrama general del sistema ATSC.....	21
Figura 14: Transmisión de información digital.....	22
Figura 15 :El proyecto DVB.....	22
Figura 16: Televisión Digital para Cable Estándares Adoptados	23
Figura 17: Televisión Digital Satelital Estándares Adoptados	24
Figura 18: diagrama de estándar de transmisión ISDB-T	25
Figura 19: Sub portadora OFDM y densidad espectral.....	26
Figura 20: Método de modulación.....	27
Figura 21: Diagrama de constelación para 256 QAM	28
Figura 22: Diseño de cabecera analógica.....	33
Figura 23: Diseño de cabecera digital.....	34
Figura 24: Diseño etapa de recepción	35
Figura 25: Calibración de antena con foco centrado.....	36
Figura 26: Antena receptora del satélite SES 6 con ángulo elevación y azimut	37
Figura 27: izquierda antena offset y derecha antena receptor de TDT	38
Figura 28: LNB y Cable coaxial 50 Ohm.....	38
Figura 29: distribución de los los splitter por cada antena	39
Figura 30: CISCO D9824 frontal	40
Figura 31: CISCO D9824 puertos de entrada, posterior	40
Figura 32: interfaz web CISCO D9824 tablero de resumen.....	41
Figura 33: Canales múltiples por portadora Cisco D9824.....	41
Figura 34: Implementación de decodificadores Cisco MCPC (Canal Múltiple por Operador).....	42
Figura 35: Decodificador Cisco D9865	42
Figura 36: Configuración decodificador Cisco D986	43
Figura 37: Configuración decodificador Cisco D986	43
Figura 38: Configuración decodificador Cisco D986	43
Figura 39: Decodificador TDT	44
Figura 40: Etapa de compresión de video en el headend digital.....	48

Figura 41: Encoder HDMI izquierda y Encoder HDMI derecha.....	49
Figura 42: Diagrama de bloques encoder DXP-8000EC	50
Figura 43: Status encoder PBI	50
Figura 44: Salida de TS/IP en el encoder	51
Figura 45: Instalación de Encoder A/V y HDMI.....	51
Figura 46: Etapa de multiplexación y modulación.....	52
Figura 47: Distribución de streaming por redes virtuales	53
Figura 48: Diagrama del Switch de gestión.....	54
Figura 49: Switch streaming.....	54
Figura 50: Switch de Gestión.....	55
Figura 51: Chasis Teleste luminato (multiplexador y modulador)	56
Figura 52: diagrama de bloques chasis Teleste.....	56
Figura 53: Modulo Quad Qam.....	57
Figura 54: diagrama de bloques etapa de multiplexación y modulación.....	58
Figura 55: módulos QAM'	59
Figura 56: Tarjeta QUAM visto desde la plataforma digital	59
Figura 57: Ancho de banda de una cabecera comprendido de 5MHz a 860MHz.....	60
Figura 58: Distribución de portadora en la plataforma digital	60
Figura 59: distribución de portadora por modulación	61
Figura 60: Teleste gestion de canales con scrambling	62
Figura 61: Teleste gestion de canales con scrambling	63
Figura 62: Teleste gestion de canales con scrambling	63
Figura 63: CAS plataforma Cryptoguard.....	64
Figura 64: Resultados de la implementación digital.....	65
Figura 65: Información de ingreso de trafico.....	65
Figura 66: Resultados de medición con el analizador de señal Qam	66
Figura 67: Resultados de medición con el analizador de señal Qam para frecuencias altas	67
Figura 68: información de transmisión de salida de un canal	68
Figura 69: información de frecuencia recibida y modulación	68
Figura 70: Guía electrónica de programación.....	69
Figura 71: Decodificador Econocable Perú S.A.C	69

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 modos de intercalación de variable 64 qam y 256 qam	29
Tabla 2 lista de canales y parametros de señales dvb-s/ dvb-s2.....	45

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el avance tecnológico ha cambiado para la televisión, uno de los medios más importantes de comunicación, digitalizando su señal y ofreciendo mejor definición en audio y video, la televisión digital es un conjunto tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, mediante señales digitales. A diferencia de la televisión tradicional, que modula los datos de manera analógica.

El presente trabajo de suficiencia profesional tienes como finalidad en primera instancia diseñar una cabecera digital con los estándares y parámetros permitidos, y posteriormente hacer la migración digital sobre una cabecera analógica, en la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C ubicado en villa el salvador. Esta empresa privada se dedica al rubro de las telecomunicaciones brindando el servicio de televisión por suscripción o CATV (Community Antena Televisión), a través de señales de radio frecuencia que se transmiten a los televisores sobre las redes de fibra óptica y coaxial.

En el diseño se especificará los procesos que tiene una cabecera desde la etapa de recepción, compresión de video, multiplexación y modulación. En la migración de una cabecera digital se explicará el cambio de tecnología de analógico a digital y sus ventajas que conlleva migrar a una plataforma digital en un cable operadora. Con la propuesta de este proyecto se busca satisfacer y mejorar la calidad de servicio que brinda la empresa dedica al rubro de las telecomunicaciones.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El avance tecnológico en la televisión ha evolucionado notablemente en estos últimos años y uno de los cambios más representativos fue la transición de analógico al digital. La televisión digital te ofrece una mejora en calidad de imagen, sonido y un punto de vista más interactivo de contenido televisivo para el espectador.

Como se sabe las tecnologías de ahora te ofrecen televisión y películas por streaming, con información detallado de la programación. En el Perú existen cable operadoras como Claro TV, Movistar play, DIRECTV que ofrecen nuevas tecnologías de transmisión en formato digitales como es el de DTH (Directo al Hogar) e IPTV (televisión por IP). Sin embargo, aún hay empresas privadas como ECONOCABLE PERU S.A.C que se dedican al rubro de las telecomunicaciones brindando el servicio de televisiónn por suscripción, usando tecnología analógica para transmitir sus señales a través de radio frecuencia hacia los televisores sobre las redes de fibra óptica y coaxial.

El área donde se reciben y procesan las señales se denomina Headend o Cabecera, es donde el cable operador analógico ECONOCABLE S.A.C tiene debilidades frente a otras empresas del mismo rubro, ya que ellos ofrecen un mejor servicio y en formatos digital. La empresa aun cuenta con tecnología analógica por lo que no tiene un control directo de sus abonados (clientes), al no usar decodificador esta propenso a la piratería de televisión de paga, la red que usa es cableado coaxial y cualquier individuo con conocimientos básicos de cableado podría conectarse mediante splitter, desde el poste donde se encuentran la red analógica de la empresa.

Los problemas principales que tiene un cable operador analógico en la cabecera son los siguientes:

- Calibración constante de los moduladores por cada canal
- La resolución analógica es estándar frente a lo que se ofrece en digital
- En analógico no se puede monitorear el flujo de transporte por canal
- Propenso constante al ruido de elementos activos

- No permite afiliar y desafiliar automáticamente al abonado si se vence su servicio de suscripción
- No permite gestionar los canales ni asignar paquetes por categorías según las programaciones de los canales
- No se puede agregar guía electrónica de programas (EPG)

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El objetivo principal de toda empresa es producir con la máxima eficiencia posible en bienes o servicio y un aumento de crecimiento en la productividad. Como finalidad de este proyecto se propone mejorar la empresa en infraestructura, tecnología y con los estándares adecuados que se usan en una cabecera digital, Si la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C realizaría los cambios mencionados respondería a las exigencias de los clientes, dando un mejor servicio de televisión por suscripción y estaría al nivel de las empresas de televisión por cable.

Con el desarrollo de este proyecto se busca satisfacer y mejorar las debilidades que tiene la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C, esto involucra resolver diferentes inconvenientes, para lo cual se tendrá que diseñar una cabecera con plataforma digital con el estándar de transmisión DVB-C (Digital Video Broadcasting).

Con la plataforma digital en la cabecera permitirá retransmitir señales de video, audio y datos multiplexado en formatos digitales.

La migración a la plataforma forma digital cubrirá los problemas que se tenía en una cabecera analógica, como es el de integrar más canales digitales en una sola frecuencia en la banda VHF, codificar los canales, agregar guía electrónica y tener un mejor control y gestión de los receptores satelitales.

En la transición de migrar de cabecera analógica a digital no afectara la productividad en la empresa. Esta propuesta presenta un reducido energético, equipos y materiales en la implementación, a comparación de una cabecera analógica que se usan por cada receptor satelital un modulador activo con sus respectivas frecuencias.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 Teórica

El siguiente proyecto tiene como teoría y fundamentos a las modulaciones QAM Y como también el estándar DVB-C.

1.3.2 Temporal

El diseño e implementación tiene un periodo de 4 meses desde el mes de setiembre a diciembre del año 2019

1.3.3 Espacial

Este proyecto se llevó a cabo en el distrito de villa el salvador Mz. E Lote. 25 cooperativa. Virgen de cocharcas Av. Pastor Sevilla

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema general

- ¿Cómo diseñar y migrar a una plataforma digital en la operadora de televisión por cable ECONOCABLE PERU S.A.C?

1.4.2 problemas específicos

- ¿Qué ventajas genera la migración de tecnología analógica a digital en una cabecera de televisión por cable basado en el estándar DVB-C?
- ¿Qué consideraciones técnicas y normativas se usará en la transición de la tecnología analógica a digital en la etapa de compresión de video?
- ¿Qué consideraciones técnicas y normativas se usará en la transición de la tecnología analógica a digital en la etapa de multiplexación y modulación?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivos generales

- Proponer el diseño e implementación de una cabecera digital DVB-C en la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C a fin de retransmitir señales digitales sobre las frecuencias analógicas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar la propuesta de migración a una cabecera digital de televisión por cable, usando el estándar DVB-C
- Diseñar e indicar las especificaciones técnicas de la etapa de compresión de video.
- Diseñar e indicar las especificaciones técnicas de la etapa multiplexación y modulación.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

Para elaborar el presente proyecto de suficiencia se ha realizado un estudio proyectos antes realizados al tema, obteniendo experiencias relacionadas al objetivo de la investigación, es por ello que se plantea una propuesta para retransmisión de las señales digitales

La solución propuesta está enfocada en el diseño de una Cabecera de Televisión Digital basado en el estándar DVB-C, Este Headend (cabecera) consta de cuatro etapas, las cuales procesan los contenidos y se multiplexan para la transmisión del TS (Flujo de Transporte). En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques de la cabecera digital diferenciando las cuatro etapas.

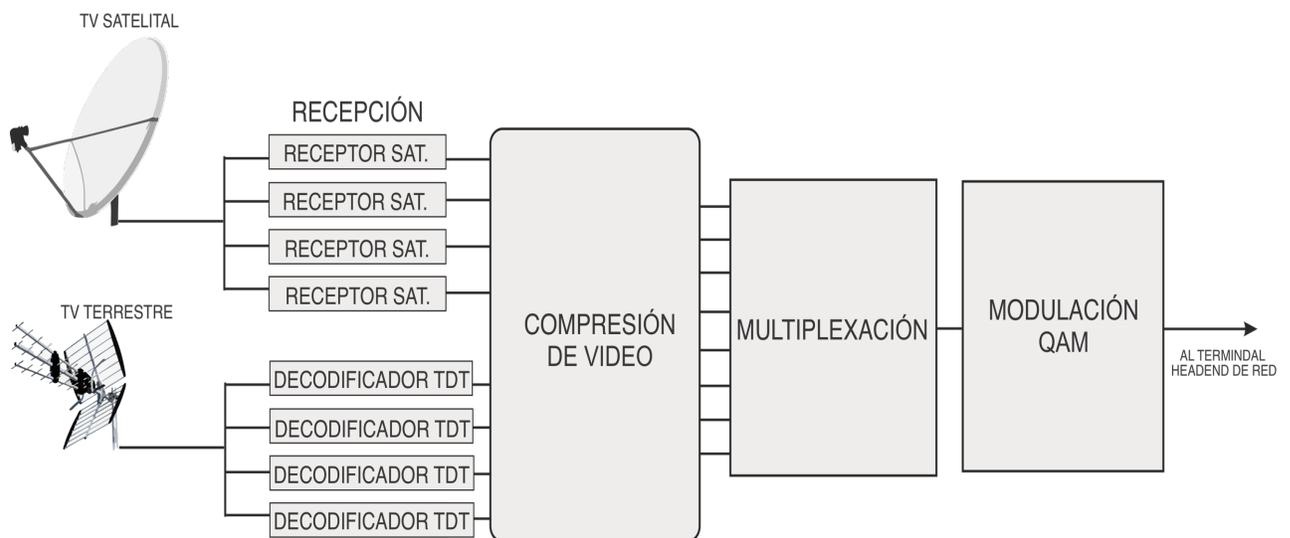


Figura 1: Diseño de diagrama de bloques del Headend DVB-C

Fuente: Elaboración propia

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Bustos & Cama, (2013). Sirvió de guía esta tesis para optar el título de ingeniero electrónico donde realizo una investigación titulada "Análisis de factibilidad técnica, económica y normativa para la transición análoga a digital de pequeños y medianos operadores de televisión por cable en Colombia, basado en el estándar DVB-C", ya que hace un estudio de factibilidad técnica del sistema de transmisión digital (DVB-C) y normativa para la ciudad de Colombia.

Quintanilla, (2010). Realizo una investigación titulada "Migración de Plataforma Satelital DVB-S a DVB-S2 para el Servicio DTH" sirvió de guía esta tesis para optar el título de ingeniero electrónico en su trabajo de investigación hace como referencia ya que el sistema de transmisión DVB-S comparten similares especificaciones al DVB-C. En su investigación concluye lo siguiente:

La tecnología DVB-S2 permite una alta eficiencia espectral generando una reducción en la cantidad de espectro necesario para transmitir contenido, con ello se reducen los costos asociados a la transmisión.

Otro motivo por el cual use como antecedente de investigación, es el uso indispensable de un Sistema de Acceso Condicional (CAS), este sistema de acceso permite que cada usuario que contrato el servicio de televisión por cable reciba únicamente los contenidos que tiene contratados.

Villarroel G. C., (2016). Sirvió de guía esta tesis para optar el título de ingeniero electrónico, A través de su investigación denominada " Ventaja de migración a la plataforma DVB-S2 en una operadora de cable", en el cual hace una comparación de espectro del sistema analógico y sistema digital DVB-S2, donde llega la conclusión que en un ancho de banda de 6MHz se puede transmitir más señales que en los sistemas analógicos y se tiene como resultado final que la transición digital presenta mayor cantidad de señales en una frecuencia central, esta investigación lo realizo en la ciudad Argentina.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Agüero & Morón, (2015) Sirvió de guía esta tesis para optar el título de ingeniero electrónico, a través de su investigación titulada "Diseño de una cabecera satelital DVB-S2 en la ciudad de Lima orientada a la retransmisión nacional de la señal emitida por los canales locales de TDT de bajo presupuesto" en su investigación realiza pruebas y mediante cálculo teórico elaborados para el Data Rate, confirma que el sistema de transmisión DVB-S2 te permite transmitir una gran capacidad de información en contraste al DVB-S.

También se demostró la ventaja del MPG-4 frente al MPEG-2, donde llega la conclusión que el formato MPG-4 es superior y comprime a la mitad del formato MPEG-2.

Sánchez, (2015) Sirvió de guía esta tesis para optar el título de ingeniero electrónico, donde realizó una investigación titulada "Propuesta de implementación de una red de Televisión por cable, utilizando el sistema de Televisión Satelital FTA, en la provincia de Aija en el Año 2015", Define como está constituido una Red de Televisión por Cable o CATV de la siguiente manera:

- A. CABECERA: es el área donde está constituido por 4 etapas de
 - I. Etapa de recepción con antenas parabólicas con las bandas VHF o HF
 - II. Etapa recepción de canales con receptores satelitales
 - III. Etapa de modulación de canales en banda base
 - IV. Combinación y transmisión
- B. RED DE DISTRIBUCIÓN: esta área está conformado por línea troncal que se origina desde la cabecera exactamente desde los transmisores ópticos y posteriormente son enviados a planta externa mediante nodos ópticos, amplificadores y Taps

Riojas, (2009) Mediante su investigación titulada "Análisis técnico y de mercado para una infraestructura de TDT propuesta para Lima Metropolitana bajo SBTVD", sirvió de guía esta tesis para optar el título de ingeniero electrónico, donde realiza un estudio de la televisión como está diseñada una televisión analógica y televisión digital y que

trae consigo muchas ventajas el transmitir televisión en formatos digitales, con esta implementación a formato digital se soluciona el problema de la saturación radioeléctrico que ocurría en señales analógicas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Definición de la televisión

La televisión es un medio de transmisión y también de recepción de imagen, audio y video en el que ha evolucionado con el tiempo, actualmente las transmisiones de televisión se dan en formatos digitales, se encuentran las tecnologías analógicas que fue con el que se inició el origen de la televisión.

2.2.2 Televisión analógica

Televisión analógica es la televisión cuya imagen depende de niveles de señal. En el proceso de una tv analógica los parámetros de video y audio están representados mediante magnitudes de señales eléctricas, en donde ocurre que el transporte de la señal analógica a los usuarios ocupa mucho ancho de banda para un solo canal.

Los cables operadores que brindan el servicio de televisión por cable analógica utilizan el estándar NTSC y luego son moduladas la señal en la portadora VHF o UHF, de acuerdo a los canales que les haya sido asignado por categoría de programación (Alvia, 2014,P.6).

2.2.2.1 Estándar analógico NTSC

NTSC National Television System Committee (*Comité Nacional de Sistema de Televisión*) es el sistema de televisión analógico que se ha empleado en América del Norte, América Central, la mayor parte de América del Sur entre otros. Un derivado del NTSC es el sistema PAL que se emplea en Europa y algunos países de Sudamérica. El NTSC es un estándar de televisión analógica a color en la etapa de transmisión y codificación. Es una extensión rectificadora del estándar de transmisión blanco y negro, que tiene como finalidad emitir 30 imágenes por segundo y fija la señal transmitida de video en forma de entrelazado y dividido en un margen de 60 Hz, es

decir, 30 cuadros por cada segundo. En el que cada cuadro este contenido por 525 líneas horizontales y permiten contener más de 16 millones de colores. Portilla , sin embargo, estas líneas no son continuas, sino que se toman

De manera que se entrelazan un campo se forma solamente por las líneas de número impar y mientras que el otro por las líneas de número par. (Portilla, 2011, P.1)

En siguiente figura 2 se representa el barrido entrelazado que se usa para formar una imagen.

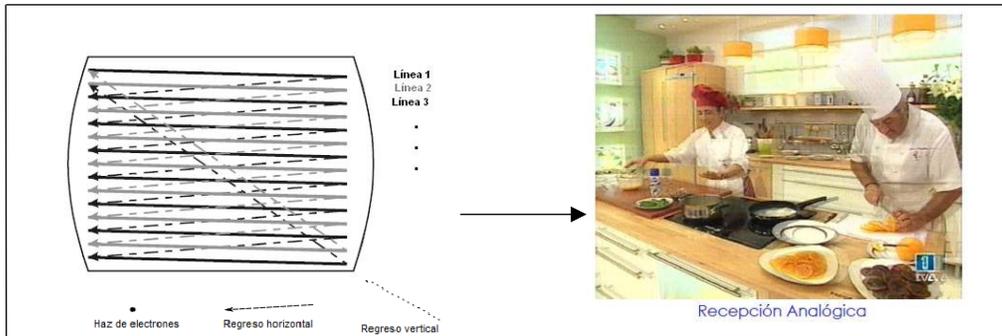


Figura 2: Barrido entrelazado para forma una imagen
Fuente: portilla (2011)

2.2.2.2 Estructura de la señal de video

En una señal analógica para transmitir señales en las frecuencias VHF o UHF se debe de asignar un numero de canal a cada una de las transmisora de televisión de cada país, posteriormente asignado un canal en una frecuencia se originaran 2 señales portadoras uno de video que se usa la modulación de amplitud y otra portadora de video usando la modulación de frecuencia separados en un margen de 6 MHz a 4.5 MHz de la portadora de audio, en la figura. 3 se puede observar el diagrama de recepción de televisión analógico. (Cabrera ,2016, P. 8)

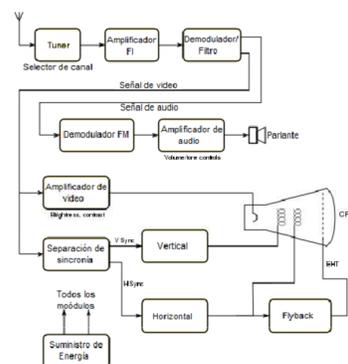


Figura 3: Diagrama de un receptor de televisión analógico
Fuente: (Alvia, 2014, P. 9)

2.2.2.3 Espectro de señal en televisión analógica

En una televisión analógica el ancho de banda estándar es de 6MHz, y para poder transmitir contenidos sobre una señal de televisión analógica se tendrá que tener canales de guarda en cada extremo para evitar la superposición u overlapping, es por ese motivo que se asigna a cada estación de televisión dejar un espacio libre entre dos canales, es decir:

En la figura 4 se observa la distribución de los canales 2 hasta el 13, donde el canal 2 y el 4 necesitan tener un margen de espacio para evitar la superposición y es por el cual el 3 es suprimido (Matamoros, 2009, P. 18).

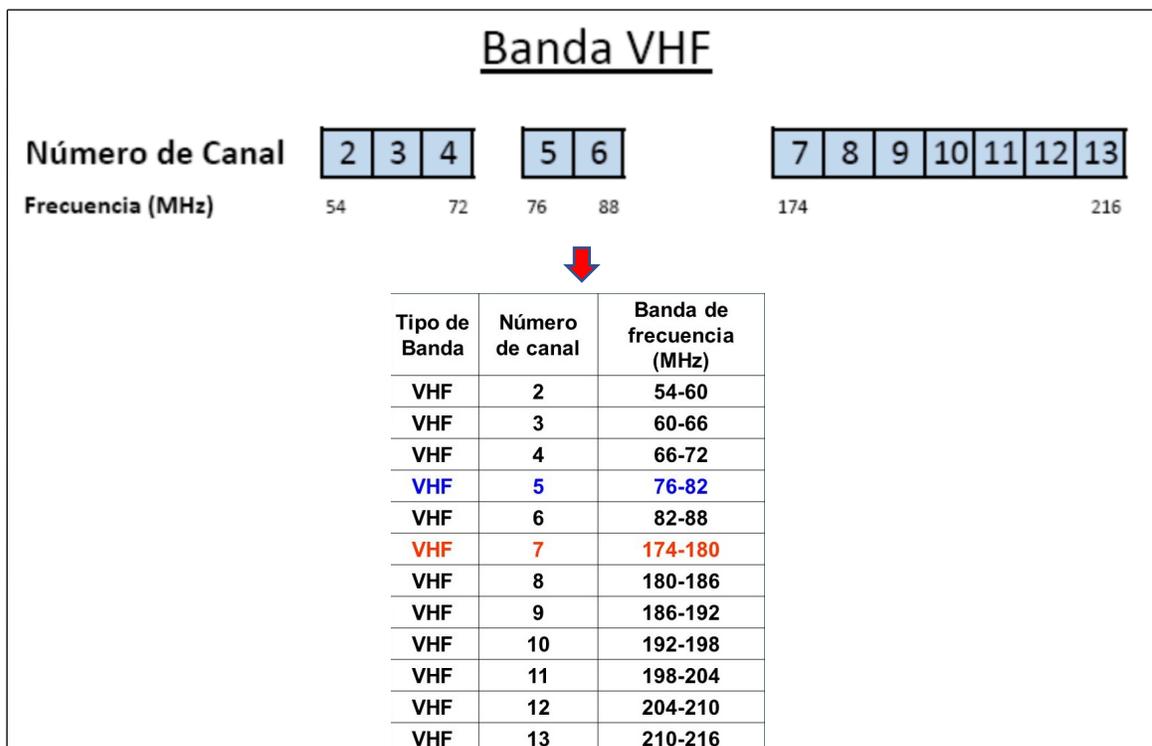


Figura 4: Distribución de canales en banda VHF
Fuente: matamoros pág. 19

En la gráfica 5 se puede observar que se encuentran el espectro de los componentes de audio y video de un canal de televisión y con un ancho de banda de 6MHz.

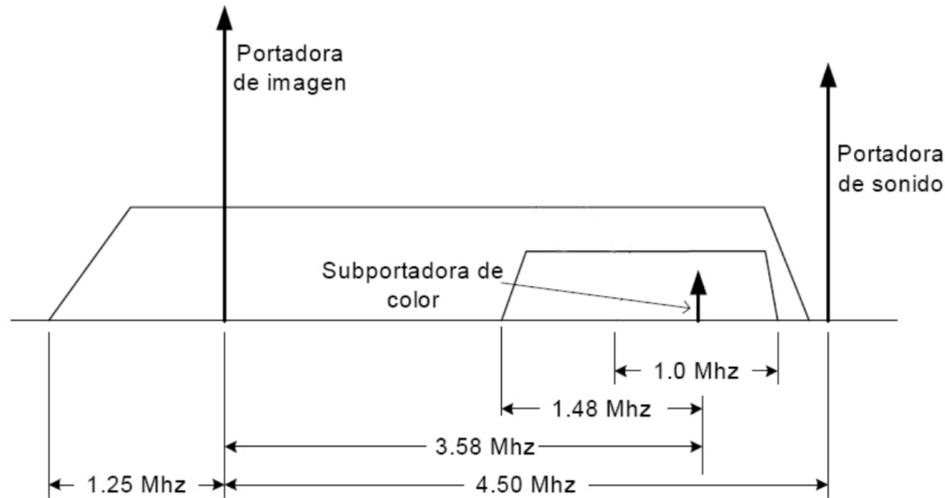


Figura 5: Espectro de señal de TV analógica
Fuente: matamoros pág.19

2.2.3 Televisión digital

La televisión digital se refiere al conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. A Diferencia con la televisión tradicional, que transmite los datos de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes. En las transmisiones de televisión digital, la imagen, el sonido y los contenidos se transforman en información digital.

También se da un gran cambio con la mejora en efectos de sonido y resolución de video, y, sobre todo te permite agregar varias soportadoras en un margen de ancho de 6MHZ.

En un canal de televisión digital transmitido por un cable operador digital, te proporciona la información adicional en tiempo real de la programación, fecha, hora, subtítulos en distintos idiomas, guía electrónica de programación (EPG) en tiempo real. El servicio principal que ofrece una televisión digital es el de poder configurar a su interés la programación, permitiendo clasificar los programas, ya sea para infantes y adolescentes manteniendo así la seguridad, de que sus hijos no estarán expuestos a programas no aptos para su edad. (Cabrera , 2016, P. 24)

2.2.4 Tipos de televisión digital

2.2.4.1 Televisión por cable

La TV es originario de los estados unidos de américa desde el año 1948, inicialmente tuvo una distribución de carácter local para los sectores donde no llegaba la televisión terrestre.

La televisión por cable transmite señales de televisión digitalizadas a través de cable de tipo coaxial o fibra óptica. Además de proporcionar video de mayor resolución en alta definición, los sistemas de televisión digital por cable ofrecen servicios tales como la programación de Pay per view. La gran mayoría de las señales de cable digitales están codificadas, lo que redujo la alta incidencia de robo de cable que se produjo en los sistemas analógicos (Cabrera , 2016, P.23).

- **Headend**

El head-end o cabecera de CATV, está equipado para brindar el servicio de difusión de televisión por cable.

Segun Días, (2015) afirma que en la cabecera presentan los siguientes etapas:

Se encuentran dividido por etapas:

- A. Recepción de antenas
- B. Equipos de recepción
- C. Etapa de multiplexación y codificación
- D. Etapa de modulación

2.2.4.1.1 Recepción de Antenas:

A. Recepción de canales satelitales.

En la etapa de recepción de los canales satelitales se implementan varias antenas parabólicas con las bandas C y Ku.

I. Antena con foco centrado (Primer-focus)

Su diferencia principal es que cuenta la ubicación del alimentador el cual se encuentra en el centro del foco de la parábola (ver figura 6). La energía que se refleja en el plato de la antena no toda llega al foco apenas el 60% se aprovecha, es decir que toda la

energía que recibe de la superficie en la antena es aprovechada y el resto que no llega al foco se pierde (Huidobro, 2013, P.9).



*Figura 6: Antena con foco centrado
Fuente: Elaboración propia*

II. Antena offset

La antena offset se encuentra formado por un sector que cuenta con un reflector de forma parabolóide y oval como se muestra en la figura 7, esta superficie en la antena ya no cuenta con la simetría redonda, sino es eclipse y oval. Una de las cualidades de esta antena es que el punto focal no se encuentra en el centro del plato, este se encuentra desplazado junto al lado del offset, por lo que esta ubicación es ventajosa ya que no se encontrará sombreado por el LNB (Low Noise Block) y así aprovechará un poco más de señal (Huidobro, 2013, P.11).



Figura 7: Antena Offset
Fuente: <https://www.zuriaga.com>

B. Recepción de canales terrestres.

En esta etapa se capta las señales de las antenas receptoras para cada canal terrestre con las bandas UHF o VHF, con la finalidad de captar señales nacional y local.

I. Antena Yagi-Uda

Estas antenas son del tipo directivas como se muestra en la figura 8, utilizan para recibir la señal de Televisión Nacional son antenas de recepción VHF (Very High Frequency) y UHF (Ultra High Frequency) (Huidobro, 2013, P.8).



Figura 8: Antena Yagi-Uda
Fuente: <https://www.zuriaga.com>

2.2.4.1.2 Equipos de recepción:

Receptores de Satelitales reciben las señales digitales en el estándar DVB-S2 del satélite, haciendo una medida continua del nivel recibido y de la relación señal/ruido

2.2.4.1.3 Etapa de multiplexación y codificación:

A. Multiplexación: Es la afluencia de datos con múltiples entradas y una sola salida de TS (flujo de transporte), y están provistos de entradas controlado y capaces de escoger únicamente una sola entrada de TS para posteriormente transmitir desde hacía una salida.

En dicha entrada se encuentran pequeños paquetes de información también llamados PES (Packetized Elementary Stream), para luego ser ingresados al multiplexor obteniéndose dos formatos que es el TS (Transport Stream) y el PS (Program Stream)

B. Codificadores o scramblers:

Son codificadores de flujo de transporte y son agregados en los canales por suscripción de pago, están encargados de habilitar o deshabilitar el paso de flujo de transporte transmitidos en los decodificadores (Set-top box), de esta manera se puede gestionar desde un servidor CAS los paquetes y contrato del abonado. La transmisión de los scrambler es modulada en RF y posteriormente pasa a la etapa de combinación, modulación y salida.

En (UIT-T, 2007, P.11) el ANEXO UIT-T J.83 hace mención el proceso multiplexación y codificación para el servicio de televisión, sonido y datos de distribución por cable, y es importante mencionar los dos procesos codificación de canal y aleatorización:

- **Codificación de canal**

Para conseguir el nivel de protección contra errores necesario para la transmisión por cable de datos digitales se utilizará una FEC basada en la codificación Reed-Solomon. La protección contra ráfagas de errores se conseguirá mediante intercalación.

Codificación Reed-Solomon

El tren de transporte MPEG-2(estándar especificado en el ANEXO 3) está codificado en Reed-Solomon (RS) utilizando un código (128, 122). Este código tiene la capacidad de corregir hasta $t = 3$ errores de símbolo por bloque RS. Se utiliza el mismo código RS para 64 QAM y 256 QAM.

- **Aleatorización**

El flujo de entrada del sistema se organizará en paquetes de longitud fija, después del multiplexor de transporte MPEG-2. La longitud total del paquete de multiplexión de transporte MPEG-2 es de 188 bytes, incluido un byte de palabra de sincronismo

C. Arquitectura del sistema

Se muestra las relaciones lógicas entre los componentes y las interfaces de componente que definen en el presente documento que se ilustran en la figura 9.

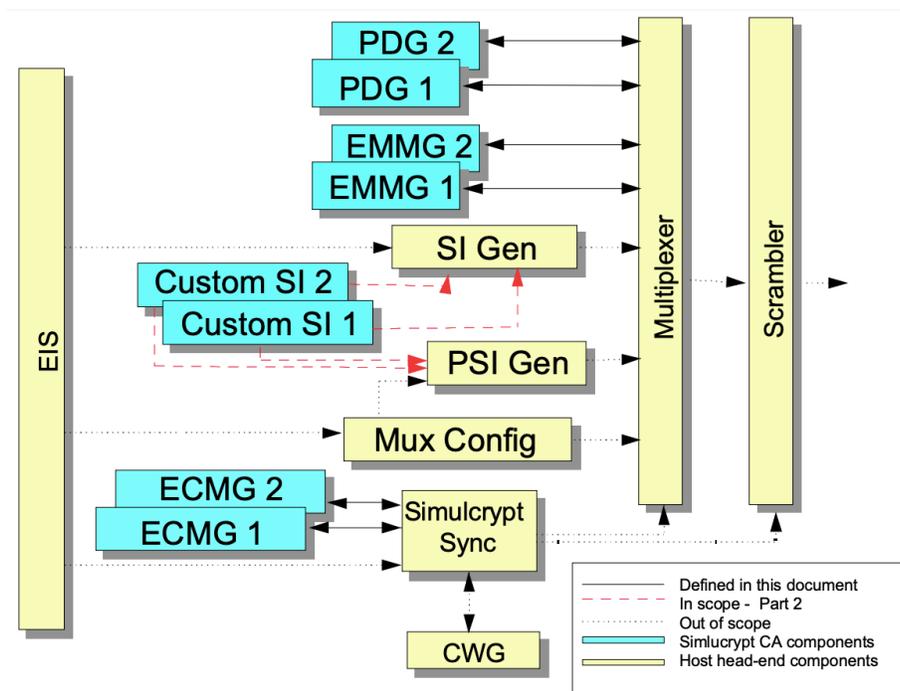


Figura 9: Arquitectura de sistema
Fuente: ETSI, T. 101 197 v1. 2.1, (2002-02)

2.2.2.4.4 Etapa de modulación y de salida:

Moduladores: en esta etapa se le asigna en una frecuencia por cada canal analógica en FM, AM o PSK, FSK, QPSK y QAM de acuerdo a la cabecera si es análogo o digital

Combinadores: Están conectados a la salida de los moduladores y scramblers, formando varias etapas. La salida final, en RF, se dirige hacia el amplificador.

Amplificador: Proporciona el nivel de señal necesario a la etapa de divisores (splitters) que alimentan a los transmisores ópticos, conectados a la red troncal.

La etapa de modulación estas representados en la siguiente figura 10.

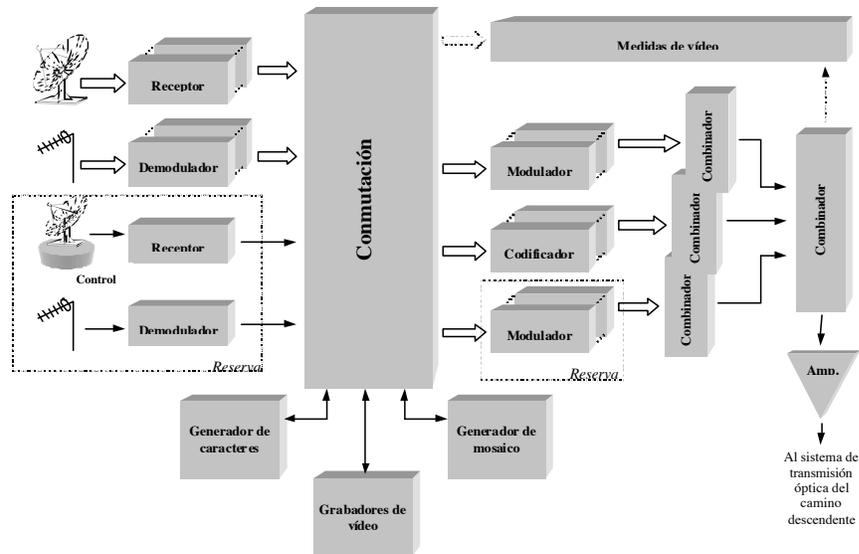


Figura 10: diagrama de bloques de un Headend
Fuente: Días, (2015)

2.2.4.2 Televisión mediante satélite

La transmisión de televisión por satélite consiste en retransmitir a partir de un satélite en comunicación con una señal de TV transmitida desde la tierra. De esta manera es posible la difusión de señal televisiva a grandes extensiones de terreno, independientemente de sus condiciones geográficas.

Recepción directa por el telespectador DTH (Direct To Home), consiste en recibir las señales recibidas de satélite, por otro lado, el satélite recibe la señal emitida a través de uno de sus transpondedores, sintonizado a la frecuencia utilizada por la emisora. En general, Luego de recibir las señales de televisión en, esto se retransmite de vuelta a la Tierra, pero en este caso utilizando otra frecuencia, típicamente en las bandas C o Ku. (Sánchez, 2015, P.27).

2.2.5 Estándares de televisión digital

La televisión digital es un conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, mediante señales digitales. A diferencia con la televisión tradicional, que transmite información de manera analógica.

Según (Vega, 2005, P.6) "manifiesta que se han creado cuatro estándares para la televisión digital así puede haber un orden para que cada país pueda elegir sus estándares dependiendo su conveniencia como se muestra en la figura 11:

- ✓ ATSC
- ✓ DVB
- ✓ ISDB
- ✓ DMTB

En la figura 12 se encuentran los países y el año que adoptaron los estándares de transmisión cada país de acuerdo a su conveniencia.

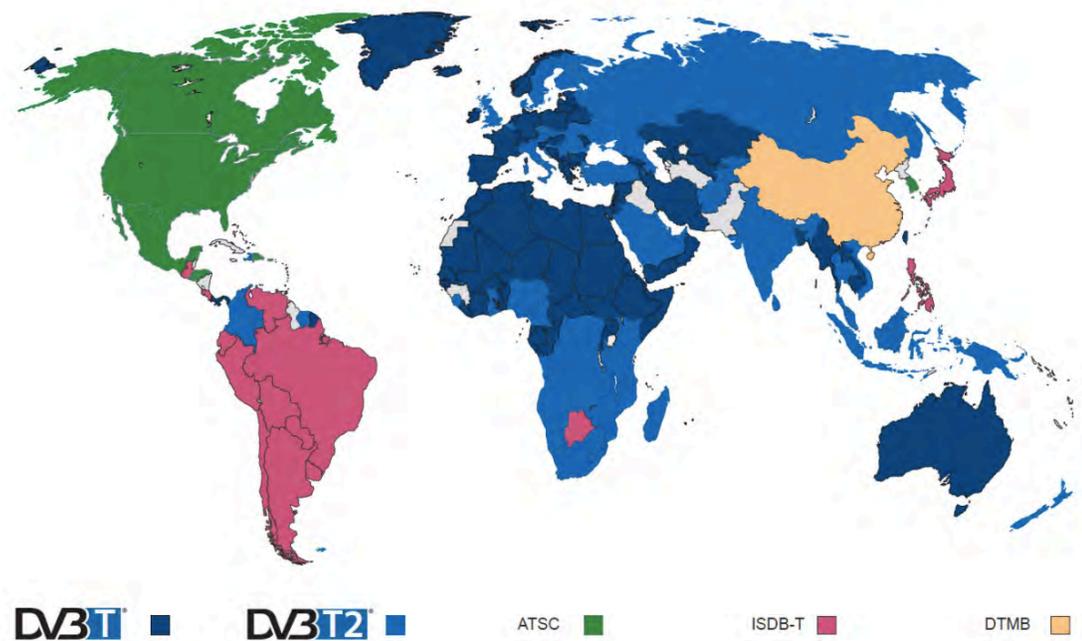


Figura 11: Estándar de Televisión Digital en todo el mundo
Fuente: ITU, (2015). Digital Video Broadcasting, www.itu.int

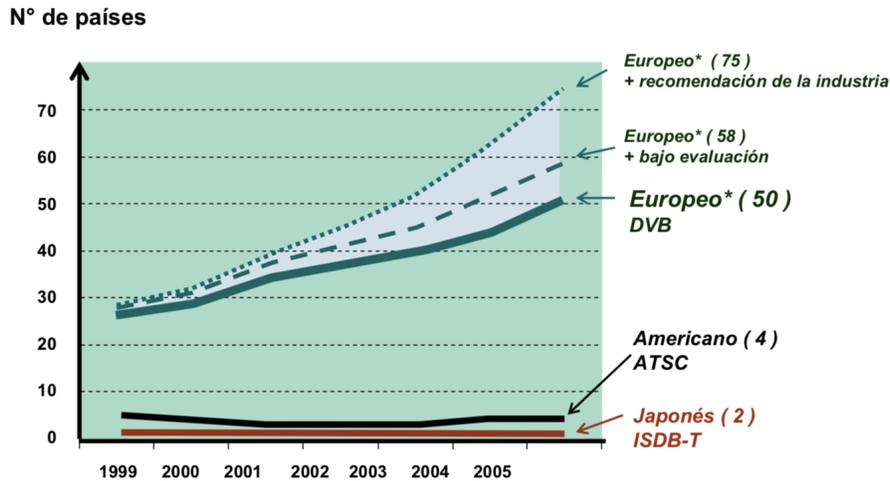


Figura 12: Adopción del estándar de TV Digital
Fuente: UIT-T, (2007)

2.2.5.1 ATSC

(Advanced Television Systems Committee) Fue el primer sistema de televisión digital y fue adoptado por la Comisión Federal de Comunicaciones (**FCC**) de los Estados Unidos en noviembre de 1995. A la fecha de escribir esto ha sido adoptado en los Estados Unidos, Canadá, México y Corea del Sur. (Vega C. P., 2005, P.12).

Ezpinoza, (2009) también hace mención al sistema ATSC, donde afirma que el sistema permite ver una imagen con alta resolución y es capaz de transmitir una calidad de imagen 6 veces mejor que la televisión analógica, el formato de transmisión de esta señal digital esta en alta definición (HD TV) y se utiliza 6 MHz a una velocidad de 19.39Mbps trabajando con 8 niveles de banda lateral vestigial, ilustrado en el diagrama en la figura 13.

- **Codificación y Compresión de (Audio, Video, Datos):** compresión de audio, video y flujo de datos digitales, el objetivo es reducir la cantidad de bits necesarios y para la compresión y codificación de flujo de video para el sistema ATSC se usará en estándar de compresión MPEG-2, y para comprimir audio digital se usará AC-3.

- **Multiplex de servicio y transporte:** Multiplex ha el flujo de paquetes de audio, video y datos para posteriormente componer un único flujo de transporte.

- **Transmisión RF:** En esta etapa se codifica el canal y realiza la modulación de flujo de transporte, el sistema de modulación puede ser en 64QAM o 256QAM, para televisión por cable.

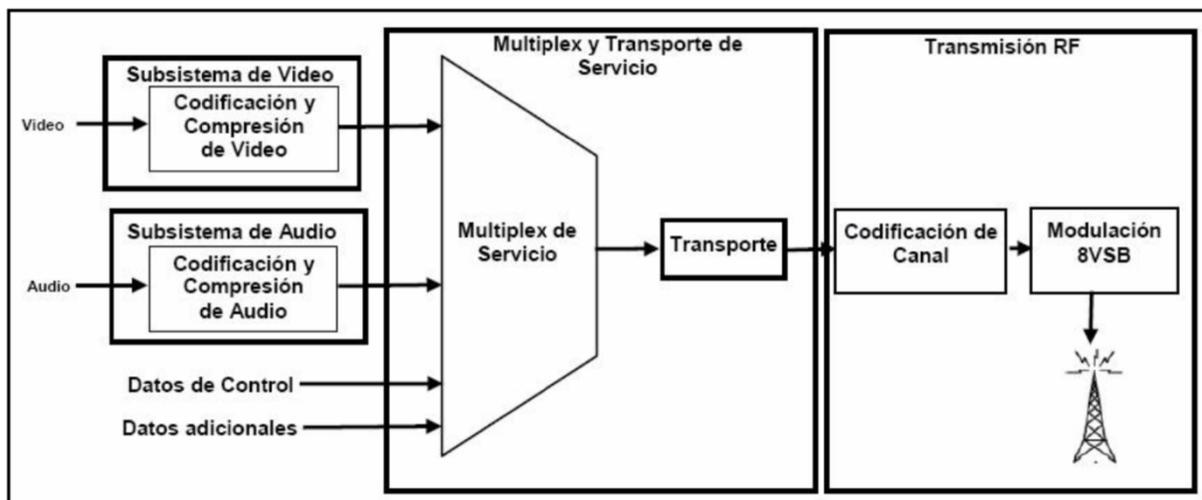


Figura 13: Diagrama general del sistema ATSC

Fuente: <https://es.slideshare.net/javierconj1/formatos-de-televisin-digital>

2.2.5.2 DVB

El Digital Video Broadcasting Project (DVB) es un consorcio liderado por la industria de locutores, fabricantes, operadores de red, desarrolladores de software, organismos reguladores, propietarios de contenido y otros comprometidos con el diseño de estándares globales para la prestación de servicios de televisión digital y datos. DVB fomenta soluciones impulsadas por el mercado que satisfacen las necesidades y las circunstancias económicas de las partes interesadas y los consumidores de la industria de transmisión. Los estándares DVB cubren todos los aspectos de la televisión digital desde la transmisión hasta la interfaz, el acceso condicional y la interactividad para video, audio y datos digitales ilustrado en la figura 14. El consorcio se unió en 1993 para proporcionar estandarización global, interoperabilidad y especificaciones a prueba de futuro. (ITU, 2015, P.24)

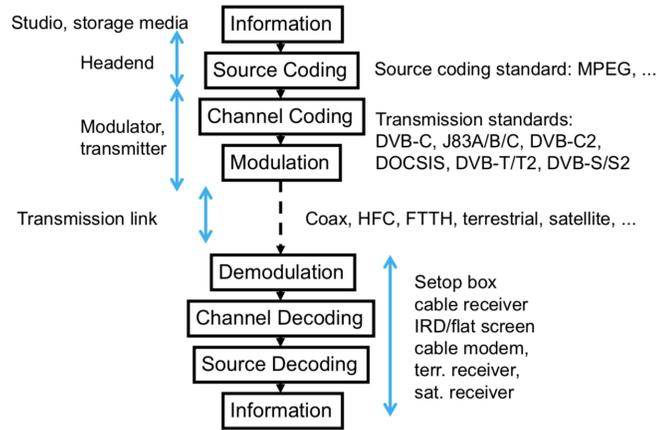


Figura 14: Transmisión de información digital
Fuente: ITU, (2015). Digital Video Broadcasting, www.itu.int

2.2.5.2.1 Versiones DVB

El estándar DVB (Transmisión de Video Digital) cuenta con varias versiones (ver figura 15) con distintas características de acuerdo a que transmisión va dirigido:

- **DVB-C:** Transmisión de Video Digital – Cable, se originó en el año 1994
- **DVB-S:** Transmisión de Video Digital – Satélite, se adoptó en el año 1995
- **DVB-T:** Transmisión de Video Digital – Terrestre, se adoptó en el año 1997
- **DVB-H:** Transmisión de Video Digital – para equipos móviles, se adoptó en el año 2003
- **DVB-C2:** Transmisión de Video Digital – Cable 2, es una versión mejorada al DVB-C, y se dio origen en el 2009
- **DVB-S2:** Transmisión de Video Digital – Satélite 2, es una versión mejorada al DVB-S, y se dio origen en el 2003
- **DVB-T2:** Transmisión de Video Digital – Terrestre 2, es una versión mejorada al DVB-T y se dio origen en el 2008



Figura 15 :El proyecto DVB
Fuente: ITU, (2015). Digital Video Broadcasting, www.itu.int

DVB-C: EN DVB-C (Transmisión de video digital por cable), la radiodifusión de video digital para aplicaciones de cable había sido especificada en aproximadamente 1994 en la norma ETS 300 429. Esta prestación estuvo disponible en las redes de cable, desde entonces, o poco después. Notaremos que el modulador DVB-C, y el flujo de transporte MPEG-2 tienen similar etapa de acondicionamiento con en el estándar de satélite DVB-S como se observa en la figura 16.

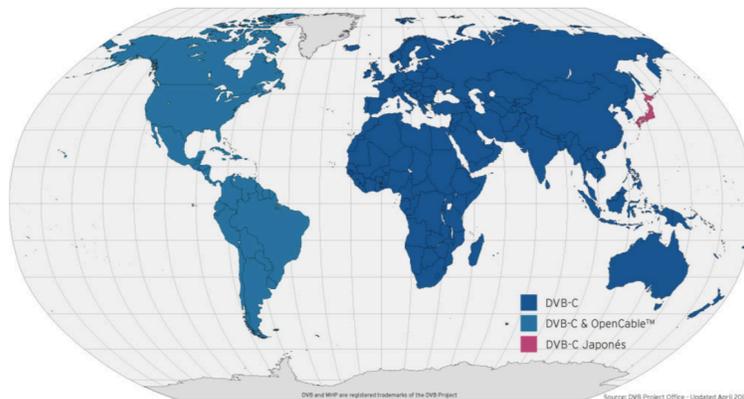
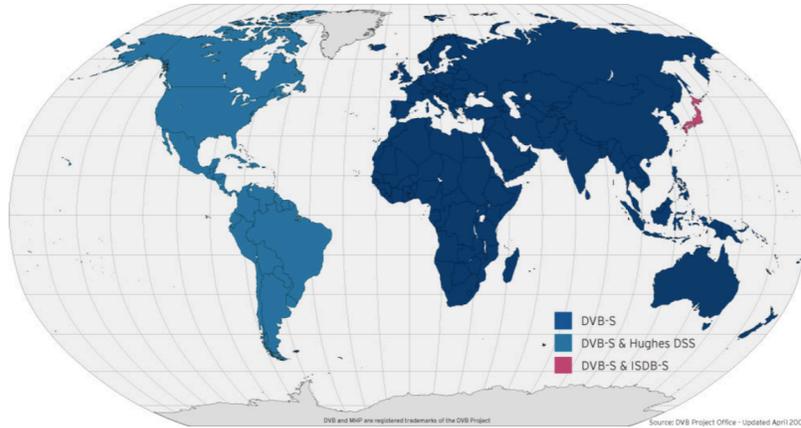


Figura 16: Televisión Digital para Cable Estándares Adoptados ITU, (2015). Digital Video Broadcasting, www.itu.int

DVB-T: En DVB-T (Transmisión de video digital - Terrestre), de acuerdo con el estándar de Digital Video Broadcasting, se estableció que el medio de modulación más apropiada para hacer frente a este problema se usaría COFDM (Coded Orthogonal Frequency División Multiplexing)

DVB-S: En DVB-S (Transmisión de video digital por satélite), es estándar que permite generara un incremento de capacidad de transmisión de datos y televisión digital a través de satélites haciendo el uso del formato MPEG-2.

Para transmisiones vía satélite se adopta la codificación de modulación por desplazamiento de fase QPSK (Modulación de desplazamiento de fase en cuadratura), en la figura 17 se puede observar la televisión Digital Satelital Estándares Adoptados.



*Figura 17: Televisión Digital Satelital Estándares Adoptados
Fuente: ITU, (2015). Digital Video Broadcasting, www.itu.int*

DVB-H: En DVB-H, es decir, en el estándar Radiodifusión de video digital para terminales móviles de mano. Actualmente aún no está decidido qué tipos de servicios ofrecerá a los teléfonos móviles en un futuro a través del servicio DVB-H. Podrían ser servicios puramente establecidos en IP o también podrían ser en video y audio sobre IP. Sin embargo, el DVB-H será un servicio establecido en UDP e IP y con conexión con MPEG.

2.2.5.3 ISDB

El estándar ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting), este estándar fue desarrollado en Japón y cuenta con algunas similitudes con respecto al estándar DVB (Digital Video Broadcasting). Cuenta también con varias versiones de acuerdo a la transmisión a la que está orientado, entre estas versiones se encuentra el ISDB-S (Integrated Services Digital Broadcasting-Satélite), ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestre) y ISDB-C (Integrated Services Digital Broadcasting-Cable). Las transmisiones que se realizaron para el ISDB se dieron en diciembre del año 2003 (Vega, 2005, P.10).

Según **Matamoros, (2009)** afirma que el estándar ISDB utiliza compresión de audio y video en MPEG-2 (**estándar especificado en el ANEXO 3**) y se modula en COFDM de forma segmentada. Con anchos de banda de 6, 7 y 8 MHz; y portadoras OFDM

con espacio de 4, 2 y 1 KHz. Además, puede trabajar en modo jerárquico como el DVB-T y con Redes de Frecuencia Única (SFN). La gran diferencia con otro estándar es la segmentación del ancho de banda. ISDB-T utiliza 13 segmentos ya sea para 6, 7 u 8 MHz. En nuestro caso, para un canal de 6MHz, los 5.6 MHz útiles de la banda son segmentados en 13 segmentos

429 KHz cada uno. Además, dentro de estos 13 segmentos se pueden crear grupos, máximo 3, diferenciándolos con distintos parámetros de transmisión, como 12 segmentos para transmitir un programa HDTV o varios programas SDTV y datos con modulación 64QAM y el diagrama de estándar de ISDB-T se encuentra ilustrado en la figura 18.

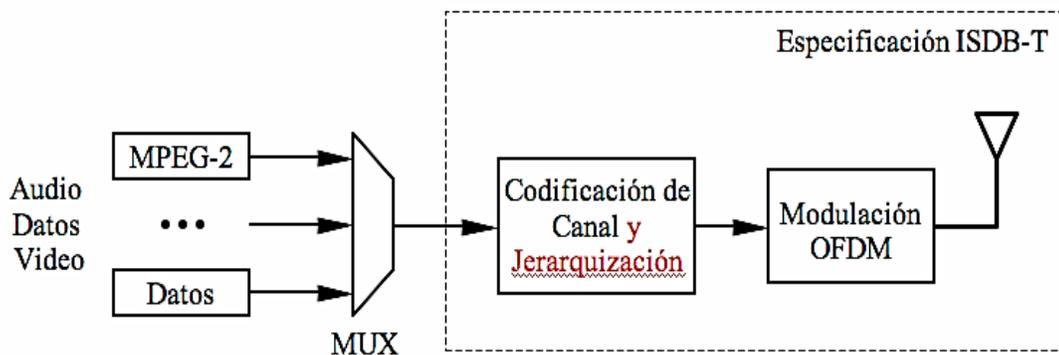


Figura 18: diagrama de estándar de transmisión ISDB-T
Fuente: Párraga, (2012 pág. 20)

2.2.5.4 DTMB

El estándar DTMB (Digital Terrestrial Television Multimedia Broadcasting), este estándar fue desarrollado en Republica P. de China, fue desarrollado en la Universidad de Jiaotong y aprobado en el año 2007.este estándar no cuenta con similitudes a los estándares realizados en otros países, el principal cambio que se diferencia sobre otros estándares es el de tipo de modulación.

2.2.6 OFDM

La modulación por división de frecuencia ortogonal, en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), o también llamado modulación por multitono discreto, en inglés Discrete Multitone Modulation (DMT), es una modulación que permite

2.2.7 MODULACION QAM

Hay dos tipos distintos de grupos reticulares en 256 QAM, que en adelante se denominarán grupo no sincronizado y grupo sincronizado. Cada grupo reticular genera 5 símbolos QAM en el modulador, el grupo no sincronizado contiene 38 bits de datos, mientras que el grupo sincronizado contiene 30 bits de datos y 8 bits de sincronismo (UIT-T, 2007, P.33).

El ancho de banda de canal de 6 MHz J83B son métodos de modulación utilizados son solamente 64QAM y 256QAM como se observa en la figura 20, su factor de roll-off de $r = 0,18$ (64QAM) y $r = 0.12$ (256QAM). La protección de errores (FEC) es mucho más elaborado que en J83A o C. Esto comienza con el enmarcado MPEG.

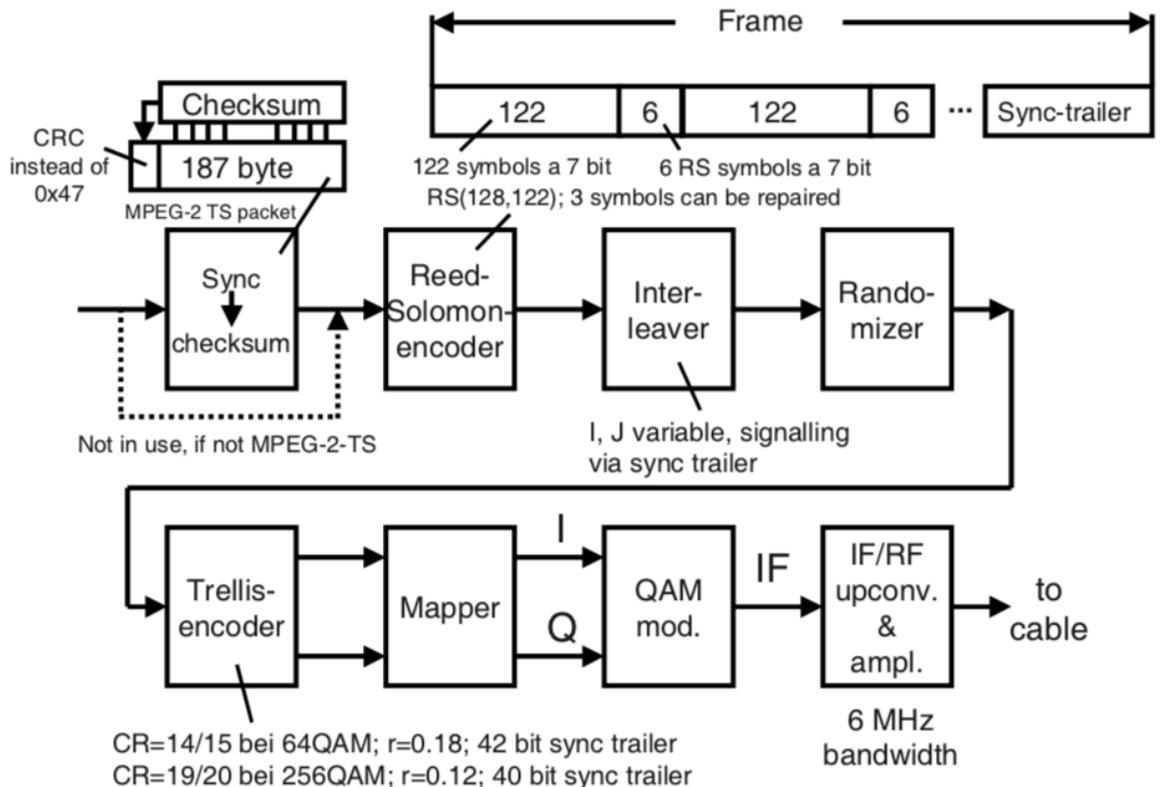


Figura 20: Método de modulación
Fuente: UIT-T, (2007)

2.2.7.1 Constelación QAM

El sistema se puede adaptar a un espaciamiento de canal de 6 MHz.

La modulación del sistema será modulación de amplitud en cuadratura (QAM) con 64 puntos (64 QAM) y 256 puntos (256 QAM) en el diagrama de constelación.

Los diagramas de constelación del sistema para 64 QAM y 256 QAM se observa en la Figura 21 (UIT-T, 2007, P.33).

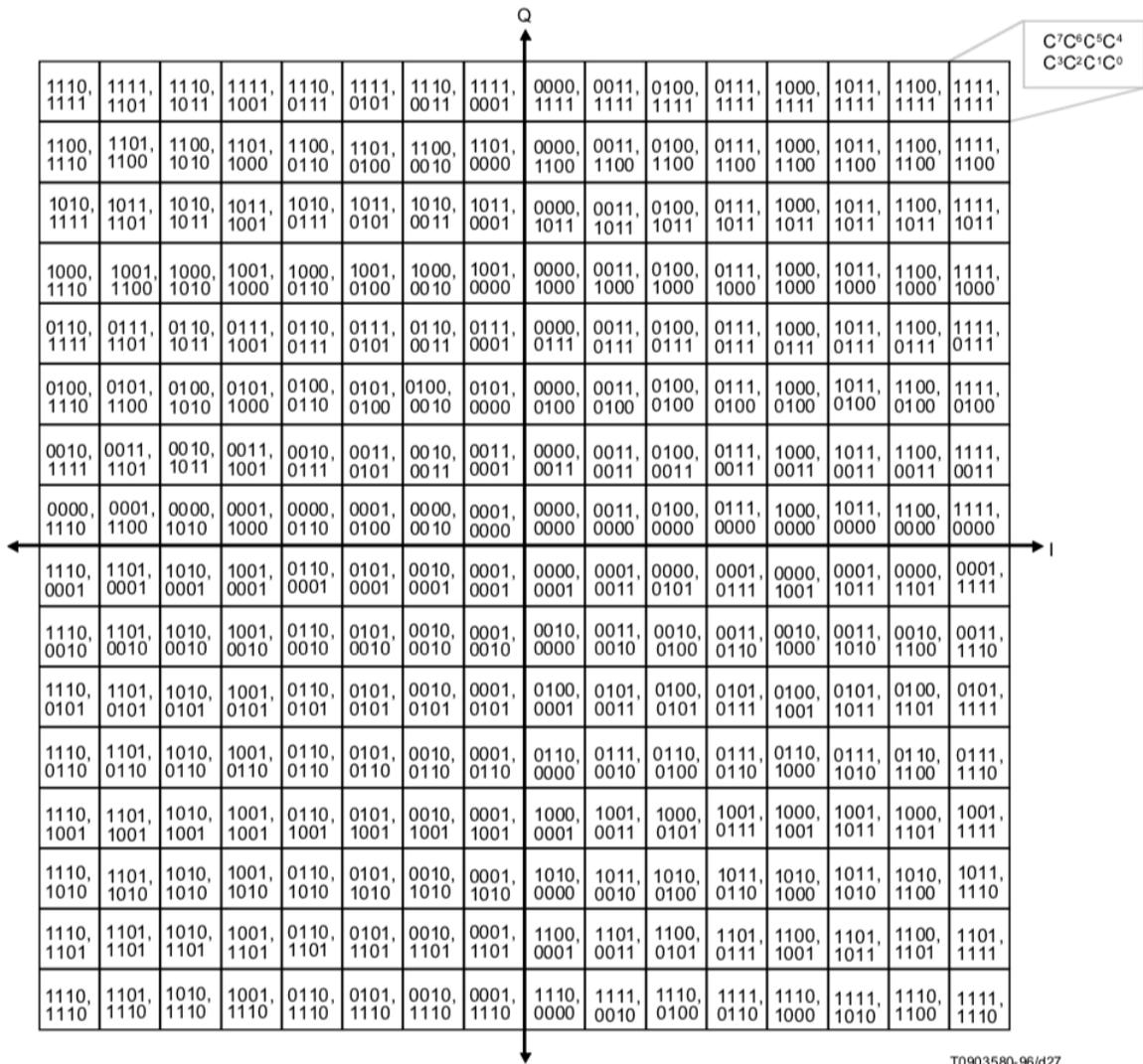


Figura 21: Diagrama de constelación para 256 QAM
Fuente: UIT-T, (2007)

Antes de la modulación, las señales I y Q se filtrarán con coseno elevado de raíz cuadrada. El factor de caída será de 0,15. En la tabla B.1 se dan ejemplos de transmisiones de cable transparente.

El filtro de coseno elevado de raíz cuadrada tendrá una función teórica definida por la siguiente ecuación (1)

$$\begin{aligned}
 H(f) &= 1 \text{ for } |f| < f_N(1-\alpha) \\
 H(f) &= \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2f_N} \left[\frac{f_N - |f|}{\alpha} \right] \right\}^{1/2} \text{ for } f_N(1-\alpha) \leq |f| \leq f_N(1+\alpha) \\
 H(f) &= 0 \text{ for } |f| > f_N(1+\alpha)
 \end{aligned}
 \dots \dots \dots (1)$$

Dónde la frecuencia de Nyquist debe cumplir (2):

$$FN = \frac{1}{2Ts} = \frac{RS}{2} \text{ Es la frecuencia de Nyquist y el factor de caída } \alpha = 0,15. \dots \dots \dots (2)$$

2.2.7.2 Modos de intercalación variable

Tabla 1 Modos de intercalación de variable 64 QAM y 256 QAM

	Nivel 1	Nivel 2
Formato QAM	64 QAM	64 ó 256 QAM
Intercalación	Intercalación fija I= 128 J= 1	Intercalación variable I = 128,64,32,16,8 J = 1,2,3,4,5,6,7,8,16

Fuente: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-J.83-200712-I!!PDF-S&type=items

2.2.7.3 Salida RF del modulador QAM

La señal RF con modulación QAM, $s(t)$, viene dada por ecuación (3)

$$s(t) = I(t) \times \cos(2\pi ft) + Q(t) \times \sen(2\pi ft) \dots \dots \dots (3)$$

Donde t indica el tiempo, f la frecuencia de portadora RF, $I(t)$ y $Q(t)$ son las componentes de cuadratura de banda de base filtradas utilizando el método de Root-Nyquist, respectivamente, de los símbolos de la constelación.

2.2.8 NORMA ITU-T J83 ANEXO A

2.2.8.1 Sistema digital multiprograma A

Este anexo es resultado de los trabajos realizados por el Proyecto de Radiodifusión de Video Digital (DVB, Digital Video Broadcasting Project), consorcio industrial compuesto por más de 260 radiodifusores, fabricantes, operadores de red, creadores de software y organismos de regulación y de otro tipo de más de 35 países de todo el mundo para elaborar normas mundiales sobre la entrega de la televisión digital y los servicios de datos. Este trabajo ha sido adoptado por el Comité Técnico Mixto (JTC) de la Unión Europea de Radiodifusión (UER), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI).

En este anexo se describe la estructura de trama, la codificación de canal y la modulación. El sistema se basa en MPEG-2 (*estándar especificado en el ANEXO 3*) en cuanto a la codificación de fuente y multiplexación de transporte con la adición de la adecuada corrección de errores en recepción (FEC) (*estándar especificado en el ANEXO 4*). Se basa en la modulación de amplitud en cuadratura (QAM). Permite constelaciones de 16, 32, 64, 128 o 256 QAM. (UIT-T, 2007, P.6).

2.2.9 NORMA ITU-T J83 ANEXO B

2.2.9.1 Sistema digital multiprograma B

Este anexo describe la estructura de trama, la codificación de canal y la modulación de canal para un sistema de distribución de televisión digital multiservicio que es específico para un canal de cable. La especificación abarca tanto los sistemas 64 QAM como los 256 QAM. La mayoría de las características de ambos esquemas de modulación es idéntica. Cuando existen diferencias, se tratan los detalles específicos de cada esquema de modulación.

La modulación es modulación de amplitud en cuadratura con una constelación de señales de 64 puntos (64 QAM) y con una constelación de señales de 256 puntos (256 QAM), seleccionable por el transmisor. La corrección de errores en recepción (FEC) se basa en un planteamiento de codificación concatenada que produce una elevada

ganancia de codificación con una complejidad y una tara moderadas (UIT-T, 2007, P.7).

2.2.10 NORMA ITU-T J83 ANEXO C

2.2.10.1 Sistema digital multiprograma C

Este anexo describe la estructura de trama, la codificación de canal y la modulación para la distribución de televisión digital multiprograma por cable.

El sistema emplea la multiplexión de transporte basada en MPEG-2 que asegura la interoperabilidad con otros medios, como la radiodifusión digital por satélite, las redes RDSI o los medios que utilizan paquetes. La estructura de trama y la codificación de canal son iguales a las del Anexo A. Los esquemas de modulación son 64 QAM y 256 QAM (*diagrama de bloques con codificador 256QAM anexo 5*), y la velocidad de símbolos QAM y el factor de caída se optimizan para un plan de canales de 6 MHz (UIT-T, 2007, P9).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Headend:** cabecera de televisión por cable es una instalación maestra para recibir señales de televisión para su procesamiento y distribución
- **BER:** Tasa de errores de bits (bit error ratio)
- **CATV:** Televisión por antena colectiva (community antenna televisión)
- **C/N:** Relación portadora/ruido (carrier to noise ratio)
- **FEC:** Corrección de errores en recepción (forward error correction)
- **HEX:** Hexadecimal
- **IRD:** Decodificador receptor integrado (integrated receiver decoder)
- **LSB:** Bit menos significativo (least significant bit)
- **MPEG:** Grupo de expertos en imágenes en movimiento (motion picture experts group)
- **MUX:** Múltiplex
- **QAM:** Modulación de amplitud en cuadratura (quadrature amplitude modulation)
- **RF:** Radiofrecuencia
- **SNR:** Relación señal/ruido (signal-to-noise ratio)
- **Sync:** Señal de sincronización (synchronizing signal)
- **TDM:** Múltiplex por división en el tiempo (time división multiplex)
- **TS:** Flujo de transporte (transport stream)

CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO

Con el desarrollo de este proyecto se busca satisfacer y mejorar la productividad y un mayor control en el headend(cabecera) de la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C, esto implica resolver diferentes inconvenientes en la cabecera analógica como se muestra en la figura 22, lo cual se tendrá que diseñar una cabecera con plataforma digital con el estándar de transmisión DVB-C(Digital Video Broadcating), este estándar está diseñado para un sistema de Cable basado en el estándar europeo “ETS 300 429” y certificado por la ETSI(Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones) ya bajo la colaboración de la ITU (Unión internacional de Telecomunicaciones).

Esta propuesta presenta aprovechar el ancho de banda de 6MHz de tal forma que permite agregar varias sub portadoras en una sola frecuencia usados en la banda VHF o UHF, en contraste de una señal analógica que solo te permite transmitir un solo canal.

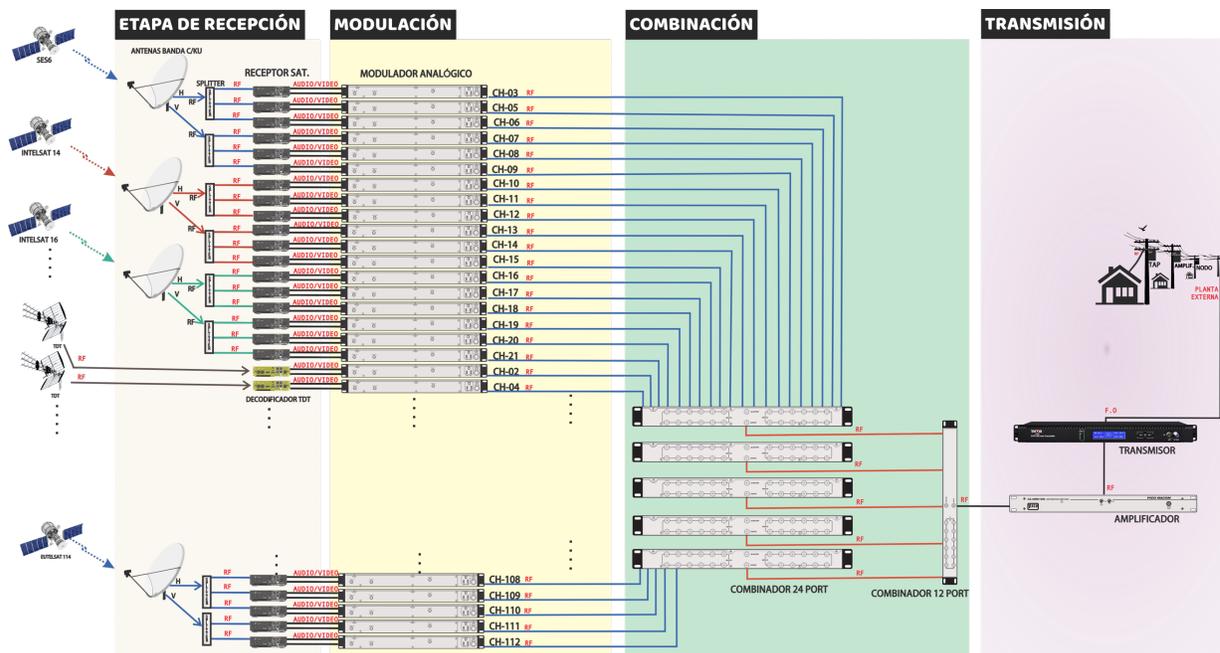


Figura 22: Diseño de cabecera analógica
Fuente: Elaboración propia

3.1.1 DISEÑO DE UNA CABECERA DIGITAL

Para la propuesta del diseño de una cabecera digital se llevará a cabo por etapas como se muestra en el diagrama de la fig. 23. La integración de compresión de video permite integrar 8 decodificadores satelitales con salidas A/V o HDMI que serán ingresados en un Encoder con 8 puertos de ingreso en A/V o HDMI para proceder a encapsular cada señales ingresada y convertirlos a protocolos de IP, con una única salida TS/IP que será ingresado al Switch Streaming mediante redes virtuales y transferido al Equipo Teleste que hará la función de Multiplexación de los tráfico ingresados como también la función de modulación en 256QAM. Con salida de 10 puertos RF que será ingresado con cables coaxiales al combinador de 12 puertos y una única salida, para luego ser enviado a un amplificador, Y transmisor hacia planta externa

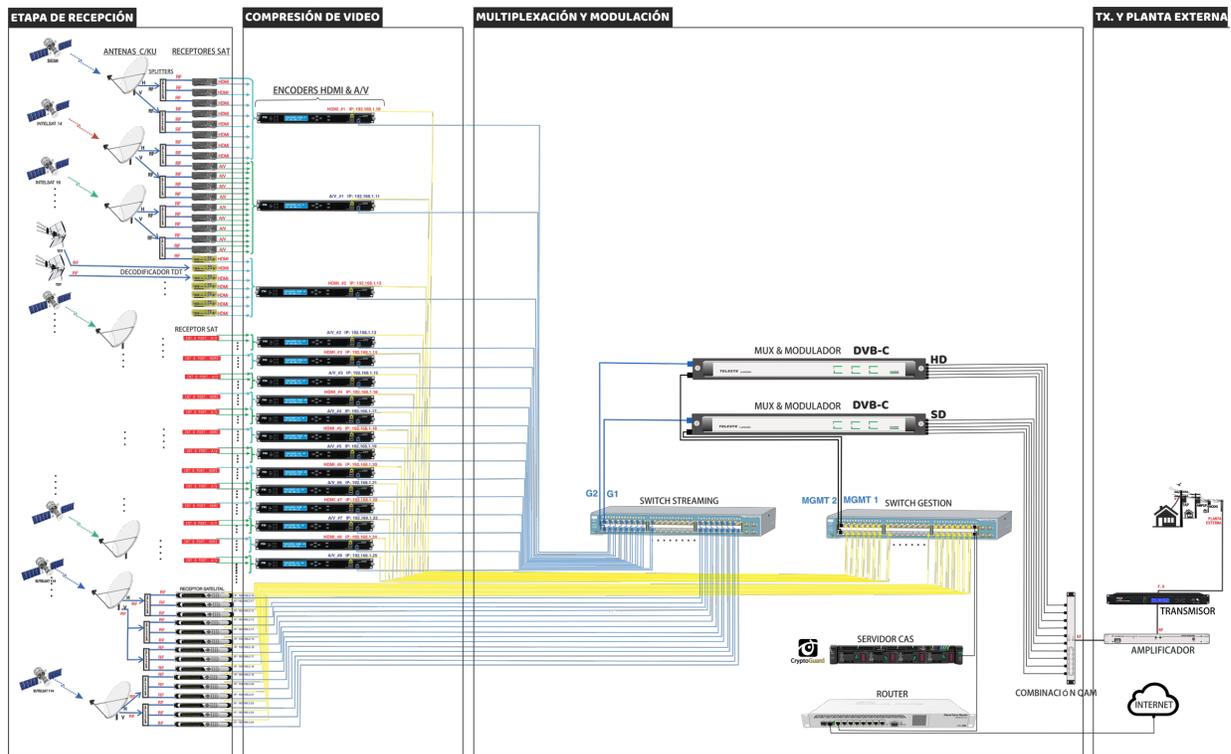


Figura 23: Diseño de cabecera digital
Fuente: elaboración propia

3.2 ETAPA DE RECEPCIÓN DE SEÑALES E INSTALACION DE EQUIPOS

En esta etapa se da el inicio de una cabecera ilustrado en la figura 24, que comprende en la recepción de las señales mediante antenas parabólicas, antenas receptoras de TDT (Televisión Digital Terrestre), receptores satelitales, decodificadores TDT. Posteriormente se explicará la función de cada equipo que es usado en esta etapa y sus configuraciones.

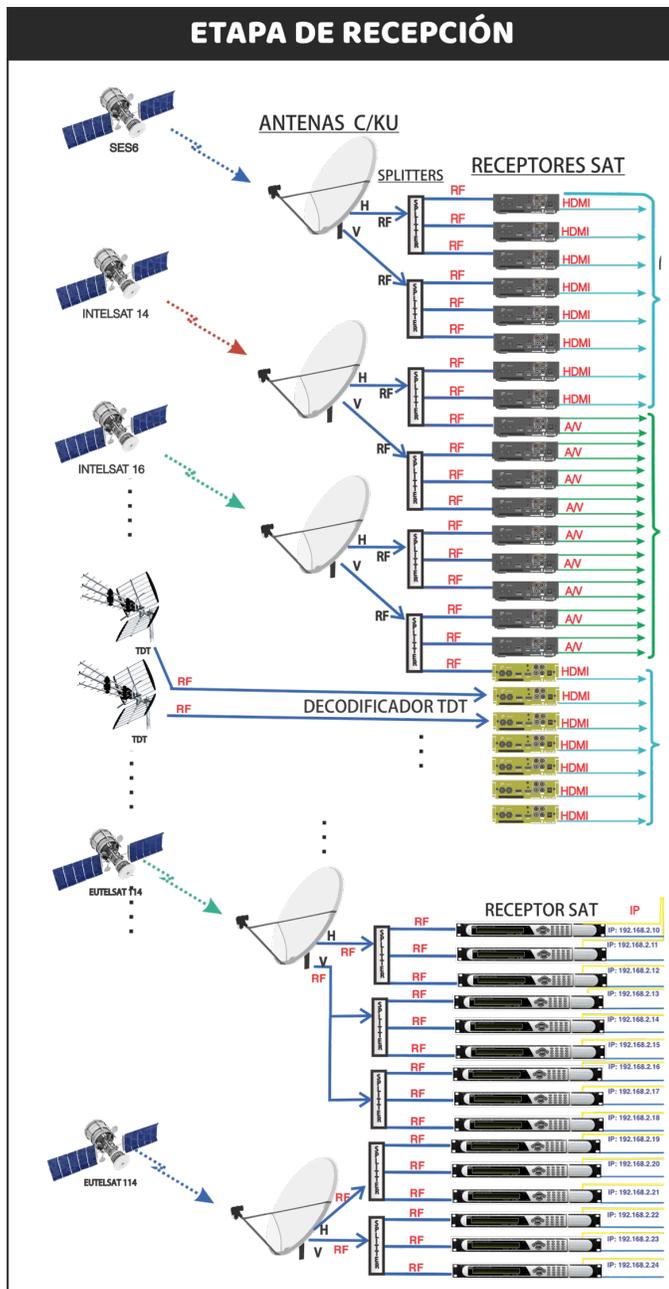


Figura 24: Diseño etapa de recepción
Fuente: elaboración propia

3.2.1 ANTENAS

3.2.1.1 calibración de antena con foco centrado

Para recepcionar una lista de canales de un satélite ya sea banda C o KU se debe realizar la calibración de una antena, y nos apoyaremos de un software libre del sitio web www.dishpointer.com como se indica en la figura 25, posteriormente se agregará la dirección donde se encuentra ubicado la cabecera de la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C y se seleccionará el satélite en este caso es el SES 6. De este modo se obtendrá la siguiente información:

El usuario o ubicación

- A. Latitud: -12.1976°
- B. Longitud: -76.9585°
- C. Satelite: 40.5W SES-6
- D. Elevación: 45.84°
- E. Azimut(true): 74.0°
- F. Azimut (magn.) 75.6°

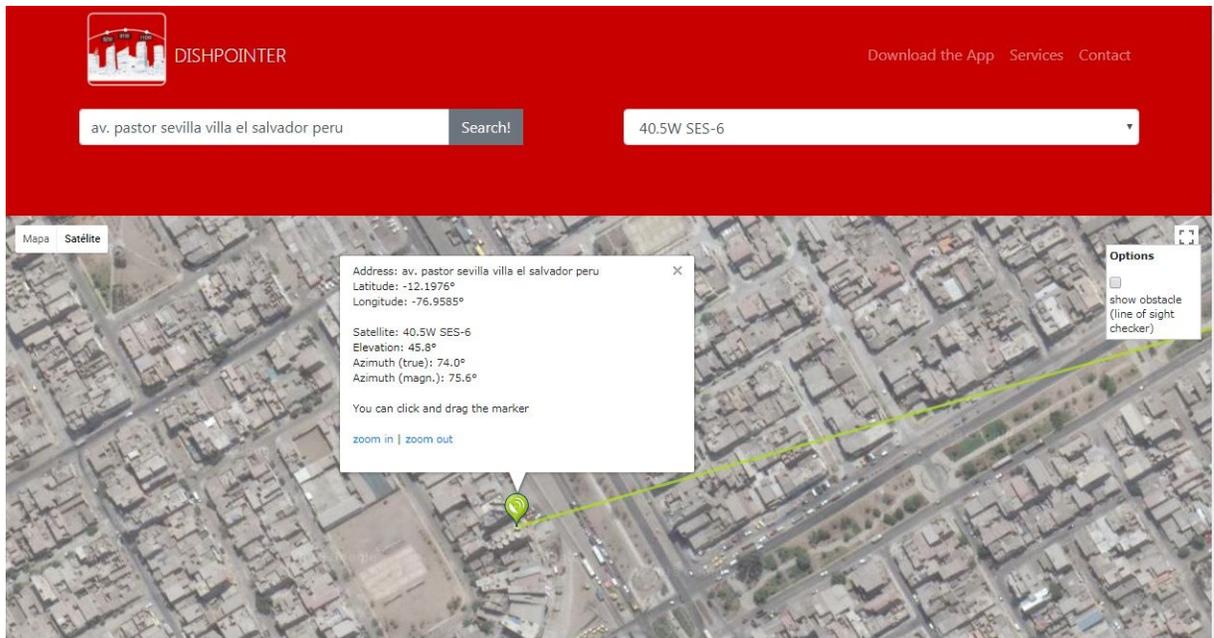


Figura 25: Calibración de antena con foco centrado

Fuente: www.dishpointer.com

La ubicación del LNB (Low Noise Block) el cual se encuentra en el centro del foco de la parábola, y debe de apuntar hacia el satélite que se desea captar la señal en este caso estará dirigido al satélite SES 6 para poder captar las señales electromagnéticas que se refleja en el plato de la antena y refractado hacia el LNB, donde cuenta con dos polaridades Vertical y Horizontal como se indica en la figura 26.

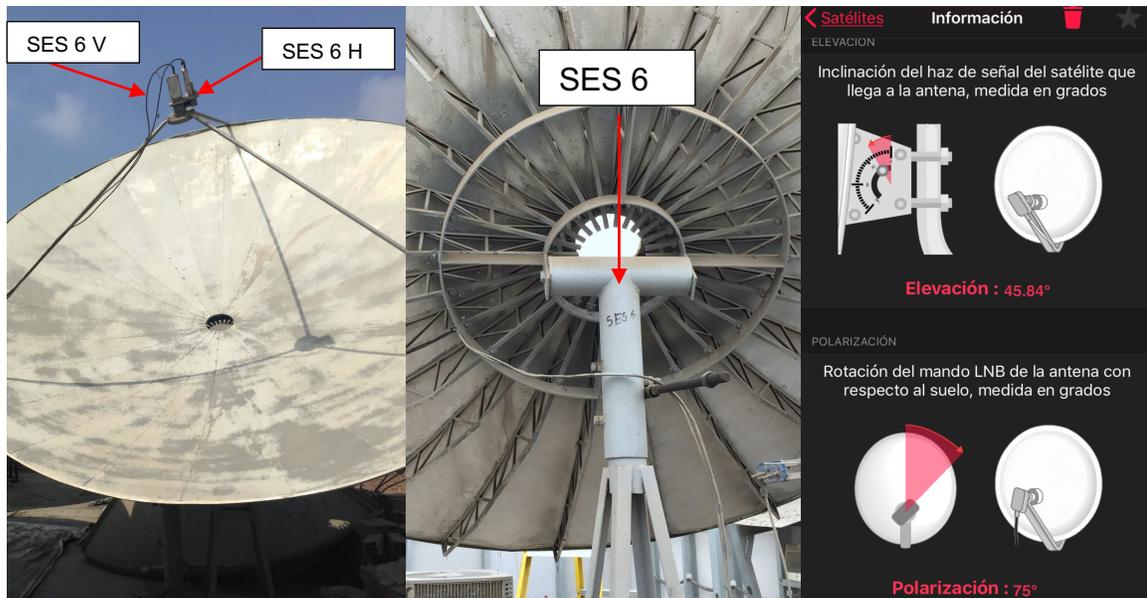


Figura 26: Antena receptora del satélite SES 6 con ángulo elevación y azimut
Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 Antena offset y función de antenas yagi

- **antena offset:** La calibración de la antena offset se hará del mismo modo que se hizo para la antena de foco centrado, dependiendo a que satélite va dirigido. Este tipo de antena tienen mejores cualidades que el punto focal, por lo que esta ubicación del el LNB (Low Noise Block) es ventajoso ya que no cuenta con el sombreado y de esa manera aprovechara un poco más de señal electromagnéticas.
- **Antenas yagi:** estas antenas son usadas para recepcionar señales de Televisión Digital Terrestre (TDT), canales locales y nacionales. Usando decodificadores TDT como se indica en la figura 27 lado derecho.

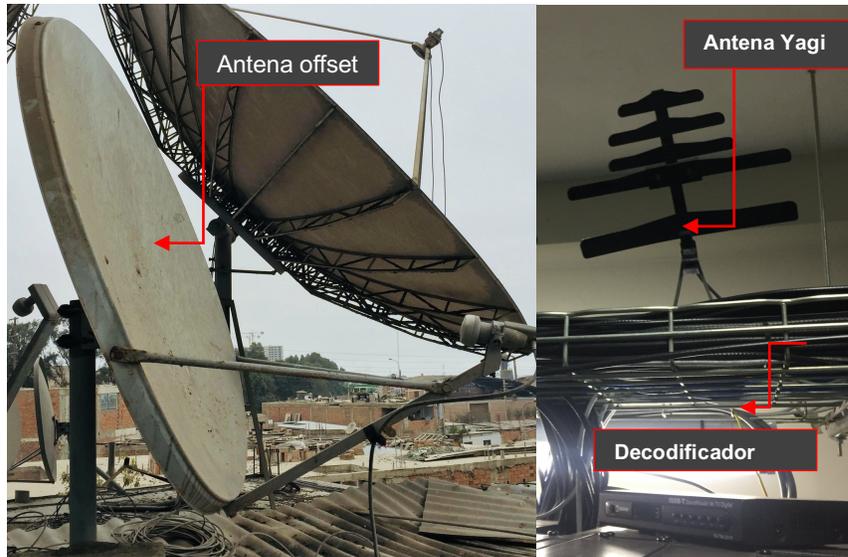


Figura 27: izquierda antena offset y derecha antena receptor de TDT
Fuente: Elaboración propia

3.2.2 SPLITTER Y CABLE COAXIAL

3.2.2.1 CABLE COAXIAL

El tipo de cable coaxial (ver figura 28) será el de 500 Ohm es una opción recomendada para conectar receptores con modulaciones AM, FM o TV, de acuerdo a sus especificaciones son ideales para la cabecera en la etapa de recepción por lo que cuenta con baja pérdida y bajo en capacitancia

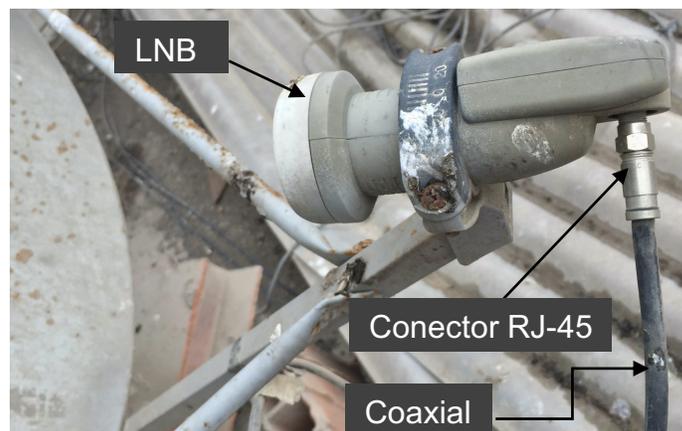


Figura 28: LNB y Cable coaxial 500 Ohm
Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Splitter

Los splitter que se usaran para dividir las señales entrantes de las antenas con foco centrado y offset deben de ser de altas frecuencias que permite un margen de 900 a 2150MHz. Cada splitter tiene una señal de entrada proveniente de las antenas, según el canal que se quiera receptionar se tendrá que elegir si es polaridad Horizontal o Vertical como se muestra en la figura 39.

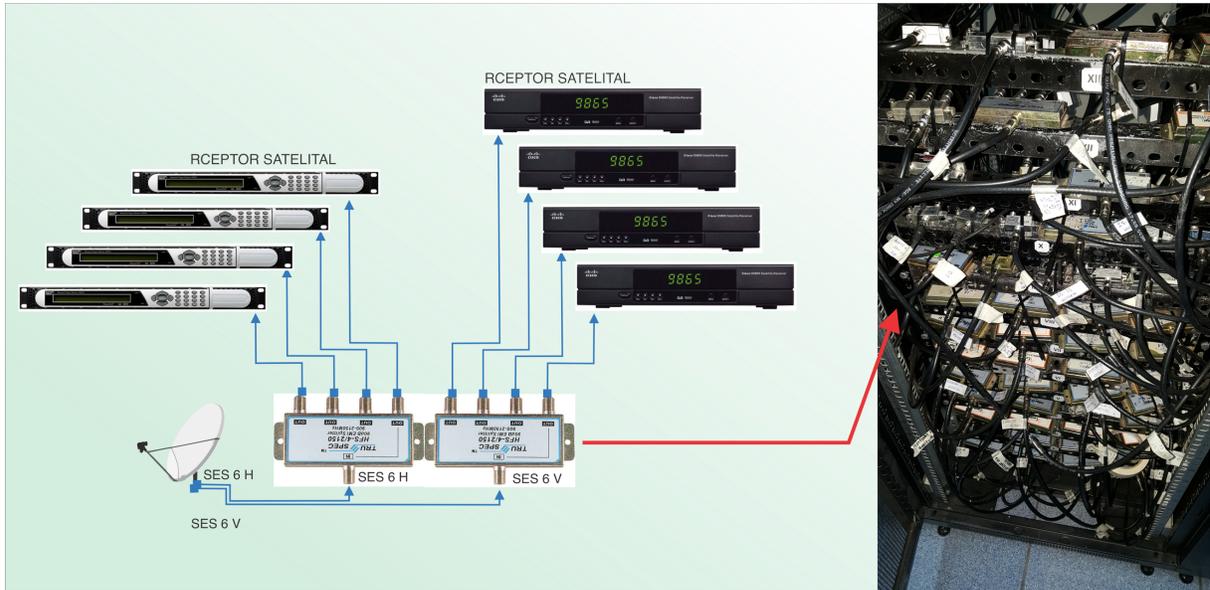


Figura 29: distribución de las los splitter por cada antena
Fuente: elaboración propia

3.2.4 Receptores satelitales

Para obtener las señales que transmiten los proveedores de contenido con los estándares DVB-S y DVB-S2, se necesitara de decodificadores de des-criptación, en la actualidad los proveedores de contenido envían señales en dos modos MCPC (Canal Múltiple por Operador) y en SCPC (Canal Único por Operador). Por otro lado, para receptionar contenido local de proveedores Nacionales se necesitará de Decodificadores de Televisión Terrestre (TDT)

3.2.4.1 MCPC (Canal Múltiple por Operador)

El modelo del Decodificador a usar será un Cisco D9824 (Especificado en el ANEXO 1) con el estándar de recepción DVB-S y DVB-S2. Para tener acceso a los canales múltiples por portadora se tendrá que hacer un pago por suscripción.

3.2.4.1.1 Configuración del Decodificador CISCO D29824

1. Para acceder al equipo cisco d9824 como se muestra en la figura 30, se hará mediante el puerto Ethernet MGMT (Management), conectado a una computadora con la IP del decodificador ubicado en la parte posterior del equipo especificado en la figura 31.



Figura 30: CISCO D9824 frontal
Fuente: <https://www.sateng.com/downloads/d9824rev3.pdf>

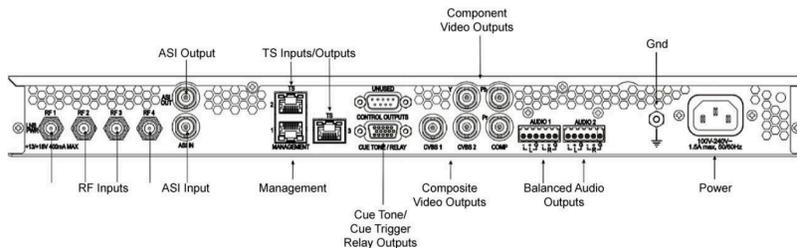


Figura 31: CISCO D9824 puertos de entrada, posterior
Fuente: <https://www.sateng.com/downloads/d9824rev3.pdf>

2. Después de haber conectado el decodificador cisco a una computadora se agrega la IP por defecto en un navegador web Chrome, Safari, Mozilla. Posteriormente se ingresara al interfaz web como se muestra en la figura 32, en el interfaz web del decodificar cisco D9824, ahí se agregara el parche de seguridad para acceder a los servicios de televisión por suscripción y después se le asignara una IP multicast para transferir el TS (Flujo de transporte) hacia el switch STREAMING y luego pasara al etapa de Multiplexación y modulación.

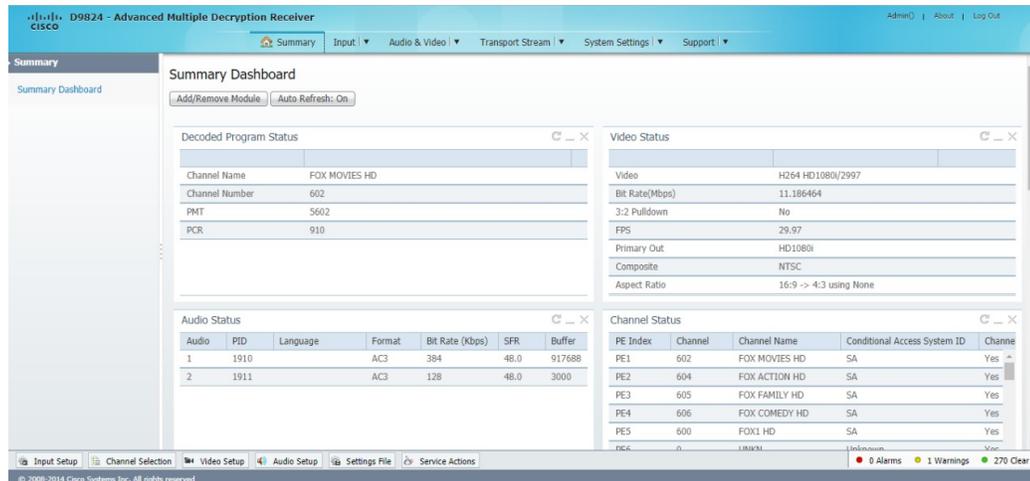


Figura 32: interfaz web CISCO D9824 tablero de resumen
Fuente: elaboración propia

1. Como se observa en la figura 33 se accedió a los canales múltiples por portadora para después ser transferido al switch Streaming.



Figura 33: Canales múltiples por portadora Cisco D9824
Fuente: elaboración propia

2. En la figura 34 se observa la implementación de equipos con MCPC (Canal Múltiple por Operador)



Figura 34: Implementación de decodificadores Cisco MPCM (Canal Múltiple por Operador)
Fuente: elaboración propia

3.2.4.2 SCPC (Canal Único por Operador)

El modelo del Decodificador en figura 35, a usar será un Cisco D9865 y el estándar de Recepción con soporte al estándar DVB-S y DVB-S2. Para tener acceso a los Canal Único por Operador por portadora se tendrá que hacer un pago por suscripción.



Figura 35: Decodificador Cisco D9865
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.2.1 Configuración del equipo

La configuración del Cisco D9865 es de forma manual ya que no cuenta con un puerto MGMT (Management)

Pasó 1: ingresar la opción menú en la figura 36



Figura 36: Configuración decodificador Cisco D986
Fuente: elaboración propia

Paso 2: entrar Setup Menu en la figura 37



Figura 37: Configuración decodificador Cisco D986
Fuente: elaboración propia

Paso 3: entrar en Tuning/Preset y se selecciona el tipo de modulación DVB-S o DVB-S2. Después de ingresar los parámetros correctamente asignados por el proveedor el decodificador tendrá una Señal por portadora para luego ser transferido mediante salida de HDMI a un Encoder PBI DXP-800EC la etapa de compresión como se observa en la figura 38.



Figura 38: Configuración decodificador Cisco D986

Fuente: elaboración propia

3.2.4.3 Decodificadores de Televisión digital Terrestre (TDT)

El Decodificador TDT (figura 39), recibe los canales terrestres transmitidos por proveedores de televisión abierta usando el estándar ISDB-T. La recepción de señales será solo canales locales y nacionales usando una antena yagi y como puerto de salida A/V (Audio y Video) y HDMI, respectivamente cada salida será transferida por cable RCA al Encoder PBI con entradas A/V y con Cable HDMI será transferido al Encoder PBI con entradas HDMI



Figura 39: Decodificador TDT
Fuente: elaboración propia

3.2.5 LISTA DE CANALES Y PARAMETROS DE RECEPCIÓN

Para recibir los canales libres o de pago por suscripción enviados por los operadores de televisión se necesitan ingresar los siguientes parámetros al decodificador satelital como por ejemplo se indica de la siguiente manera, presentados en la tabla 2:

- A. **SEÑAL:** Es el canal de televisión que se quiere la recepción
- B. **GRUPO:** Es a la empresa que pertenece y transmite programación de televisión
- C. **SATELITE:** Es el medio donde será transmitido el canal de televisión y recibido con un receptor satelital
- D. **POLARIDAD:** Es la posición de C(vertical) y H(horizontal)
- E. **FRECUENCIA:** es información donde se encuentra la Frecuencia que se transmite en el canal de televisión
- F. **S.R:** es la relación señal ruido
- G. **FEC:** Corrección de errores de recepción
- H. **CHANNEL VIRTUAL:** Es el canal que se envía mediante los satélites

- I. **MODULACIÓN:** Es el tipo de modulación en él se transmite para el saco de satélites es el estándar DVB-S o DVB-S2

TABLA 2 LISTA DE CANALES Y PARAMETROS DE SEÑALES DVB-S/ DVB-S2

CH	SEÑAL	GRUPO	SATELITE	POLAR.	FRECUENCIA	S.R.	FEC	CH VIRTUAL	MODUL.
02	LATINA		SET TOP BOX	C-H	4142	5000		100	DVB-S2
03	BH TV		LOCAL					2	
04	AMERICA TELEVISION		HD TERR.					22	
05	PANAMERICAN A TV		SET TOP BOX	C-H	4044	3330		130	DVB-S
06	TELENOVELAS	TELEVISA	INTELSAT 11	C-H	1208	7.32	3/4	1	DVB-S
07	TV PERU		INTELSAT 14	C-H	4110	4444	3/4	45	
08	ATV		HD TERR.					12	
09	ATV +		INTELSAT 34	C-H	3772	13333		218	DVB-S2
10	LA TELE		HD TERR.					71	
11	VIVA TV		AEREO					49	
12	NEXT TV		HD TERR.					49	
13	EXITOSA		HD TERR.					402	
14	ATV SUR		INTELSAT 34	C-H	3794	1600	2/3	98	DVB-S2
15	LAS ESTRELLAS	TELEVISA	SET TOP BOX	C-H	1249	29.27		210	DVBS
16	AZCORAZON		SET TOP BOX	C-H	3952	15145		200	DVBS
17	TELEMUNDO		INTELSAT 11	C-H	1249	29.27		15	DVB-S2
18	AZMUNDO		SET TOP BOX	C-H	3952	15145		410	DVBS
19	TELEFE		INTELSAT 34	C-H	3.715	8.89		20	
20	VE PLUS		SES 6	C-V	4176	5.416	5/6	5	DVB-S2
21	PASIONES		INTELSAT 34	C-H	3872.6	9.333	2/3		
22	KANAL D		SES 6	C-H	4119	2960		60	DVBS
23	SMPTV		HD TERR.					39	
24	WILLAX		SET TOP BOX	C-H	3742	5000	5/6	170	
25	AZCLIC		SET TOP BOX	C-H	3952	15145	3/4	430	DVBS
26	E! ENTERTAINMENT TV		INTELSAT 21	C-V	1110	30		2260	DVB-S2
27	FOX LIFE	FOX	SES 6	C-V	3728	19.3	7/8	31	DVBS
28	MAS CHIC		SES 6	C-H	3763	30		17	DVB-S2
29	GOURMET		SES 6	C-H	3.763	30		3	DVB-S2
30	COSMOS		EUTELSAT 117	KU-H	12017	1480		173	DVBS
31	SUNCHANNEL		SES 6	C-H	3858	4800		3	DVB-S2
32	UNICABLE	TELEVISA	INTELSAT 11	C-H	1249			14	DVB-S2
33	AXN		INTELSAT 21	C-V	1110	30		2240	DVB-S2
34	SONY		INTELSAT 21	C-V	1110	30		2250	DVB-S2
35	WARNER CHANNEL		INTELSAT 21	C-V	1110	30		2230	DVB-S2
36	FOX CHANNEL	FOX	SES 6	C-H	3.803	30		603	DVB-S2
37	FX	FOX	INTELSAT 21	C-V	3911	1570	5/6	261	DVB-S2
38	LIFE TIME		INTELSAT 11	C-H	1063	22		1560	DVB-S2
39	ID		INTELSAT 11	C-H	3.9935	21.09		60	DVBS
40	SYFY		INTELSAT 21	C-H	4129	14.4	5/6	190	DVB-S
41	NATGEO KIDS	FOX	SES 6	C-V	3.734	10.4	7/8	40	DVB-S2
42	CUBAVISION							114	
43	ANTENA 3		INTELSAT 21	C-H	3720	27000		16	DVB-S2

44	SEÑAL COLOMBIA		SES 6	C-V	4025	12832		16	
45	TLC		INTELSAT 21	C-H	4.12	30		97	DVB-S2
46	DISCOVERY TURBO		INTELSAT 21	C-H	4.12	30	3/4	17	DVB-S2
47	DISCOVERY CHANNEL		INTELSAT 11	C-H	39935	21090	3/4	10	DVBS
48	NATIONAL GEOGRAPHIC	FOX	SES 6	C-H	3.803	30	7/8	601	DVB-S2
49	DISCOVERY H&H		INTELSAT 11	C-H	3966	21090	3/4		DVBS
50	HISTORY 2		INTELSAT 11	C-H	1063	22		1570	DVB-S2
51	HISTORY CHANNEL		INTELSAT 21	C-V	1110	30		2220	DVB-S2
52	A&E ANDES		INTELSAT 21	C-V	1110	30		2210	DVB-S2
53	NATGEO WILLD	FOX	INTELSAT 21	C-V	3.72	30		500	DVB-S2
54	DISC. SCIENCE DISC.		INTELSAT 21	C-H	4.12	30		46	DVB-S2
55	CIVILITATION		INTELSAT 21	C-H	4.12	30		26	DVB-S2
56	SUNDANCE CHANNEL		SES 6	C-H	3763	30		9	DVB-S2
57	PARAMOUNT CHANNEL		INTELSAT 21	C-V	4.08	27.69		224	DVB-S
58	AZ CINEMA		SET TOP BOX	C-H	3952	15145		330	DVB-S2
59	X TIME		EUTELSAT 117	C-V	3812	37330		4	DVB-S2
60	CINE CLICK		EUTELSAT 117	C-V	3812	37330		3	DVB-S2
61	CINEMAX		INTELSAT 21	C-H	1017	30000		140	DVB-S2
62	STUDIO UNIVERSAL		INTELSAT 21	C-H	4129	14.4	7/8	196	DVBS
63	UNIVERSAL		INTELSAT 21	C-H	4129	14.4	5/6	198	DVB-S
64	GOLDEN PLUS	TELEVISA	SET TOP BOX	C-H	1241	29.27		300	DVBS
65	GOLDEN EDGE	TELEVISA	EUTELSAT 117	C-H	1210	29.27		3	DVBS
66	AMC		SES 6	C-H	3763	30	5/6	16	DVB-S2
67	CINEMA +		SES 6	C-H	3690	5180	3/4	1	DVBS
68	CINE LATINO		INTELSAT 21	C-H	3720	27000	3/4	9	DVB-S2
69	MULTIPREMIER		INTELSAT 21	C-H	3720	27000	3/4	15	DVB-S2
70	De PELICULA	TELEVISA	SET TOP BOX	C-H	1249	29.27		960	DVBS
71	FXM	FOX	INTELSAT 34	C-V	3852.5	17.5	5/6	4	DVB-S2
72	CINECANAL	FOX	INTELSAT 34	C-V	3852.5	17.5	3/4	3	DVB-S2
73	DHE		INTELSAT 11	C-V	3781	30	5/6	226	DVB-S2
74	MI CINEMA		HISPASAT	KU-H	12090	30000	C	67	DVBS
75	FOX SPORT	FOX	INTELSAT 34	C-V	4.135	30	5/6	8	DVB-S2
76	FOX SPORTS 2	FOX	INTELSAT 34	C-V	4.135	30	5/6	10	DVB-S2
77	ESPN		INTELSAT 11	C-V	1342	15	5/6	920	DVB-S2
78	ESPN2		SES 6	C-V	1379.5	17.5	3/4	820	DVB-S2
79	ESPN 3		SES 6	C-V	1374.5	17.5	5/6	840	DVB-S2
80	FOX SPORTS3	FOX	INTELSAT 21	C-H	4000	28.12	5/6	9	DVB-S2
81	TIIM	TELEVISA	EUTELSAT 117	C-H	1210			13	DVBS
82	ANIMAL PLANET		INTELSAT 11	C-H	39935	21090	3/4		DVBS
83	DISCOVERY KIDS		INTELSAT 11	C-H	39935	21090	3/4		DVBS
84	DISNEY CHANNEL		SES 6	C-V	3.843	30	8/9	123	DVB-S2
85	DISNEY XD		SES 6	C-V	3.855	1000	5/6	107	DVB-S2
86	DISNEY JUNIOR		SES 6	C-V	3.843	30	8/9	124	DVB-S2
87	NICKELODEON		INTELSAT 21	C-V	4080	27690	5/6	165	DVBS
88	NICK JR		INTELSAT 21	C-V	4080	27690	5/6	251	DVBS
89	NICKTOONS		INTELSAT 21	C-V	4.08	27690	3/4	255	DVBS
90	FUN BOX		TELSTAR 12	KU-H	11857	45000	1/4	2500	DVB-S2
91	BH TV music		LOCAL						

92	MTV		INTELSAT 21	C - V	4080	27.69	5/6	115	DVBS
93	TELEHIT URBANO	TELEVISIA	INTELSAT 11	C - H	1241		7/8	5	DVBS
94	TIIN		SES 6	C - V	4024	12832	5/6	6	DVB-S2
95	RADIO RPP		INTELSAT 34	C - H	4151	2500		3	DVBS
96	RADIO CAPITAL		INTELSAT 34	C - H	4151	2500		43	DVBS
97	RADIO OXIGENO		INTELSAT 34	C - H	41521	2500		15	DVBS
98	MAGAZINE		INTELSAT 11	C - V	4052	23.78		3	DVB-S2
99	VENUS		INTELSAT 11	C - V	4.079	4.4	3/4	4	DVBS
100	TELEHIT	TELEVISIA	INTELSAT 11	C - H	1249	29.27		440	DVBS
101	EL TRECE		INTELSAT 11	C - V	4052	23.78		3	DVB-S2
102	RT RUSIA		INTELSAT 21	C - V	3840	27690		61	
103	TODO NOTICIAS		INTELSAT 11	C - V	4052	23.78			DVB-S2
104	SEÑAL COLOMBIA		EUTELSAT 113	C - H	4140	30000		1	
105	IPTV		HD TERR.					4	
106	TV CHILE	FOX	INTELSAT 21	C - H	3978	4500		2	DVB-S2
107	TVE		HISPASAT	KU - V	12052	27500	3/4	TVEA1	
108	ARIRANG		INTELSAT 21	C - H	3880	27690	7/8	103	DVBS
109	MI MUSICA		HISPASAT	KU - H	12090	30000			
110	JN19		INTELSAT 34	C - H	3792	2500	7/8	590	DVB-S2
111	BETHEL		INTELSAT 21	C - H	3963	5000	3/4	103	DVBS- s2
112	ENLACE		INTELSAT 21	C - V	3924	6620	3/4	19	DVBS

3.3 ETAPA DE COMPRESIÓN DE VIDEO

En esta etapa se usan 16 encoder (ver figura 40), con entradas de formato H.264 y MPEG-2, para luego ser Re multiplexor TS (flujo de transporte) y encapsulados en protocolo IP multicast con salida a través del puerto TS/IP en el panel frontal con puerto RJ-45. Cuenta también con un puerto MGMT (managment) para tener acceso de administración a los encoder.

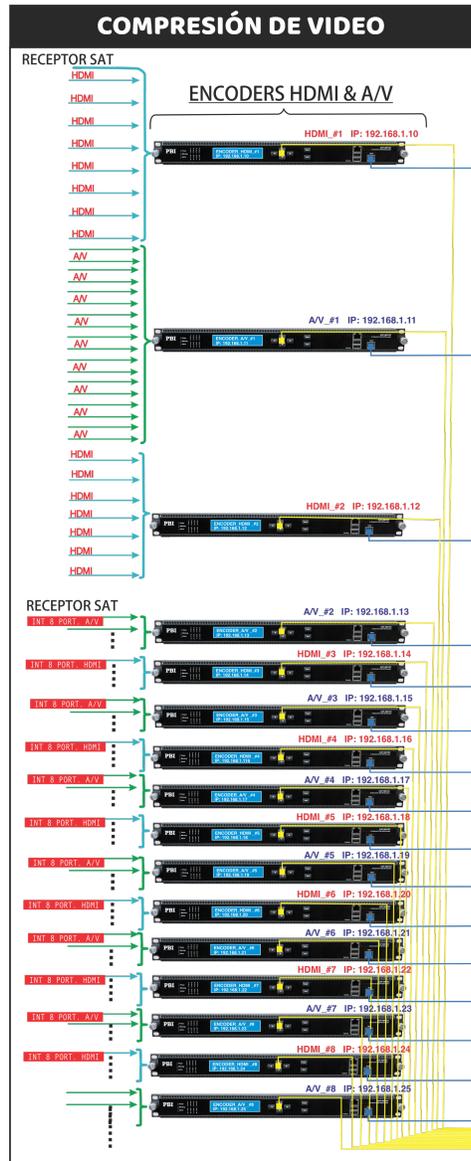


Figura 40: Etapa de compresión de video en el headend digital
Fuente: elaboración propia

3.3.1 ENCODER CON PUERTO DE ENTRADA A/V (Audio y Video) Y HDMI

Para la etapa de compresión se hará el uso de 16 Encoder de la marca PBI y modelo DXP-800EC como se muestra en la figura 42, donde 8 son con puertos de entrada A/V y los 8 restantes con puerto de entrada HDMI cada enconder tiene un puerto Ethernet con salida de TS (flujo de transporte) que será dirigido al switch streaming

3.3.1.1 Especificaciones técnicas

DXP-8000EC / 8100EC (referido en el anexo 2) consiste en dos de 4 vías (en total 8) H.264 / MPEG-2 módulos del codificador, TS Re multiplexor, Todos los codificadores son en tiempo real. Cada codificador acepta un programa estéreo a través de su CVBS (Señal de Video Compuesto) de entrada HDMI (HD o SD) de entrada ilustrado en la figura 41, o bien, estos programas codificados son multiplexados en un flujo de transporte (TS). Esta corriente TS también está disponible a través del puerto TS / IP en el panel frontal con puerto RJ-45.

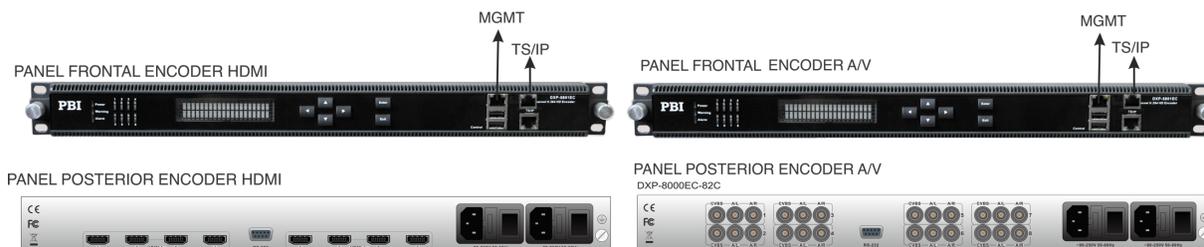


Figura 41: Encoder HDMI izquierda y Encoder HDMI derecha
Fuente: elaboración propia

3.3.1.1.1 Diagrama de bloques del encoder

En la figura 42, el encoder permite el ingreso de 8 puertos de A/V para ser convertidos y encapsulados en protocolos IP multiplexados con dos salidas TS/IP1 y TS/IP2

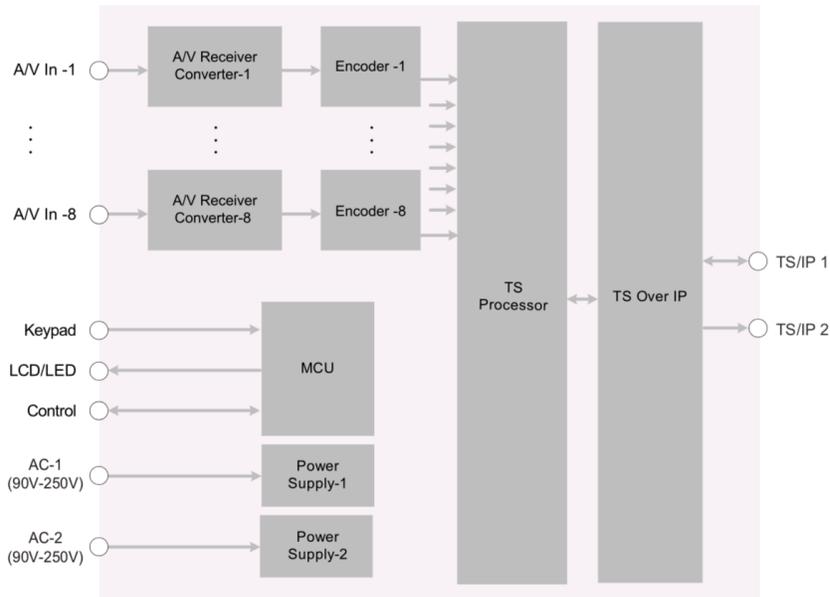


Figura 42: Diagrama de bloques encoder DXP-8000EC
Fuente: <http://antenna.nnov.ru/pbi/new/DXP-8000EC.pdf>

3.3.1.1.2 Configuración del equipo

1. para acceder el encoder PBI es mediante el puerto Ethernet MGMT (management), y conexión a una Computadora asignándole la IP por defecto del encoder que es 192.168.01.168 de preferencia esta IP es cambiado con la IP de la red del headend. Como se muestra en la figura 43, en Status se encuentran los 8 puertos HDMI encapsulados en protocolos de UDP, RTSP y SPTS con información de Bit Rate (Tasa de Bits).

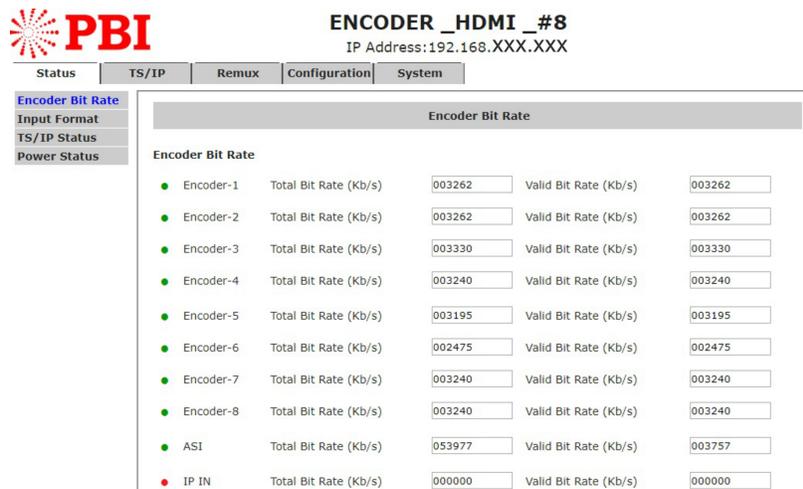


Figura 43: Status encoder PBI
Fuente: elaboración propia

1. Configuración de Flujo de transporte, en esta opción permite tener salida de transferencia por IP en multicast asignándole una puerta de enlace en este caso se le asigno Port. 6000 y una IP multicast 255.1.10.58 que será enviado en al switch streaming ilustrado en la figura 44.

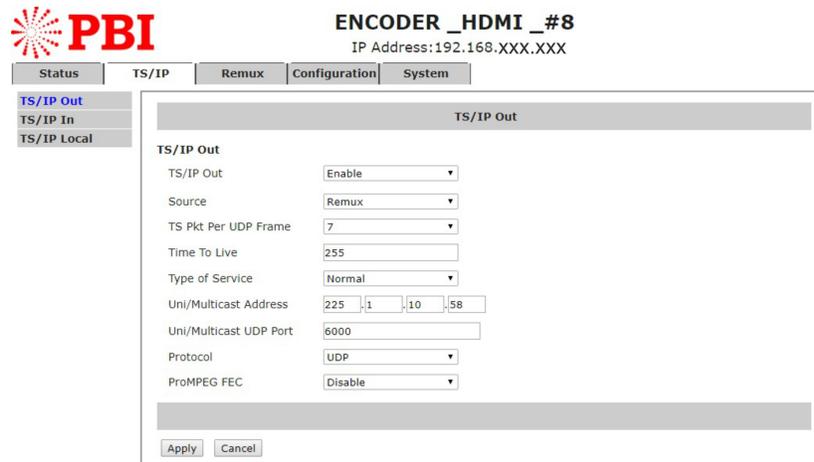


Figura 44: Salida de TS/IP en el encoder
Fuente: elaboración propia

3.3.1.1.3 Instalación de equipos

Esta etapa comprende de 8 Encoder de A/V y 8 encoder HDMI (ver figura 45), donde permite encapsular el ingreso de información de audio e imagen en formatos de protocolo IP que posteriormente tendrá un puerto Ethernet de TS/IP de salida como se observa en la imagen con cable de UTP de color azul (representa a la transferencia de streaming). Para poder administrar el flujo de transporte cuenta con un puerto Ethernet de MGMT (managment) como se observa en la imagen con cable de UTP de color blanco (representa gestión del flujo de transporte)



Figura 45: Instalación de Encoder A/V y HDMI
Fuente: Elaboración propia

3.4 ETAPA DE MULTIPLEXACIÓN Y MODULACIÓN

En esta etapa es donde permite administrar servicios de gestión central y manipulación de cabecera con servicio y descifrado (en la figura 46 se encuentra el diseño), listado de canales múltiplex y la creación de canales, protección de contenido y streaming IP. El chasis de cabecera Central puede contener módulos que trabajan con streaming IP y permite trabajar la transmisión con módulos Quad QAM. El tráfico de Streaming y de gestión de vídeo puede ser, por ejemplo, separados usando VLANs e ingresados por puertos ethernet en el equipo Teleste, a su vez esta hará la función de multiplexación y modulación con un puerto de salida RF por modulo quad QAM

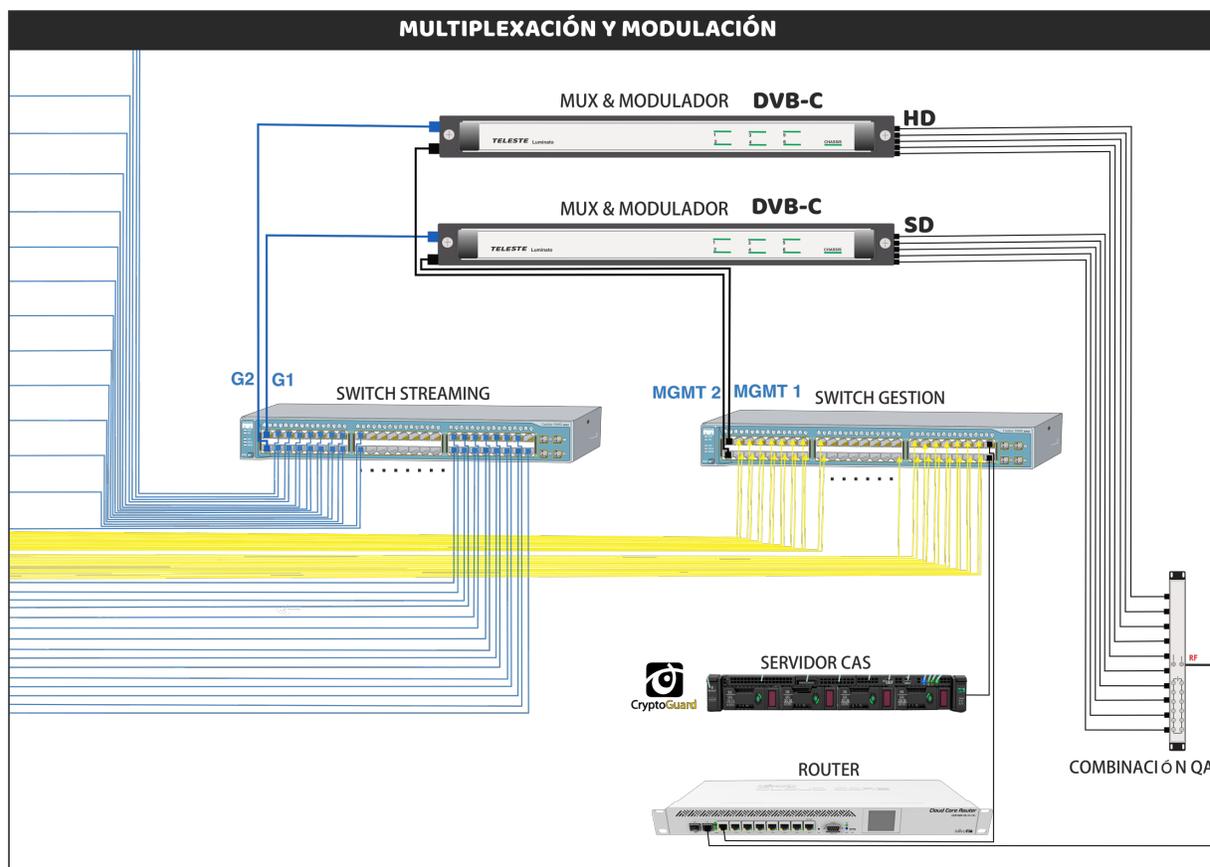


Figura 46: Etapa de multiplexación y modulación
Fuente elaboración propia

3.4.1 Switch Streaming y Switch de Gestión

Se usará dos switch Catalyst 3560G de 48 puertos de capa 3 administrable, para el caso del switch streaming se usará para combinar el flujo de IP en multicast y en el

switch de gestión se usara para administrar los equipos sobre una red creado en la cabecera

3.4.1.1 Switch Streaming

En la figura 47 se observa que se crearon 2 redes virtuales VLAN 10 desde el puerto 3 hasta el 29 y VLAN 11 se usaran los puertos 30 hasta 47.

Los puertos restantes se creará la red virtual VLAN 9 que tiene como flujo de salida a la red VLAN 10 con el puerto 2 y para el puerto 48 también se creara como salida el VLAN 9 que tiene como flujo de salida a la red VLAN 11, las redes VLAN 9 serán ingresados al puerto GIGE(GE) de la parte posterior del equipo Teleste como se observa en la figura 47.

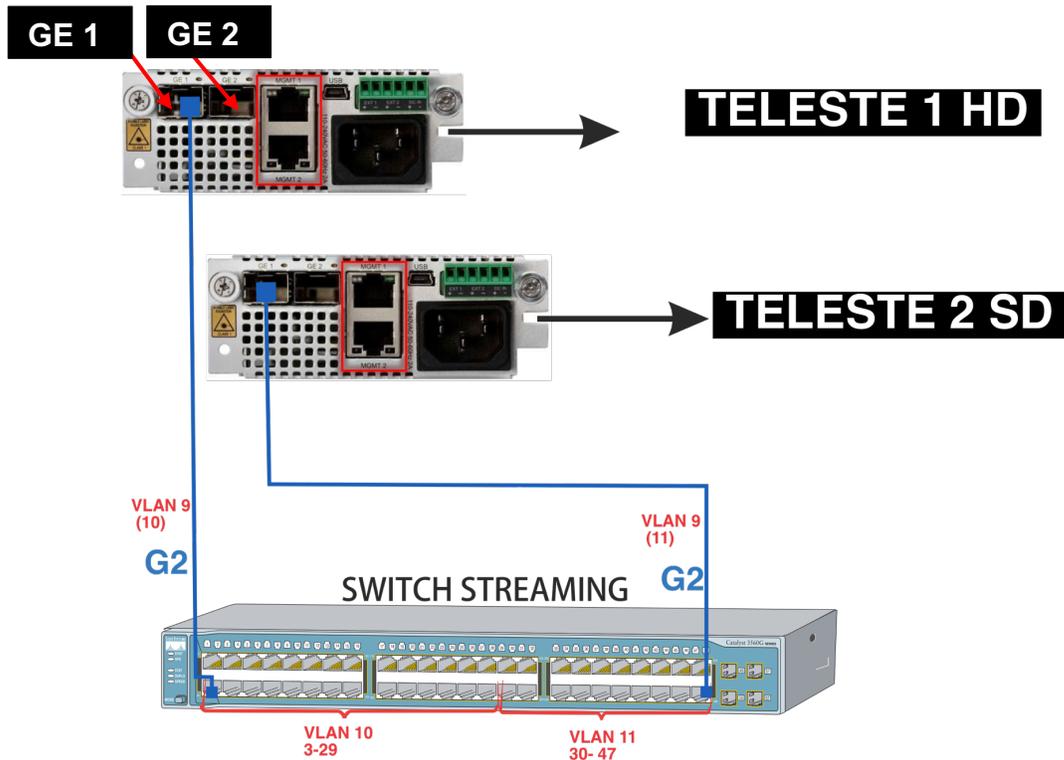


Figura 47: Distribución de streaming por redes virtuales
Fuente: Elaboración propia

3.4.1.1 Switch de gestión

En el Switch de gestión es para tener acceso a los equipos Encoder mediante una red virtual creada y posteriormente agregado a los Telestes, como se observa en la figura 48

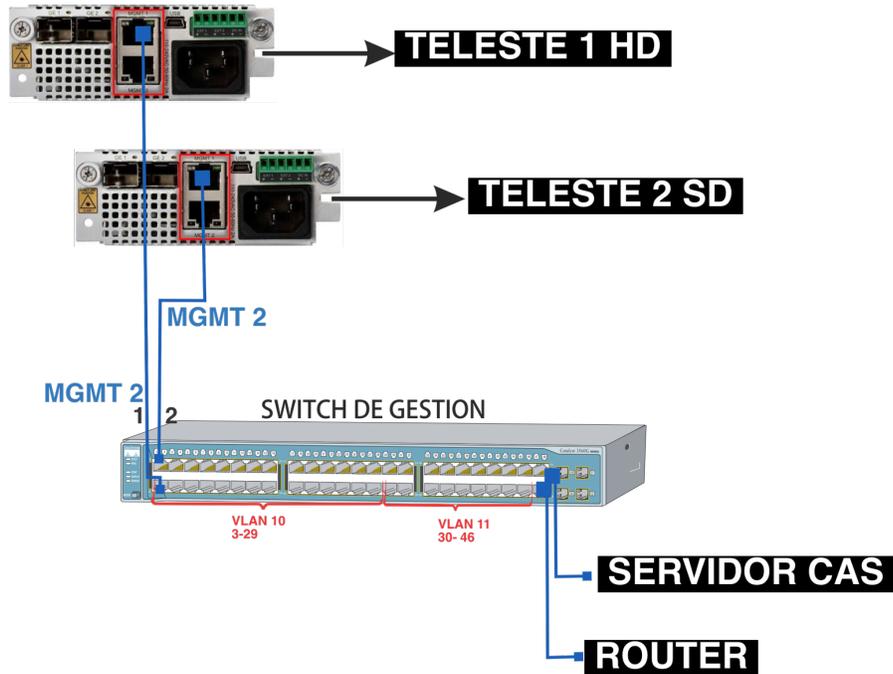


Figura 48: Diagrama del Switch de gestión
Fuente: elaboración propia

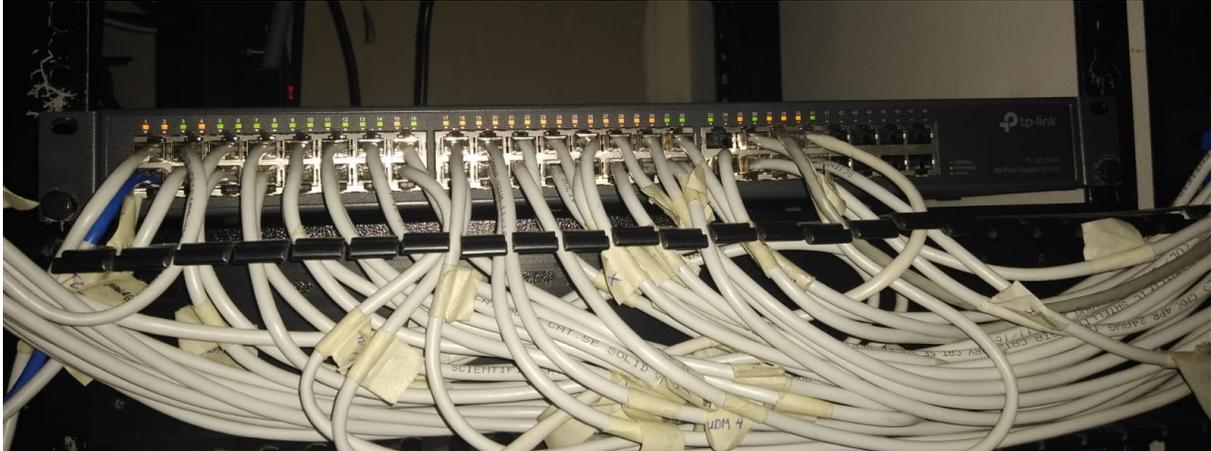
3.4.1.1 Instalación de switch streaming y switch de gestión

En figura 49, El Switch streaming permite combinar el tráfico de datos transferidos por protocolo IP mediante encapsulación transferidos al encoder de A/V y encoder HDMI. El flujo de transporte ingresado al Switch streaming serán enviados mediante una red virtual VLAN 9 al teleste luminato (equipo que permite multiplexar y modular).



Figura 49: Switch streaming
Fuente: Elaboración propia

En figura 50, el switch de gestión permite tener acceso por medio de una red IP asignados a los encoder.



*Figura 50: Switch de Gestión
Fuente: elaboración propia*

3.4.2 EQUIPO TELESTE CON FUNCION DE MULTIPLEXACIÓN Y MODULACIÓN

3.4.2.1 Especificaciones Técnicas de los equipos TELESTE

El equipo Teleste Luminato realiza (ver figura51), la etapa de multiplexado y modulación en un solo chasis, ya que el equipo es modular y usa las normas establecidas por la ITU-T J83 ANEXO A, ITU-T J83 ANEXO B y ITU-T J83 ANEXO C son normas estandarizadas para una transmitir video por streaming en una cabecera DVB- C.

El chasis LUMINATO como plataforma de cabecera digital totalmente integrada ofrece seis ranuras de módulos para módulos de interfaz y procesamiento.

- Seis ranuras de procesamiento y módulos de interfaz
- Ranura para fuente de alimentación y módulo de E / S
- Puerto USB para la configuración inicial
- 2 puertos Gigabit Ethernet (módulos SFP) para carga útil
- Interfaz de usuario WEB intuitiva.
- Asignación automática de SID y PID

- CLI (interfaz de línea de comando)
- Monitoreo SNMP y trampas
- DVB Simulcrypt
- Rieles de instalación para una fácil instalación.

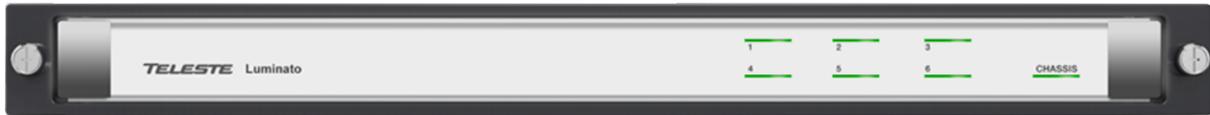


Figura 51: Chasis Teleste luminato (multiplexor y modulador)
Fuente: elaboración propia

3.4.2.2 Diagrama de bloques del chasis teleste

En equipo Teleste Luminato permite el ingreso de estándares de DVB entre ellos están DVB-S2, DVB-S, DVB-T, DVB-C etc. Luego son procesados en los protocolos IP multicast enviados al Switch para ser posteriormente multiplexado el flujo de transporte recibidos por el switch y modulados, en la figura 52 se encuentra el diagrama de bloques del chasis teleste.

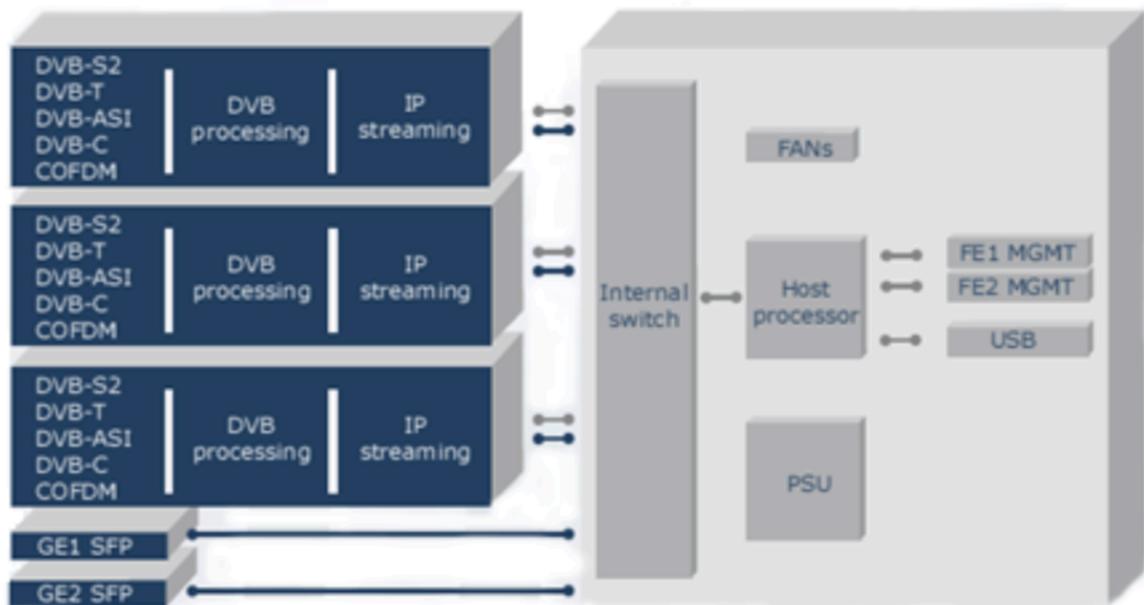


Figura 52: diagrama de bloques chasis Teleste
Fuente: elaboración propia

3.4.2.3 Modulo QAM con el estándar DVB-C

El módulo Quad QAM (especificaciones técnicas explicado en ANEXO 6) permite la multiplexación flexible del SPTS y MPTS servicios de video y también las corrientes de la tabla de PSI / SI. Modulación QAM de alta calidad con la conversión ágil, proporciona fácil adaptación a la entrega DVB-C sobre una red-HFC, ver figura 53.



Figura 53: Modulo Quad Qam
Fuente: elaboración propia

Los módulos quad QAM Teleste Luminato proporcionan una plataforma avanzada DVB-C para los operadores de televisión por cable. El módulo QAM permite ingresar multiplexores flexibles de MPTS servicios de vídeo y SPTS y también las corrientes de la tabla de PSI / SI. De alta calidad de la modulación QAM con la conversión hasta ágil proporciona una fácil adaptación a la entrega DVB-C sobre HFC-red.

Los multiplexores quad QAM Luminato Selección del soporte de los servicios de señal abierta y revueltos de fuentes de flujo IP, que se pueden ajustar a la línea de servicio del operador con el incorporado en las capacidades avanzadas de procesamiento de flujo de transporte. El apoyo Luminato módulo QAM quad Estándar

Definición, de alta definición y vídeo en 3D en numerosos formatos de audio MPEG-4 AVC formatos de vídeo MPEG-2. Opcionalmente la protección de contenido se puede hacer basado en el estándar DVB-C con codificación simultánea.

Luminato módulo quad QAM es totalmente compatible con el alto rendimiento

El chasis Luminato, donde se puede instalar libremente en cualquiera de las seis ranuras del módulo. De acuerdo con la arquitectura del sistema Luminato, el procesamiento de video se realiza en los módulos QAM cuádruples.

Se pueden incluir uno o más módulos Quad QAM en la plataforma Luminato con los estándares de transmisión DVB-S, DVB-S2, DVB-ASI, DVB-T, DVB-T2 y DVB-C

3.4.2.4 Diagrama de bloques módulo QAM con el estándar DVB-C

En la figura 54 del diagrama de bloques, en el puerto de ingreso de los protocolos de internet UDP/IP el flujo de datos es ingresado por el port GIGE que permite el paso de IP streaming

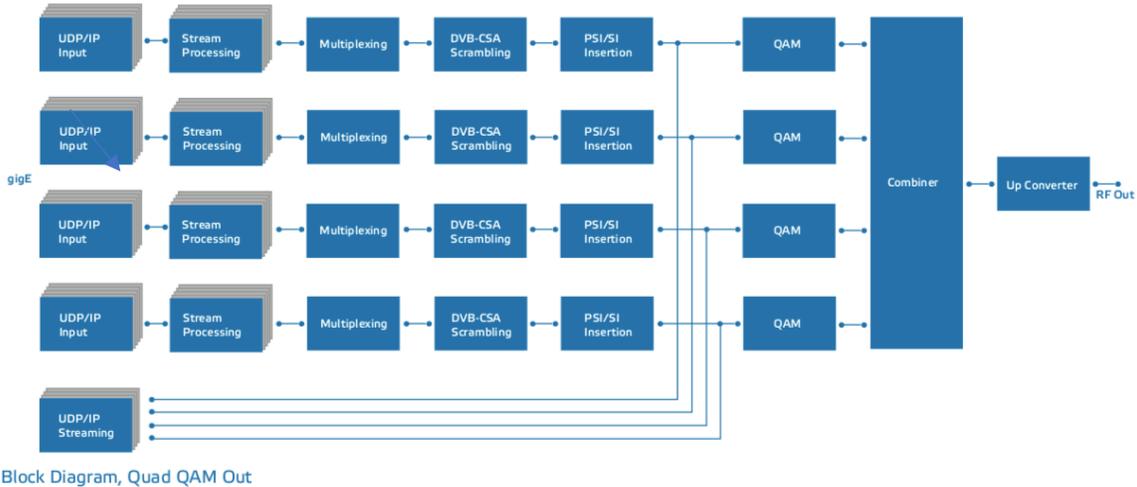


Figura 54: diagrama de bloques etapa de multiplexación y modulación
Fuente: elaboración propia

3.4.2.5 Tarjetas modulares QAM

Las tarjetas QAM que se insertan en la plataforma digital obteniendo un punto de salida RF, transmitiendo los TS (Transport Stream) de las señales recibidas como se muestra en la figura 55.



Figura 55: módulos QAM'
Fuente: elaboración propia

3.4.3 DISTRIBUCIÓN DE TELEESTE LUMINATO

En la figura 56 se muestra la plataforma digital teleeste donde se encuentra todos los servicios streaming, seguido de los puertos GE1 Y GE2 que indican los puertos de entrada de todos los servicios, y en el cuadro rojo indica las tarjetas QUAD QAM distribuidos en diferentes TS (transport stream).

TELEESTE LUMINATO 9.2.8

SERVICES

Output	Status
#726 A&E MUNDO HD	●
#733 AMC HD	●
#704 AMERICA TV HD	●
#756 ANIMAL PLANET HD	●
#738 ARUSSA TV	●
#709 ATV HD	●
#723 AXN HD	●
#734 AZ CINEMA HD	●
#767 AZ CLICK	●
#770 AZ CORAZON HD	●
#771 AZ MUNDO HD	●
#803 BETHEL HD	●
#710 CAPITAL TV HD	●
#735 CINECANAL HD	●
#757 DISC. CIVILIZATION HD	●
#759 DISC. SCIENCE HD	●
#749 DISC. TRAVEL LIVING HD	●
#758 DISC. TURBO HD	●
#751 DISCOVERY CHANNEL	●
#765 DISCOVERY HOME & HE...	●
#780 DISCOVERY KIDS HD	●
#750 DISCOVERY THEATER	●
#764 DISCOVERY WORLD HD	●
#782 DISNEY CHANNEL HD	●
#768 E! HD	●
#741 ESPN 2 HD	●
#742 ESPN 3 HD	●
#740 ESPN HD	●
#743 ESPN+ HD	●
#711 EXITOSA HD	●
#712 FOLKLORE TV HD	●

INPUTS

Lima1@192.168.XX.XX

- 6: quad ASI
- 6:1.1 GRUPO TELEVISIA
- 6:2.1 ESPN+
- 6:3.1 ESPN2
- 6:4.1 ESPN3
- GE1
- GE2
- Internal

OUTPUTS

Lima1@192.168.XX.XX

- 1: quad QAM
 - 1:1.1 TS01 413 KHz
 - 1:1.2 TS02 417 KHz
 - 1:1.3 TS03 423 KHz
 - 1:1.4 TS04 429 KHz
- 2: quad QAM
 - 2:1.1 TS05 425 KHz
 - 2:1.2 TS06 441 KHz
 - 2:1.3 TS07 447 KHz
 - 2:1.4 TS08 453 KHz
- 3: quad QAM
 - 3:1.1 TS09 459 KHz
 - 3:1.2 TS10 465 KHz
 - 3:1.3 TS11 471 KHz
 - 3:1.4 TS12 477 KHz
- 4: quad QAM
 - 4:1.1 TS13 483 KHz
 - 4:1.2 TS14 489 KHz
 - 4:1.3 TS15 495 KHz
 - 4:1.4 TS16 501 KHz
- 5: quad QAM
 - 5:1.1 TS17 507 KHz
 - 5:1.2 TS18 513 KHz
 - 5:1.3 TS19 519 KHz
 - 5:1.4 TS20 525 KHz
- GE1
- GE2
- Internal

Annotations:

- CANALES AGREGADOS DEL G1 Y G2** (points to the SERVICES list)
- PUERTOS GE1 Y GE2 TRAFICO DE IP STREAMING INGRESADOS DEL SWITCH STREAMING** (points to GE1 and GE2 in INPUTS)
- MODULO QAM** (points to each quad QAM section in OUTPUTS)
- FRECUENCIAS ASIGNADAS POR CADA TRANSPORT STREAM** (points to the list of TS frequencies in each QAM section)

Figura 56: Tarjeta QUAM visto desde la plataforma digital
Fuente: elaboración propia

3.4.3.1 Distribución De Portadoras Por Modulación

Como se muestra en la figura 59 por cada frecuencia portadora de 6MHz permiten transmitir aproximadamente ente 5 a 6 canales en resolución Full HD (1920X1080) en contraste a una señal analógica que solo transfiere un solo canal en los 6MHz sobre la banda VHF, el ancho de banda permitido en una cabecera es de 5MHz a 860MHz como se observa en la siguiente figura 57.

Para la plataforma Digital Diseñada acepta ingresar por cada módulo QAM permite 4 Transport stream (TS) y cada transport están asignados una frecuencia con ancho de banda de 6 MHz, comenzando desde la frecuencia 411Mhz hasta la 645MHz en el que permite ingresar por transport entre 5 a 6 canales por frecuencia portadora como se observa en la siguiente figura 58.

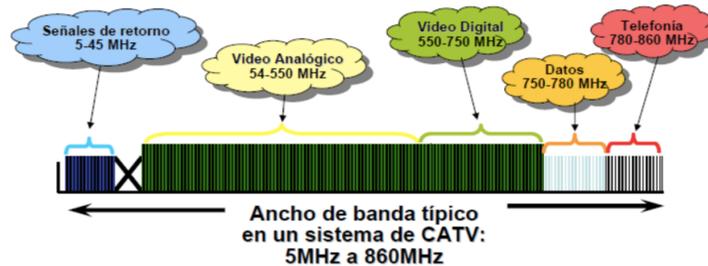


Figura 57: Ancho de banda de una cabecera comprendido de 5MHz a 860MHz
Fuente: Elaboración propia

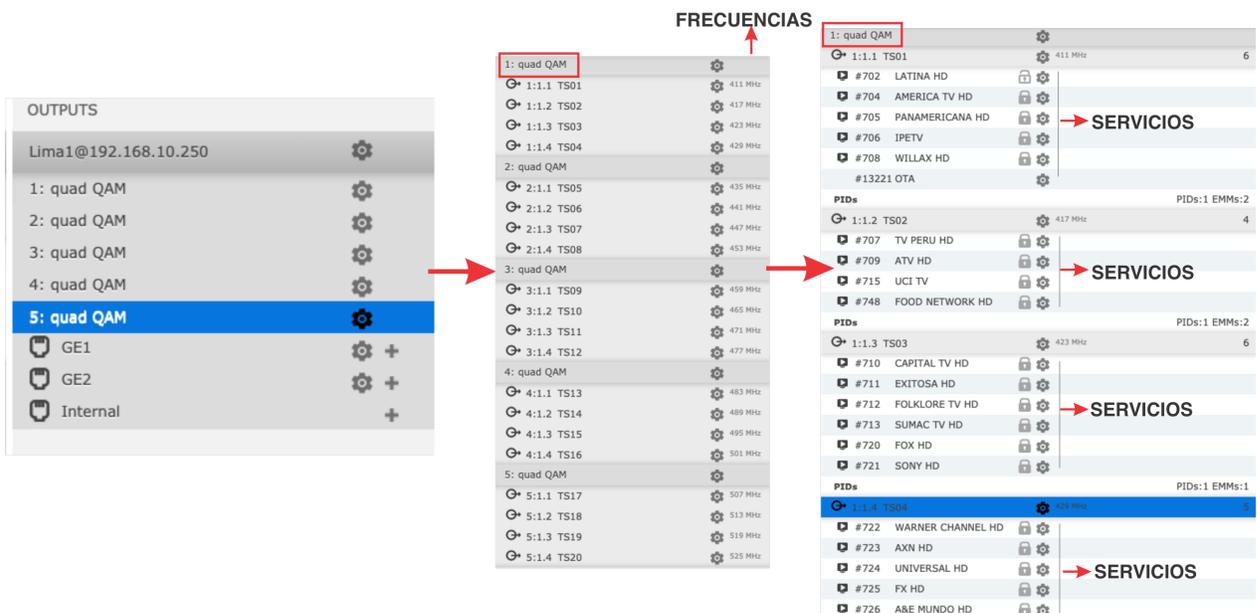


Figura 58: Distribución de portadora en la plataforma digital
Fuente: Elaboración propia

QUAD QAM	TS	FRECUENCIA	ID CH	DIGITAL	SEÑAL	
1	1	411 MHZ	702	HD	Latina HD	
			704	HD	America HD	
			705	HD	Panamericana HD	
			706	HD	Ipe HD	
	2	417 MHZ	707	HD	TV Peru HD	
			708	HD	Willax HD	
			709	HD	ATV HD	
	3	423 MHZ	710	HD	Capital tv HD	
			711	HD	Exitosa HD	
			720	HD	Fox HD	
	4	429 MHZ	721	HD	Sony HD	
			722	HD	Warner Channel HD	
			723	HD	AXN HD	
			724	HD	Universal HD	
			725	HD	FX HD	
	2	5	435 MHZ	726	HD	A&E Mundo HD
727				HD	Sundance tv HD	
728				HD	ID HD	
729				HD	Golden HD	
6		441 MHZ	730	HD	DEPelicula HD	
			731	HD	Studio Universal HD	
			732	HD	FXM HD	
			733	HD	AMC HD	
7		447 MHZ	734	HD	Azcinema HD	
			735	HD	Cinecanal HD	
			740	HD	Espn HD	
8		453 MHZ	741	HD	Espn 2 HD	
			742	HD	Espn 3 HD	
			743	HD	Espn + HD	
3		9	459 MHZ	744	HD	FOX SPORT HD
				745	HD	FOX SPORT 2 HD
	746			HD	FOX SPORT 3 HD	
	10	465 MHZ	750	HD	DISCOVERY THEATER HD	
			751	HD	DISCOVERY CHANNEL HD	
			752	HD	NAT GEO WILD HD	
			753	HD	HISTORY CHANNEL HD	
	11	471 MHZ	754	HD	NAT GEO HD	
			755	HD	HISTORY 2 HD	
			756	HD	ANIMAL PLANET HD	
			760	HD	LAS ESTRELLAS HD	
			761	HD	LIFE TIME HD	
12	477 MHZ	762	HD	MAS CHIC HD		

Figura 59: distribución de portadora por modulación
Fuente: elaboración propia

3.4.3.2 Gestión De Canales

Esta opción permite agregar canales con decodificación como se observa en la figura 60 la opción scrambling esta habilitada es decir se encuentra codificado, en el caso de que se dejara deshabilitado el canal Discovery Wolrd HD se encontraría libre para los usuarios esta opción se usa en conjunto con un servidor cas llamado cryptoguard donde se puede gestionar por canales y paquetes de contenido

1. Primero se habilita scrambling en la figura 60

The screenshot displays the TELESTE LUMINATO 9.2.8 interface. The main window shows the configuration for service 4:1.1, DISCOVERY WORLD HD, #764. The 'Scrambling' tab is selected, and the 'Enable' checkbox is checked. The 'Output components' table is visible, showing the following data:

Type	Languages	In PID	Out PID	Stream type	Bitrate Peak	Current Bitrate
(129) AC3 audio	spa	1200	1200		481 kbps	400 kbps
(129) AC3 audio	eng	1204	1204		481 kbps	400 kbps
(27) video		1210	1210	AVC/H.264 video	10708 kbps	9287 kbps
(6) subtitle	spa	1224	1224	ISO/IEC 13818-1 PES packets containing private data	15 kbps	2 kbps
(130) other	spa	1226	1226		15 kbps	2 kbps

Below the table, the 'Advanced options' section is partially visible, showing 'CA system ID: 0x1EC0'. The interface also shows a list of services on the left and a service list at the bottom.

Figura 60: Teleste gestión de canales con scrambling
Fuente: Elaboración propia

2. Segundo se selecciona el Output SID (el canal #764) en la figura 61

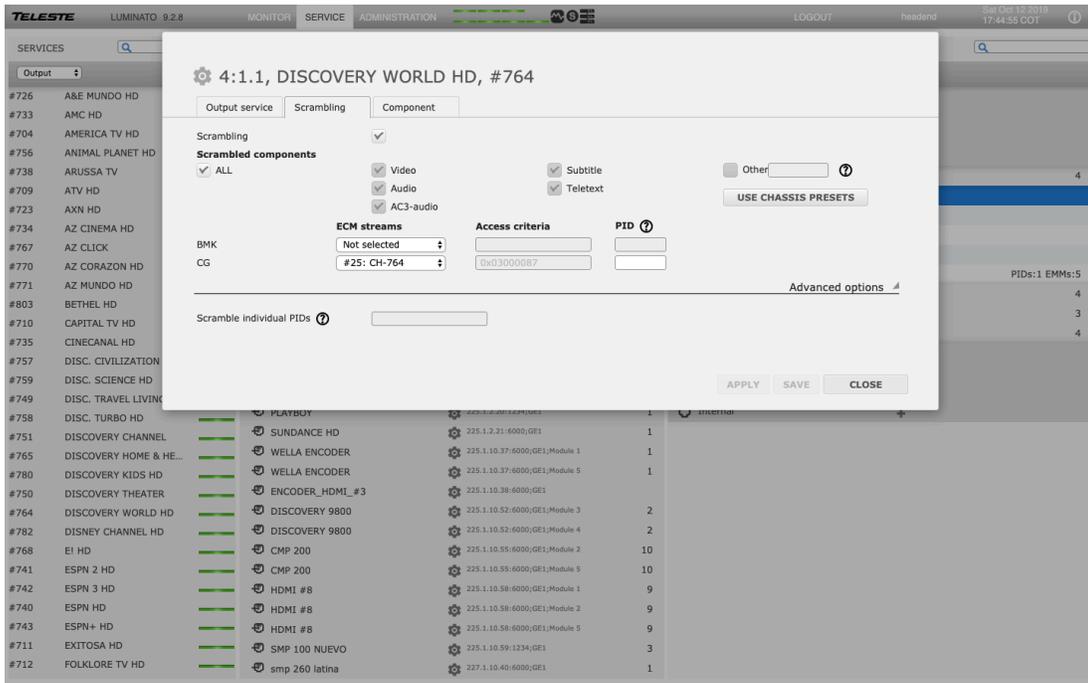


Figura 61: Telesite gestión de canales con scrambling

Fuente: Elaboración propia

3. Tercero es agregado por numeración asignado al CG(Cryptoguard) con Acces criteria 0x03000087 en la en la figura 62

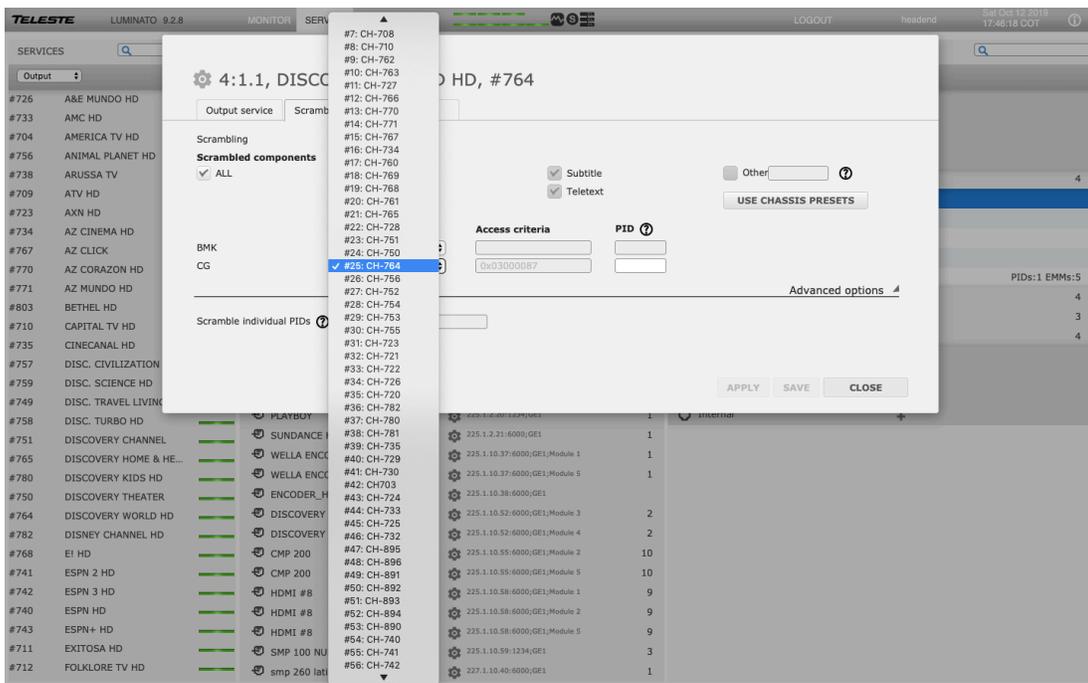


Figura 62: Telesite gestión de canales con scrambling

Fuente: elaboración propia

4. Cuarto es asignado el Acces criteria 0x03000087 este asigna al canal Discovery World HD con #25 y CHANNEL-#764 estos datos se agregarán al cryptoguard como se muestra en la figura 63

CRYPTOGUARD CAS/SMS VERSION 2.34
 CURRENT SITE: MASTER SERVER ECONOGABLE | CURRENT THEME: GRIS/AZUL TEHA

Admin Econo Cerrar sesión

CUENTAS/DISPOSITIVOS CRITERIOS DE ACCESO PRODUCTOS REPOTES ADMINISTRACIÓN CONFIGURACIÓN PSI/SI INSERT REGISTRO DEL SISTEMA AYUDA

GESTIÓN DE CRITERIOS DE ACCESO

Encontrar
 Seleccionar red Todas las redes

CANALES 200 - 265 DE 265 << < 1 2 > >> Acciones

Nombre del criterio de acceso	ATTR	AC CRITERIA (HEX)	PAIRING	IH	Tipo		
PANAMERICANA TV HD	PN:205	0x03000071	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
TV PERU HD	PN:207	0x03000072	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
ATV HD	PN:209	0x03000073	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
EXITOSA HD	PN:213	0x03000074	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
AZ CINE HD	PN:306	0x03000075	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
AZ CINEMA HD	PN:307	0x0300007E	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
LAS ESTRELLAS HD	PN:308	0x0300007F	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
CANAL U HD	PN:309	0x03000080	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
EI HD	PN:310	0x03000081	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
LIFE TIME HD	PN:311	0x03000082	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
HOME & HEALT HD	PN:312	0x03000083	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
ID HD	PN:400	0x03000084	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
DISCOVERY CH HD	PN:401	0x03000085	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
THEATER HD	PN:402	0x03000086	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
DISCOVERY WORLD HD	PN:403	0x03000087	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
ANIMAL PLANET HD	PN:404	0x03000088	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
NATGEO WILLD HD	PN:405	0x03000089	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
NATGEO HD	PN:406	0x0300008A	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
H1 HD	PN:407	0x0300008B	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
H2 HD	PN:408	0x0300008C	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
AXN HD	PN:500	0x0300008D	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
SONY HD	PN:501	0x0300008E	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
WARNER HD	PN:502	0x0300008F	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
A&E HD	PN:503	0x03000090	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
DISNEY CH HD	PN:600	0x03000092	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
DISCOVERY KIDS HD	PN:601	0x03000093	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	
NAT GEO KIDS HD	PN:602	0x03000094	NO	SÍ	Cardless Date Access	Suscriptores	

Figura 63: CAS plataforma Cryptoguard
 Fuente: Elaboración propia

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Resultados de la plataforma digital

1. En la figura 64 podemos observar el flujo de transporte por cada modulación con cuadratura de 256-QAM con el Estándar J.83 Anexo B, y también información adicional de las frecuencias asignadas por el módulo Quad Qam.



Figura 64: Resultados de la implementación digital
Fuente: Elaboración propia

2. En la figura 65 muestra información total de tráfico que ingresa del Switch Streaming



Figura 65: Información de ingreso de tráfico
Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Resultados de la plataforma digital en el headend

Con analizador de espectro se midieron los valores de MER desde las frecuencias bajas 411MHz y Frecuencias Altas 645 MHz

3.5.2.1 Frecuencias bajas

Para frecuencias bajas el MER comprende entre 35dB a 37 dB es el margen permitido por el ANEXO B (*NORMA ITU-T J83 ANEXO B*) y con el medidor RF se corrobora la potencia de salida como se muestra en la figura 66

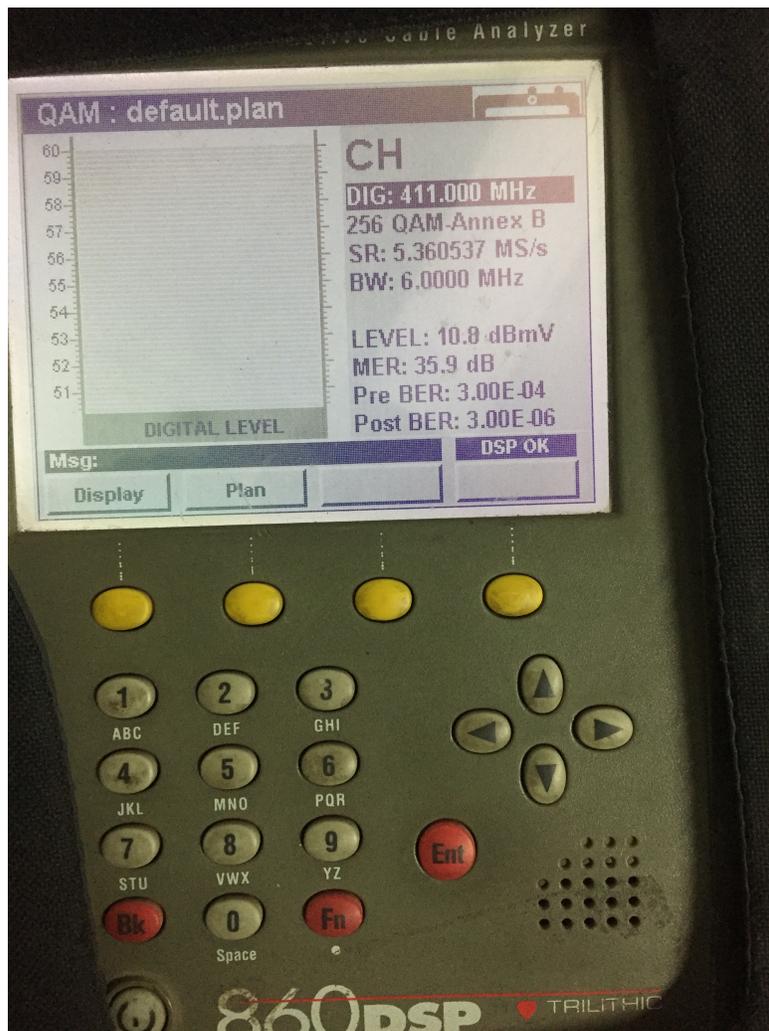


Figura 66: Resultados de medición con el analizador de señal Qam
Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2 Frecuencias altas

El MER comprende entre 37dB a 40 dB y con el medidor de frecuencias nos da información el SR la potencia de salida como se muestra en la figura 67

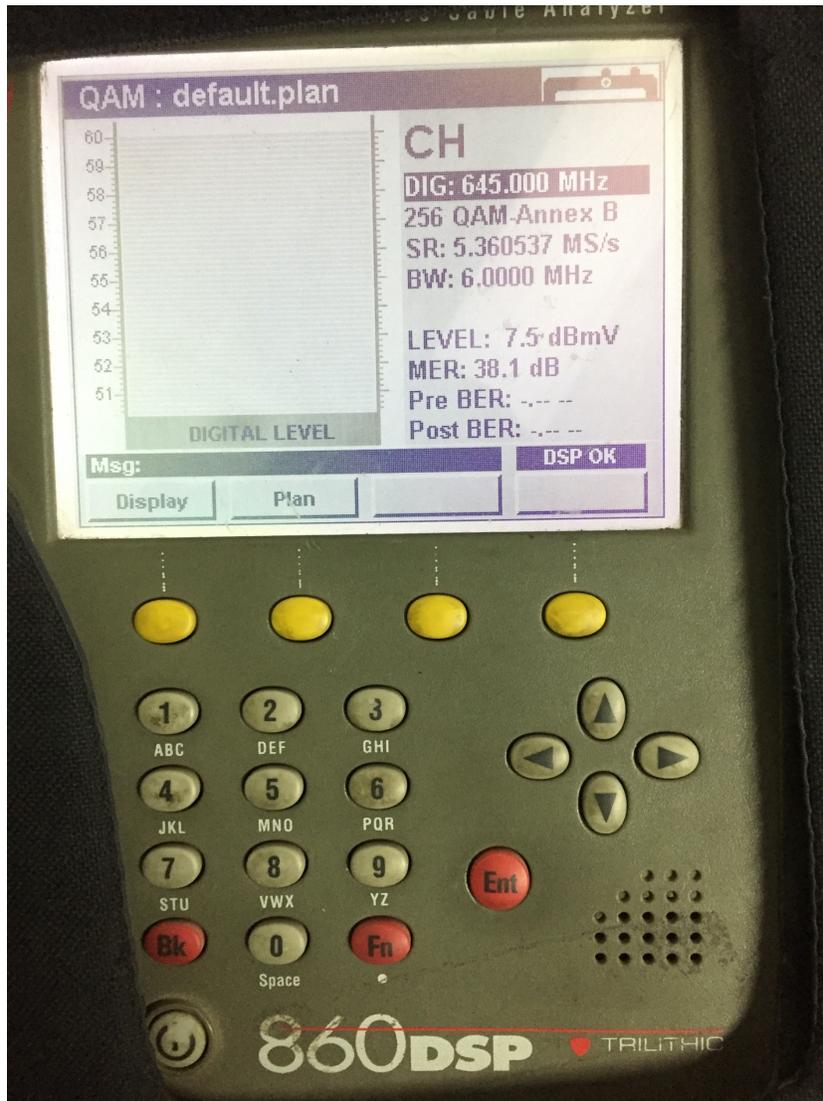


Figura 67: Resultados de medición con el analizador de señal Qam para frecuencias altas
Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Resultados de salida con el Decodificador

1. Pruebas realizadas en la cabecera usando el estándar DVB-C como se muestra en la figura 68



Figura 68: información de transmisión de salida de un canal
Fuente elaboración propia

2. En la Figura 69 se muestra información de las frecuencias baja 411Mhz y el tiempo de modulación 256 QAM



Figura 69: información de frecuencia recibida y modulación
Fuente elaboración propia

3. En la figura 70 permite ver información del EPG (Guía Electrónica de Programas)

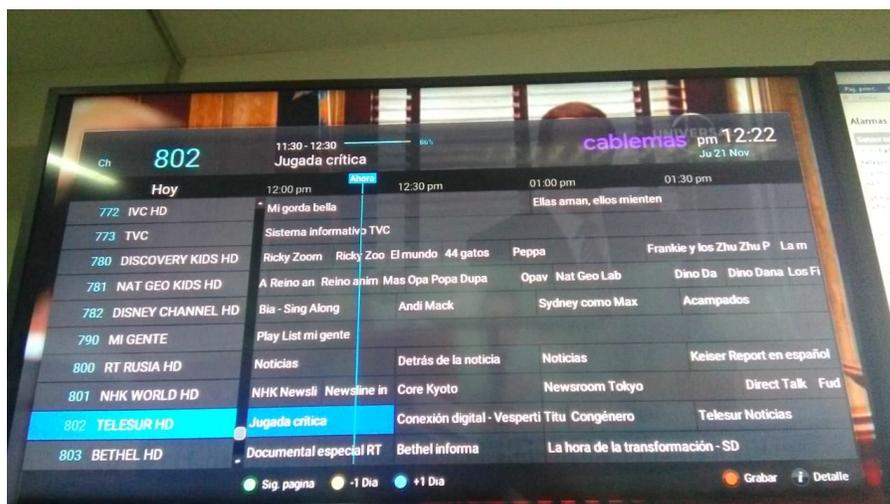


Figura 70: Guía electrónica de programación

Elaboración propia

4. En la figura 71 se observa el decodificador de la empresa ECONOCABLE PERU S.A.C



Figura 71: Decodificador ECONOCABLE PERU S.A.C

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se pudo concluir el diseño e implementación de la cabecera digital usando equipos adecuados con especificaciones técnicas que se usan en el estándar DVB-C, y se transmitieron sobre las frecuencias analógicas
- Se llevó a cabo el diseño e implemento en la cabecera digital con el estándar DVB-C, este permite un alto tráfico demográfico y con excelente tráfico de transmisión en calidad de sonido e imagen, al no estar propenso a ningún clase de interferencia o ruido que se presentaba a diferencia de una cabecera analógica.
- Se realizó el diseño la etapa de compresión, implementando equipos con funciones de comprimido de formato de audio y video en el estándar MPEG
- Se llevó a cabo la migración de la cabecera digital y se demostró mediante la plataforma digital la Multiplexación representados por Transport que permite agregar 5 a 6 canales por portadora en un ancho de banda de 6 MHz.
Para ser Modulado con el estándar DVB-C, de este modo se aprovechó la Integración de más canales en la cabecera ECONOCABLE PERU S.A.C

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un diseño previo de la cabecera analógica que se quiere migrar a digital y conocer las especificaciones técnicas de los equipos a usar en la migración a cabecera digital.
- Se recomienda usar los equipos adecuados con los estándares DVB-C para una cabecera digital con el fin de que haya compatibilidad en la etapa de transmisión y el usuario final en el proceso de recepción de señales.
- Se recomienda usar formatos de compresión con el estándar MPEG para la etapa de compresión por motivo de compatibilidad.
- Se recomienda usar para la etapa de multiplexación flujo de transporte sobre protocolo IP multicast y en la etapa de modulación se recomienda usar la modulación 256QAM es el mas adecuada, permitiendo mayor trafico de bits por modulación en cuadratura

BIBLIOGRAFÍA

- Adauto , J. G. (2015). *Preceptos normativos que respaldan al estado peruano para regular el derecho a la libertad de expresión permitiendo la erradicación de la televisión basura.* peru.
- Agüero, J. L., & Morón, J. B. (2015). *Diseño de una cabecera satelital DVB-S2 en la ciudad de Lima orientada la retransmisión nacional de la señal emitida por los canales locales de TDT de bajo presupuesto.* Peru.
- Ahmad, R. B., & Burton , R. S. (s.f.). *Multiportadora Comunicaciones digitales: Teoría y Aplicaciones de OFDM.* Estado unidos de América: Instituto Politécnico de Virginia y la Universidad Estatal de Blacksburg, Virginia.
- Alvia, G. C. (2014). *Estudio del estándar adoptado para la television digital terrestre en el ecuador .* Ecuador.
- Bustos, J. M., & Cama, J. R. (2013). *Análisis de factibilidad técnica, económica y normativa para la transición análoga a digital de pequeños y medianos operadores de televisión por cable en Colombia, basado en el estándar DVB-C.* Colombia.
- Cabrera , L. M. (2016). *Migración de señal de televisión analógica a señal de televisión digital en el sector de Monte Sinaí .* Ecuador.
- Días, R. S. (s.f.). *Redes De Cable.* España: Departamento de Tecnología Electronica Universidad de Sevilla .
- DVB. (2019). *Digital Video Broadcasting.* Obtenido de DVB: <https://www.dvb.org/>
- ETSI, T. 101 197 v1. 2.1 . (2002-02). Digital Video Broadcasting (DVB). DVB Simulcrypt.
- Huidobro, J. M. (2013). Antenas de telecomunicaciones. *Digital, CEDRO*, 18.
- ITU. (2015). *www.itu.int.* Obtenido de DIGITAL VIDEO BROADCASTING: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/Documents/Events/2015/August-PMPC2015/S3_Nils_Ahrens.pdf

- Jácome, P. S. (2009). *Análisis de los estándares de televisión digital terrestre (TDT) y pruebas de campo utilizando los equipos de comprobación técnica de la superintendencia de telecomunicaciones*. Quito.
- Jame, J. J., & Betancourt, I. V. (2012). *Implementación de una guía práctica de instalación y operación de un sistema de recepción de televisión satelital en banda c para 18 satélites que tienen huella en el Ecuador*. Ecuador.
- Matamoros, R. R. (2009). *Análisis técnico y de mercado para una infraestructura de TDT propuesta para Lima Metropolitana bajo SBTVD*. Peru.
- Nolasco, M. E. (2009). *Metodologías de comparación de los parámetros técnicos de los estándares de televisión digital terrestre y aplicación mediante software solaría para las ciudades de lima, cuzco e iquitos*. Peru.
- Párraga, D. M. (2012). *Diseño de una red de acceso para el negocio de Televisión por paga para el área rural usando la televisión digital terrestre*. Peru.
- Portilla , B. L. (2011). *Generador de patrones de video NTSC sobre FPGA* .
- Quintanilla , J. V. (2010). *Migración de Plataforma Satelital DVB-S a DVB-S2 para el Servicio DTH*. Chile.
- Riojas, R. M. (2009). *Análisis técnico y de mercado para una infraestructura de TDT propuesta para Lima Metropolitana bajo SBTVD*. Peru.
- Sánchez, M. D. (2015). *Propuesta de implementación de una red de televisión por cable, utilizando el sistema de televisión satelital fta, en la provincia de aija en el año 2015*. Peru.
- UIT-T. (2007). UIT-T Rec. J.83 (12/2007) SERIE J: REDES DE CABLE Y TRANSMISIÓN DE PROGRAMAS RADIOFÓNICOS Y TELEVISIVOS, Y DE OTRAS SEÑALES MULTIMEDIA Transmisión digital de señales de televisión. https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-J.83-200712-!!!PDF-S&type=items, 66.
- Vega, C. P. (2005). *Televisión Digital Terrestre (TDT)*.
- Villarroel, G. C. (2016). *Ventaja de migración a la plataforma DVB-S2 en una operadora de cable*. Argentina.

ANEXOS

Video	
Input Interface	HDMI, type A (8000EC, HD/SD) RCA, 75Ω (8100EC, SD) H.264/AVC HP@L4.0&MPEG-2 MP@ML (8000EC, HD/SD)
Encode Standard	H.264/AVC MP@L4.0&MPEG-2 MP@ML (8100EC, SD)
Chrominance Sampling Format	4:2:0
Video Resolution & Recommend range for H.264	1080i(1920×1080)@25Hz,29.97Hz,30Hz :SMPTE274M: 1~13Mb/s 720p(1280×720)@25Hz,29.97Hz,30Hz:S MPTE296M: 1~13Mb/s 480i(720×480)@25Hz:SMPTE656M: 600K~10Mb/s 576i(720×576)@25Hz: SMPTE656M:600K~8Mb/s 480i(720×480)@25Hz:SMPTE656M: 3.5~8Mb/s
Video Resolution & Recommend range for Mpeg2	576i(720×576)@25Hz: SMPTE656M:3.5~8Mb/s
Other Output Resolution	Manually enter, Arbitrarily
Aspect Ratio	4:3 or 16:9, configurable
Audio	
Input Interface	HDMI x 8 or RCA x 8 pair
Encode Standard	MPEG1 Layer II MPEG-2/4 AAC-LC, HE-AAC(V1,V2)
Sampling Frequency	48KHz MPEG1 Layer II :32~192Kbps(Mono), 64~384Kbps(Stereo) MPEG2/4 AAC-LC :24~256Kbps(Mono), 48~512Kbps(Stereo) MPEG2/4 HE-AAC(V1/V2): 16~128Kbps(Mono), 32~256Kbps(Stereo)
Encoder Bit Rate Range	
TS/IP, Mode 1: Full Duplex, Single TS in, Single TS out	
Standard	IEEE 802.3, 10/100/1000 Base-T
Maximum Bit Rate	80Mb/s in + 80Mb/s out
Data Encapsulation	UDP, RTP, SPTS or MPTS
Protocol	ICMP, ARP, IGMPv2/v3
TS/IP, Mode 2: 128 IPTV Output Only	
Standard	IEEE 802.3, 10/100/1000 Base-T
Maximum Output Bit Rate	400Mb/s
Data Encapsulation	UDP, RTP, SPTS or MPTS
Protocol	ICMP, ARP, IGMPv2/v3
TS/IP, Mode 3: 32 IPTV Output from two RJ-45 port	
Standard	IEEE 802.3, 10/100/1000 Base-T
Maximum Output Bit Rate	200Mb/s
Data Encapsulation	UDP, RTP, SPTS or MPTS
Protocol	ICMP, ARP, IGMPv2/v3
Rear Panel	
HDMI IN	HDMI (see model list) x 8
CVBS & Audio IN	RCA, 75Ω (see model list) x 8
Front Panel	
Control	RJ-45, 10/100 Base-T x 1, USB x 1
TS/IP	RJ-45X2, 10/100/1000 Base-T x 2; 1Back up Output only
Display	2x16 LCD module
Others	
Input AC Voltage Range	AC100~260V 50/60Hz
Operating Temperature	0~40°C
Storage Temperature	-10~60°C
Operating Humidity	10~90%, Non-condensed

ANEXO N° 1

Especificaciones técnicas del Encoder

Fuente: <http://antenna.nnov.ru/pbi/new/DXP-8000EC.pdf>

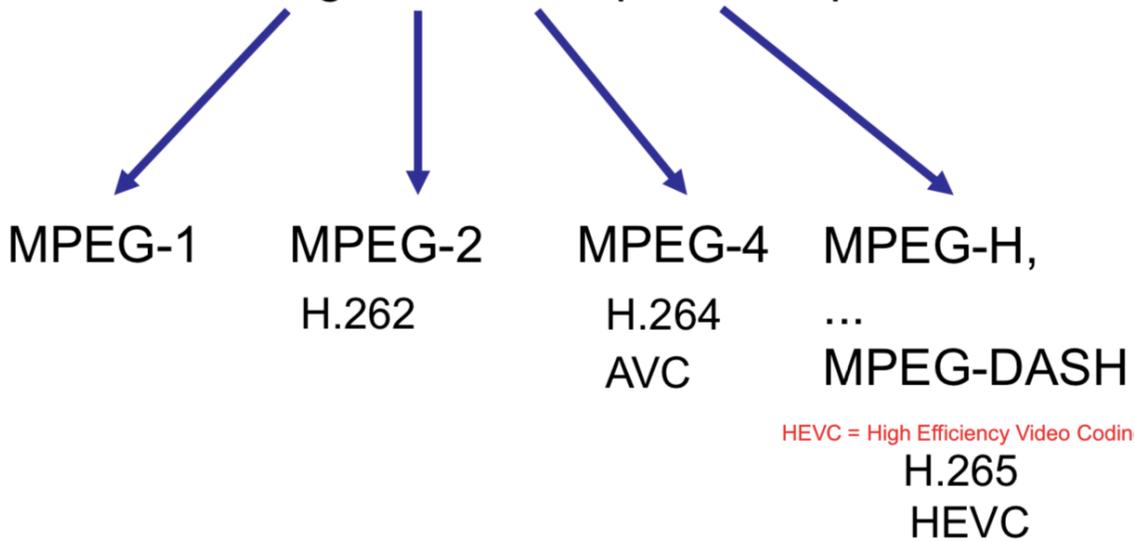
Feature	Description
System	
	MPEG-2/DVB Compatible
	EN 300 421, EN 300 468
De-modulation	DVB-S QPSK, DVB-S2 QPSK & 8PSK
Tuner	
Number of RF Inputs	Four (one active at a time)
Input Level	-25 dBm to -65 dBm per carrier
Frequency Range	950 MHz to 2150 MHz
Symbol Rate Range	DVB-S: 1.0 to 45 MSymbols/s DVB-S2: 10.0 to 30 MSymbols/s 1.0 to 10 MSymbols/s - contact Cisco
Carrier Capture Range	≥ ±3.0 MHz (1-10 Msymbols) ≥ ±5.0 MHz (10-30 Msymbols)
Satellites	C-band and Ku-band
Input Impedance	75 ohms
Analog Outputs	
Analog HD Video Output	
Number of Channels	One
Video Decompression Type	MPEG-2 4:2:0 & MPEG-4 AVC 4:2:0
Video Standard	1080i@29.97, 1080i@25, 720p@59.94, 720p@50
Horizontal Video Resolutions	1080i: 1920, 1440, 1280 720p: 1280, 960, 640
Analog SD Video Output	
Number of Channels	One (two identical outputs)
Video Decompression Type	MPEG-2 4:2:0 & MPEG-4 AVC 4:2:0
Video Standard	NTSC & PAL B/G/I/D/M/N
Maximum Video Resolution	720x480/576
Analog Audio Output	
Number of Channels	Two stereo pairs/four mono channels, 5.1 channel downmix
Audio decompression	MPEG or Dolby Digital (AC-3) HE-AAC single stereo pair or Dolby Digital Plus single stereo pair
Output Level	Balanced, adjustable audio outputs are factory set for unity gain (0 dBm out over 600 ohms for 0 dBm in). Output is adjustable at the front panel by ±6.0 dB (ref., 100 kilohms). Factory calibrated to +18 dBu (at full scale).
Frequency Response	±0.5 dB, 20 Hz to 20 kHz (ref., 100 kilohms)
Total Harmonic Distortion	< 0.3% at 1 kHz (ref. 100 kilohms)
Dynamic Range	85 dB (CCIR/Arm weighting)
Crosstalk	80 dB at 1 kHz (typical)
Aspect Ratio	
Display Aspect Ratios	4:3, 16:9
Aspect Ratio Conversions for Down-Conversion	4:3: 16:9 Letterbox, 14:9 Letterbox, Center Cutout 16:9: Center Cutout

ANEXO N° 2

Especificaciones Técnicas de decodificadores CISCO 29824

Fuente: <https://www.sateng.com/downloads/d9824rev3.pdf>

MPEG = Moving Pictures Expert Group

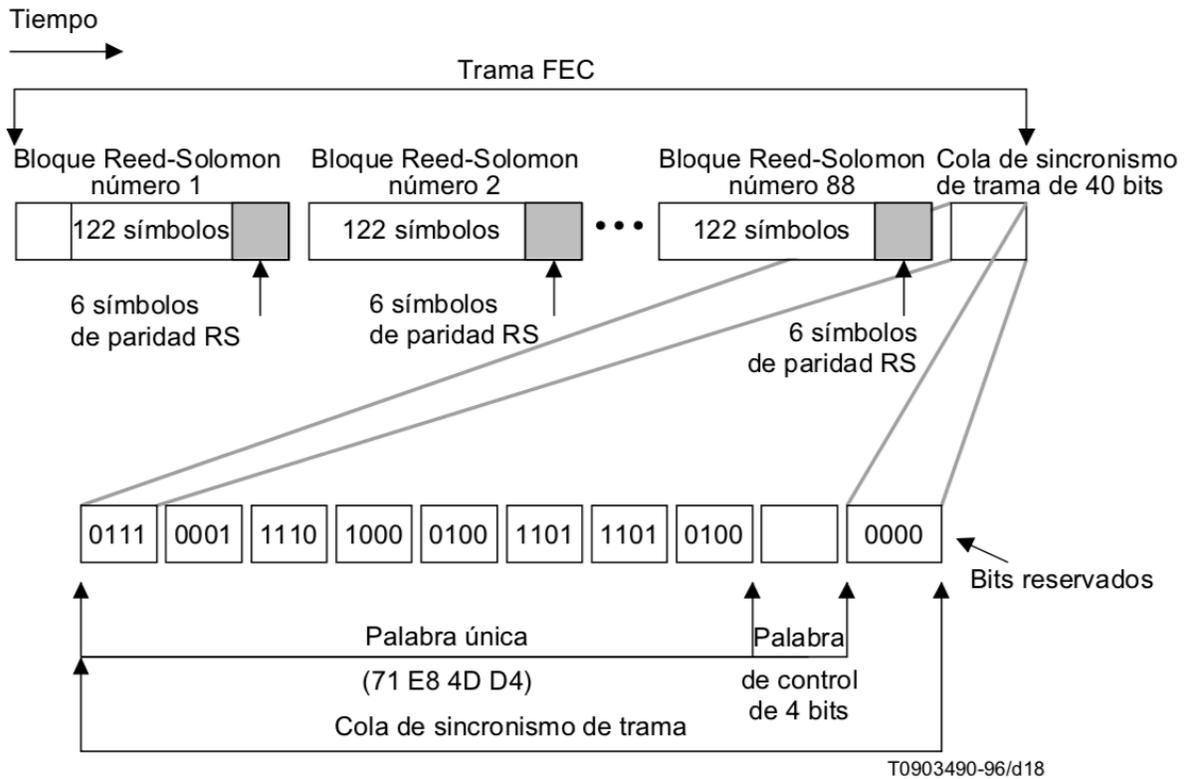


HEVC = High Efficiency Video Coding
H.265
HEVC

ANEXO N° 3

Estándar de compresión MPEG

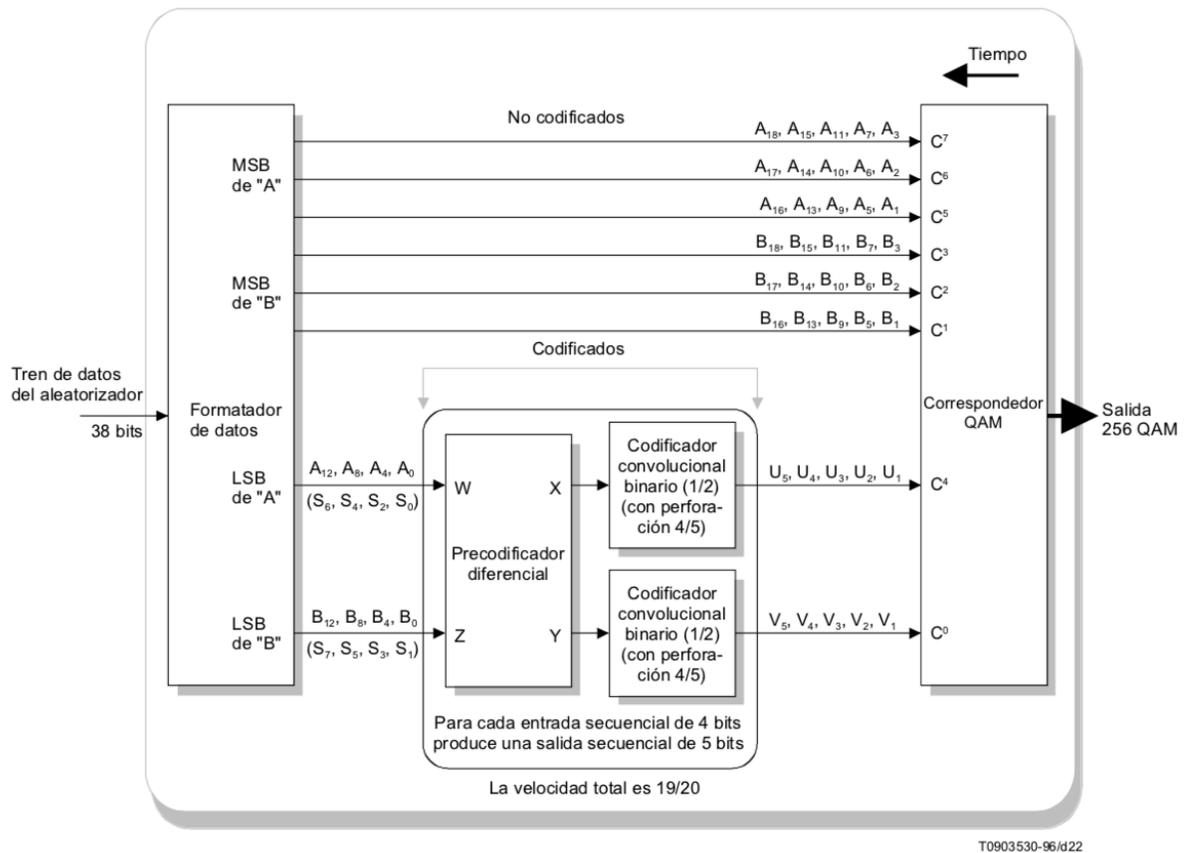
Fuente: ITU, (2015). Digital Video Broadcasting, www.itu.int



ANEXO N° 4

Trama FEC, en formato de paquetes de trama para 256 QAM

Fuente: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-J.83-200712-!!!PDF-S&type=items



ANEXO N° 5

Trama FEC, en formato de paquetes de trama para 256 QAM

Fuente: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-J.83-200712-!!!PDF-S&type=items

Parameter	Specification	Note	Parameter	Specification	Note
IP inputs			Out of band noise, 3)	<-58,5 dBc	1st adj. channel
Frame formats	UDP/IP, RTP/UDP/IP			<-62 dBc	2nd adj. channel
TS packet per UDP frame	1...7			<-64 dBc	3rd adj. channel
Max inputs streams/module	120			<-66 dBc	other channels
Dejittering buffersize	200 ms			-70 dBc	other channels, 4)
Multiplexers			Harmonics	<-60 dBc	
Number of multiplexer	4		MER	>43 dB	LQM-A, LQM-C
Max input service/multiplexer	120		IP streamer output of multiplexer		
Max components per service	32		Framing format	UDP/IP, RTP/UDP/IP	
Output speed	depends on QAM modulator settings		Traffic type	unicast or multicast	
DVB Common Scrambling Algorithm Content Protection			TS format	CBR, VBR	
Max scrambled services per module	120	LQM-A, LQM-C	Max TS packet speed/streamer	directly related QAM output speed	
QAM Output			Maximum speed total	250 Mb/s	shared with 4 outputs
Standard	ITU-T J.83 Annex A and C		General		
QAM constellations	64, 128, 256		Power consumption	15 W	
Symbol Rate	4...7,4 MS/s		Supply voltages	24 V	
Impedance	75 ohm		Connectors, DVB-C RF Out	F	
Output return loss	>14 dB	active channel	Dimensions	20 x 109 x 253 mm (HxWxD), 1)	
	>12 dB	act. ch 81 ... 862 MHz	Weight	0,4 kg	
	>10 dB	act. ch 862... 1000 MHz	Enclosure classification	IP21	
Output Level	102 ... 112 dB μ V	Four adj. channels	Operating temperature range	-10...+55 °C	
	104 ... 114 dB μ V	Three adj. channels	Storage temperature range	-30...+70 °C	
	106 ... 116 dB μ V	Two adj. channels	Specification is met	0...+45 °C	
	110 ... 120 dB μ V	One adj. channel	Notes		
Output Level accuracy	+/- 2 dB		1) Dimensions excluding connectors and locking screws		
Output Power step size	0,2 dB		3) Values for quad channels active. Excluding harmonics		
Output center frequency	85...999 MHz		4) Typical value outside 100 MHz of active channel block		
Output frequency accuracy	+/- 30 kHz				
Output frequency step size	50 kHz				

ANEXO N° 6

Especificaciones técnicas módulo Qam

Fuente: https://www.teleste.com/sites/default/files/attachments/p4p_luminato_qam_module_0517_web.pdf