

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL
PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO
LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA
REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE
PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA
SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

CARLOS FERNANDO PILCO ZÚÑIGA
cfpz37@hotmail.com

DIRECTOR: ING. TANIA PÉREZ, MSc.
tania.perez@epn.edu.ec

Quito, Abril de 2012

DECLARACIÓN

Yo, Carlos Fernando Pilco Zúñiga, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Carlos Fernando Pilco Zúñiga



CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Fernando Pilco Zúñiga, bajo mi supervisión.

Ing. Tania Pérez, MSc.
DIRECTORA DE PROYECTO



AGRADECIMIENTOS

Son muchas los seres con los que me siento totalmente agradecido, muchos nombres suenan en mi mente todos importantes, sin embargo mencionaré a unos pocos: a Dios doy gracias por ser la luz de mi camino, a mi familia, al pastor Ramiro López, a mi buen amigo Rodrigo Reyes, a la señora prefecta de Orellana Guadalupe Llori, a la alcaldesa de Francisco de Orellana Anita Rivas, a la licenciada Piedad Cuvi, a los ingenieros Alcívar Costales, Carlos Arcos y Tania Pérez, a los funcionarios de la Superintendencia de Telecomunicaciones Edison Pérez, Ángel Ávila y Rafael Matute, a mis compañeros de universidad Carlos Sánchez, Alex Torres, Patricio Moreno, Sandra Arias y Carmen Pilar, a mi amigo del hospital Voz Andes Darwin Flores, y a los demás que no he podido nombrar, pero que igualmente me han apoyado de alguna manera, les agradece mucho

Carlos Pilco.



DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico al mayor de mis ejemplos e inspiración para superarme, Jesús, la fuente de toda sabiduría, Lucas 2:52

"Y Jesús crecía en sabiduría y estatura, y en gracia para con Dios y los hombres"

También se lo dedico a mis padres, Francisco y Elena por haber confiado en mí, a mis hermanas, Ruth y Katherine, por brindarme su apoyo incondicional y por último a la persona que con su amor, comprensión y ternura me apoya, Jessica.

Con cariño

Carlos Pilco.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1.

SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN (AVS) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO.	1
1.1. INTRODUCCIÓN. ^{[SUPERTEL] [2]}	1
1.2. REVISIÓN GENERAL DEL DESARROLLO DE LA TELEVISIÓN POR CABLE (TV CABLE). ^{SUPERTEL [2]}	5
1.2.1. DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE TV CABLE. ^{[L1][L2]}	7
1.2.2. EVOLUCIÓN DE SERVICIOS EN LOS SISTEMAS DE TV CABLE. ^{[L1][L2]}	10
1.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TV CABLE. ^[SUPERTEL]	14
1.3.1. CABECERA. ^[SUPERTEL]	14
1.3.1.1. Recepción de programación. ^[L1]	16
1.3.1.2. Procesamiento de las señales. ^[T1]	22
1.3.2. RED. ^[SUPERTEL]	30
1.3.2.1. Elementos de red. ^[L1]	31
1.3.2.2. Cable de red. ^[SUPERTEL]	36
1.3.2.3. Arquitectura de red. ^[SUPERTEL]	38
1.3.3. EQUIPOS TERMINALES DE LOS SUSCRIPTORES (STT). ^[SUPERTEL]	44
1.3.3.1. Acceso condicional no residente en el STT. ^[L1]	45
1.3.3.2. Métodos de acceso condicional residentes en el STT. ^[L1]	46
1.3.3.3. El STT (Set-Top Terminal). ^[L1]	48
1.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.	51



CAPÍTULO 2.

LA TELEVISIÓN DIGITAL (DTV) Y LOS SISTEMAS DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO EN ECUADOR..... 53

2.1. INTRODUCCIÓN. ^[SUPERTEL] ^[L1]	53
2.2. FUNDAMENTOS DE DTV (DIGITAL TELEVISION). ^[L2]	56
2.2.1. CODIFICACIÓN DE FUENTE. ^[L2]	57
2.2.1.1. Muestreo. ^[L1] ^[L2]	58
2.2.1.2. Cuantificación. ^[L2] ^[L3]	59
2.2.1.3. Codificación. ^[L1] ^[L3]	59
2.2.2. CAPA DE TRANSPORTE. ^[L2] ^[L3]	60
2.2.2.1. El flujo de transporte MPEG-2 (TS). ^[L2] ^[L3]	60
2.2.2.2. Tecnología básica de transmisión. ^[L1] ^[L3]	61
2.2.2.3. Información específica de programa (PSI). ^[D2] ^[L4]	62
2.2.3. TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN. ^[L2] ^[L3]	63
2.2.3.1. Codificación de canal. ^[L2] ^[L3]	63
2.2.3.2. Modulación. ^[L2] ^[L3]	65
2.2.4. MIDDLEWARE. ^[L2]	67
2.2.4.1. Recursos (Resources). ^[L2]	68
2.2.4.2. Middleware. ^[L2]	68
2.2.4.3. Interfaz de programación de aplicaciones (API). ^[L2]	68
2.2.4.4. Aplicaciones (Applications). ^[L2]	68
2.2.5. CANAL INTERACTIVO. ^[L1]	69
2.3. PRINCIPALES ESTÁNDARES DE DTV QUE RECIBEN LOS SISTEMAS DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO DE ECUADOR. ^[L2] ^[SUPERTEL]	70
2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTANDARES DVB-S Y DVB-C. ^[L3]	74

2.3.1.1. Codificación de fuente. ^[L3]	75
2.3.1.2. Transporte. ^{[L3] [D2]}	75
2.3.1.3. Transmisión. ^{[L3] [D2]}	77
2.3.1.4. Middleware. ^{[L3] [D2]}	78
2.3.1.5. Canal interactivo. ^[2]	79
2.3.2. REVISIÓN DE LOS ESTÁNDARES ISDTV E ISDB-C. ^[3]	80
2.3.2.1. Codificación de fuente. ^{[3] [4]}	81
2.3.2.2. Transporte. ^{[3] [4]}	82
2.3.2.3. Transmisión. ^{[3] [4]}	82
2.3.2.4. Middleware. ^{[3] [4]}	86
2.3.2.5. Canal interactivo. ^[L2]	88
2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.	89

CAPÍTULO 3.

RECOMENDACIÓN DE UN ESTÁNDAR DE DTV (TELEVISIÓN DIGITAL) PARA LOS SISTEMAS DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO DE ECUADOR. 91

3.1. INTRODUCCIÓN. ^[SUPERTEL]	91
3.2. COMPARACIÓN. ^[SUPERTEL]	93
3.2.1. MADUREZ Y ESCALABILIDAD DE LA TECNOLOGIA. ^{[2] [3]}	93
3.2.2. PENETRACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE STT (Ó SET-TOP BOX). ^{[2] [3]}	95
3.2.3. INTEROPERABILIDAD. ^{[2] [3]}	97
3.2.4. COMPATIBILIDAD. ^{[2] [3]}	99
3.2.4.1. ISDTV. ^{[2] [3]}	99
3.2.4.2. DVB-S. ^{[2] [3]}	101

3.2.5. EL MERCADO. ^[2] ^[3] ^[4]	103
3.2.6. PRODUCTOS. ^[2] ^[3] ^[P1]	108
3.3. RECOMENDACIÓN.....	111
3.3.1. PRIMERA RECOMENDACIÓN.	112
3.3.2. SEGUNDA RECOMENDACIÓN.....	113
3.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.	114

CAPÍTULO 4.

PARÁMETROS SUGERIDOS A LA NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DIGITAL DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO. 115

4.1. INTRODUCCIÓN. ^[SUPERTEL]	115
4.2. PARAMETROS DE LA SEÑAL DE DTV POR CABLE. ^[2] ^[L1]	117
4.2.1. NIVEL DE SEÑAL. ^[2] ^[L1]	118
4.2.1.1. Medidor con sensor térmico de potencia. ^[2] ^[L1]	120
4.2.1.2. Analizador de espectros. ^[2] ^[L1]	120
4.2.1.3. Receptor para pruebas de televisión. ^[2] ^[L1]	121
4.2.2. ANÁLISIS DE CONSTELACIÓN. ^[2] ^[L1]	122
4.2.2.1. El ruido AWGN. ^[2] ^[L1]	123
4.2.2.2. Jitter. ^[2] ^[L1]	125
4.2.2.3. Interferencia. ^[2] ^[L1]	125
4.2.2.4. Errores del modulador I/Q (en fase/en cuadratura). ^[2] ^[L1]	126
4.2.3. MER (RELACIÓN DE ERROR DE MODULACIÓN). ^[2] ^[L1]	128
4.2.4. EVM (Magnitud del Vector Error). ^[2] ^[L1]	129
4.2.5. BER (Tasa de bits errados). ^[2] ^[L1]	130
4.2.5.1. Degradación de ruido equivalente (END). ^[2] ^[L1]	131

4.2.6. RESPUESTA DE FRECUENCIA. ^[2] ^[L1]	133
4.2.6.1. Rizado (ripple) y pendiente (tilt). ^[2] ^[L1]	133
4.2.6.2. Atenuación de hombros. ^[2] ^[L1]	133
4.2.7. ECOS EN EL CABLE. ^[2] ^[L1]	134
4.3. SUGERENCIA A LA NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DIGITAL DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO. ^[SUPERTEL] ^[2]	135
4.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PARAMETROS. ^[2] ^[L1]	135
4.3.2. PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERTEL (SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES). ^[2] ^[L1]	136
4.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.	138

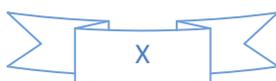
CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	139
5.1. CONCLUSIONES	139
5.2. RECOMENDACIONES	142

CAPÍTULO 6.

BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	143
6.1. BIBLIOGRAFÍA.	143
6.1.1. CAPÍTULO 1	143
6.1.2. CAPÍTULO 2	144
6.1.3. CAPÍTULO 3	145
6.1.4. CAPÍTULO 4	146
6.2. ANEXOS	147
6.2.1. CAPÍTULO 1	147

6.2.1.1. ANEXO I: Sistemas de TV Cable en Ecuador a marzo de 2011. [SUPERTEL]	147
6.2.1.2. ANEXO II: Canalización de los modernos sistemas de TV Cable. ^[L1]	148
6.2.1.3. ANEXO III: Servicios que pueden ofrecer los modernos sistemas de TV Cable. ^[T1]	151
6.2.2. CAPÍTULO 2	152
6.2.2.1. ANEXO IV: Resumen de la norma UIT-R BO.1516. ^[1]	152
6.2.2.2. ANEXO V: Resumen de la norma UIT-T J 83. ^[1]	154
6.2.2.3. ANEXO VI: Modos de la técnica BST-OFDM de ISDTV. ^[L2]	155
6.2.3. CAPÍTULO 3	156
6.2.3.1. ANEXO VII: STT DVB-C para sistemas de Sudamérica. [PROVEEDORES]	156
6.2.3.2. ANEXO VIII: Desarrollo global y datos de DVB, 2009. ^[2]	157
6.2.3.3. ANEXO IV: Fichas técnicas de los equipos propuestos. ^[PROVEEDORES]	163
6.2.4. CAPÍTULO 4.	187
6.2.4.1. ANEXO X: Características del equipo DSAM 6000 de JDSU. [SUPERTEL]	187
6.2.4.2. ANEXO XI: Características del equipo ETL de ROHDE & SCHARWZ. ^[SUPERTEL]	189



FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1-1: Categorías del servicio de televisión en el Ecuador.....	1
Figura 1-2: Esquema de un sistema de televisión por cable.	3
Figura 1-3: Esquema de un sistema de televisión codificada terrestre.	3
Figura 1-4: Esquema de un sistema de televisión codificada satelital (DBS/DTH). 3	
Figura 1-5: Plataforma genérica para los sistemas de TV Cable de Ecuador.	5
Figura 1-6: Sistemas de TV Cable instalados en Ecuador, marzo de 2011.	6
Figura 1-7: Suscriptores del servicio de AVS.	7
Figura 1-8: Capacidad de los sistemas de TV cable en el tiempo.....	9
Figura 1-9: Obstáculos para recibir las señales de televisión terrestre.	11
Figura 1-10: Principales componentes de un sistema de TV Cable.	14
Figura 1-11: Diagrama simple de una cabecera.....	15
Figura 1-12: Recepción de programación.	17
Figura 1-13: A) Arreglos de elementos Yaguis. B) Antenas Log-Periódicas.	17
Figura 1-14: Satélite Geoestacionario.	18
Figura 1-15: Enlace microonda FM.	20
Figura 1-16: Diagrama de canal local para TV Cable.....	21
Figura 1-17: Enlace de fibra.	21
Figura 1-18: Diagrama de equipos de una cabecera.	23
Figura 1-19: Asignación del espectro upstream y downstream.....	25
Figura 1-20: Splitter.....	31
Figura 1-21: Acoplador direccional.....	32
Figura 1-22: Tap.....	32
Figura 1-23: Amplificador.	33
Figura 1-24: Splitter de fibra.....	33
Figura 1-25: Multiplexor óptico.	34
Figura 1-26: Transmisor óptico.....	34
Figura 1-27: Amplificador óptico.....	34
Figura 1-28: Receptor óptico.....	35
Figura 1-29: Nodo óptico.....	35
Figura 1-30: El cable coaxial.	37

Figura 1-31: El cable de fibra óptica.....	38
Figura 1-32: Topología árbol-rama.....	39
Figura 1-33: Arquitectura HFC tipo CAN.....	40
Figura 1-34: Arquitectura HFC tipo FBB.....	41
Figura 1-35: Arquitectura HFC tipo FTF.....	41
Figura 1-36: Arquitectura HFC tipo FTLA.....	42
Figura 1-37: Arquitectura distribuida tipo anillo-estrella.....	43
Figura 1-38: Arquitectura distribuida tipo doble anillo.....	43
Figura 1-39: Equipo terminal de suscriptor.....	44
Figura 1-40: Operación de una trampa negativa.....	45
Figura 1-41: Operación de una trampa positiva.....	46
Figura 1-42: Supresión de la señal de sincronización.....	47
Figura 1-43: Inversión de la señal de video.....	47
Figura 1-44: STT bidireccional con direccionamiento en OOB.....	49
Figura 1-45: STT bidireccional con direccionamiento en IB.....	50

CAPITULO 2

Figura 2-1: Impacto del ruido en una señal analógica.....	54
Figura 2-2: Impacto del ruido en una señal digital.....	55
Figura 2-3: Comparación entre la relación de aspecto 4:3 y 16:9.....	56
Figura 2-4: Modelo de radiodifusión de televisión digital de la UIT.....	57
Figura 2-5: Modelo genérico para un sistema de codificación de fuente.....	58
Figura 2-6: Cuantificación de acuerdo a UIT-T.R 601.....	59
Figura 2-7: Estándares MPEG.....	60
Figura 2-8: Flujos elementales MPEG.....	61
Figura 2-9: Paquetes del TS multiplexados.....	62
Figura 2-10: Uso de las tablas PAT y PMT.....	63
Figura 2-11: Codificación de canal.....	64
Figura 2-12: Esquema de concatenación serial.....	65
Figura 2-13: Ejemplo de modulación por amplitud.....	66
Figura 2-14: Ejemplo de modulación en cuadratura.....	67
Figura 2-15: Ejemplo de modulación angular.....	67
Figura 2-16: Estructura básica.....	67

Figura 2-17: Sistema genérico de servicios interactivos.	69
Figura 2-18: Opciones de los estándares de DTV.....	70
Figura 2-19: Fuentes de programación en los sistemas de TV Cable, Ecuador...	71
Figura 2-20: DTV satelital en los sistemas de TV Cable de Ecuador.....	72
Figura 2-21: Receptores de DTV satelital en uso a nivel mundial.....	73
Figura 2-22: Arquitectura del estándar DVB.....	74
Figura 2-23: Esquema del estándar DVB.....	74
Figura 2-24: Utilización de las tablas DVB-SI.....	76
Figura 2-25: Cobertura DVB-S a abril de 2004.....	76
Figura 2-26: Cobertura DVB-C a abril de 2004.	77
Figura 2-27: Codificación de canal DVB-S y DVB-C.	78
Figura 2-28: Niveles de MHP.	79
Figura 2-29: Funcionamiento de DVB-RCS.....	80
Figura 2-30: Métodos de DVB-RCC.	80
Figura 2-31: Comparación entre los estándares ISDB-T e ISDTV.	81
Figura 2-32: Esquema del estándar ISDB.....	82
Figura 2-33: Tecnología BST-OFDM.....	83
Figura 2-34: Codificación de canal para ISDTV.	84
Figura 2-35: Codificación de canal para ISDB-C.....	85
Figura 2-36: Proceso de modulación de ISDTV.	85
Figura 2-37: Proceso de modulación de ISDB-C.....	86
Figura 2-38: Middleware para ISDTV.	86
Figura 2-39: Middleware para ISDB-C.	87
Figura 2-40: Modelo de referencia de interactividad para ISDTV e ISDB.	88

CAPITULO 3

Figura 3-1: Redes de TV Cable de Ecuador, marzo 2011.....	91
Figura 3-2: STT en los sistemas TV Cable de Ecuador, marzo 2011.....	92
Figura 3-3: Comparación entre DVB-C y DVB-C2.....	94
Figura 3-4: Desarrollo de la TV Cable en Japón.	95
Figura 3-5: DVB-C en Brasil.....	96
Figura 3-6: Fabricantes de estándares de DTV.....	96
Figura 3-7: STT en uso a nivel mundial, 2009.....	96

Figura 3-8: Espectro de un sistema de TV Cable en transición.....	97
Figura 3-9: Métodos de ISDB-C para retransmitir ISDTV.....	99
Figura 3-10: Conversión de la señal ISDTV a DVB-C.....	101
Figura 3-11: Transmodulador digital transparente DVB-C.....	101
Figura 3-12: Conversión de la señal DVB-S a ISDB-C.....	102
Figura 3-13: Sistema de TV Cable descrito en el capítulo 1.....	104
Figura 3-14: Equipo necesario para un sistema ISDB-C.....	105
Figura 3-15: Equipo necesario para un sistema DVB-C.....	106
Figura 3-16: Sistema DVB-C completo de la marca WELLAV.....	109
Figura 3-17: Sistema de Cabecera Digital Remota marca TUVES.....	109
Figura 3-18: SIMULCRYPT y MULTICRYPT.....	110
Figura 3-19: TV-ANYTIME en PHILIPS.....	111

CAPITULO 4

Figura 4-1: Puntos de control de la SUPERTEL.....	116
Figura 4-2: Analizador DSAM-6000.....	116
Figura 4-3: Analizador ETL.....	117
Figura 4-4: Densidad de potencia constante en una canal de DTV.....	119
Figura 4-5: Medidor con sensor térmico de potencia.....	120
Figura 4-6: Medición de potencia con analizador de espectros.....	121
Figura 4-7: Diagrama de constelación ideal.....	122
Figura 4-8: Campos de decisión.....	123
Figura 4-9: Distribución Gausiana de un símbolo en un campo de decisión.....	123
Figura 4-10: Relación S/N de 30dB para un canal de DTV.....	124
Figura 4-11: Constelación 64QAM con jitter de 2° (rms).....	125
Figura 4-12: Efecto de la interferencia.....	125
Figura 4-13: Constelación con 10% de desequilibrio I/Q.....	126
Figura 4-14: Constelación con 8° de error de cuadratura I/Q.....	127
Figura 4-15: Constelación con 24dB de supresión de portadora.....	127
Figura 4-16: Vectores para calcular el MER.....	128
Figura 4-17: Medición del BER.....	130
Figura 4-18: Relación S/N vs BER.....	131
Figura 4-19: END y margen de ruido.....	132

Figura 4-20: Tilt y ripple.....	133
Figura 4-21: Atenuación de hombros.	134
Figura 4-22: Diagrama de ecos.....	134

TABLAS

CAPITULO 1

Tabla 1-1: Progreso tecnológico de los sistemas de TV cable.....	7
Tabla 1-2: Tipos de modulación utilizados en sistemas de TV Cable.	24

CAPITULO 2

Tabla 2-1: Algunas tecnologías que se pueden hallar en los sistemas de TV Cable ecuatorianos.....	53
Tabla 2-2: Muestreo de acuerdo a UIT-BT.R 601.	59

CAPITULO 3

Tabla 3-1: Características de la señal de televisión analógica de Ecuador.....	98
Tabla 3-2: Costos para el sistema ISDB-C propuesto.....	107
Tabla 3-3: Costos para el sistema DVB-C propuesto.....	108
Tabla 3-4: Tabla comparativa de los estándares de DTV por cable.....	112

CAPITULO 4

Tabla 4-1: Comparación de resultados.	121
Tabla 4-2: MER en una señal 64QAM de DTV por cable.....	129
Tabla 4-3: Valores de KC para modulaciones QAM.....	130
Tabla 4-4: Clasificación de parámetros.	135
Tabla 4-5: Parámetros medidos desde la ubicación del operador.....	137
Tabla 4-6: Parámetros medidos desde la ubicación del suscriptor.	137
Tabla 4-7: Parámetros medidos desde la ubicación del operador.....	137
Tabla 4-8: Parámetros medidos desde la ubicación del suscriptor.	137

RESUMEN

El presente proyecto de titulación gira en torno a dos grados temas, relacionados con los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, que se desarrollan en dos ambientes distintos pero a la vez muy relacionados entre sí. El primer tema es la digitalización de los sistemas de televisión por cable de Ecuador, que involucra a operadores, diseñadores y personal técnico que maneja dichos sistemas; mientras que el otro tema, es la normativa técnica para la aprobación de los sistemas de televisión digital por cable ecuatorianos, involucra a funcionarios de entidades de regulación, control y gestión de las telecomunicaciones de Ecuador. Los dos temas se desarrollan a lo largo de cuatro capítulos, tratando en lo posible de recoger los puntos de vista de los dos ambientes involucrados. A continuación se realiza una breve descripción de cada capítulo.

En el capítulo 1 se realiza una descripción general del funcionamiento de un sistema de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, mediante la definición de una plataforma genérica, que consta de tres componentes principales denominados: cabecera, red y equipos terminales de los suscriptores. En lo posible cada componente es descrito, tomando en cuenta la variedad de diseños y equipos, que se pueden encontrar en los sistemas modernos de televisión por cable; e, indicando el estado de los sistemas instalados en Ecuador.

En cambio en el capítulo 2, se realiza una descripción general del estándar de televisión digital por satélite, DVB-S, que se posiciona fuertemente en los sistemas de televisión por cable de Ecuador; así como también del estándar de televisión digital por aire, ISDB-T Internacional, que actualmente se denomina ISDTV y que fue adoptado por Ecuador. Partiendo de aquello, se procede también a la descripción general de los estándares de televisión por cable, DVB-C e ISDB-C, que son las opciones compatibles, a los mencionados sistemas de televisión digital satelital y terrestre, respectivamente. La descripción consta primero de una generalidad de la televisión digital y luego especifica cada estándar.

Ya en el capítulo 3, se realiza una comparación de los estándares mencionados en el capítulo 2, con el fin dar una recomendación respecto al estándar de televisión digital, adecuado para la digitalización de los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador. Esta comparación gira en torno a parámetros claves, determinados principalmente en reuniones con los operadores y visitas técnicas a dichos sistemas, recomendaciones similares en otros países, cursos, entre otros. En cada parámetro, se trata de tomar en cuenta la realidad técnica y normativa de los sistemas de televisión por cable ecuatorianos. El resultado es la recomendación del estándar DVB-C.

Por último en el capítulo 4, se describen los parámetros técnicos que determinan la calidad de la señal de televisión digital por cable, tomando en cuenta el reporte técnico de DVB-M, TR 101 290 V1.2.1: Guías para Medidas sobre Sistemas DVB”, en sus apartados 6 y 7; y además, los puntos sobre el sistema de televisión por cable, que la Superintendencia de Telecomunicaciones de Ecuador, ha determinado para el control técnico. Ya que el fin es medir objetivamente la calidad de servicio, que ofrece un sistema de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico a sus suscriptores, se determina como parámetros técnicos de control a la MER y BER; y, se sugiere, al ente de control técnico antes mencionado, que los incorpore dentro del proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico.

El capítulo 5 recoge las conclusiones y recomendaciones, que se desprenden del presente proyecto de titulación; y al final de este documento, se presenta la bibliografía utilizada, la cual puede ampliar el conocimiento de los temas que se han tratado, también se anexa información, que puede ser útil en la implementación del estándar DVB-C, ó en las actividades de control de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

PRESENTACIÓN

El advenimiento de la tecnología de televisión digital, a Ecuador, ya es un hecho. Sin embargo, se ha centrado más la atención sobre la televisión digital terrestre abierta, lo que se evidencia por la gran cantidad de trabajos de investigación, que se están llevando a cabo, ó que se han desarrollado para este sector. Esto ha provocado que, la digitalización de los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico pase desapercibida, aun cuando el número de suscriptores es considerable, 275282 hasta agosto de 2011.

Esta situación llevó a que, los mismos operadores de los sistemas de televisión por cable ecuatorianos, soliciten a la Superintendencia de Telecomunicaciones, que emita una recomendación acerca del estándar de televisión digital por cable, adecuado para los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador. Para aquello, una realidad debía considerarse, que los estándares de televisión digital satelital y terrestre ya están definidos en Ecuador. En atención a este requerimiento, el presente documento pretende ser una referencia a tomar en cuenta.

Además este proyecto de titulación, pretende ir más allá de satisfacer las expectativas de los operadores de los sistemas de televisión por cable de Ecuador, y convertirse en un manual técnico básico, para referencia de los diseñadores y demás personal técnico, que se involucre en la digitalización de los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico.

Aunque debe considerar que, la cantidad de temas referidos a sistemas de televisión por cable es extensa, lo que obliga a realizar simplemente descripción de cada uno de ellos, con el fin de tomar en cuenta a la mayoría. Sin embargo, al final del documento se dispone de una bibliografía y documentos anexos, que de seguro ayudarán al lector para profundizar sobre cada tema.

El desarrollo tecnológico de los sistemas de audio y video por suscripción de Latinoamérica, sigue un proceso muy similar, al que ha venido experimentando

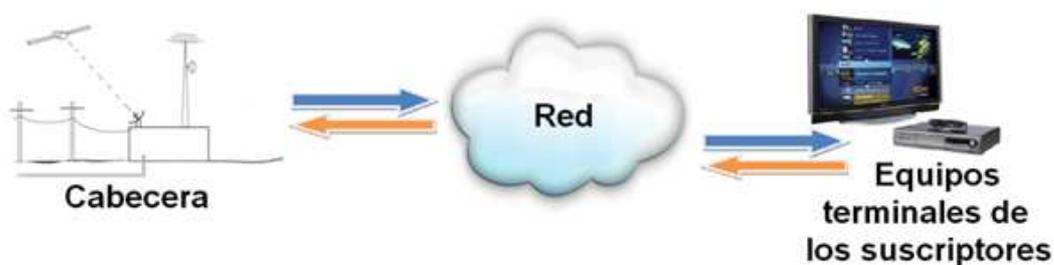
los sistemas de televisión pagada de Estados Unidos de América. Por lo tanto es de esperar que los suscriptores, de servicios de audio y video por suscripción de Ecuador, reciban señales de televisión digital antes que, los usuarios de la televisión abierta ecuatoriana.

Aunque para aquello, se debe eliminar las barreras de la digitalización de los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador. La principal barrera es normativa, ya que la actual Norma Técnica para el Servicio Analógico de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico no aprueba sistemas de televisión digital. Consciente de esta situación, la Superintendencia de Telecomunicaciones, ha comenzado a codificar el proyecto de Norma para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico.

Asimismo, este proyecto de titulación pretende aportar a la elaboración del proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico, sugiriendo los parámetros técnicos de control, que la Superintendencia de Telecomunicaciones, debería incorporar en dicho proyecto de norma ecuatoriana.

Este documento a diferencia de otros, se desarrolla bajo dos mundos diferentes pero muy relacionados entre sí, en el primero conviven los operadores, diseñadores y personal técnico que maneja redes ecuatorianas de televisión por cable; mientras que, en el segundo se encuentran los funcionarios de las entidades de regulación, control y gestión de las telecomunicaciones de Ecuador. Situación que hace que el presente documento, además de ser el trabajo de consulta, investigación y comparación del autor; represente también un consenso entre los sectores de operación y de regulación de los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador.





RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Sistemas de audio y video por suscripción (AVS) bajo la modalidad de cable físico.

En este capítulo se describe un sistema de televisión por cable (TV Cable), mediante una plataforma genérica, de tal forma que se abarque a la mayor cantidad de sistemas existentes en Ecuador.

Carlos Fernando Pilco Zúñiga

cfpz37@hotmail.com

09/04/2012





Acrónimos y abreviaturas

AVS	Audio y video por suscripción
Cable	Cable coaxial
CATV	Sistema de antena comunitaria de televisión
Comerciales	Publicidad televisiva
DBS/DTH	Televisión codificada satelital
Decoder	Decodificador
Downlink	Enlace de bajada
DWM	Multiplexor por división de longitud de onda
EDTV	Televisión en definición mejorada
Encoder	Codificador
EPG	Guía electrónica de programación
Fibra	Cable de fibra óptica
HDTV	Televisión en alta definición
HFC	Hibrido fibra coaxial
IPPV	Pague por ver automático
IRD	Receptor decodificador integrado
LNB	Bloque convertidor de bajo ruido
N-VoD	Video bajo demanda aproximado
PID	Identificador de programa
Playout	Emisión
PPV	Pague por ver
RF	Radiofrecuencia.
SDTV	Televisión en definición estándar
SENATEL	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
Splitter	Distribuidor
STT	Equipo terminal del suscriptor
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones
Tap	Derivador
Transcoder	Transcodificador
TV Cable	Televisión por Cable
Uplink	Enlace de subida
VHS	Videocasete
VoD	Video bajo demanda

CAPÍTULO 1.

SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN (AVS) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO.

1.1. INTRODUCCIÓN. [SUPERTEL] [2]

La Constitución de la República del Ecuador ^[D1] establece en su artículo 313 que: *“El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos no renovables, el transporte y la refinación de los hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua y los demás que determine la ley”*



Fuente [D3]

Figura 1-1: Categorías del servicio de televisión en el Ecuador.

Dentro del sector de las telecomunicaciones, se hallan los servicios de Radiodifusión y Televisión, y se regulan por la Ley de Radiodifusión y Televisión ^[D2]. La Unión Internacional de Telecomunicaciones se refiere, a la radiodifusión de televisión, como: *“la radiodifusión de programas visuales con las señales de sonidos asociadas”*^[1]. En Ecuador este servicio se clasifica en: televisión abierta y televisión pagada. El servicio de televisión pagada, en particular en Ecuador, se conoce como Audio y Video por Suscripción (AVS), ver **Figura 1-1**.

El servicio de AVS tiene su aprobación técnica en el reciente Reglamento para Sistemas de Audio y Video por Suscripción ^[D3], donde en su artículo 4 literal a) define: *“a) Sistema de audio y video por Suscripción.- Aquel que transmite y eventualmente recibe señales de imagen, sonido, multimedia y datos, destinados exclusivamente a un público particular de suscriptores y abonados.*

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

El mismo Reglamento, en el artículo 4, literales b), c) y d) determina tres tipos de sistemas de AVS:

- Sistema de AVS bajo la modalidad de cable físico, *“b) Sistema por cable físico: Aquel que utiliza como medio de transmisión una red de distribución de señales por línea física.*

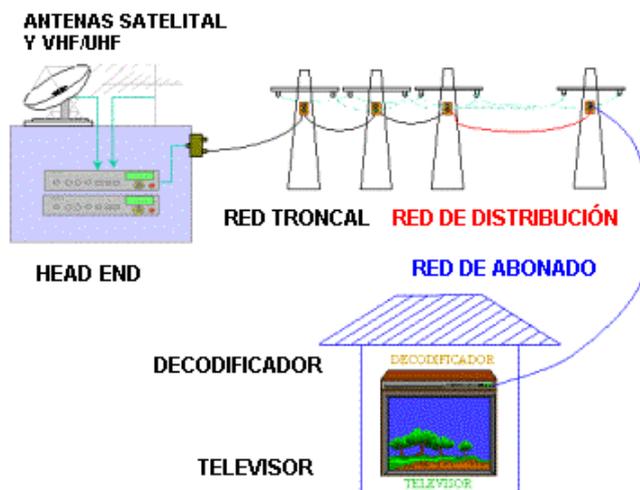
*Está formado por: estación transmisora, red de distribución, línea física y receptores.”*Ver **Figura 1-2**.

- Sistema de AVS bajo la modalidad de codificado terrestre, *“c) Sistema codificado terrestre: Aquel que utiliza como medio de transmisión, el espectro radioeléctrico mediante enlaces terrestres.”*Ver **Figura 1-3**.

- Sistema de AVS bajo la modalidad codificado satelital, *“d) Sistema codificado satelital (DTH/DBS²): Aquel que utiliza como medio de transmisión el espectro radioeléctrico, mediante enlace espacio-tierra.”*Ver **Figura 1-4**.

¹Recomendación UIT-R V.662-3.

² Direct to Home/Direct Broadcast Satellite



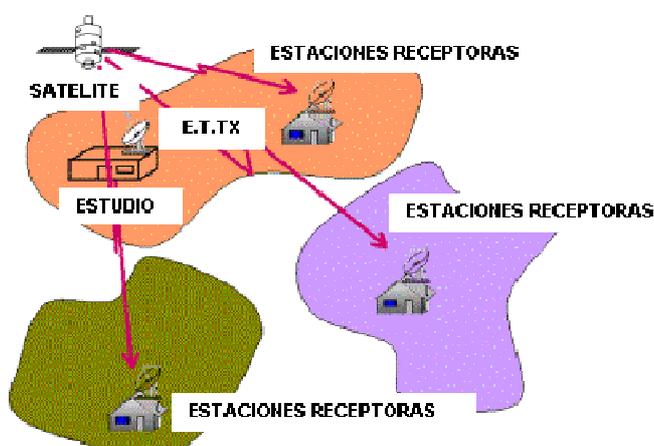
Fuente [2]

Figura 1-2: Esquema de un sistema de televisión por cable.



Fuente [2]

Figura 1-3: Esquema de un sistema de televisión codificada terrestre.



Fuente [2]

Figura 1-4: Esquema de un sistema de televisión codificada satelital (DBS/DTH).

Actualmente en particular, el servicio analógico de AVS bajo la modalidad de cable físico tiene su aprobación técnica, en la Norma para el Servicio Analógico de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico ^[D4]. La misma, se refiere únicamente a sistemas de televisión analógica por cable, el artículo 4, literal 4.1 establece que: *“El Sistema de Audio y Video por Suscripción es una red cerrada que provee el servicio limitado de difusión de señales de televisión por cable y que está conformado por cuatro elementos estructurales principales:*

- *Cabecera (Headend).*
- *Red troncal.*
- *Red de Distribución.*
- *Red del suscriptor.”*

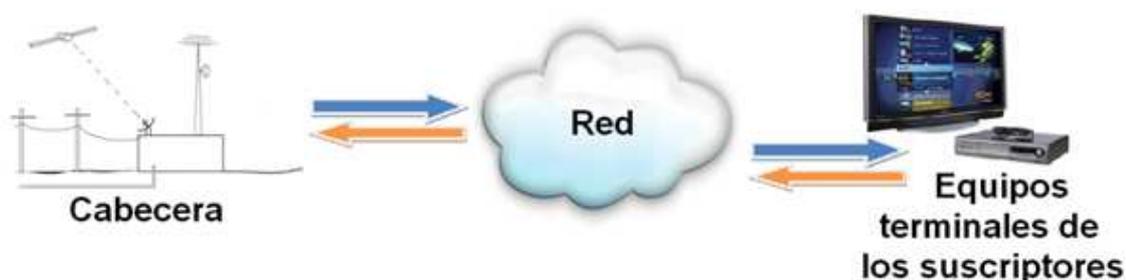
La evolución tecnológica de la televisión analógica a televisión digital, necesita de una norma técnica para aprobar el servicio digital de AVS bajo la modalidad de cable físico. El principal objetivo de esta norma, debe ser no frenar el desarrollo tecnológico de los sistemas de televisión por cable (TV Cable) de Ecuador, ya que así lo ha venido haciendo la actual Norma Técnica para el Servicio Analógico de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico, aún después de que varias reformas se han realizado hasta hoy.

La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) de Ecuador, conjuntamente con la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), está trabajando en la codificación del proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico.

Se describe el funcionamiento general de los sistemas de TV Cable, tratando de contrastar la realidad, de los que actualmente se hallan instalados en Ecuador. Debido a la variedad de arquitecturas que presentan dichos sistemas, para su descripción se considera una plataforma genérica, la cual consta de tres elementos principales, ver **Figura 1-5:**

- Cabecera.

- Red.
- Equipos terminales de los suscriptores.



Fuente [SUPERTEL]

Figura 1-5: Plataforma genérica para los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Esta plataforma genérica ha sido propuesta para la elaboración del proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico. La plataforma es independiente de la arquitectura, que un determinado sistema de TV Cable adopte en su red, y por lo tanto se evita limitar el desarrollo tecnológico de las redes de TV Cable.

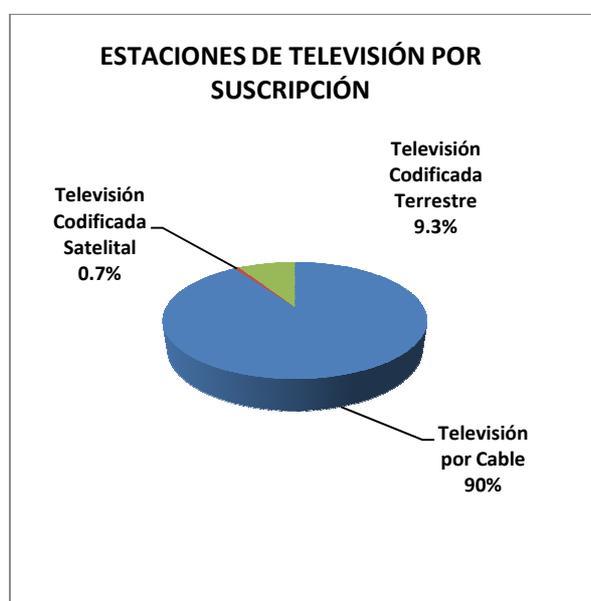
En esta transición tecnológica de la televisión analógica a digital, los sistemas de AVS llevan la posta a los sistemas de televisión terrestre abierta, tanto es así que, un sistema de TV Cable autorizado ya transmite televisión digital. Para tener una idea de la realidad de la TV Cable en el Ecuador, se han tomado datos actualizados de los sistemas registrados en la SUPERTEL, al mes de marzo de 2011.

1.2. REVISIÓN GENERAL DEL DESARROLLO DE LA TELEVISIÓN POR CABLE (TV CABLE). ^{SUPERTEL [2]}

El servicio de TV Cable aparece en Ecuador con la apertura de la empresa SATELCOM S.A. en el año de 1986, la misma que actualmente se conoce por su nombre comercial como "GRUPO TVCABLE". La TV Cable es una industria y una tecnología que ha superado su nombre histórico. Las modernas redes de TV Cable son usadas para proveer un amplio rango de servicios, entre los que se

hallan video analógico y digital, audio digital e incluso datos a alta velocidad y telefonía.

A marzo de 2011 se registran, en la base de datos de la SUPERTEL, un total 265 sistemas de AVS instalados en Ecuador, de los cuales 240 operan bajo la modalidad de cable físico, representando el 90%, ver **Figura 1-6**. Estos sistemas se hallan distribuidos en el territorio ecuatoriano, a excepción de la provincia de Galápagos, en cada provincia, al menos un sistema de TV Cable se encuentra instalado, e incluso en poblaciones donde no llega otro medio de comunicación, ver **Anexo I**.



Fuente SUPERTEL [2]

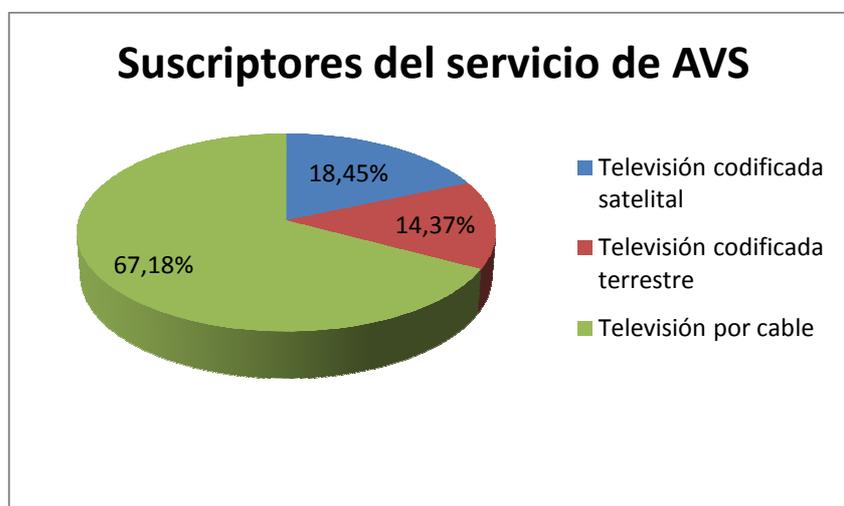
Figura 1-6: Sistemas de TV Cable instalados en Ecuador, marzo de 2011.

Así mismo, mayor es la cantidad de suscriptores de los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico, ver **Figura 1-7**, razón que motiva a la SUPERTEL, Organismo Técnico de Control para salvaguardar los derechos de los usuarios de las telecomunicaciones en Ecuador, a impulsar el proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico.

Actualmente está demostrado que, la tecnología digital brinda muchas ventajas sobre la tecnología analógica en cuanto a calidad de servicio, lo cual beneficia al

Sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico

suscriptor. Además en Ecuador, como en otros países, los sistemas de AVS han comenzado a transmitir televisión digital, antes que las estaciones de televisión terrestre abierta, así que los suscriptores de dichos sistemas son los primeros en experimentar las bondades de la tecnología de la televisión digital.



Fuente [2]

Figura 1-7: Suscriptores del servicio de AVS.

1.2.1. DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE TV CABLE. ^{[L1][L2]}

Tiempo	Evento
1948	Sistemas de CATV inician operaciones en Pensilvania, Oregón y Washington de Estados Unidos de América.
1950	Landsfor de Pensilvania desarrolló un sistema de TV Cable usando cables atados a postes públicos.
1950s	Áreas remotas comienzan a recibir servicios de TV Cable, las cuales antes no tenían servicio de televisión disponible.
1960s	La introducción de amplificadores transistorizados permite una amplificación de banda ancha.
1970s	Mejoras en la calidad de los amplificadores conduce a una mayor capacidad de canales.
1975	HBO ¹ comienza a entregar películas a los sistemas de TV Cable, se crean los primeros servicios Premium.
1980s	Amplificadores de alimentación directa y doble potencia permiten expandir la capacidad del sistema a 86 canales.
1990s	La tecnología de la fibra óptica expande aún más la capacidad de canales.
2000	El crecimiento del ancho de banda y de confiabilidad, de la red de TV Cable, conduce a nuevos productos entre los que se incluyen servicios interactivos.

Fuente [L2]

Tabla 1-1: Progreso tecnológico de los sistemas de TV cable.

¹Home Box Office

Los primeros sistemas de TV Cable recibieron el nombre de sistemas de antena comunitaria de televisión (CATV¹), y consistían de antenas fabricadas y construidas para una buena recepción, acopladas a un sistema de distribución por cable que llevaba las señales de televisión a las viviendas de los suscriptores. Aunque otros tipos de conductores se usaban en los sistemas de CATV, el cable coaxial (cable) rápidamente predominó; esto se debió a que, los demás tipos de conductores, en aquel tiempo poseían altas pérdidas.

El progreso tecnológico, de la primera industria de TV Cable, se enmarcó en mejorar las propiedades técnicas y desempeño de los amplificadores, disminuir las pérdidas del cable y accesorios, como por ejemplo el derivador (tap) del suscriptor, conectores, etc. Como ejemplo, la **Tabla 1-1** muestra un resumen del progreso técnico, que han venido teniendo los sistemas de TV Cable de Estados Unidos de América, y que es muy similar al progreso técnico que vienen teniendo los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Las primeras estaciones de TV Cable fueron diseñadas para transmitir únicamente un espectro común, desde un punto central llamado cabecera² hacia la vivienda de cada suscriptor, en donde cada uno de ellos se conectaría directamente con su televisor; en el lenguaje de los operadores de TV Cable, este sentido de transmisión de la señal se conoce como flujo transmitido (downstream). Los sistemas de TV Cable y receptores de televisión de Ecuador, están diseñados conforme al estándar de televisión de Estados Unidos de América, NTSC³.

A mediados de 1970 el lanzamiento de señales satelitales, para sistemas de TV Cable, provocó que las redes de TV Cable expandan continuamente su ancho de banda. Así los primeros sistemas, que estaban limitados a todo o parte de los 12 canales VHF⁴, canales del 2 al 13 que utiliza la televisión terrestre, realizaron su primera expansión del espectro entre la parte superior de la banda FM, en los 108MHz, y la parte inferior del canal 7, en los 174MHz.

¹ Community Antenna Television

²Headend.

³National Television Systems Committee.

⁴Very High Frequency.

Más adelante, se añadieron más canales sobre el canal 13, hasta llegar a 750MHz, y en algunos casos a 870MHz, ver **Figura 1-8**. Al menos dos sistemas experimentales fueron construidos con una máxima frecuencia de 1GHz, el **Anexo II** muestra la canalización de estos sistemas modernos de TV Cable.

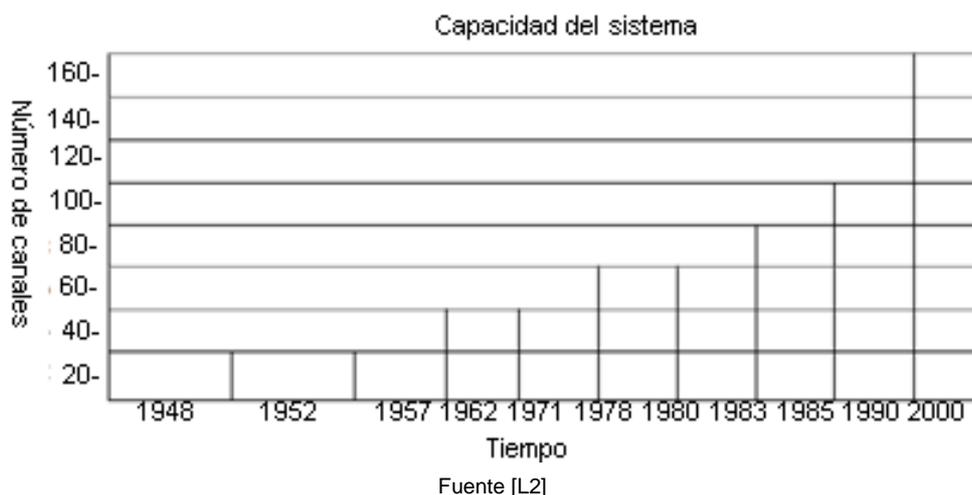


Figura 1-8: Capacidad de los sistemas de TV cable en el tiempo.

Una vez que había la posibilidad de transmitir más canales, comenzaron también a aparecer diferentes niveles de programación, lo que requería el desarrollo de metodologías de control selectivo de acceso, a grupos de canales, a canales individuales e incluso a programas individuales. Así se inició el uso de los equipos terminales de los suscriptores (STT), también denominados set-top box.

A inicios de 1990, los operadores de TV Cable toman interés por transmitir servicios adicionales, que presentan las siguientes características:

- Requieren de una comunicación bidireccional entre los suscriptores y la cabecera.
- Utilizan transmisión digital.

Uno de estos servicios adicionales, es la transmisión digital de diferentes programas de televisión, a través del mismo ancho de banda, que se usa para transmitir un solo programa bajo el estándar de televisión NTSC. El video digital comprimido, con calidad similar al video analógico, fue desarrollado al mismo tiempo que la televisión en alta definición (HDTV¹).

¹High Definition Television

La transformación de los sistemas de TV Cable, para manejar comunicaciones bidireccionales, permitió acceder a eventos individuales usando un STT, el cual contiene un transmisor de datos, para comunicarse desde el suscriptor con la cabecera. En el lenguaje de los operadores de TV Cable, este sentido de transmisión de la señal se conoce como flujo de retorno (upstream).

Aunque los amplificadores de cable bidireccionales fueron diseñados a inicios de 1970, los módulos de retorno rara vez fueron instalados, debido a la falta de incremento en los ingresos de los operadores de TV Cable, que invertían en estos módulos. Aun así, transformar los grandes sistemas de TV Cable, constituidos únicamente de cable con 20 o más amplificadores conectados en cascada, para que puedan manejar comunicaciones bidireccionales, ha representado un gran problema, debido al ruido que se acumula en el flujo upstream.

A comienzos de 1990, el uso de fibra óptica (fibra) permitió recortar estas cascadas, y segmentar las gigantescas redes de TV Cable, en subredes de cable más pequeñas, independientes y alimentadas por una fibra; estas redes son las que actualmente se denominan híbridas fibra coaxial (HFC¹). Esta evolución hizo que las comunicaciones bidireccionales sean prácticas en los sistemas de TV Cable, y además obtuvo una ventaja no esperada, que la programación alimentada a cada subred de cable podía ser personalizada, de acuerdo a los requerimientos de los suscriptores, que son servidos por dicha subred.

1.2.2. EVOLUCIÓN DE SERVICIOS EN LOS SISTEMAS DE TV CABLE. ^{[L1][L2]}

Originalmente, las redes de TV Cable no fueron creadas como mecanismos de comunicaciones de propósito general. Es recientemente que se ha extendido el papel de los sistemas de TV Cable, para incluir servicios que no son de video. Aun así, el diseño para incluir estos servicios en las redes de TV Cable, se lo realiza en base a los requerimientos de la televisión analógica, para que estos servicios se aprovechen las altas tasas de relación portadora a ruido (C/N^2), que son requeridas para el transporte de video analógico.

¹Hybrid Fiber Coax

²Carrier to Noise

Generalmente, los nuevos servicios son ajustados para operar dentro del esquema de canalización de 6MHz, que utilizan los sistemas de TV Cable instalados en Ecuador, para mantener cierta compatibilidad con la asignación de frecuencias de televisión terrestre abierta.



Fuente [L2]

Figura 1-9: Obstáculos para recibir las señales de televisión terrestre.

El negocio de los sistemas de TV Cable, en principio tuvo su base únicamente en la transmisión de señales de televisión, a lugares donde no era posible receiptarlas con antenas de tamaño razonable. En áreas rurales era muy frecuente este caso, ya que no se disponía de señales de televisión, ó las que se encontraban disponibles eran muy débiles para ser receiptadas. En las áreas urbanas por el contrario, las señales de televisión que eran reflejadas en los edificios altos producían múltiples señales, las cuales al ser receiptadas creaban imágenes fantasma en el televisor, ver **Figura 1-9**.

El lanzamiento de señales satelitales para sistemas de TV Cable, que ocurrió mediados de 1970, también cambió el modelo de negocio que manejaban los operadores de TV Cable. Las redes de TV Cable pasaron, de simplemente extender el alcance de las estaciones de televisión terrestre abierta, a incrementar dramáticamente las opciones de programación para sus suscriptores, incluso a competir activamente en la captación de televidentes.

Así aparecen tres categorías de canales, las cuales son exclusivas de los sistemas de TV Cable:

1. Canales de “Súper estaciones”, canales de estaciones de televisión terrestre que se transmiten por satélite para ganar una amplia audiencia.
2. Canales especializados, en noticias, deportes, climas, educación, compras, etc.
3. Canales de películas, como HBO que provocó nuevas expectativas de negocios.

Estas categorías de canales también permitieron, a los operadores de TV Cable, personalizar la programación a los deseos de los suscriptores. Desde entonces las ofertas típicas de video para los suscriptores incluyen:

- Un nivel básico de servicio, el cual consta de estaciones de televisión terrestre, suscripción a canales pagados y quizás unos pocos canales adicionales.
- Uno o más niveles mejorados de entrega de canales satelitales especializados.
- Una opción de películas sin comerciales y canales de eventos especiales.
- La capacidad para tener acceso individual a presentaciones de películas ó eventos especiales, conocido como Pague Por Ver (PPV¹).

Además aparece una nueva fuente de ingresos para los operadores de TV Cable, debido a la posibilidad de insertar comerciales en ciertos canales, así como también por la inserción de canales de compras, que se incluyen en el nivel básico de servicio. Actualmente la introducción de la televisión digital, en los sistemas de TV Cable, permite ajustar de 6 a 12 programas en el mismo ancho de banda, que ocupa un programa transmitido de forma analógica.

Asimismo, para impedir el acceso no autorizado a la programación se puede usar encriptación. La tecnología digital también permite un nuevo nivel de servicio conocido como video bajo demanda aproximado (N-VoD²). Este servicio permite, a los operadores de TV Cable, ofertar a los suscriptores las películas más populares, con frecuentes tiempos de inicio de reproducción, típicamente en intervalos de 15 minutos a media hora.

¹ Pay Per View

² Near Video on Demand

Todo este desarrollo, presente en los sistemas de TV Cable, ha conducido a ofrecer más servicios adicionales, los cuales dependen de la confiabilidad de las comunicaciones bidireccionales y de la segmentación de la red. Hallar los requerimientos para estos nuevos servicios, también ha conducido a nuevas formas de diseñar las redes de TV Cable.

Se debe tomar en cuenta en particular que, cada uno de estos servicios ya no depende del ancho de banda total del sistema de TV Cable, sino más bien del ancho de banda asignado a cada suscriptor. Algunos de estos servicios son:

1. **Datos a alta velocidad y acceso a internet:** este servicio en particular ha llegado a ser un segmento de negocio para la industria de TV Cable de gran crecimiento.
2. **Video bajo demanda (VoD¹):** que a diferencia de N-VoD, permite a los suscriptores seleccionar las películas que deseen visualizar, de una librería y controlar su inicio, reproducción, pausa, incluso retrocederla y adelantarla. Otra diferencia de VoD, es que el evento de video seleccionado por un suscriptor es enviado de forma privada y única a él. Por lo tanto, este suscriptor requiere un ancho de banda dedicado durante la reproducción de la película. A finales del 2002, VoD ha pasado de la fase de pruebas a una de desarrollo a amplia escala. Una atracción para implementar VoD en la redes de TV Cable, es que los sistemas de DTH/DBS no lo pueden implementar, ya que técnicamente resulta difícil segmentar la audiencia DTH/DBS.
3. **Telefonía:** la transformación de la redes de TV Cable para ofrecer servicios de voz representa un gran reto técnico. Aunque los requerimientos de ancho de banda son modestos, cumplir el estándar de la red telefónica, de 99.99% de disponibilidad del servicio, va más allá de las capacidades de muchos sistemas de TV Cable.

Por supuesto que esta no es una lista exhaustiva, ya que cualquier servicio que pueda ser modulado dentro de una portadora de radiofrecuencia (RF), de ancho

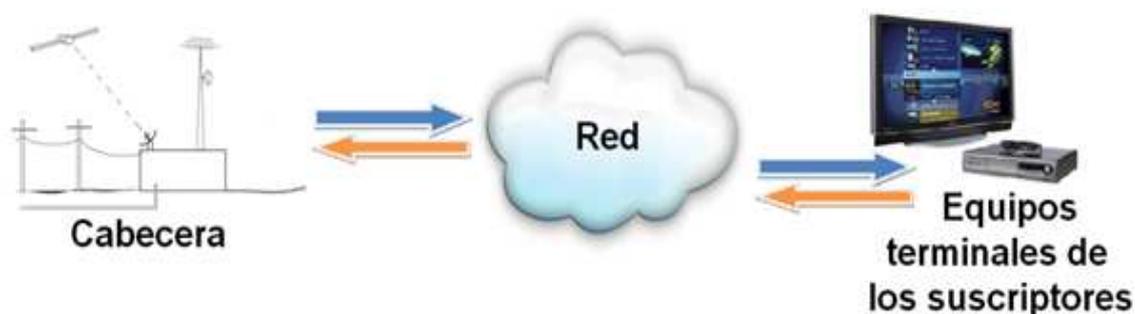
¹ Video on Demand

de banda razonable, puede potencialmente ser transmitido por un sistema de TV Cable. El **Anexo III** presenta más información, acerca de los servicios que pueden ser ofrecidos en los modernos sistemas de TV Cable.

1.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TV CABLE. [SUPERTEL]

En lo que respecta a sistemas de TV Cable, existen una variedad de arquitecturas que han venido apareciendo, cada una en función de sacar el máximo provecho del costo de la implementación. Aun así, en los sistemas de TV Cable se pueden diferenciar claramente tres partes principales, ver **Figura 1-10**:

- Cabecera
- Red.
- Equipos terminales de usuario (STT¹)



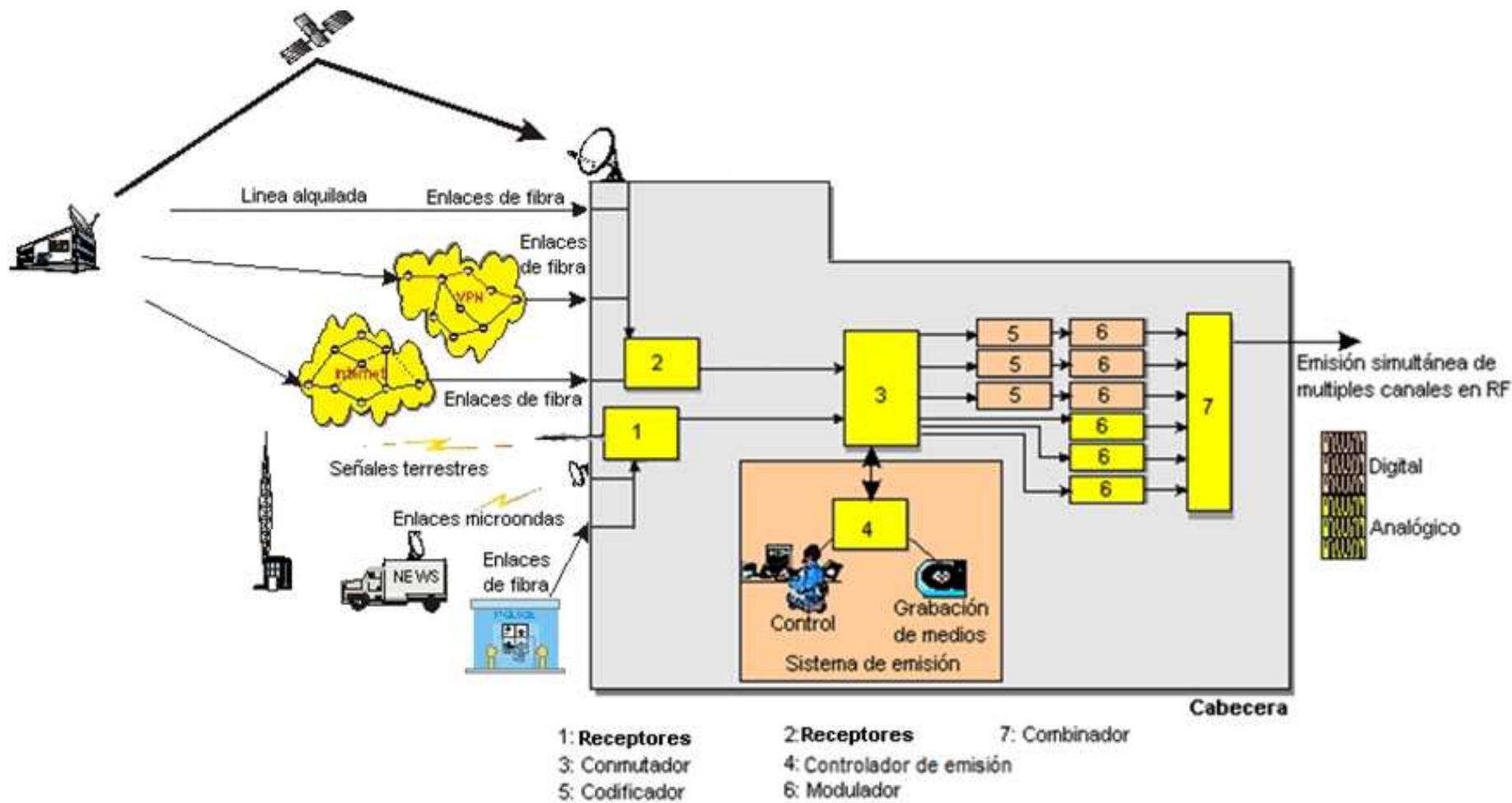
Fuente [SUPERTEL]

Figura 1-10: Principales componentes de un sistema de TV Cable.

1.3.1. CABECERA. [SUPERTEL]

Cabecera, en la terminología de los operadores de TV Cable, se refiere al punto de origen del sistema, que tiene como misión fundamental la recepción, procesamiento y transmisión de las señales de audio y video; y, eventualmente también recibe señales de flujo upstream, procedente de sus suscriptores. La **Figura 1-11** muestra un diagrama simple de una cabecera dedicada únicamente a servicios de AVS.

¹ Set Top Terminals



Fuente [L2]

Figura 1-11: Diagrama simple de una cabecera.

En algunas arquitecturas distribuidas, existen subcabeceras conectadas a la cabecera, las cuales, además de proveer conectividad, pueden recolectar, formatear e insertar señales adicionales al flujo downstream de la cabecera, así como también receptar y procesar las señales que recibe del flujo upstream que proviene de los suscriptores, a los cuales esta sirve.

El punto de la cabecera o de los nodos de procesamiento, donde el flujo downstream pasa a la red, se denomina centro de distribución. Generalmente, desde estos puntos se gestionan y distribuyen las señales de audio y video.

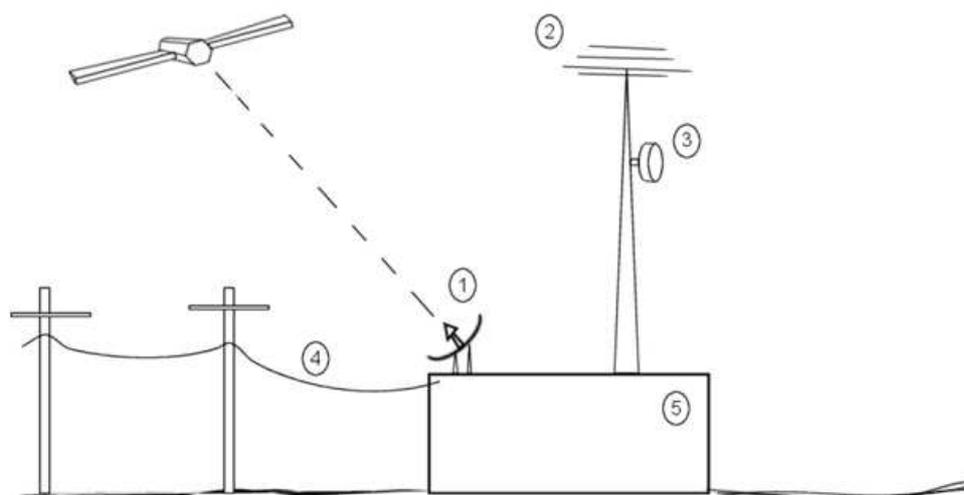
1.3.1.1. Recepción de programación. ^[L1]

Los primeros sistemas de TV Cable, receptaban únicamente señales de radiodifusión terrestre abierta, y las retransmitían a sus suscriptores; debido a que ellos no podían receptarlas directamente. Sin embargo, el desarrollo de la televisión por cable llevó a los sistemas de TV Cable a proveer muchas más señales a sus suscriptores.

Las señales locales fueron las primeras en ser insertadas, después las señales lejanas de televisión terrestre, de estaciones muy distantes, podían ser recibidas mediante enlaces microondas para ser retransmitidas. Luego, el lanzamiento de señales satelitales para sistemas de TV Cable, permitió añadir las señales que se reciben por satélite. Recientemente apareció la fibra, con la cual se puede obtener una buena recepción de la programación.

En la **Figura 1-12** se muestran las diferentes vías de recepción de programación en la cabecera:

1. Recepción de señales satelitales.
2. Recepción de señales terrestres.
3. Enlaces microonda.
4. Enlaces de fibra óptica.
5. Inserción de señales locales.

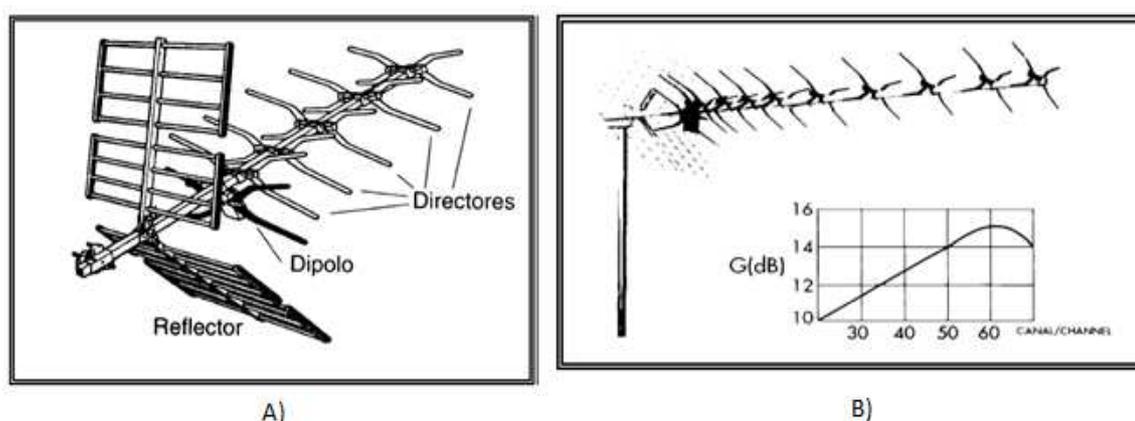


Fuente [3]

Figura 1-12: Recepción de programación.

1.3.1.1.1. Recepción de señales terrestres.^[L3]

Tanto, los operadores de TV Cable, como, los concesionarios de estaciones de televisión terrestre, tuvieron que aprender a cooperar. Llegando a ser común, la inserción directa, mediante fibra, de señales de televisión terrestre, en las cabeceras de los sistemas de TV Cable. De esta forma se evita que los denominados obstáculos de la línea de vista causen pérdidas de la señal terrestre.



Fuente [L3]

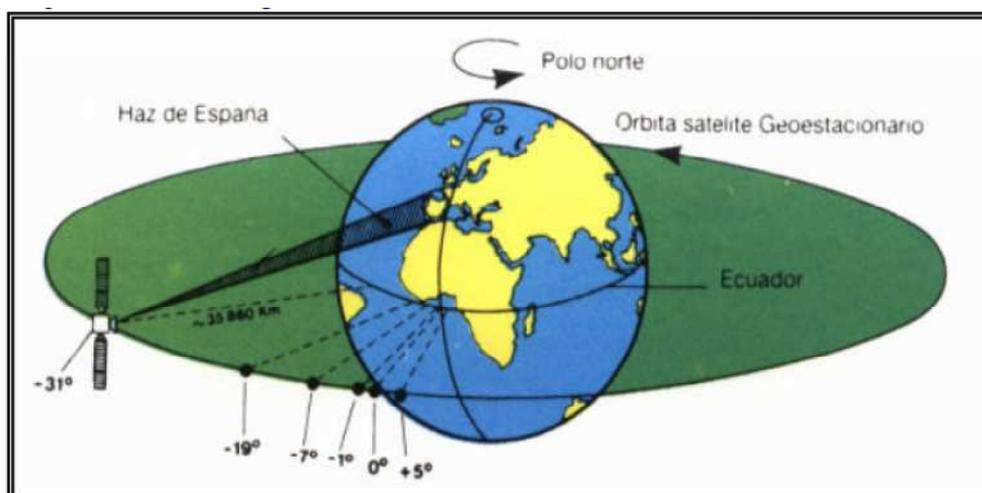
Figura 1-13: A) Arreglos de elementos Yaguis. B) Antenas Log-Periódicas.

Sin embargo, todavía es común que las señales de televisión, de estaciones terrestres locales y lejanas, sean receptadas usando antenas de recepción

terrestre. La mayoría de las antenas de recepción terrestre son de dos tipos: Arreglos de elementos Yaguis o Log Periódicas, ver **Figura 1-13**.

1.3.1.1.2. Recepción de señales satelitales.^[L3]

Los satélites de comunicaciones, usados en el servicio de TV Cable, son los que se hallan en la órbita geoestacionaria, ubicada aproximadamente a 36000Km por encima de la línea ecuatorial, ver **Figura 1-14**. Generalmente, las bandas más usadas actualmente en el servicio satelital son la banda C, cuya frecuencia para el enlace de bajada (downlink) va de 3700MHz a 4300MHz; y, la banda Ku cuya frecuencia downlink va de 11.7GHz a 12.2GHz.



Fuente [L3]

Figura 1-14: Satélite Geoestacionario.

Los satélites consisten de un número de canales llamados transpondedores. Cada transpondedor es un sistema completo, compuesto de un amplificador de entrada, un filtro pasabanda, un convertidor de frecuencia y un amplificador de salida. Actualmente, la mayoría de los satélites tienen 24 transpondedores a bordo, sin embargo el número puede variar.

Normalmente, un transpondedor para señal de televisión analógica se modula en frecuencia. En ocasiones, dos señales pueden compartir un solo transpondedor, esto se conoce como modo medio de transpondedor. Por lo común, el modo completo de transpondedor opera casi en saturación. Esto no interfiere a la señal modulada en frecuencia y permite la máxima eficiencia del transpondedor.

Asimismo, cada transpondedor tiene normalmente un ancho de banda de 40MHz, incluyendo bandas de guarda entre canales adyacentes, ya que la señal útil ocupa alrededor de 36MHz. Para hacer mejor uso del espectro de frecuencia, se practica el reuso de frecuencia, mediante el cual dos señales de diferentes polaridades se transmiten, por lo tanto las polaridades deben ser ortogonales para evitar interferencia.

La señal de los proveedores de programación, se recibe en los satélites mediante un enlace de subida (uplink), y se retransmite a una gran área de la superficie de la tierra, la misma que se denomina haz. Al interior de un haz de solo recepción de televisión (TVRO¹), se instalan las estaciones terrenas, que mediante antenas parabólicas receptan las señales de audio y video. Luego, las señales receptadas son procesadas y pasan a formar parte de la programación de un sistema de TV Cable.

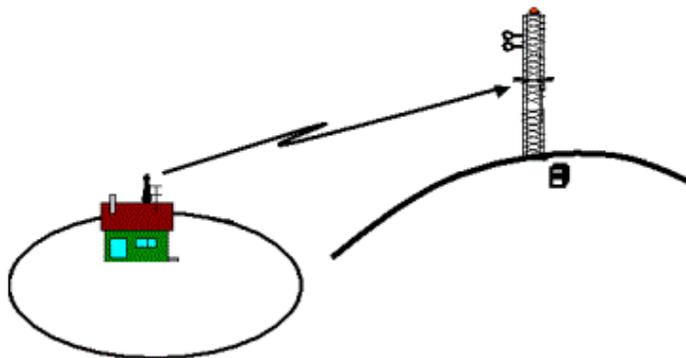
Muchas señales satelitales son codificadas, las mismas deben ser contratadas por los operadores de TV Cable, esto provoca la venta de varios paquetes para los suscriptores.

1.3.1.1.3. Señales de enlaces microondas. ^[L2]

Los operadores de TV Cable utilizan enlaces microondas para dos propósitos. Uno es para recibir la programación, de una estación muy lejana de televisión terrestre, cuya señal no ha podido ser receptada mediante una torre y una antena, ver **Figura 1-15**. El otro es utilizar los enlaces microondas como troncales, cuando se desea alcanzar un área geográfica muy lejana, ó cuando no es factible el uso de un cable troncal debido a la situación geográfica del terreno.

Para recibir programación se utilizan enlaces microondas FM. La mayoría de estos enlaces están comenzando a ser remplazados por enlaces de fibra, pero algunos todavía continúan operando.

¹ Television Reception Only



Fuente [L3]

Figura 1-15: Enlace microonda FM.

1.3.1.1.4. Señales de origen local/acceso local.^[L2]

La inserción de programación local es practicada en muchos sistemas de TV Cable, y la programación local es producida en los estudios de la compañía de TV Cable, ó en los estudios de algún miembro encargado. Típicamente los estudios, de canal local para TV Cable, son similares a los que poseen las estaciones de televisión terrestre, pero en los sistemas de TV Cable la cantidad y calidad de los equipos es inferior. En la **Figura 1-16** se muestra un diagrama de canal local para TV Cable.

Mucha de la programación se origina en cinta. Los formatos de cinta en uso incluyen videocasete (VHS) comerciales de baja calidad, súper VHS y $\frac{3}{4}$ de pulgada, de acuerdo a la calidad se incrementa el costo. Pueden usarse computadoras para controlar las máquinas de cinta, ó controlarlas manualmente. Lo último en almacenamiento de programación local, es el uso de servidores de archivos de video.

El programa digital comprimido es almacenado en un gran servidor de archivos, en un tiempo programado el servidor de archivos reproduce el programa, y lo transmite por la red. De ser necesario, antes de transmitir el programa, este puede pasar por un convertidor MPEG-NTSC, que convierte la señal de televisión digital a una señal de televisión analógica. Los primeros éxitos se tuvieron en la inserción de comerciales, y actualmente se realiza la emisión de programas de gran duración.

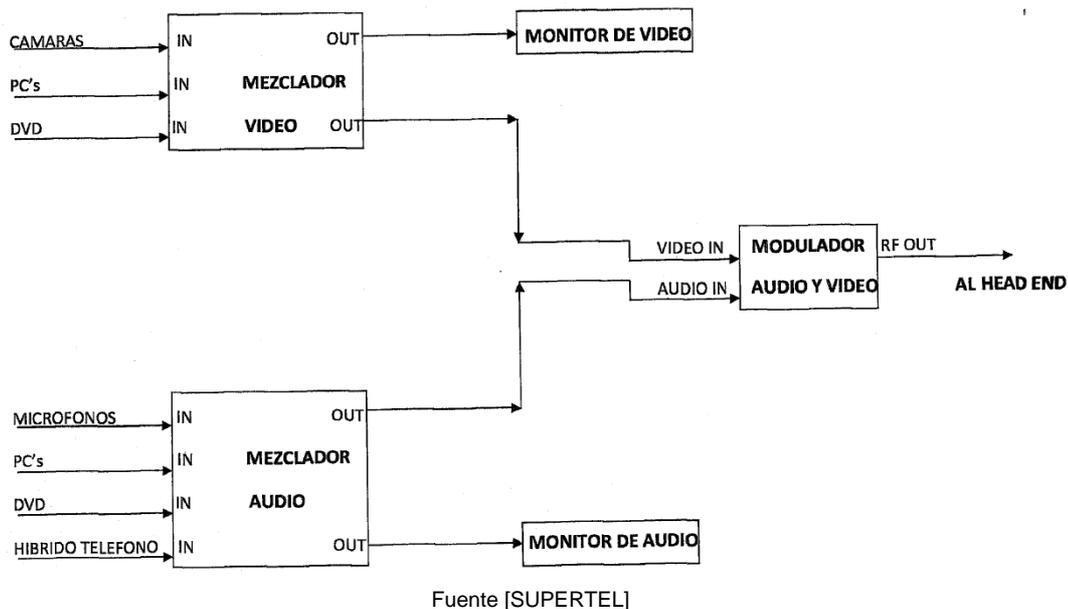


Figura 1-16: Diagrama de canal local para TV Cable.

1.3.1.1.5. Enlaces de fibra óptica.^[L2]

Debido principalmente a los obstáculos, que se presentan en la línea de vista de las ondas de radio, resulta algunas veces imposible recibir, mediante antenas terrestres, señales de alta calidad en la cabecera. Un pequeño número de estaciones de televisión terrestre, ahora están alimentando directamente a las cabeceras de TV Cable, desde sus estudios de producción.



Figura 1-17: Enlace de fibra.

Típicamente, se toma la señal de salida en banda base de la mezcladora principal, que alimenta al transmisor de televisión terrestre, y se la transporta hasta la cabecera por medio de fibra, ver **Figura 1-17**.

Una actividad actual relacionada es la cooperación, para producir programas locales, entre las estaciones locales de televisión terrestre y uno, ó más sistemas de TV Cable. Por ejemplo, el noticiero de una estación de televisión terrestre, prepara una edición especial informativa para los sistemas de TV Cable.

1.3.1.2. Procesamiento de las señales. ^[T1]

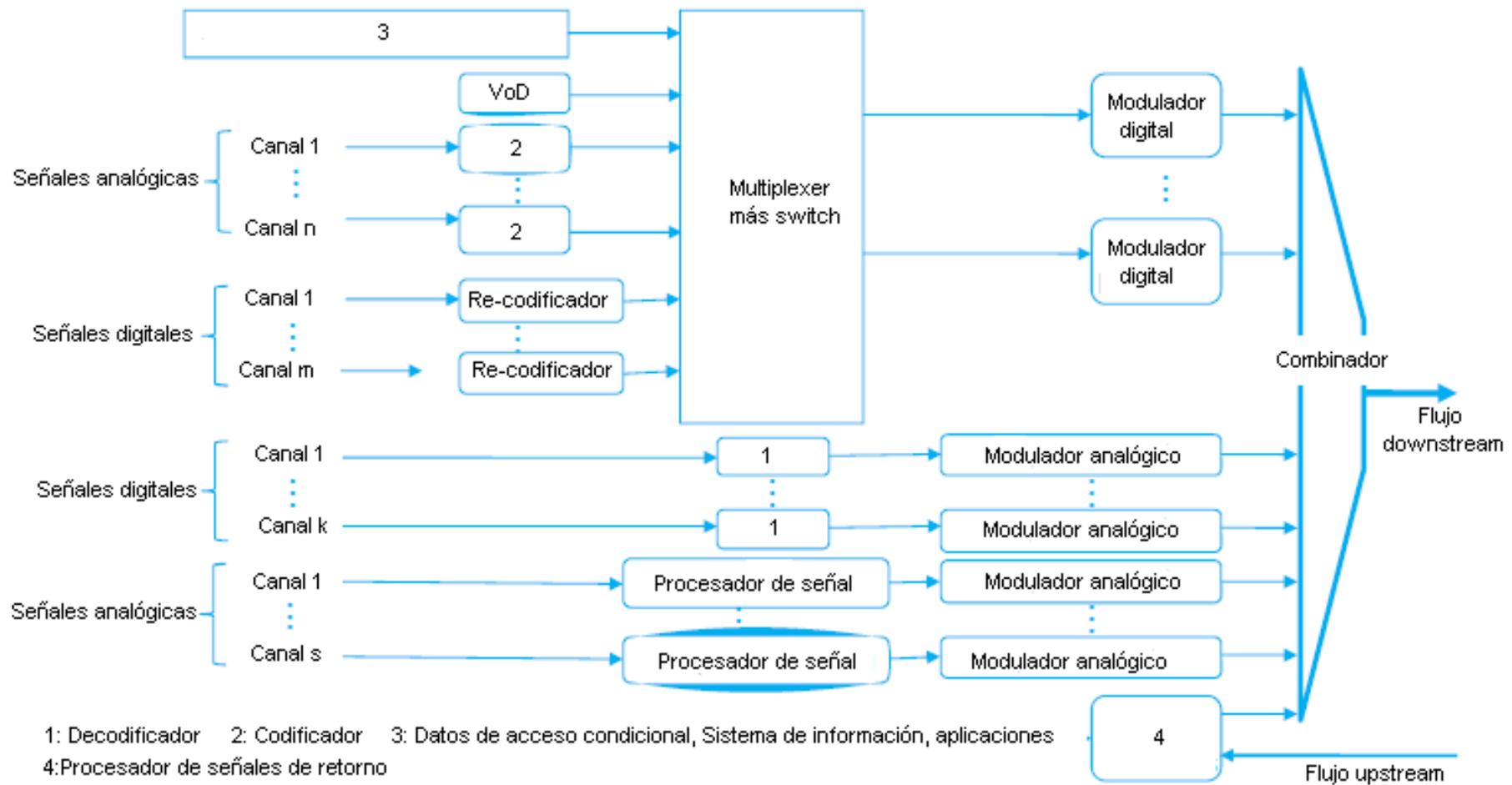
Equipos receptores de señal, y algunas veces codificadores, se usan en la cabecera para dar formato a las señales, que se transmitirán sobre la red de TV Cable. También se usan moduladores, que son transmisores en miniatura, que aceptan señales de audio y video en banda base, y las convierten en un canal del sistema de TV Cable. Finalmente se usan combinadores, que reciben cada uno de estos canales y los mezclan en una sola señal, la cual se colocará en la red del sistema de TV Cable, ver **Figura 1-18**.

En las estaciones terrenas, se convierten las señales satelitales de audio y video a una señal en banda base. Actualmente, parte de estas señales son codificadas de acuerdo a un formato propietario, por lo que se hace necesario añadir un receptor decodificador integrado (IRD¹), para poder obtener la señal de audio y video en banda base.

Transformar, la variedad de señales recibidas en la cabecera, a productos que puedan ser rápidamente manipulados, transportados y vendidos a los suscriptores, es un proceso que ocurre en el mismo sitio de la cabecera. Es allí donde se realiza el procesamiento de las señales, que es una de las principales funciones que cumple la cabecera del sistema de TV Cable. Se toma las señales recibidas, se las modula con portadoras, estas portadoras se las combinan en orden apropiado, y entonces resulta una única señal compuesta, la cual se coloca en la red del sistema de TV Cable.

Otras funciones, que se realizan en la cabecera, son la inserción de comerciales, inserción de alarmas, codificación de servicios Premium y recepción de señales del flujo upstream que proviene de los suscriptores.

¹Integrated Receiver Decoder



Fuente [L4]

Figura 1-18: Diagrama de equipos de una cabecera.

1.3.1.2.1. Procesadores de señal RF.^[L2]

Los procesadores de señal RF normalmente son usados para transferir las señales receptadas a la red. Estas señales son señales terrestres que están moduladas en amplitud de banda lateral vestigial (AM-VSB¹), las cuales son receptadas con antenas terrestres.

También el procesador de señal es capaz de cambiar la frecuencia de la señal recibida, así como el nivel de la portadora de sonido.

1.3.1.2.2. Moduladores.^[L2]

Todos los canales pasan por estos equipos, desde aquellos que provienen de un satélite hasta los que se originan localmente. El proceso de modular una señal portadora involucra el cambio de sus características físicas. Se pueden realizar modulaciones analógicas ó digitales. En la **Tabla 1-2** se muestra las modulaciones analógicas y digitales más utilizadas en los sistemas de TV Cable.

Modulación	Uso
AM-VBS	Programas analógicos.
FM	Sonido.
QAM	Programas digitales, sonido digital, datos, etc.
QPSK	Señales en la dirección upstream para televisión digital interactiva.

Fuente [L4]

Tabla 1-2: Tipos de modulación utilizados en sistemas de TV Cable.

También los moduladores son responsables de convertir las señales recibidas, en canales de TV Cable, para lo cual en Ecuador se ha establecido una canalización de 6MHz, similar a la canalización del **Anexo II**. Además, los operadores de TV Cable dividen el espectro, de tal manera que en una porción se localice el flujo upstream, y en la otra porción el flujo downstream, así las comunicaciones bidireccionales se hacen posibles.

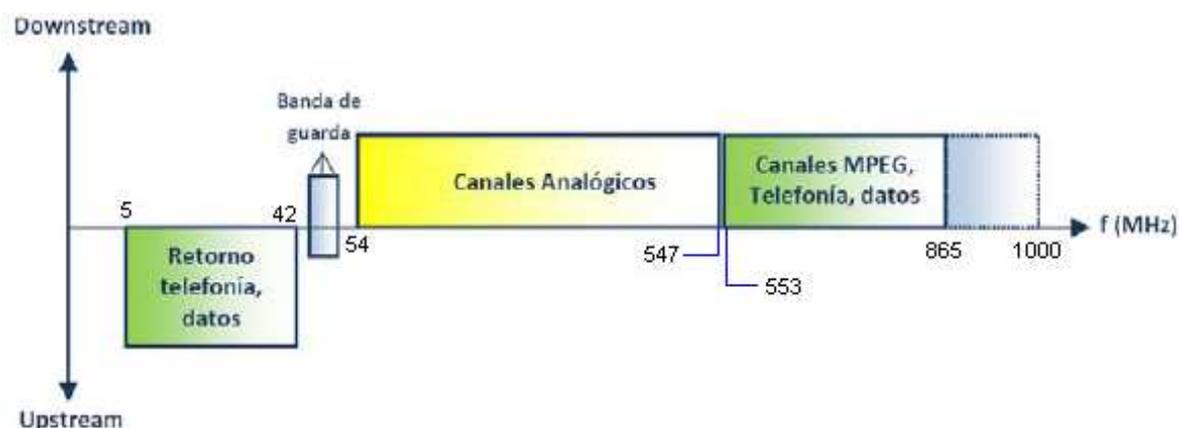
En Ecuador, esta división del espectro sigue la propuesta realizada por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC²), conjuntamente con la organización

¹Amplitude Modulation – Vestigial Side Band

²Federal Commission Communications

de Telecomunicaciones Nacionales y Administración de la Información (NTIA¹), la cual propone que, ver **Figura 1-19**:

- El flujo upstream se localice en 5 – 42MHz.
- El flujo downstream se localice en 54 – 1000MHz.



Fuente [T1]

Figura 1-19: Asignación del espectro upstream y downstream.

La asignación del espectro para los sistemas de TV Cable que transmiten señales digitales, según el estándar ANSI/EIA 542 1997, es:

- Señales analógicas: se ubican en los canales del 2 al 78 correspondiente a las frecuencias de 55 a 547MHz.
- Señales digitales: se ubican en los canales del 79 al 136 que corresponde a las frecuencias de 553 a 865MHz.

1.3.1.2.3. Receptores satelitales ^[L2]

La señal satelital que llega a la antena parabólica es recogida por un alimentador, el cual está ubicado en un punto focal de la antena. Después, esta señal es amplificada, y usualmente un convertidor pasa la señal de alta frecuencia a baja frecuencia, mediante un bloque convertidor de bajo ruido (LNB²), que está ubicado en el alimentador.

¹ National Telecommunications and Administration of Information

²Low Noise Block

La banda más común, a la que la señal es convertida, va de 950MHz a 1450MHz, los antiguos equipos convertían la señal de 270MHz a 770MHz. Luego, la señal es distribuida para servir a un número de receptores satelitales, actualmente hasta 12 receptores satelitales pueden ser conectados a un único LNB.

En cada receptor satelital, la señal es nuevamente amplificada, filtrada, y convertida a otra baja frecuencia, la misma que se denomina frecuencia intermedia (IF¹), una doble conversión a baja frecuencia puede ser realizada si el receptor es rápido. Luego, la señal es demodulada mediante un demodulador FM. La salida del demodulador es una señal de video en banda base, probablemente codificada y con una o más portadoras de sonido.

Un número de frecuencias subportadoras se usaban para transmitir sonido, pero las más comunes eran 6.2MHz y 6.8MHz. Actualmente por lo general, estas subportadoras ya no se usan para transmitir sonido, ya que el sonido se transmite en forma digital conjuntamente con el video, ahora se usan estas subportadoras para señales de tonos y audio suplementario. Las señales de tonos son utilizadas para iniciar la inserción de comerciales.

Casi todas las señales satelitales, entregadas a las cabeceras de los sistemas de TV Cable, son codificadas, a excepción de algunos sistemas que toman señales no codificadas (FTA²). Los propietarios de la programación comenzaron a codificar las señales a finales de 1980, para prevenir la piratería del servicio.

Antes se usaba una codificación analógica, la cual remplazaba el intervalo de borrado horizontal por audio encriptado. Por lo tanto, las señales codificadas debían pasar por un IRD (receptor decodificador integrado), el cual decodifica las señales una vez que detecta la autorización.

Los receptores satelitales digitales son similares a los receptores satelitales analógicos, con la excepción de que los demoduladores que se utilizan son

¹Intermediary Frequency

²Free to air

QPSK, algunas veces 8-PSK. Típicamente estos receptores incluyen un decodificador MPEG.

1.3.1.2.4. Interfaces de video digital.^[L2]

Las interfaces de video digital conectan uno ó más flujos de transporte MPEG (TS¹), de un equipo fuente, como por ejemplo un receptor satelital, un codificador MPEG ó un servidor de VoD, a un equipo colector de información, por lo general moduladores QAM. El TS contiene audio, video y también datos auxiliares para un programa. Se puede asociar múltiples flujos de audio con un solo flujo de video. Los múltiples flujos de audio pueden ser canales de sonido 3D (surround), ó uno ó más lenguajes del mismo video.

Las interfaces de video digital más comunes son:

- Interfaz serial asincrónica (ASI²)
- Interfaz Ethernet para transmisión de video.

1.3.1.2.5. Acceso condicional.^[L2]

Hay varios sistemas de acceso condicional, que pueden residir en la cabecera de un sistema de TV Cable, que son usados para autorizar la decodificación de canales. Los más comunes son:

- **Programación por suscripción:** es el antiguo método de autorización para programas comprados. En un sistema de suscripción, el suscriptor paga una cuota mensual y recibe un programa Premium todo el tiempo. Esto requiere que los equipos terminales de los suscriptores tengan direccionamiento para enviar los canales únicamente a los suscriptores que los contrataron.
- **Programación pague por ver (PPV¹):** PPV se vende a un precio básico por programa comprado, pero el suscriptor debe llamar al operador de TV

¹ Transport stream

² Asynchronous Serial Interface

Cable para ordenar el programa. La orden puede ser realizada llamando a un representante de servicios del suscriptor (CSR²) de la compañía de TV Cable, el cual se encarga de añadir el costo del programa contratado a la cuenta del suscriptor, y produce una señal de autorización para ser transmitida al STT (Equipo Terminal del Suscriptor). De forma alternativa, el suscriptor puede llamar a un sistema automático, el cual usa números de identificación automática (ANI³) para identificar al suscriptor que origina la llamada, el suscriptor en cambio envía un número correspondiente al programa que desea comprar, y entonces se envía automáticamente una señal de autorización al STT.

- **Programación pague por ver automático (IPPV⁴):** IPPV es el método preferido para la venta de programas individuales, ya que el suscriptor no tiene que ordenar antes. El suscriptor puede ordenar automáticamente el programa, aún después de que el mismo ha comenzado. Los sistemas IPPV requieren de comunicaciones bidireccionales con el STT, ya que este informa a la cabecera del sistema de TV Cable, los programas comprados por el suscriptor, así como la facturación y pago de los mismos. Por lo general, los sistemas IPPV trabajan mediante el método denominado almacenamiento y envío (store and forward).

1.3.1.2.6. Video en demanda (VoD).^[L2]

El servicio de VoD es popular, permite a los suscriptores ordenar su programa desde la cabecera. Entonces el sistema de TV Cable se convierte en una tienda de renta de videos, a la cual no tienen que trasladarse a rentar y devolver el video. Los programas son almacenados en un servidor y mostrados, mediante una guía electrónica de programación (EPG⁵), en el STT (ó Set-top Box).

Cuando el suscriptor ordena un programa, la petición es enviada a la cabecera desde el STT, mediante un canal del flujo upstream. El servidor de VoD debe

¹Pay per View

²Customer Service Representative

³Automatic Number Identification

⁴Impulse Pay Per View

⁵Electronic Program Guide

determinar un espacio de tiempo libre, en un canal del flujo downstream, para transmitir el programa al suscriptor. Al STT (equipo terminal de suscriptor) se le comunica el canal del flujo downstream que debe sintonizar, y el identificador del programa (PID¹) transmitido en este canal. El servidor emite el programa, en un múltiplex con otras señales destinadas a los demás suscriptores.

El VoD es un servicio personal, que se envía individualmente a un suscriptor. Sin embargo, con el fin de alcanzar a un suscriptor, el programa es enviado a todos los suscriptores. Aun así, únicamente un suscriptor, quien contrato el programa, tiene la clave correcta para decodificar dicho programa.

Por lo común, a los suscriptores se les da la capacidad de detener, pausar, retroceder, adelantar, etc. Por lo tanto, se debe asignar varias horas para ver el programa, una cantidad de tiempo algo más grande que el tiempo de reproducción, lo cual permitirá al suscriptor pausar y retroceder significativamente.

En arquitecturas distribuidas, los servidores de archivos se colocan en nodos de procesamiento cercanos a los suscriptores, estos contienen los programas más populares, y un servidor de archivos, que contiene la programación menos popular, se coloca en la cabecera. Con el fin de mejorar la confiabilidad de los servidores de VoD, se pueden emplear tecnologías de arreglos redundantes de discos duros independientes (RAID²).

1.3.1.2.7. Decodificador (decoder), transcodificador (transcoder), Codificador (encoder), Sistema de multiplexación y combinador. [L2]

Una vez que las señales son recibidas en la cabecera, estas son procesadas de acuerdo a los requerimientos del operador de TV Cable. Las señales recibidas, que se encuentran comprimidas digitalmente, pueden ser transcodificadas mediante un transcoder, el cual permite ajustar la tasa de transmisión requerida por el operador de TV Cable. Luego, la señal de salida del transcoder se alimenta a un sistema de multiplexación.

¹Program Identification

²Redundant Arrays Independent Disks

Por otro lado, si se necesita convertir las señales digitales recibidas en señales analógicas, se utiliza un decoder, que convierte un programa digital a un programa analógico con formato NTSC, ó a una señal de audio y video en banda base. Por el contrario, el encoder transforma las señales analógicas recibidas a señales digitales, y por lo común las comprime. Al final, un combinador toma todas las portadoras, que son entregadas por los moduladores, y las combina en una sola señal que se colocará en la red del sistema de TV Cable.

1.3.1.2.8. Inserción de comerciales.^[L2]

La inserción de comerciales, producidos por empresas de publicidad, sobre los canales transmitidos, es una importante fuente de ingresos para los operadores de TV Cable. Aunque las prácticas varían, no son comunes dos bloques de tiempos diferentes para la inserción de comerciales, lo más común es 2 minutos en tiempos de inicios predeterminados, por lo común cada hora.

El control de la inserción de los comerciales locales es realizado por el proveedor, mediante señales de tonos que indican el inicio de la reproducción, y otras que se usan para retornar a la programación. Anteriormente, la inserción de comerciales se realizaba usando reproductores de cinta, que se controlaban por computadora. Actualmente, los servidores de archivos han remplazado a los reproductores de cinta.

El servidor de archivos es una computadora optimizada, para transferir grandes archivos digitales, desde su disco duro interno hacia el mundo exterior. De ser necesario un decoder MPEG recibe el video, desde el servidor de archivos, y lo convierte en video con formato NTSC. El audio y video, del sistema de inserción, son provistos a un modulador, y comúnmente a un codificador estéreo, para su transmisión a los suscriptores.

1.3.2. RED. ^[SUPERTEL]

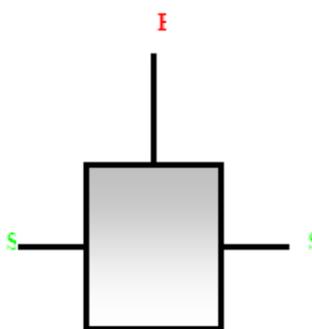
Es una red de telecomunicaciones por cable, que interconecta la cabecera, y de ser el caso los nodos de procesamiento, con los STT (Equipos Terminales de los Suscriptores). Los componentes más importantes de esta red son:

- Elementos de red
- Cable de red
- Arquitectura de red

1.3.2.1. Elementos de red.^[1]

Constituyen aquellos equipos de telecomunicaciones que pueden ejecutar señalización, conmutación, enrutamiento y funciones de transmisión, los cuales se encuentran dentro de la red. Los principales elementos que se hallan en la red son:

1.3.2.1.1. Distribuidor (Splitter).^[L3]



Fuente [L3]

Figura 1-20: Splitter.

Son dispositivos que distribuyen la señal de entrada en múltiples salidas, permitiendo la generación de varias líneas de cable físico a partir de una sola, ver **Figura 1-20**. Se pueden hallar de tres tipos:

- Resistivos.
- Inductivos compensados.
- Inductivos no compensados.

1.3.2.1.2. Acopladores direccionales.^[P1]

Son usados para extraer una pequeña porción de la señal, de una línea de cable físico, y alimentar a los tap de los suscriptores, mientras se mantiene las

características propias de impedancia de la línea de cable físico, ver **Figura 1-21**. A diferencia de un splitter, en que la señal se divide por igual, en los acopladores no.

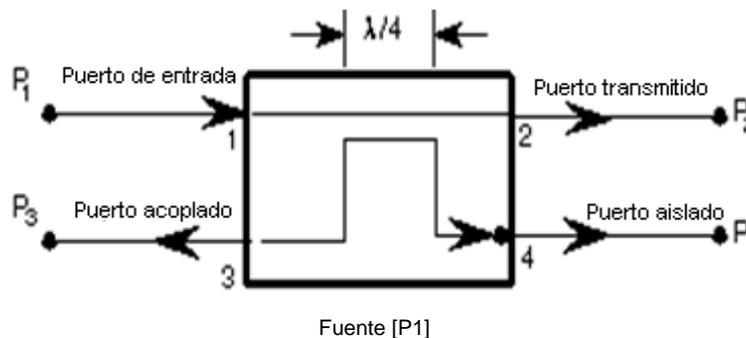


Figura 1-21: Acoplador direccional.

1.3.2.1.3. Derivador (tap).^[L3]

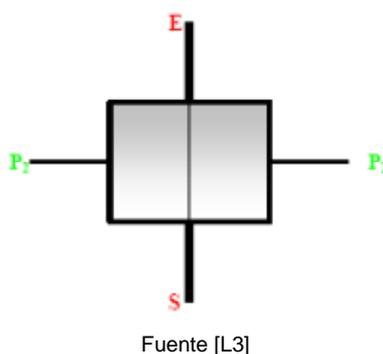
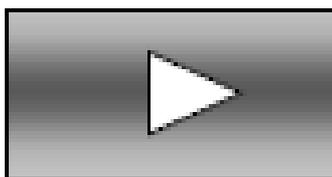


Figura 1-22: Tap.

Son dispositivos que producen una o varias ramificaciones, a partir una línea de cable físico, tomando parte de la señal que circula por ella, y sin prácticamente afectarla, ver **Figura 1-22**. Presenta lo mismos materiales de fabricación que los splitter, y, por lo tanto la misma subdivisión. La configuración más común de los tap, es un acoplador direccional con una salida lateral dividida en dos, cuatro u ocho vías, para conectar las líneas de cable físico de los suscriptores.

1.3.2.1.4. Amplificadores.^[L3]

Son dispositivos encargados de aumentar el nivel de señal existente, de forma que a la salida tengamos un nivel superior al que hay a su entrada, ver **Figura 1-23**.

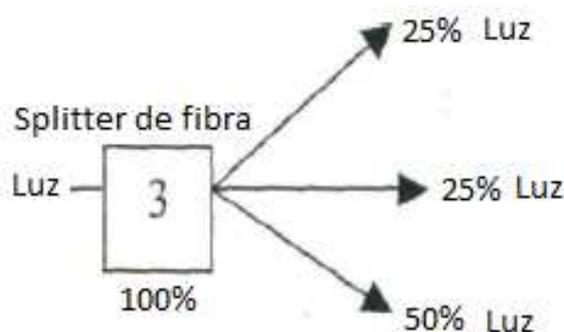


Fuente [L3]

Figura 1-23: Amplificador.

1.3.2.1.5. Splitter de fibra.^[L5]

Los splitter de fibra pueden ser teóricamente de cualquier porcentaje de división, ver **Figura 1-24**, y generalmente sus pérdidas son menores a 1dB. Además, muchos splitter son juntados en un solo paquete, para crear múltiples puertos de entrada, con 10 ó más salidas cada uno.



Fuente [L2]

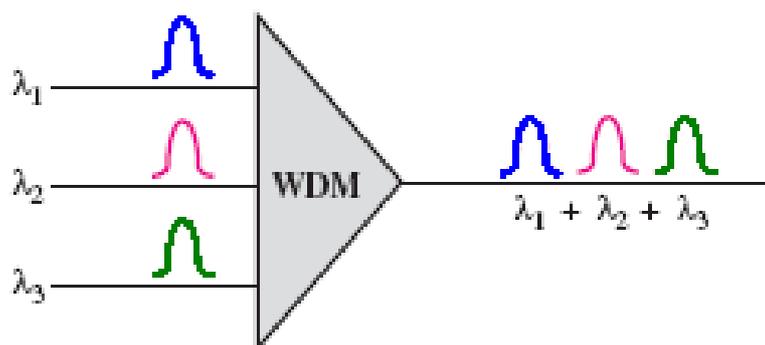
Figura 1-24: Splitter de fibra.

1.3.2.1.6. Multiplexor óptico.^[L5]

Es un multiplexor por división de longitud de onda (WDM¹), ver **Figura 1-25**, que se usa para encaminar la luz al puerto correcto, en base a la longitud de onda óptica de la señal. La versión más simple discrimina las señales de las ventanas de 1310nm y 1550nm. WDM también puede separar múltiples longitudes de onda que difieren solo 0.8nm, por lo general opera en la banda de 1550nm, tal sistema se conoce como WDM denso (DWDM²).

¹Wavelength Division Multiplexer

²Dense WDM

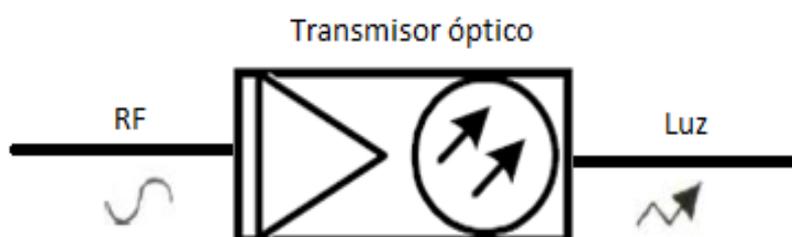


Fuente [5]

Figura 1-25: Multiplexor óptico.

1.3.2.1.7. Transmisores ópticos.^[L5]

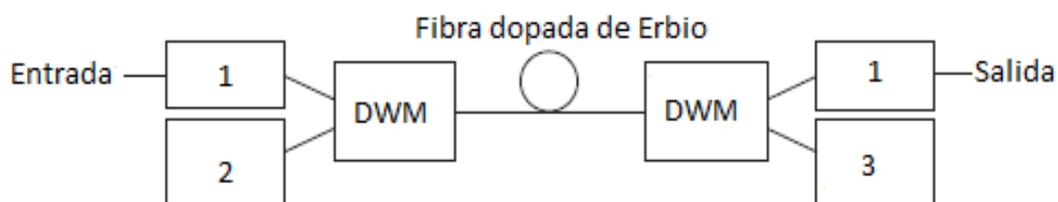
Generalmente, los transmisores ópticos generan portadoras ópticas, moduladas en intensidad, cuyo ancho de banda es el mismo que ocupa en el espectro de RF, ver **Figura 1-26**.



Fuente [D4]

Figura 1-26: Transmisor óptico.

1.3.2.1.8. Amplificadores ópticos.^[L5]



1: Aislador óptico 2: Láser bombardero de 980nm

3: Segundo láser bombardero o finalizador

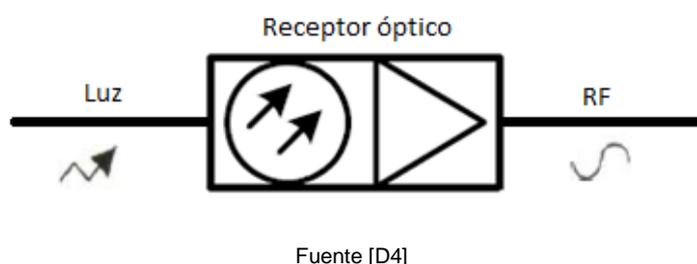
Fuente [L5]

Figura 1-27: Amplificador óptico.

Los amplificadores ópticos elevan la amplitud de la luz modulada, sin requerir transformación eléctrico-óptica. Por lo común operan en los 1550nm, y el más común es el amplificador de fibra dopada (EDFA¹), ver **Figura 1-27**.

1.3.2.1.9. Receptores ópticos.^[L5]

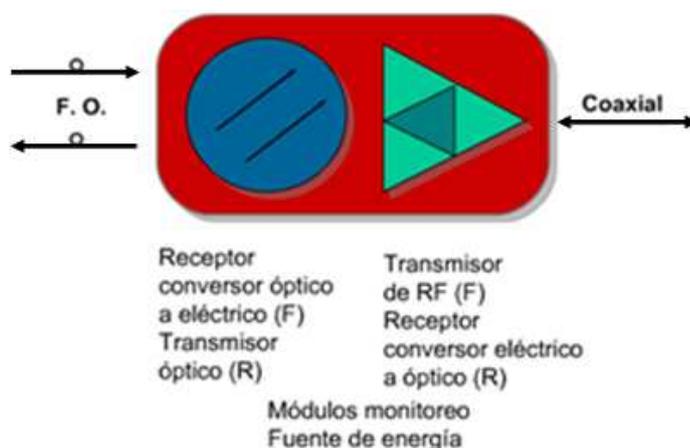
A diferencia de los transmisores, la luz entrante impacta sobre el área de un fotodiodo, el cual emite una intensidad eléctrica, de acuerdo a la potencia óptica que recibe, ver **Figura 1-28**. La respuesta típica es 0.8 a 1 mA/mW.



Fuente [D4]

Figura 1-28: Receptor óptico.

1.3.2.1.10. Nodos ópticos.^[L5]



Receptor
conversor óptico
a eléctrico (F)
Transmisor
óptico (R)

Transmisor
de RF (F)
Receptor
conversor eléctrico
a óptico (R)

Módulos monitoreo
Fuente de energía

Fuente [4]

Figura 1-29: Nodo óptico.

Frecuentemente, los receptores y transmisores ópticos se combinan con receptores y transmisores de cable para formar un nodo óptico, ver **Figura 1-29**.

¹ Erbium-Doped Fiber Amplifier

Estos equipos también son los encargados de realizar la conversión eléctrico-óptica en los sistemas de TV Cable.

1.3.2.2. Cable de red. ^[SUPERTEL]

Es la infraestructura de línea de cable físico, usada para conectar la cabecera, con los nodos de procesamiento, los elementos de red y los STT (equipos terminales de los suscriptores). En los inicios de la televisión por cable, la red estaba conformada solo por cable, pero debido a las limitaciones que presentaba, se ha comenzado a migrar progresivamente a la fibra, lo que ha resultado en diferentes arquitecturas.

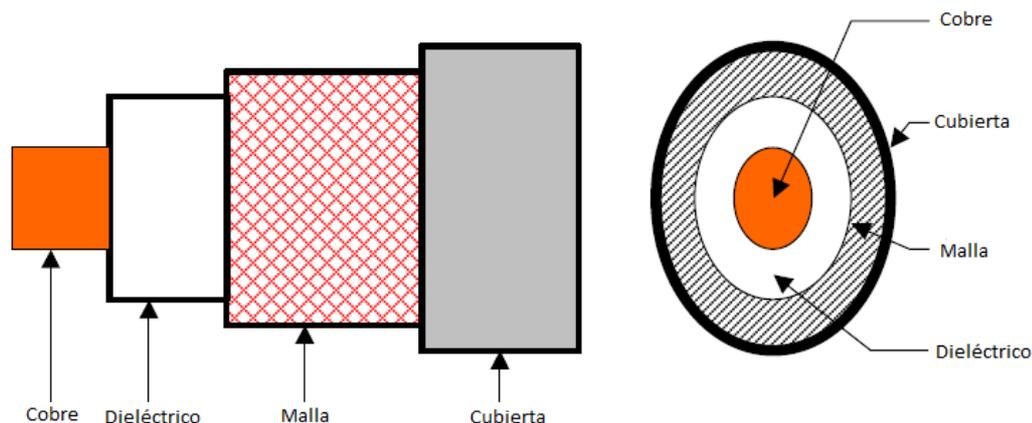
1.3.2.2.1. Limitaciones del cable coaxial (cable).^[L1]

El desarrollo tecnológico de la televisión por cable, principalmente se ha manejado por el creciente límite de la frecuencia superior, que incrementa el espectro disponible. A su vez este crecimiento se debe a la necesidad de, transportar un gran número de señales a los suscriptores y cubrir grandes regiones.

Con el fin de minimizar los efectos del ruido sobre la señal de televisión por cable, es óptimo colocar de 30 a 40 amplificadores de cable coaxial en cascada, y si bien estos pueden elevar su ganancia, lo que reduciría el número de amplificadores para una distancia dada, también incrementan el ruido y la distorsión por intermodulación.

A la inversa, una disminución de la ganancia, eleva el número de amplificadores en cascada para una ruta, y por lo tanto se incrementan los costos y consumos de potencia. Una ganancia neta de 20dB, ha probado ser un buen compromiso a través de varias etapas de evolución de la red.

Las posibles mejoras, en componentes tecnológicos, son limitadas. Los cables no pueden aumentar de tamaño arbitrariamente, ya que también se incrementarían los costos de fabricación e instalación, ver **Figura 1-30**. Por otra parte, los amplificadores no pueden tener altas capacidades de manejo de potencia, sin requerir altos consumos de energía y disipaciones de calor.



Fuente [L3].

Figura 1-30: El cable coaxial.

Además, el factor de ruido se ve limitado por la estructura física y los costos de fabricación, ya que estos equipos son montados al exterior, y por lo tanto expuestos a extremas temperaturas.

Entonces resulta que, para una tecnología dada y señales transportadas, hay una máxima longitud de la red troncal, que permite niveles de ruido y distorsión despreciables. Además, si el ancho de banda de la red troncal es extendido, para añadir más señales, la longitud máxima posible y el número de amplificadores en cascada deben disminuir, debido a que se incrementa, en cada amplificador, el ruido, la distorsión o ambos.

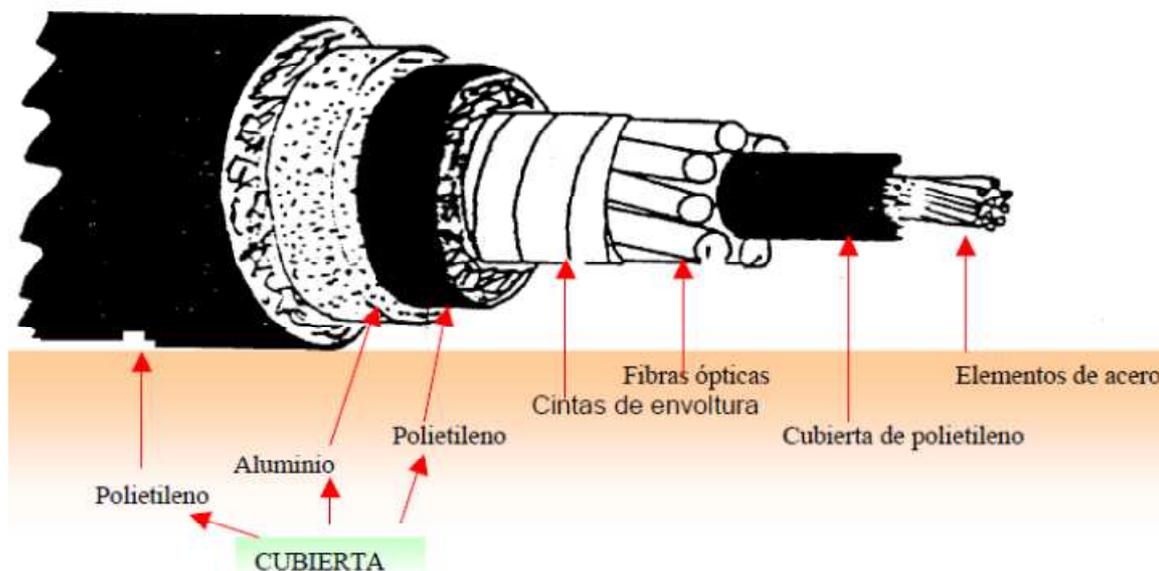
1.3.2.2.2. Introducción del cable de fibra óptica (fibra).^[L1]

El primer paso de evolución en la red del sistema de TV Cable, surgió con el desarrollo de prácticas líneas de transporte óptico, ver **Figura 1-31**. La modulación digital óptica, encendido-apagado, ha estado en uso por mucho tiempo en la industria de telecomunicaciones.

Sin embargo, a inicios de 1990 se obtiene la suficiente linealidad y niveles de potencia óptica, para modular con láser de retroalimentación distribuida (DFB¹) todo el espectro de señales combinadas, que los operadores de TV Cable

¹ Distributed Feedback

deseaban transportar. Las señales se combinaban mediante multiplexación por división de frecuencia (FDM¹).



Fuente [L3]

Figura 1-31: El cable de fibra óptica.

La introducción de la fibra permite alcanzar mayores distancias, sin tener que regenerar la señal. A la vez, también es capaz de transportar grandes volúmenes de información, a altas velocidades de transmisión.

Utilizar la fibra, junto con la infraestructura de cable ya desplegada, generó el interés de los operadores de TV Cable, ya que estas redes híbridas de cable y fibra dan soporte de los servicios de televisión analógica, televisión digital y también a nuevos servicios multimedia. Sin embargo, la introducción de fibra requiere de una serie de modificaciones en las redes de TV Cable existentes.

1.3.2.3. Arquitectura de red. ^[SUPERTEL]

Indica la interconexión física y lógica de la cabecera, nodos de procesamiento y los STT. Las primeras redes de TV Cable eran puramente de cable coaxial, y la arquitectura más común era denominada árbol-rama. Luego, sobre esta

¹ Frequency Division Multiplexing

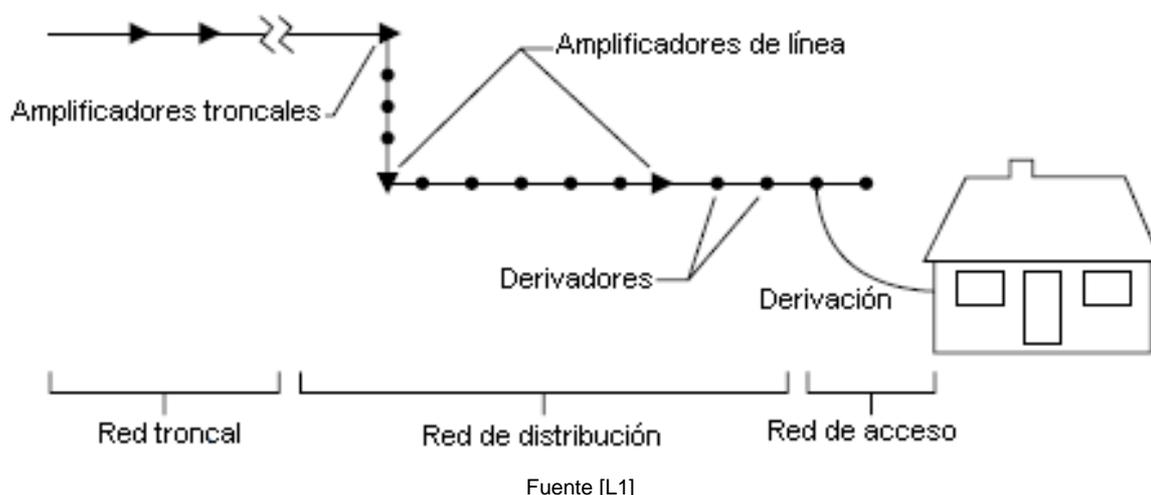
arquitectura se comenzó a introducir fibra, dando surgimiento a diferentes arquitecturas HFC (Híbridas Fibra Coaxial).

Sin embargo, cualquier arquitectura se puede dividir básicamente en tres niveles:

- Red troncal: permite alcanzar cualquier extensión geográfica de los suscriptores.
- Red de distribución: permite alcanzar a las viviendas de los suscriptores.
- Red de acceso: permite alcanzar el equipo terminal del suscriptor.

Precisamente, muchas arquitecturas se nombran de acuerdo a los niveles que contienen fibra. Además, la introducción de fibra también ha permitido crear arquitecturas distribuidas, donde se usan nodos de procesamiento, que además de conectarse con la cabecera, recolectan y formatean señales adicionales para distribuirlas a los suscriptores.

1.3.2.3.1. Arquitectura árbol-rama.^[L1]



Fuente [L1]
Figura 1-32: Topología árbol-rama.

Esta es la arquitectura tradicional de los sistemas de TV Cable, que se remonta a los primeros diseños de sistemas de CATV, y es la que evoluciona con la introducción de fibra, ya que esta arquitectura únicamente utiliza cable coaxial en toda la red. Se denomina así porque la red troncal luce como el tronco de un

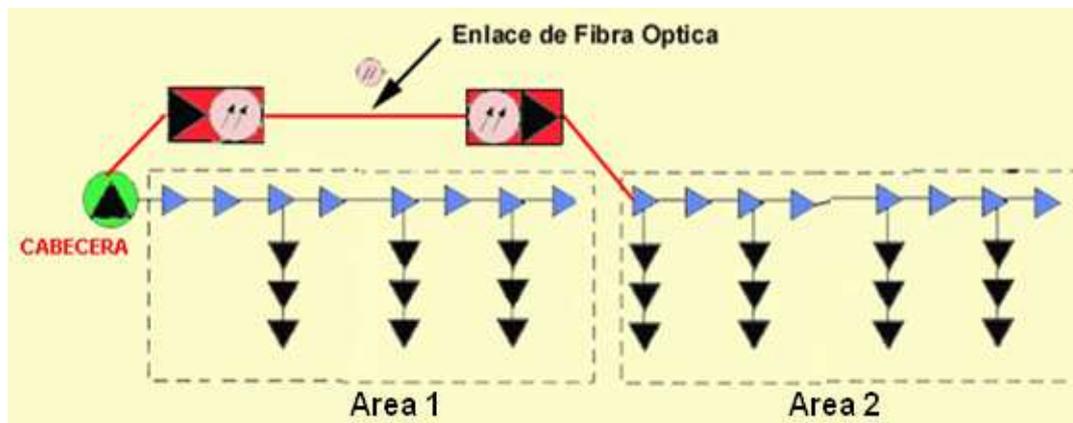
árbol, mientras que la red de distribución se asemeja a pequeñas ramas que salen de la red troncal, ver **Figura 1-32**.

Esta arquitectura resulta inapropiada para servicios bidireccionales, debido a la baja capacidad que se obtendría en el flujo upstream.

1.3.2.3.2. Arquitecturas HFC¹ (Híbridas Fibra Coaxial) ^[L5]

Las arquitecturas más comunes son:

- **Áreas de cable coaxial (CAN²):** Surgen para mejorar la calidad de la señal recibida en topología árbol-rama. Se trata de una actualización de la red, que consiste en reemplazar partes de la red troncal de cable por enlaces de fibra, ver **Figura 1-33**. De esta forma se reduce el número de amplificadores en cascada y se puede implementar redundancia, utilizando el segmento reemplazado como redundancia.



Fuente [P2]

Figura 1-33: Arquitectura HFC tipo CAN.

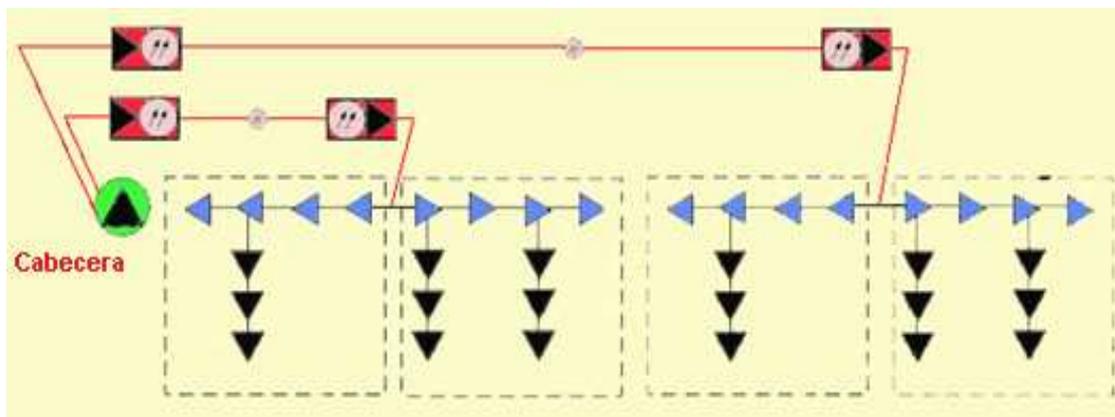
- **Troncal de fibra (FBB³):** Si se invierte la posición de algunos amplificadores, de la red troncal de cable CAN, se logra optimizar la relación entre el número de amplificadores en cascada y enlaces de fibra, ver **Figura 1-34**. Sin embargo, se pierde la redundancia. FBB se

¹Hybrid Fiber Coax

²Cable Area Network

³Fiber Backbone

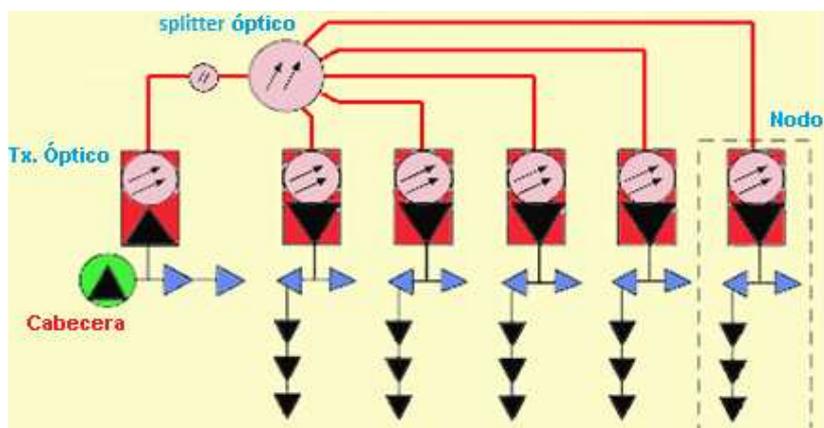
implementó, tanto en la actualización de la red como en nuevas construcciones, a finales de 1980.



Fuente [P2]

Figura 1-34: Arquitectura HFC tipo FBB.

- **Fibra hasta la red de distribución (FTF¹):** Esta arquitectura parte de definir el alcance de los nodos ópticos, en función de una cierta extensión geográfica y de la calidad de la señal buscada, ver **Figura 1-35**.



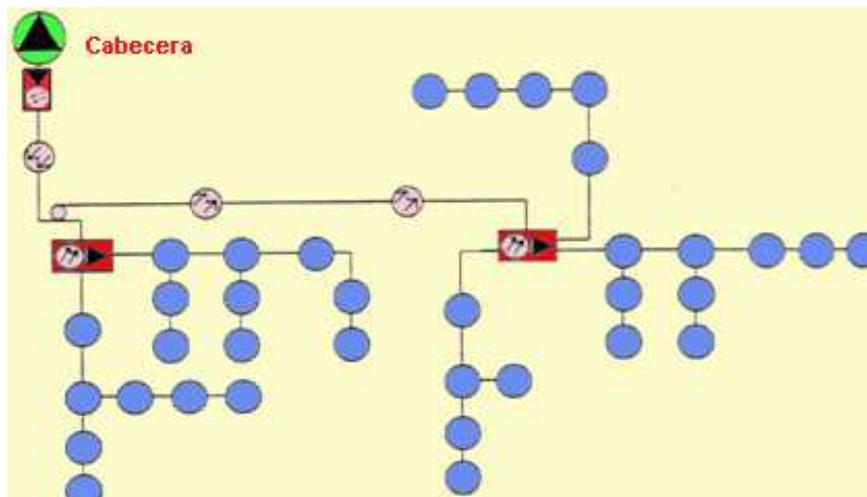
Fuente [P2]

Figura 1-35: Arquitectura HFC tipo FTF.

- **Fibra hasta el último equipo activo (FTLA²):** Esta arquitectura ubica un nodo óptico, con varias salidas, para alimentar a una gran cantidad de suscriptores, ver **Figura 1-36**. Los nodos ópticos proporcionan servicios a un máximo de 100 casas pasadas.

¹Fiber To the Feeder

² Fiber To the Last Active



Fuente [P2]

Figura 1-36: Arquitectura HFC tipo FTLA.

En la arquitectura FTLA se eliminan los amplificadores en cascada, obteniendo una red de distribución óptica pasiva (PON¹). Esta es una arquitectura eficiente en áreas de densidad media de población. Esta arquitectura se puede presentar en dos formas:

- ✓ Fibra hasta la vereda (FTTC²).
- ✓ Fibra hasta el hogar (FTTH³).

1.3.2.3.3. Arquitecturas distribuidas^[L5]

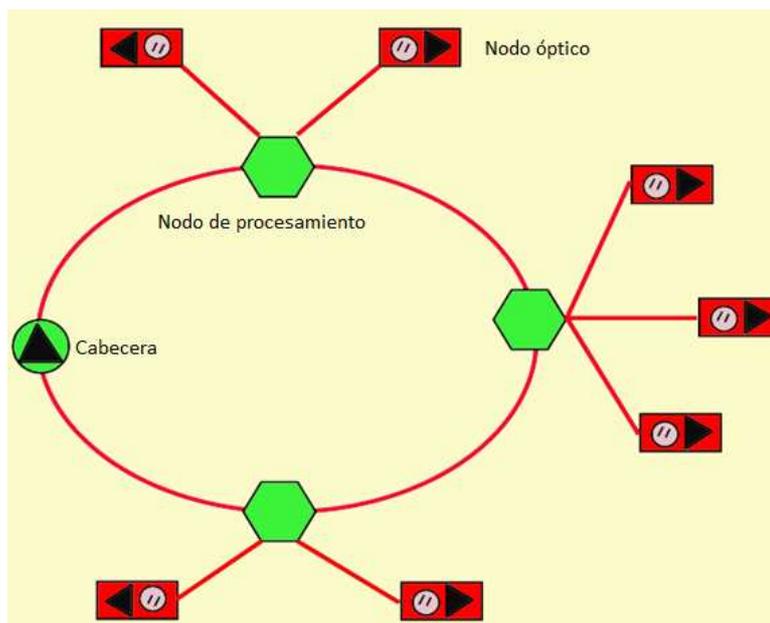
En estas arquitecturas la cabecera se conecta con nodos de procesamiento, que permiten tener sistemas de TV Cable redundantes. Las arquitecturas más comunes son:

- **Anillo-estrella:** En esta arquitectura se conecta la cabecera con los nodos de procesamiento en topología anillo; mientras que, los nodos de procesamiento se conectan con los nodos ópticos en topología estrella, ver **Figura 1-37**.

¹Passive Optical Network

² Fiber To The Curb

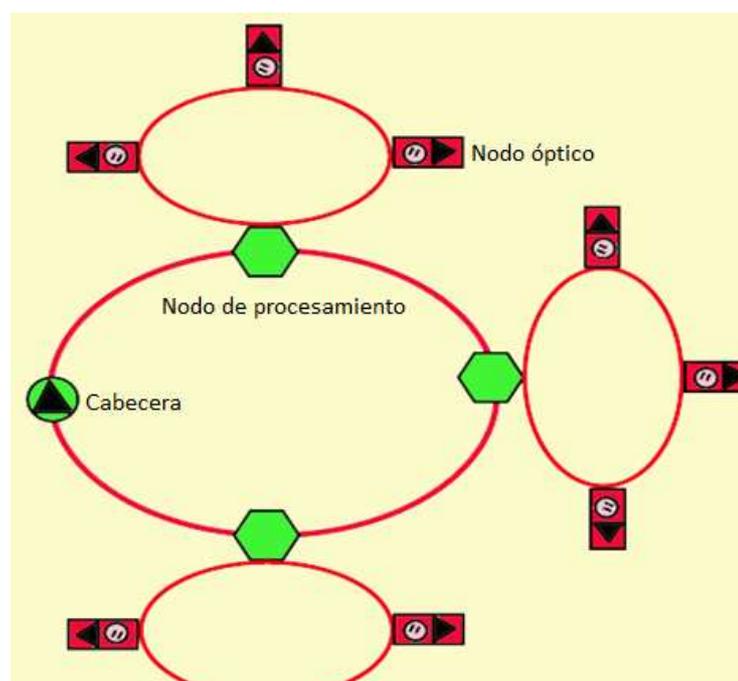
³ Fiber To The Home



Fuente [P2]

Figura 1-37: Arquitectura distribuida tipo anillo-estrella.

- **Doble anillo:** En esta arquitectura se conecta la cabecera con los nodos de procesamiento en topología anillo; y de la misma forma, los nodos de procesamiento se conectan con los nodos ópticos en topología anillo, ver **Figura 1-38**.

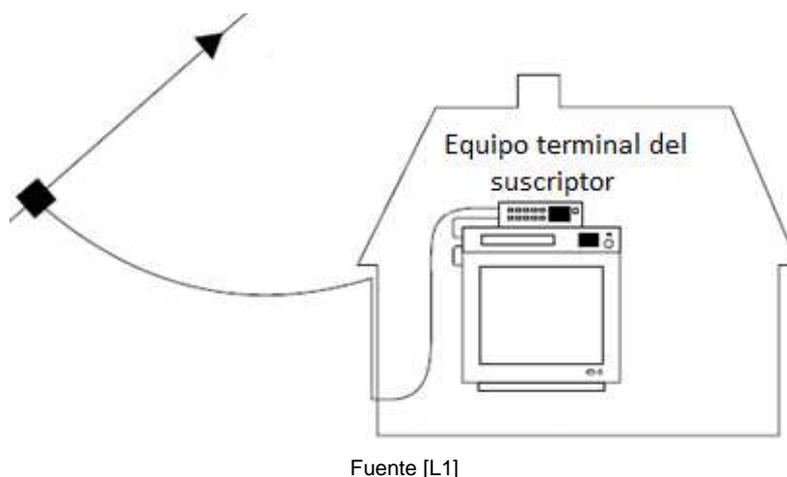


Fuente [P2]

Figura 1-38: Arquitectura distribuida tipo doble anillo.

1.3.3. EQUIPOS TERMINALES DE LOS SUSCRIPTORES (STT¹). [SUPERTEL]

El STT (equipo terminal del suscriptor) provee la interfaz para los servicios de los suscriptores. Inicialmente, se requería únicamente el televisor del suscriptor, para recibir los servicios de TV Cable, pero conforme evolucionaban las redes de TV Cable, se fueron introduciendo los STT, ver **Figura 1-39**.



Fuente [L1]

Figura 1-39: Equipo terminal de suscriptor.

En general, la industria moderna de TV Cable se basa en la capacidad de entregar programación Premium, la cual debe ser pagada por los suscriptores, mediante una cuota mensual adicional por programa Premium. La clave para ofrecer programación Premium, es la capacidad de impedir el acceso a cualquier suscriptor que no ha pagado el servicio.

La tecnología de codificación debe ofrecer un adecuado nivel de decodificación del programa, combinado con una alta calidad de la señal recuperada y costo razonable. Debe ser transparente al suscriptor que paga, y debe ofrecer una razonable inmunidad a defectos. Estos requerimientos han conducido a varios avances en la tecnología de TV Cable. Algunas de las tecnologías, usadas para proveer codificación son:

- los métodos de acceso condicional no residentes en el STT,
- los métodos que residen en el STT (equipo terminal del suscriptor), y

¹ Set Top Terminal

- el STT (ó Set-top box) propiamente dicho.

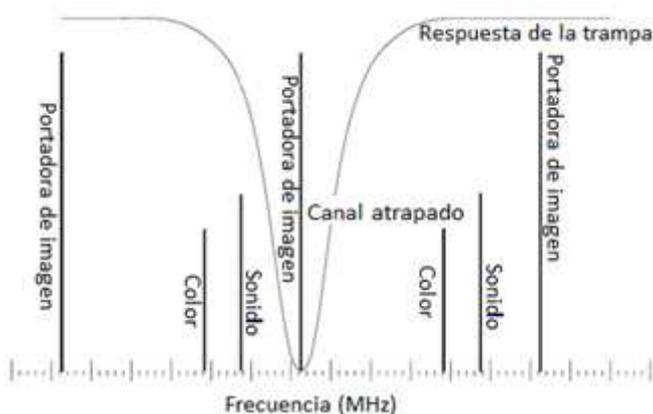
En este caso la palabra codificación (scrambling) se usa para indicar una modificación de la señal, de tal manera que no pueda ser vista en el televisor del suscriptor. Un decodificador (descrambler) cuenta con una porción de información para recuperar la señal, de tal forma que regrese a ser visible en el televisor del suscriptor.

1.3.3.1. Acceso condicional no residente en el STT. ^[L1]

Es una de las primeras tecnologías de acceso condicional. También es conocida como “sistema de toda la casa”, ya que modifica las señales que aún no entran a la vivienda del suscriptor. Si a un suscriptor se le permite el acceso a una señal, esta es disponible para todos los televisores de su vivienda, los cuales se conectan al cable que entra a la vivienda. En este campo se encuentran:

- las trampas negativas,
- trampas positivas, y
- el método prohibitivo.

1.3.3.1.1. Trampa (Filtro) negativa. ^[L1]



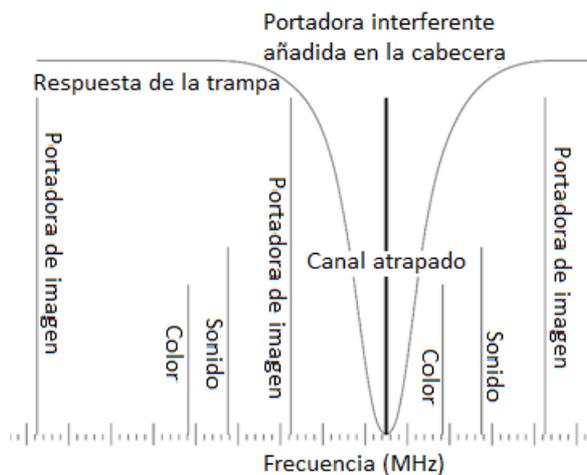
Fuente [L1]

Figura 1-40: Operación de una trampa negativa.

Las señales son enviadas sobre la red, sin codificar, entonces una trampa se coloca en cada vivienda que no contrato determinado programa. La trampa

negativa funciona como un filtro, que suprime la portadora del canal, para impedir el acceso libre al programa, ver **Figura 1-40**.

1.3.3.1.2. Trampa (Filtro) positiva. ^[L1]



Fuente [L1]

Figura 1-41: Operación de una trampa positiva.

Es similar a método anterior, la diferencia es que en la cabecera se inserta una señal interferente, sobre el canal que no es de libre acceso, entonces la trampa se usa para retirar dicha señal interferente, ver **Figura 1-41**. Por lo tanto la trampa se coloca al exterior de la casa de cada suscriptor, que contrato el programa que no es de libre acceso.

1.3.3.1.3. Prohibitivo (Interdiction). ^[L1]

Permite el direccionamiento de los servicios, a la vivienda de cada suscriptor, y entonces dar una buena seguridad. Para esto se transmite la señal sin codificar, y el tap del suscriptor se reemplaza por un tap especial, que contiene un oscilador interferente, cuya frecuencia es la del programa que no es de libre acceso.

1.3.3.2. Métodos de acceso condicional residentes en el STT. ^[L1]

Son los de mayor aceptación, para la televisión analógica, e involucran el uso de STT. Aunque muchas tecnologías fueron propuestas en este campo, únicamente dos son las más utilizadas en señales de televisión analógica:

Sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico

- la supresión de la señal de sincronización, y
- la inversión de la señal de video.

1.3.3.2.1. Supresión de la señal de sincronización. ^[L1]

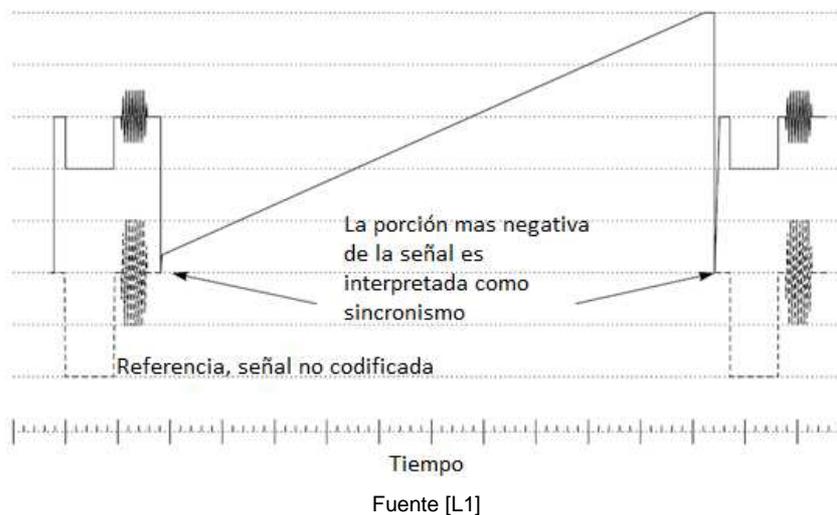


Figura 1-42: Supresión de la señal de sincronización.

Un codificador ubicado en la cabecera extrae la señal de sincronismo de video, y el STT (ó Set-top Box) ubicado en la vivienda del suscriptor, se encarga de regenerarla, ver **Figura 1-42**.

1.3.3.2.2. Inversión del video. ^[L1]

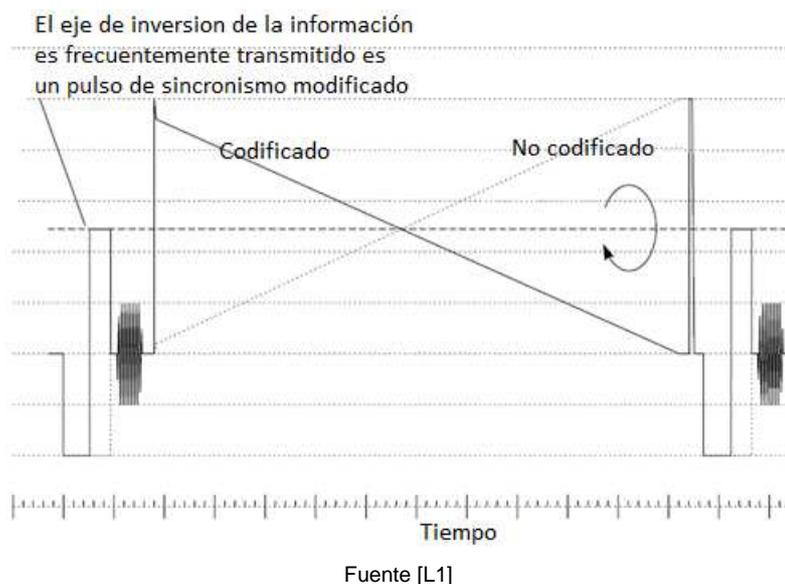


Figura 1-43: Inversión de la señal de video.

Asimismo un codificador, ubicado en la cabecera, invierte la señal de video y el STT (equipo terminal del suscriptor), ubicado en la vivienda del suscriptor, se encarga de regenerarla, ver **Figura 1-43**.

1.3.3.3. El STT (Set-Top Terminal).^[L1]

Por varios años el STT ha sido parte la vida de los suscriptores, primero para permitir ver más canales, ya que el televisor no podía sintonizar los de más alta frecuencia. Los STT fueron los primeros en usar control remoto, incluso antes que los televisores. Además, los STT también se usan como medio de acceso condicional, ya que muchos de los sistemas de TV Cable codificados dependen de un codificador interno, que posee el STT. El STT convierte los canales de RF entrantes a bajas frecuencias, que puedan ser suministradas a un televisor.

Por lo general, un canal analógico de RF (Radiofrecuencia) que entra al STT se convierte a los canales 3 ó 4. En cambio la conversión de un canal digital de RF es más compleja, ya que requiere la demodulación, decodificación y una nueva modulación, con el fin de que el televisor pueda recibir la señal. Ventajosamente, la mayoría de televisores y STT, ya traen incorporado otras salidas, como HDMI¹, RGB², etc., que permiten eliminar la etapa de modulación. Opcionalmente, el STT puede incorporar una sección de descifrado.

La EPG³ (Guía de Programación Electrónica) es muy popular actualmente, y se transmite desde la cabecera al STT (Equipo Terminal del Suscriptor). La EPG lleva información sobre el horario de programación. El STT se encarga de dar formato a esta información, y de presentarla al suscriptor. Por lo general, el suscriptor mueve un cursor en la pantalla, hasta hallar al programa que desea ver, y presionando el botón de “seleccionar”, el STT sintoniza dicho programa.

1.3.3.3.1. Tipos de STT(ó Set-top Box).^[L1]

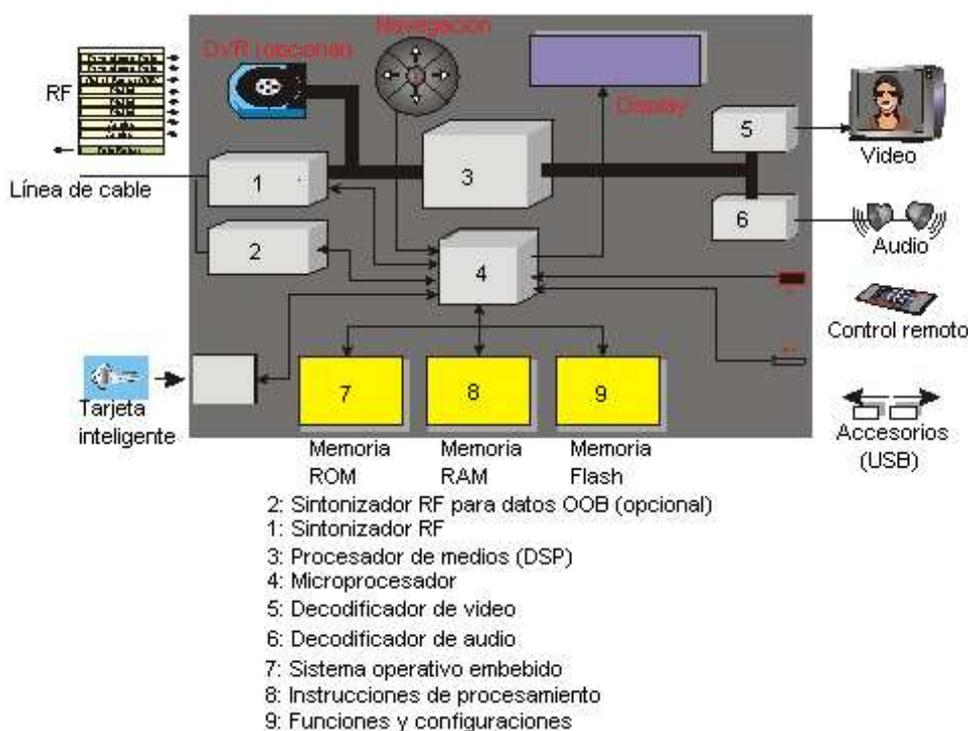
Existen tres tipos de STT:

¹High Definition Media Interface.

²Red, Green and Blue.

³Electronic Programming Guide

- **El STT convertidor:** Es el más simple, ya que convierte la canalización de TV Cable, a la canalización de la televisión terrestre. Por lo tanto, simplemente realiza funciones de sintonización del canal, y quizás control del volumen de sonido. Tradicionalmente, el STT convertidor se usa para expandir la sintonización de los televisores. Aunque existen algunos, los STT convertidores se venden únicamente al por menor, ya que los televisores actuales pueden sintonizar todos los canales de TV Cable.
- **El STT decodificador:** Es similar al STT convertidor, la diferencia es el decodificador interno que posee. La información de programas autorizados se introduce en el STT decodificador, ya que una vez que se ha instalado en la vivienda del suscriptor, el operador no se puede comunicar con éste. Los STT decodificadores antiguos, constan de una memoria no volátil programable una sola vez (PROM), que controla la decodificación de los programas. En cambio los STT decodificadores modernos, tienen la facilidad de ser programados, mediante la inserción de un programador o usando un control remoto infrarrojo. En cada caso, el fabricante del STT decodificador provee las facilidades para su programación. Actualmente un STT decodificador rara vez es vendido, aunque muchos todavía se usan.



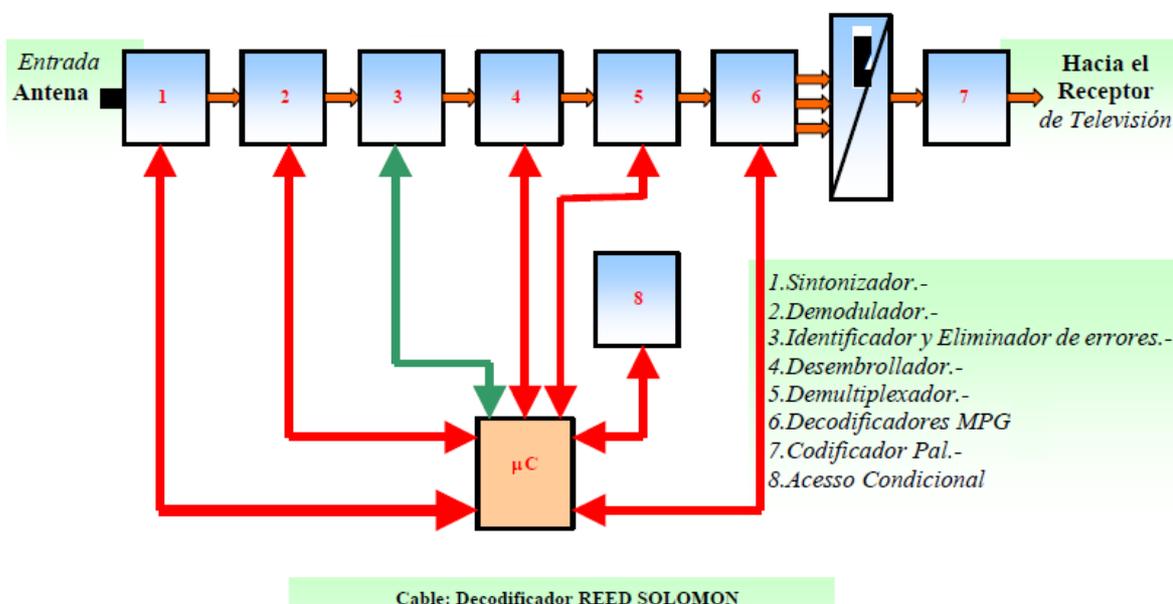
Fuente [L2]

Figura 1-44: STT bidireccional con direccionamiento en OOB.

- **El STT (ó Set-top Box) bidireccional:** Actualmente son los más populares, ya que el operador de TV Cable puede mantener comunicaciones cortas con éste, aun cuando éste ya haya sido instalado en la casa del suscriptor. Las comunicaciones bidireccionales se usan para autorizar, al STT bidireccional, la decodificación de los servicios, de acuerdo a los servicios que el suscriptor ha contratado. Los datos tienen un direccionamiento, y tradicionalmente contienen información de autorización, que sirve para especificar los canales ó programas que deben ser decodificados. Algunos STT bidireccionales solamente sintonizan los canales autorizados, en cambio otros sintonizan todos los canales y buscan el PID del programa autorizado.

Los STT bidireccionales tienen dos formas de direccionamiento que son:

- ✓ **Direccionamiento fuera de banda (OOB¹):** utiliza una portadora separada para enviar datos al STT bidireccional, ver **Figura 1-44**.
- ✓ **Direccionamiento en banda (IB²):** usa información direccional, transportada en uno a más canales de televisión, ver **Figura 1-45**.



Fuente [L3]

Figura 1-45: STT bidireccional con direccionamiento en IB.

¹ Out Of Band

² In Band

1.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

B

Bidireccional En comunicaciones se refiere a la transmisión dúplex de datos. Cuando se refiere a equipos indica que el mismo puede enviar y recibir señales por el mismo medio de transmisión.

Tomado de [1]

Banda FM Banda del espectro asignado a radiodifusión FM, la cual va de 88MHz a 108MHz.

Tomado de [2]

C

Cascada Se refiere a la arquitectura física en la que las conexiones, para un tipo de componentes, siguen en serie a través de componentes similares, antes de conectarse a otro tipo de componentes.

Tomado de [1]

E

Emisión Playout en televisión, es un término usado para indicar la transmisión de señales de audio y video, de una estación, a las redes que las transportarán a la audiencia.

Tomado de <http://en.wikipedia.org/wiki/Playout>

F

Factor de ruido Relación entre la potencia de ruido, medida a la salida del sistema, y la potencia de ruido ideal, la que existiría a la salida del sistema, si la única fuente de ruido fuera la agitación térmica del generador.

Tomado de [1]

H

HBO Es uno de los canales de TV Cable y de televisión satelital, más populares de Estados Unidos de América.

Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/HBO>

S

Servicio básico Es el mínimo servicio que un suscriptor puede adquirir, típicamente incluye estaciones de radiodifusión local, canales codificados de acceso local y quizás unos pocos canales adicionales.

Tomado de [L1]

Servicio Premium Servicio adicional que se añade al servicio básico, por un recargo en la tarifa mensual del suscriptor.

Tomado de [L1]

T

Trampa Filtro que se usa en los sistemas de TV Cable para proveer acceso condicional.

Tomado de [L1]

V

VHF Rango de frecuencia que va de 30MHz a 300MHz.

Tomado de [1]



RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

La televisión digital (DTV) y los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico en Ecuador.

En este capítulo se describe los estándares de DTV por satélite (DVB-S) y terrestre (ISDTV), así como sus opciones para TV Cable (DVB-C e ISDB-C).

Carlos Fernando Pilco Zúñiga

cfpz37@hotmail.com

09/04/2012



Acrónimos y abreviaturas.

AVS	Audio y Video por Suscripción
DTV	Televisión digital
DVB	Radiodifusión Digital de Video, estándar de DTV europeo.
EPG	Guía Electrónica de Programación
HDTV	Televisión en alta definición
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
ISDB	Radiodifusión Digital de Servicios Integrados, estándar de DTV japonés.
ISDTV	Estándar Internacional de Televisión Digital, estándar japonés-brasileño.
ISO	Organización Internacional de Estandarización
iTV	Televisión digital interactiva
MCM	Modulación de múltiples portadoras
Middleware	Plataforma intermedia de la DTV
MPEG	Grupo Expertos en Imágenes en Movimiento
NTSC	Estándar de televisión analógica usado en Ecuador
PES	Flujo elemental de paquetes
PID	Identificador de paquete
Pixel	Elemento de imagen.
PPV	Pague Por Ver
Programa	Servicio de televisión
PSI	Información específica de programa
RS	Reed-Solomon
SCM	Modulación de una solo portadora
SDTV	Televisión en definición estándar
STT	Equipo Terminal del Suscriptor ó Set top box
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones de Ecuador
TS	Flujo de transporte MPEG
TV Cable	Televisión por Cable
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones

CAPÍTULO 2.

LA TELEVISIÓN DIGITAL (DTV) Y LOS SISTEMAS DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO EN ECUADOR.

2.1. INTRODUCCIÓN. [SUPERTEL] [L1]

Los sistemas de TV Cable han superado su nombre histórico, ya que han ido mucho más allá de entregar simplemente programación de televisión, y han comenzado a incluir servicios de datos a alta velocidad, voz telefónica, entrega de video digital bajo el control interactivo del usuario, y entrega de publicidad dirigida, por nombrar algunos nuevos servicios. Esto a su vez implica el uso de tecnologías y por ende estándares, como ejemplo la **Tabla 2-1** presenta algunas tecnologías con sus respectivos estándares que se pueden hallar en los sistemas de TV Cable del Ecuador.

Tecnología.	Estándar.	Procedencia.
Televisión analógica.	NTSC ¹ .	Estados Unidos de América.
DTV ² (Televisión Digital).	Open Cable.	Estados Unidos de América.
Audio analógico.	NTSC.	Estados Unidos de América.
Audio digital.	Dolby AC-3.	Estados Unidos de América.
IPTV ³ (Televisión sobre el Protocolo Internet).	Estándares propietarios.	Fabricantes de soluciones propietarias.
Cable Módem.	DOCSIS ⁴ .	Estados Unidos de América.
Telefonía.	Packet Cable.	Estados Unidos de América.

Fuente [SUPERTEL]

Tabla 2-1: Algunas tecnologías que se pueden hallar en los sistemas de TV Cable ecuatorianos.

Sin embargo, la principal tecnología que se halla en todo sistema de AVS bajo la modalidad de cable físico es, sin duda, la televisión analógica. La transmisión de

¹National Television System Committee

²Digital Television

³Internet Protocol Television

⁴Data Over Cable Service Interface Specification

televisión analógica ha sido usada por más de 50 años para la radiodifusión de imágenes. Actualmente, los estándares de televisión analógica, entre ellos NTSC que se usa en Ecuador, han llegado al fin de sus ciclos de desarrollo, y usarlos para la implementación de nuevos servicios es difícil. Aún la conversión entre estándares de televisión analógica resulta en degradación de la imagen.

Además, se ha demostrado que también resulta difícil adaptar la tecnología analógica a nuevos formatos de pantalla, como por ejemplo una pantalla panorámica para películas; formatos de sonido, como por ejemplo sonido envolvente; y, a las resoluciones de las imágenes que se están transmitiendo. Estas adaptaciones requieren cambios complicados en el equipo de transmisión, y aún técnicas de modulación analógica más complejas.

La transmisión analógica también sufre de mayores desventajas inherentes, como son:

- La transmisión está sujeta a degradación de calidad en cada estado del proceso de transmisión y resulta difícil remover el ruido de la señal, ver **Figura 2-1**.
- Uso ineficientemente del escaso espectro de radiodifusión.
- El transporte de datos no se puede integrar fácilmente a los servicios analógicos.

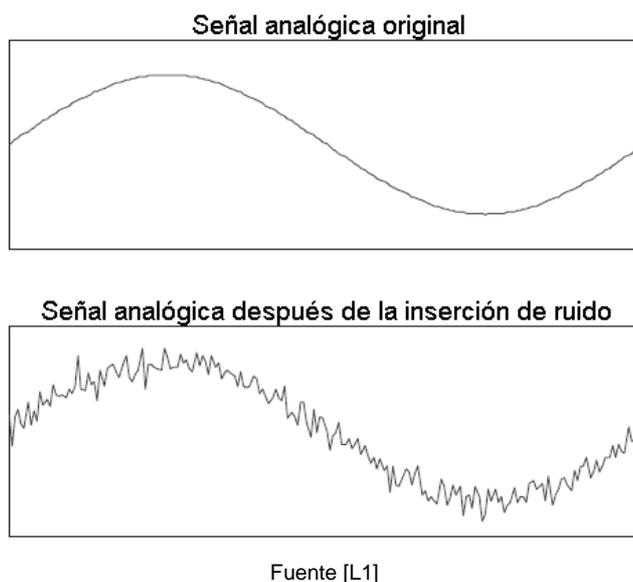
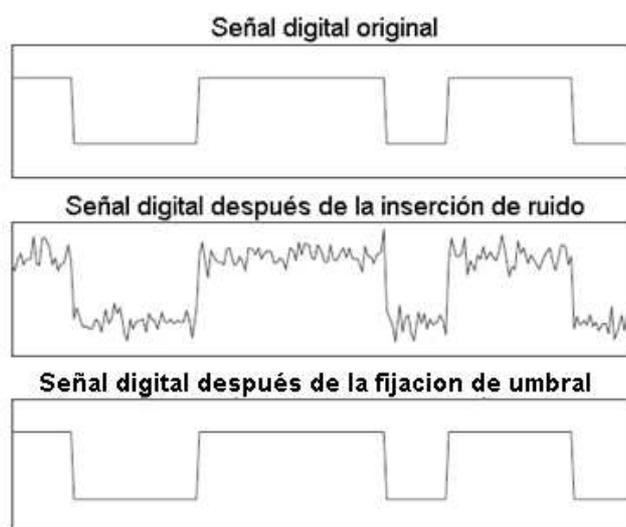


Figura 2-1: Impacto del ruido en una señal analógica.

Es así entonces, que la DTV surge como una evolución natural de la televisión analógica. Las ventajas que lleva la DTV se da por los desarrollos en tecnologías de producción de video digital, compresión y transmisión. La tecnología de la DTV permite llegar a tener muchos más canales disponibles para los operadores de TV Cable, mejorar la calidad de recepción y hacer posible la entrega de contenido multimedia a los suscriptores. Con la tecnología digital se facilita la integración con otros sistemas, lo que hace posible ofrecer a los usuarios servicios avanzados como por ejemplo PPV (Pague Por Ver), EPG (Guía de Programación Electrónica), tele-comercio entre otros.

La tecnología de DTV (Televisión Digital) permite nuevos tipos de servicios por las siguientes razones:

- Remover las limitaciones de calidad.
- Dar soporte a una variedad de formatos de pantalla.
- Permitir la flexibilidad en la entrega de programas.
- Usar económicamente el espacio del canal.
- Permitir juntar audio, video y datos en una sola señal.
- Permitir la fácil implementación de servicios interactivos, entre otros.



Fuente [L1]

Figura 2-2: Impacto del ruido en una señal digital.

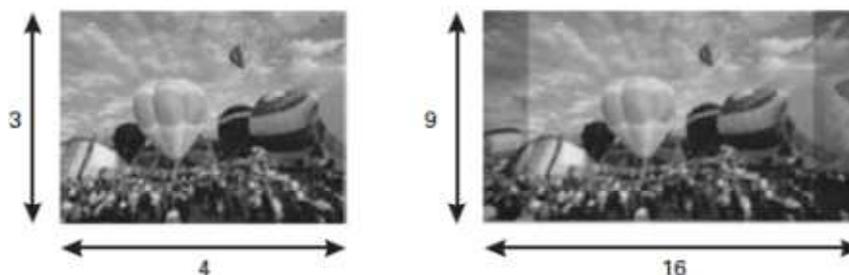
Una de las motivaciones para la DTV, desde el punto de vista de las comunicaciones, es que la transmisión digital ofrece una considerable inmunidad

La DTV y los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico en Ecuador.

al ruido, ya que aplicando una fijación de umbrales se puede recuperar la señal original, ver **Figura 2-2**, además de otras ventajas.

2.2. FUNDAMENTOS DE DTV (DIGITAL TELEVISION). [L2]

Además de las ventajas que se han mencionado anteriormente, otra motivación para el desarrollo de la DTV es la HDTV (Televisión en Alta Definición). Este es un sistema de DTV, que presenta una mejor calidad de imagen que el sistema tradicional SDTV (Televisión en Definición Estándar), calidad del estándar NTSC usado en Ecuador. HDTV permite una imagen panorámica más amplia, con relación de aspecto 16:9, es decir la transmisión de una imagen más detallada; y sonido estereofónico con hasta seis canales de sonido, que hace posible usar varios lenguajes, entre otros servicios. La **Figura 2-3** presenta una comparación entre dos televisores con relación de aspecto 4:3, SDTV, y 16:9, HDTV.



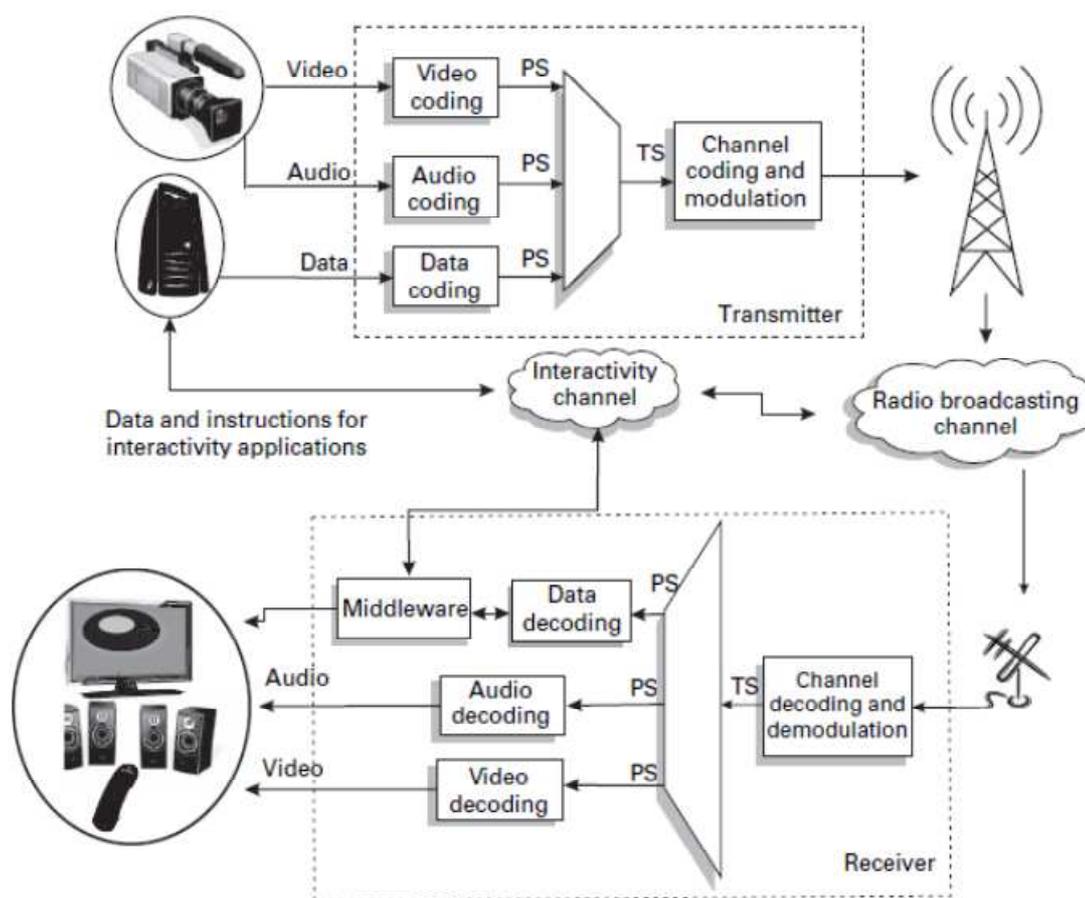
Fuente [L2]

Figura 2-3: Comparación entre la relación de aspecto 4:3 y 16:9.

El grupo de trabajo 11/3, sector UIT-R (Unión Internacional de Telecomunicaciones-Radiocomunicaciones), formado y encargado desde junio de 1992 de la radiodifusión terrestre de DTV, estableció un modelo para sus investigaciones de DTV, ver **Figura 2-4**. Este modelo genérico se puede dividir en los siguientes subsistemas:

- **Codificación de fuente:** Está compuesto de la codificación de audio, video y datos, en el lado del transmisor; y. su proceso inverso en el lado del receptor, la decodificación de audio, video y datos.
- **Capa de transporte:** Está compuesto de la etapa de multiplexación, en el lado del transmisor; y. su proceso inverso en el lado del receptor, la etapa de demultiplexación.

- **Transmisión y recepción:** Comprende la codificación y la modulación del canal, en el lado del transmisor; y, su proceso inverso en el lado del receptor, la demodulación y la decodificación del canal.
- **Middleware:** Comprende la capa de software, que permite que las aplicaciones corran en el lado del receptor.
- **Canal interactivo:** Consiste de los canales transmisión y de retorno, incluyendo la tecnología e infraestructura que permite comunicaciones bidireccionales.



Fuente [L2]

Figura 2-4: Modelo de radiodifusión de televisión digital de la UIT.

2.2.1. CODIFICACIÓN DE FUENTE. ^[L2]

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología de la televisión digital presenta muchas ventajas frente a la televisión analógica, sin embargo, la migración no se realizó mucho antes porque esta tecnología demandaba altas

tasas de datos para la transmisión bruta de video digital sin comprimir, y por la complejidad de los sistemas digitales, requeridos para proveer el procesamiento de tiempo real para los procesos de compresión y descompresión de las señales.

Los procesos de codificación de fuente, también llamado digitalización de la señal, tiene como objetivo final la reducción, en una forma controlada, de la entropía de la señal generada por la fuente. La fuente de DTV típicamente genera señales de audio y video, así como datos para controlar la transmisión de televisión y para la interactividad.

Las señales de audio y video, después de ser capturadas por la cámara, son procesadas mediante una pieza de equipo generalmente conocida como un codificador de fuente. El codificador de fuente cambia la señal analógica capturada a una señal digital, para su almacenamiento en un equipo de memoria masiva, como por ejemplo un disco duro o un disco digital de video, o para su transmisión. La codificación de fuente implica tres procesos que se muestran en la **Figura 2-5**: muestreo, cuantificación y codificación.

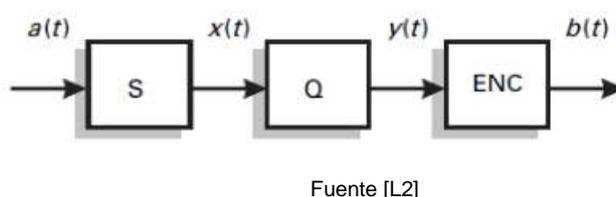


Figura 2-5: Modelo genérico para un sistema de codificación de fuente.

2.2.1.1. Muestreo. ^{[L1][L2]}

Es el proceso por el cual una señal continua en el tiempo, se transforma en una señal discreta. Por ejemplo, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) en su recomendación UIT-BT.R 601, también conocida como "CCIR601", establece las siguientes características de muestreo para una señal SDTV (Televisión en Definición Estándar) que se muestran en la **Tabla 2-2**.

Tasa de imágenes	25	30
Líneas por imagen	576	480

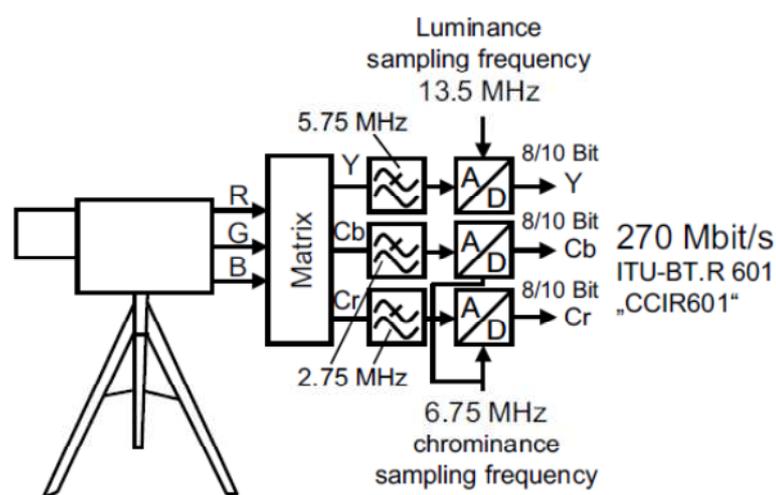
Muestras de luminancia por línea	720	720
Campos por segundo	50	60
Entrelazado	2:1 ¹	2:1

Fuente [L1]

Tabla 2-2: Muestreo de acuerdo a UIT-BT.R 601.

2.2.1.2. Cuantificación. [L2] [L3]

Desde un cierto punto de vista, el proceso de cuantificación puede ser visto como la correspondencia de la señal, que proviene del dominio continuo, a un número contable de posibles niveles de salida. Por ejemplo, la misma recomendación UIT-BT.R 601, establece el proceso de cuantificación de una señal SDTV (Televisión en Definición Estándar) que entrega un tasa binaria de 270Mbps, ver **Figura 2-6**.



Fuente [L3]

Figura 2-6: Cuantificación de acuerdo a UIT-T.R 601.

2.2.1.3. Codificación. [L1] [L3]

También denominado compresión. Este proceso, sin duda en la DTV (Televisión Digital), se rige a los estándares desarrollados por el Grupo Expertos en Imágenes en Movimiento (MPEG²), que se conformó en junio de 1998. Este grupo de trabajo creó estándares internacionales para códec³ de audio y video, ver **Figura 2-7**.

¹ Dos campos por imagen

² Motion Picture ExpertsGroup

³ Codificador/decodificador

MPEG = Moving Pictures Expert Group				
MPEG-1	MPEG-2	MPEG-4	MPEG-7	MPEG-21
Part1: systems ISO/IEC11172-1 "PES layer"	Part1: systems ISO/IEC13818-1 "Transportation"	Part1: systems ISO/IEC14496	Metadata, XML based ISO/IEC15938 "Multimedia Content Description Interface"	additional "tools" ISO/IEC21000
Part2: video ISO/IEC11172-2	Part2: video ISO/IEC13818-2	Part2: video ISO/IEC14496-2		
Part3: audio ISO/IEC11172-3	Part3: audio ISO/IEC13818-3	Part3: audio (AAC) ISO/IEC14496-3		
	Part6: DSM-CC ISO/IEC13818-6	Part10: video (AVC, H.264) ISO/14496-10		
	Part7: AAC ISO/IEC13818-7			

Fuente [L3]

Figura 2-7: Estándares MPEG.

También, el grupo trabaja con relación al uso de los estándares antes mencionados, por ejemplo, en la Gestión de la Protección de la Propiedad Intelectual (IPMP¹).

2.2.2. CAPA DE TRANSPORTE. [L2] [L3]

A nivel de capa de transporte, todos los sistemas de DTV usan la especificación denominada Parte 1: Sistemas de MPEG-2, ó el estándar ISO/IEC13818-1, el cual describe las técnicas de multiplexación y sincronización de audio, video y datos.

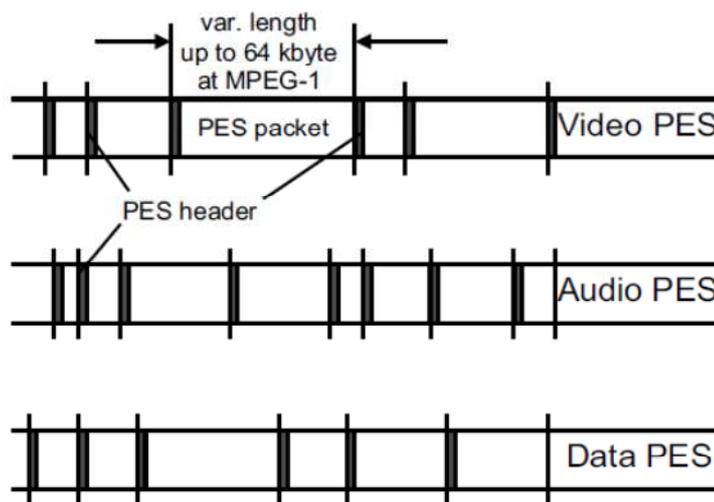
2.2.2.1. El flujo de transporte MPEG-2 (TS²). [L2] [L3]

El TS tiene que ver con la conectividad entre sistemas, codificador y decodificador, en condiciones adversas, similares a las que se tienen en los sistemas de radiodifusión, en los que se introducen errores y ruido sobre el medio de transmisión. Además, el TS da la posibilidad de transmitir más de un programa simultáneamente, y permite que un mismo programa pueda tener diversos flujos de audio y video. Una característica adicional, que ofrece el TS, es que hace

¹Intellectual Property Management Protection

² Transport Stream

posible la transmisión de otros datos, no necesariamente relacionados con la señal de televisión, y que puede utilizarse para implementar diversos servicios en el futuro, tanto para los proveedores de servicio como para los usuarios, por ejemplo, la transmisión de software para computadoras.



Fuente [L3]

Figura 2-8: Flujos elementales MPEG.

El sistema MPEG-2 proporciona un enfoque de multiplexado en dos niveles o capas. La primera se destina a asegurar el sincronismo entre el audio y el video, y se designa como flujo elemental de paquetes (PES¹), ver **Figura 2-8**. La segunda, depende del medio de comunicación. Las especificaciones para los medios libres de error, como por ejemplo el almacenamiento en cinta ó disco, reciben el nombre de flujo de programa. En tanto que, las especificaciones orientadas a los entornos en que ocurren errores se designan como TS (Flujo de Transporte MPEG-2), como es el caso de la radiodifusión de DTV.

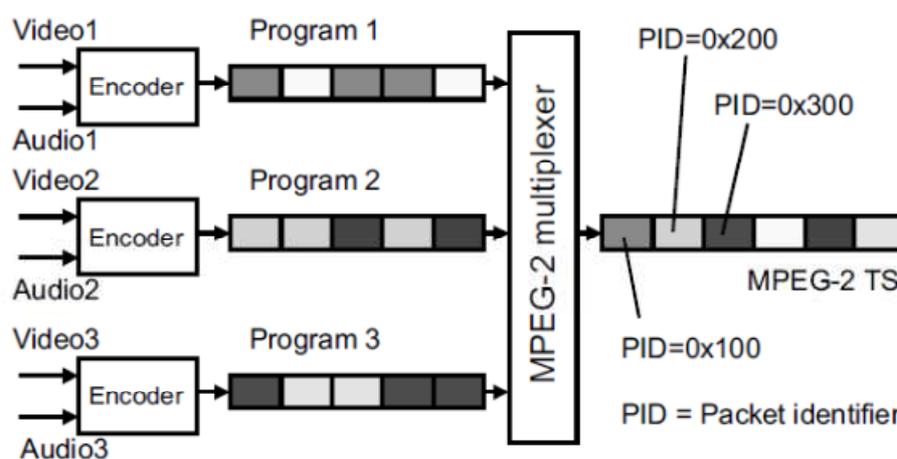
2.2.2.2. Tecnología básica de transmisión. ^[L1] ^[L3]

El TS (Flujo de Transporte) de MPEG-2 está basado en la tecnología de transporte de paquetes, similar a otras como Ethernet. La información digital de audio y video, comprimida, se segmenta en una serie de paquetes, con

¹Packetized Elementary Stream

información añadida en encabezados y colas, para que el sistema de transmisión pueda llevar el seguimiento adecuado, del contenido y destino de cada paquete.

En el caso de MPEG, los paquetes se identifican mediante un campo específico del paquete, designado como identificador de paquete (PID¹), ver **Figura 2-9**. Entre algunas de las ventajas de esta tecnología, se menciona la posibilidad de variar el flujo dinámicamente, es decir variar dinámicamente la velocidad de transmisión para cualquier flujo en particular, y asimismo acceder a cualquier flujo elemental, simplemente seleccionando el PID de este.



Fuente [L3].

Figura 2-9: Paquetes del TS multiplexados.

2.2.2.3. Información específica de programa (PSI). ^[D2] [L4]

Como en un mismo TS (Flujo de Transporte) pueden convivir varios PES (Flujos Elementales de Paquetes), la asociación PID-PES (Identificador de Paquete-PES) se lleva a cabo usando dos tablas de PSI²: la tabla de asociación de programa (PAT³) y la tabla de mapa de programa (PMT⁴), ver **Figura 2-10**. MPEG también define dos tablas más, que son opcionales: la tabla de acceso condicional (CAT⁵) y la tabla de información de red (NIT⁶). Asimismo, con el fin de que cada estándar de DTV pueda utilizar tablas a su conveniencia, se proveen tablas no definidas,

¹Packet Identifier

² Program Specific Information

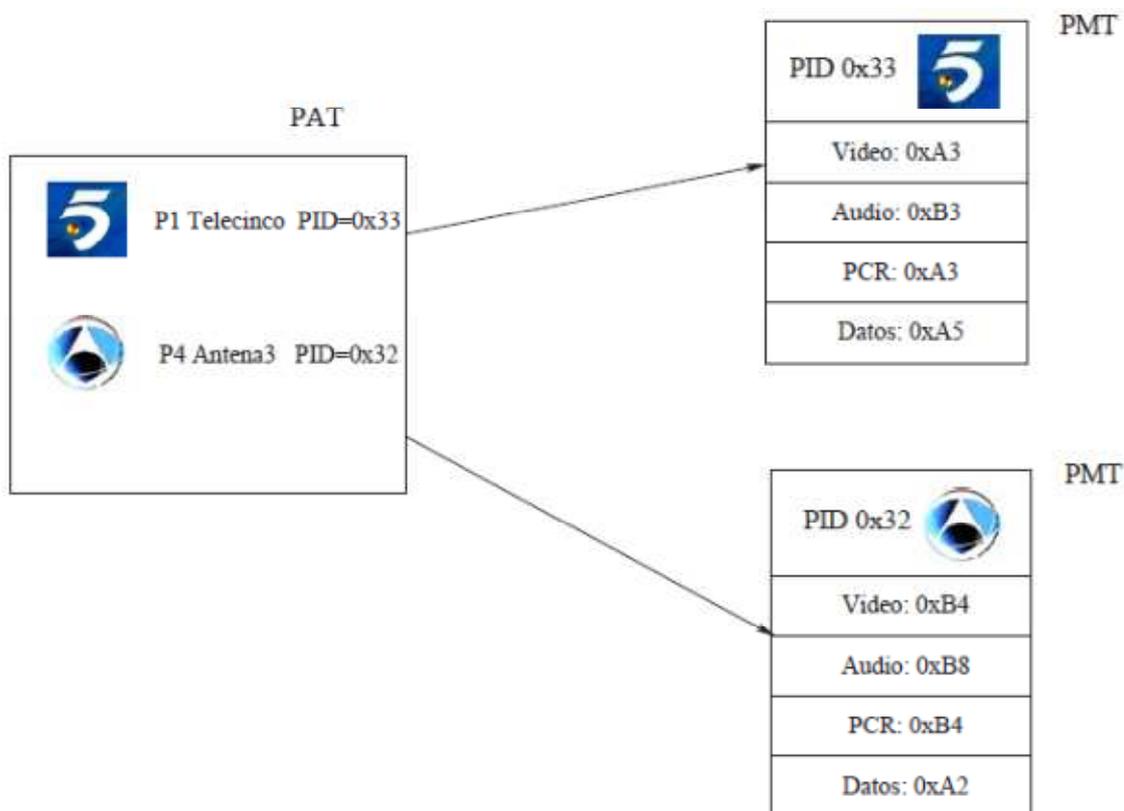
³Program Association Table

⁴Program Map Table

⁵Conditional Access Table

⁶ Network Information Table

denominadas tablas privadas, que son las que se diferencian principalmente de estándar a estándar, en el nivel de capa transporte.



Fuente [D2]

Figura 2-10: Uso de las tablas PAT y PMT.

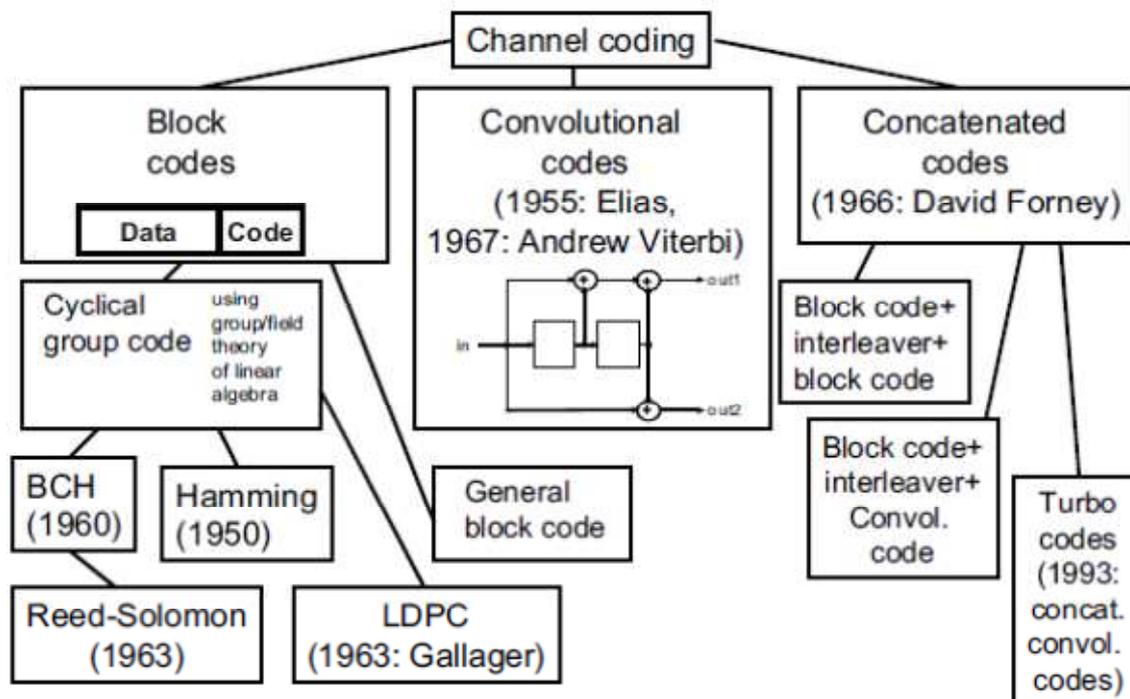
2.2.3. TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN. ^[L2]^[L3]

La transmisión y almacenamiento de información confiable, ha sido un reto constante para los ingenieros e investigadores en telecomunicaciones, debido a la creciente demanda de altas tasas de transmisión y mejor confiabilidad.

2.2.3.1. Codificación de canal. ^[L2]^[L3]

La finalidad de la codificación de canal es la detección y corrección de errores, producidos por el canal de comunicación, como consecuencia del ruido y distorsión introducidos, tanto por el medio de propagación, como por las no linealidades en el propio sistema de transmisión. Los tipos de códigos más usados en los sistemas de DTV (Televisión Digital), para la codificación de canal, se muestran en la **Figura 2-11**.

La DTV y los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico en Ecuador.



Fuente [L3]

Figura 2-11: Codificación de canal.

2.2.3.1.1. Códigos cíclicos.^[L2]

Los códigos cíclicos son, entre otros, los más importantes para aplicaciones prácticas de ingeniería. Estos se han usado como parte de varios protocolos de comunicación, en discos compactos (CD¹) de música, en grabación en medios magnéticos, etc. La preferencia, por los códigos cíclicos, es una consecuencia de su estructura matemática, basada en matemáticas discretas, que permite una considerable simplificación en la implementación, de los codificadores y decodificadores de códigos.

2.2.3.1.2. Códigos convolucionales.^[L2]

Los códigos convolucionales fueron descubiertos por Peter Elías, en 1954, y desde entonces varios investigadores han dedicado tiempo, a comprender las propiedades y la estructura de tales códigos. Los códigos convolucionales ofrecen una alternativa para el control de errores, que es substancialmente diferente de los que ofrecen los códigos de bloques.

¹Compact disk

2.2.3.1.3. Códigos concatenados. ^[L2]

La técnica denominada concatenación fue introducida por Forney, y se encuentra aplicada en varios estándares de DTV. Esta técnica actualmente es referida como concatenación serial.

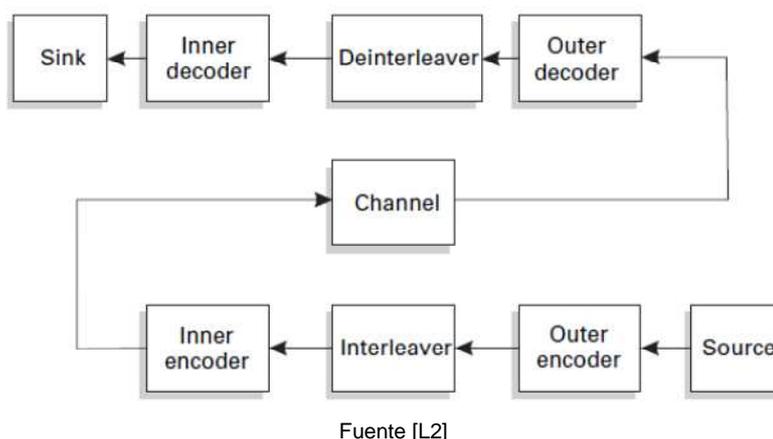


Figura 2-12: Esquema de concatenación serial.

Un esquema de codificación por concatenación serial, como la presentada en la **Figura 2-12**, consiste, en el lado del transmisor, que la señal (sink) pase a través de una cascada, conformada por un codificador externo (outer coder), para un bloque de código capaz de corregir errores de bytes, usualmente un código RS, más un bloque de entrelazado (interleaver), que es seguido por un codificador interno (inner coder), para un código convolucional. El código convolucional se utiliza para combatir los errores distribuidos uniformemente; sin embargo, una falla en la decodificación, puede resultar en ráfagas de errores, que son entregadas a la salida del decodificador interno. En cambio, en el lado del receptor la señal después de ser procesada por un decodificador interno (inner decoder), los bits pasan a través de un bloque de des-entrelazado (deinterleaver), la función de este es esparcir las ráfagas de errores, se basa en bytes, con el fin de mejorar la capacidad de corrección del decodificador externo (outer decoder).

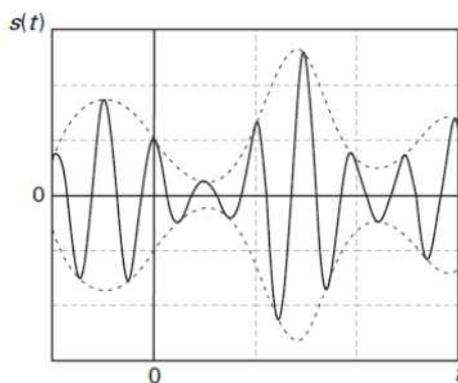
2.2.3.2. Modulación. ^{[L2] [L3]}

Las señales de DTV son transmitidas principalmente a través del aire, la radiodifusión terrestre; a través de redes cableadas, la radiodifusión por cable (o La DTV y los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico en Ecuador.)

TV Cable); a través de satélites geoestacionarios, la radiodifusión satelital; usando una portadora de microonda; y, sobre el internet. Para cada canal de transmisión debe seleccionarse un específico esquema de modulación, que se considere como el más apropiado, dependiendo del tipo de ruido, la limitación de potencia, las características de desvanecimiento, tasa de transmisión o costo de canal de transmisión.

Para un estándar de DTV (Televisión Digital), la técnica de modulación usada para la transmisión de televisión, es su principal característica. Existen dos métodos que se usan generalmente: modulación de una sola portadora (SCM¹) y la modulación de múltiples portadoras (MCM²). Cada método causa un diferente comportamiento de la señal en el canal de comunicación, además de usar distintos métodos de codificación de canal.

Se emplean ondas portadoras para permitir la radiación eficiente de las señales radioeléctricas. La información es representada por una señal eléctrica, denominada una señal modulante, usada para modificar uno o más parámetros de la portadora.



Fuente [L2]

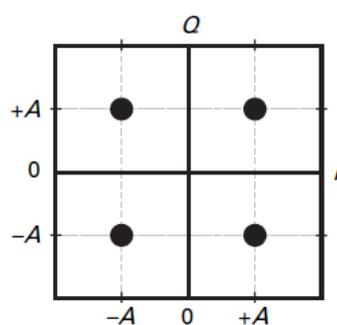
Figura 2-13: Ejemplo de modulación por amplitud.

La modulación es la variación de una o más características de la forma de onda de la portadora, en función de la señal modulante. La forma de onda sinusoidal se usa tradicionalmente como portadora, y la modulación puede ser realizada de tres formas distintas:

¹ Single-Carrier Modulation

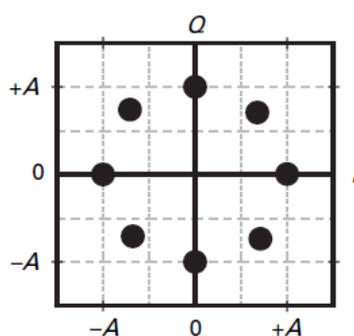
² Multiple-Carrier Modulation

- La modulación por amplitud, ver **Figura 2-13**.
- La modulación en cuadratura, ver **Figura 2-14**.
- Modulación angular, ver **Figura 2-15**.



Fuente [L2]

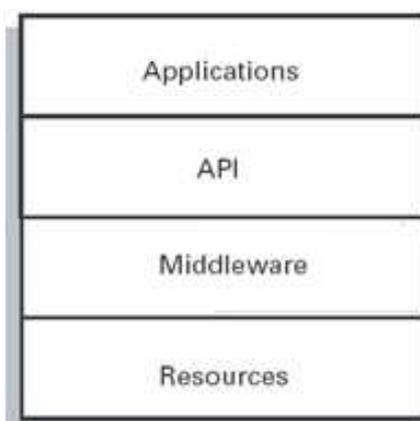
Figura 2-14: Ejemplo de modulación en cuadratura.



Fuente [L2].

Figura 2-15: Ejemplo de modulación angular

2.2.4. MIDDLEWARE. ^[L2]



Fuente [L2]

Figura 2-16: Estructura básica.

Es la capa de software intermedia, entre el sistema y sus aplicaciones, que permite servicios interactivos en la DTV (Televisión Digital). La estructura básica de organización de los elementos del middleware se muestra en la **Figura 2-16**.

2.2.4.1. Recursos (Resources). ^[L2]

La capa más baja, representa los recursos de software y hardware de la plataforma, cuyos elementos tales como tarjetas madre, microprocesadores, subsistemas y sistemas operacionales en tiempo real (RTOS¹), varían de acuerdo al fabricante. El middleware visualiza los recursos de una manera abstracta, de tal forma que estos recursos puedan ser identificados en una o más entidades distintas.

2.2.4.2. Middleware. ^[L2]

Las aplicaciones no tienen acceso directo a los recursos, por lo que el middleware les provee los recursos necesarios, a través de una vista abstracta de los recursos disponibles. Independizar la aplicación, del hardware y software del sistema, hace posible su portabilidad. Además, el middleware es responsable de la administración de todas las aplicaciones, incluyendo las que ya residen en el equipo.

2.2.4.3. Interfaz de programación de aplicaciones (API²). ^[L2]

Provee los servicios asociados con las aplicaciones. En la práctica, hay varias API que implementan diferentes interfaces. Las aplicaciones ven a la API como una ventana, que les permite acceder a los sistemas de software.

2.2.4.4. Aplicaciones (Applications). ^[L2]

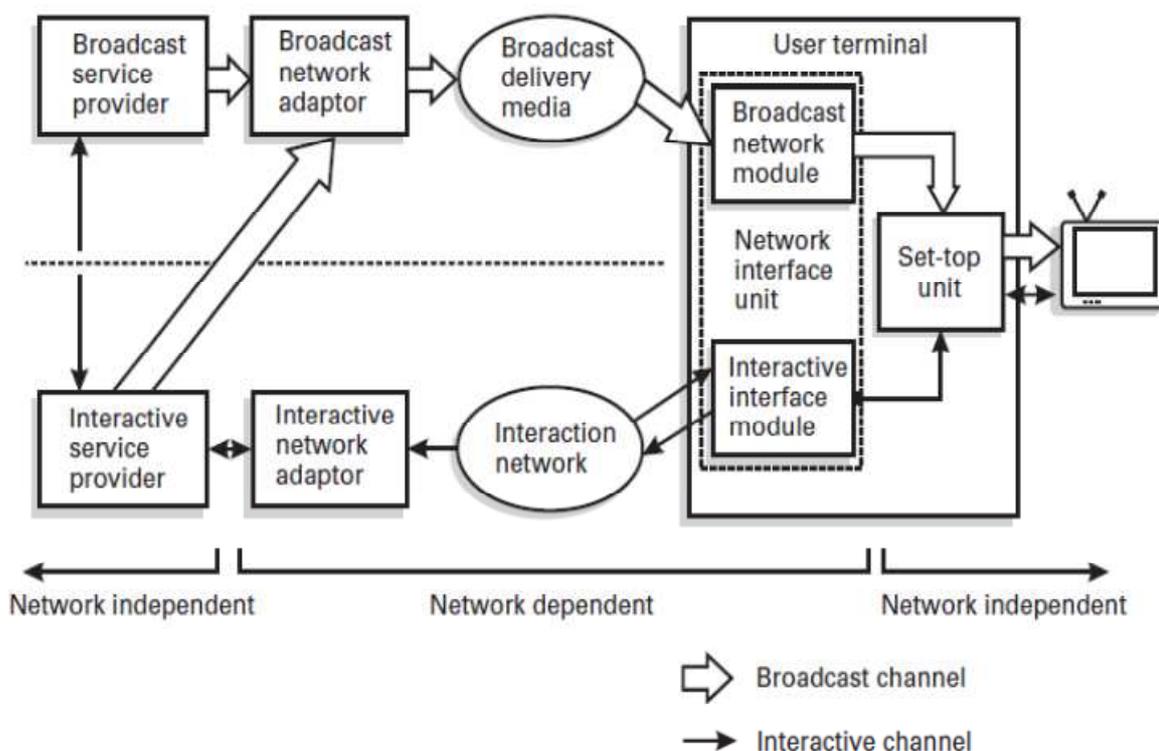
Implementan servicios interactivos en la forma de software, para ser ejecutado en una o más entidades.

¹ Real Time Operational System

² Applications Programming Interface

2.2.5. CANAL INTERACTIVO. ^[L1]

En todo sistema de televisión digital interactiva (iTV¹), se requiere de un almacenamiento local de información, independientemente de la existencia de un canal interactivo. La interacción del usuario se realiza, básicamente, mediante el procesamiento de información almacenada localmente. El tipo más básico de interactividad se denomina canal local interactivo, y usa STT (ó Set-Top Box). Cuando se desea permitir que el usuario responda a los servicios interactivos, con el fin de capturar las respuestas o reacciones del usuario, el concesionario u operador de la red de televisión provee un canal interactivo.



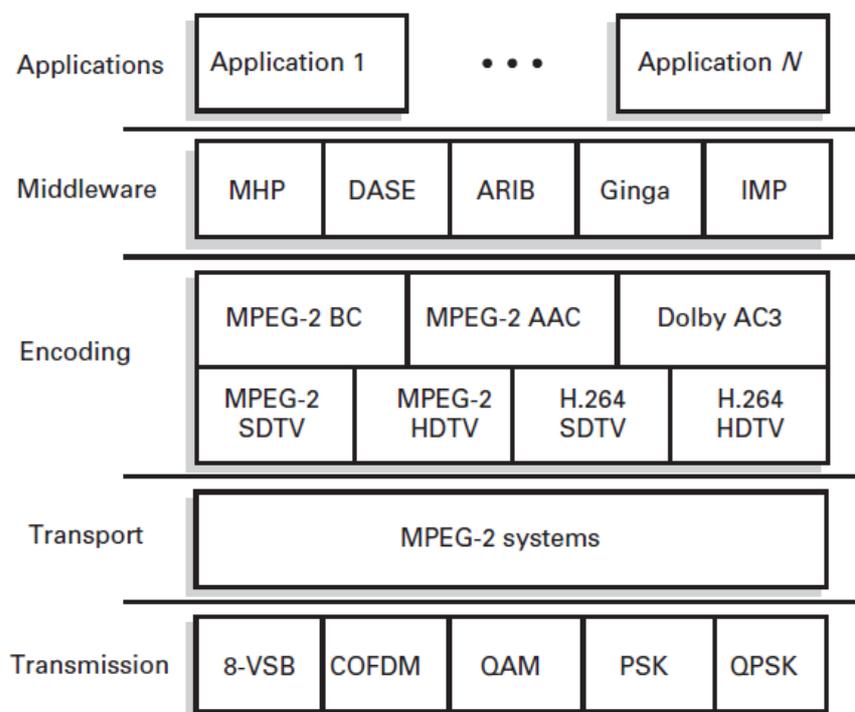
Fuente [L2]

Figura 2-17: Sistema genérico de servicios interactivos.

El modelo mostrado en la **Figura 2-17** ilustra un sistema genérico de servicios interactivos. Los canales de retorno han sido provistos por algún tiempo para la DTV (Televisión Digital), sin embargo, únicamente el canal de retorno para los sistemas de TV Cable han tenido una real significancia.

¹ Interactive Television

2.3. PRINCIPALES ESTÁNDARES DE DTV QUE RECIBEN LOS SISTEMAS DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO DE ECUADOR. [L2] [SUPERTEL]



Fuente [L2]

Figura 2-18: Opciones de los estándares de DTV.

La **Figura 2-18** ilustra las principales opciones de los estándares de DTV (Digital Televisión), que se encuentran en uso alrededor del mundo. Actualmente, 5 sistemas de DTV se encuentran en operación que son:

- ATSC¹, Comité de Sistemas de Televisión Avanzada, que proviene de Estados Unidos de América.
- DVB², Radiodifusión Digital de Video, que proviene de Europa.
- ISDB³, Radiodifusión Digital de Servicios Integrados, que proviene de Japón.
- ISDTV¹, Estándar Internacional de Televisión Digital, que proviene de Japón con modificaciones de Brasil.

¹Advanced Television Systems Committee.

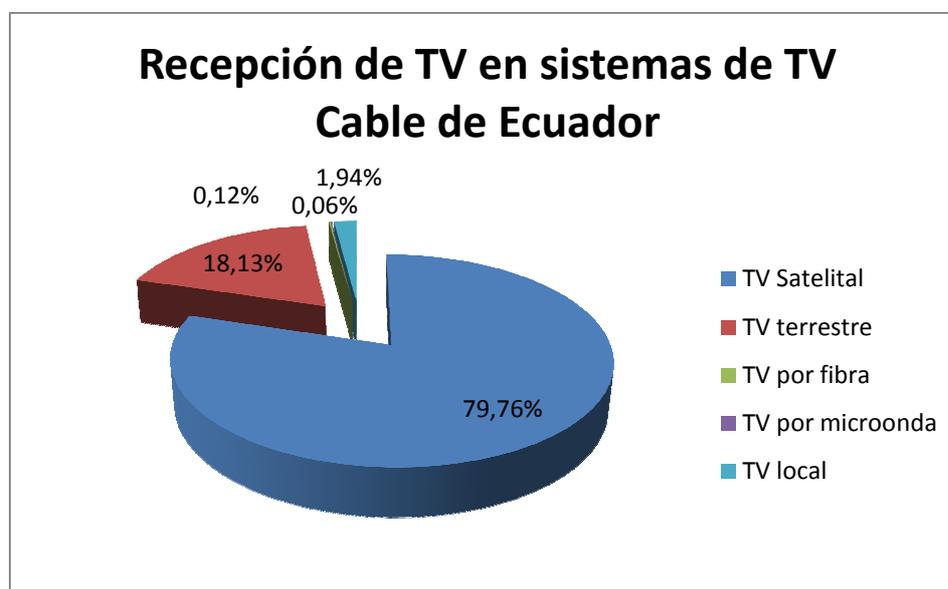
²Digital Video Broadcasting.

³Integrated Services Digital Broadcasting.

- DTMB², Radiodifusión Digital de Televisión Multimedia, que proviene de China.

Los sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico reciben DTV (Televisión Digital), en el estándar que haya adoptado el proveedor de programación, y la retransmiten, en un estándar que adopta el operador del sistema de TV Cable. Sin embargo, la adopción del estándar de DTV, por parte del operador de TV Cable, es influenciada por los sistemas de DTV que estén implementando sus proveedores, con el fin de buscar compatibilidad e interoperabilidad. La compatibilidad, entre estándares, ayuda a mantener la calidad de la DTV, da transparencia al suscriptor y disminuye los costos de implementación, entre otros.

En cambio, la interoperabilidad de los estándares de DTV con los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico existentes en Ecuador, evita cambios complicados o aún un rediseño total del sistema, por algunos.



Fuente [SUPERTEL]

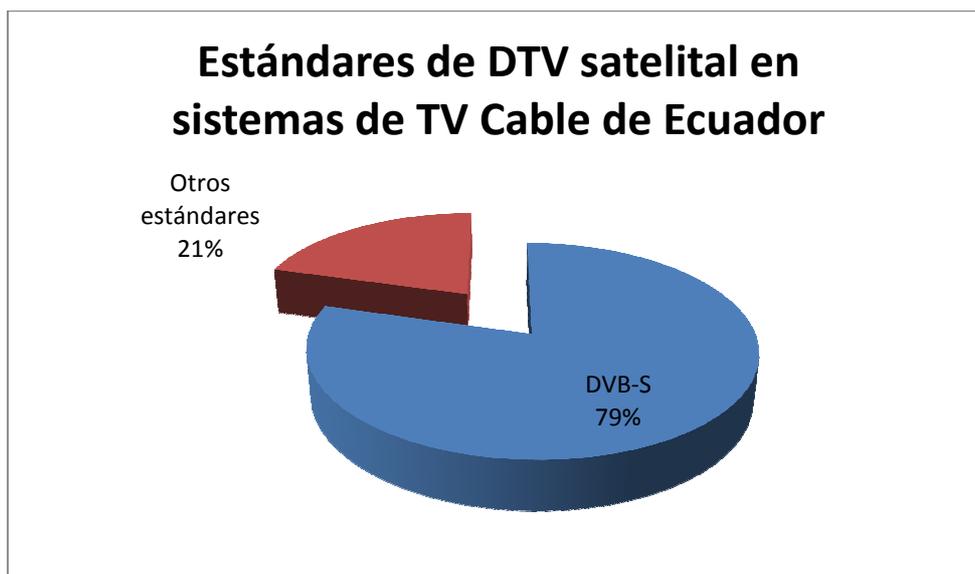
Figura 2-19: Fuentes de programación en los sistemas de TV Cable, Ecuador.

Datos recolectados en marzo de 2011, de la base de datos de la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones), de los sistemas de AVS bajo la

¹International Standard Digital Television

²Digital Television Multimedia Broadcasting

modalidad de cable físico instalados en Ecuador, determinan que del total de la programación que reciben los sistemas de TV Cable, el 79.76% proviene de la radiodifusión satelital, el 18.13% proviene de la radiodifusión terrestre, el 1.94% es programación generada localmente, el 0.12% se recibe a través de fibra y tan solo el 0.06% se recibe por microonda, ver **Figura 2-19**.



Fuente [SUPERTEL]

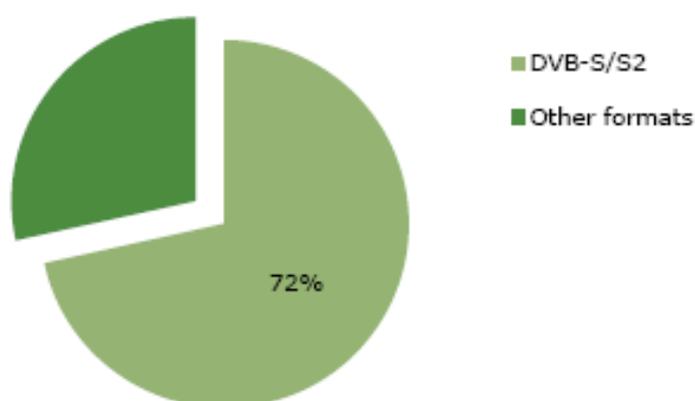
Figura 2-20: DTV satelital en los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Por lo tanto, la televisión satelital y la televisión terrestre constituyen las fuentes más importantes para recepción de programación en un sistema de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico de Ecuador. Además, existe la obligación de los sistemas de TV Cable de Ecuador, para incorporar en su grilla de programación los canales de televisión terrestre abierta, como lo establece el Reglamento de Aplicación para la Incorporación de Canales de Televisión Abiertos al Público, en los Sistemas de Televisión por Cable del País^[D1] en su artículo 8 *“Art. 8.- [Infracción administrativa de tercera clase] .- En caso de que un sistema de televisión por cable no incluya a los canales de televisión abierta que han cumplido con las características anteriormente indicadas, constituye una infracción administrativa de tercera clase”*.

Asimismo estos datos que se recogieron revelan que, el 79% de la programación de DTV satelital, ver **Figura 2-20**, que se recibe en los sistemas de TV Cable de

La DTV y los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico en Ecuador.

Ecuador, se recibe bajo el estándar DVB para radiodifusión satelital, denominado DVB-S¹, mientras que el 21% se recibe en otros estándares. Este resultado no sorprende, ya que la misma organización DVB, a través de su página web, publicó el dominio que DVB-S tiene sobre el mercado de la DTV satelital, mediante un reporte de noviembre de 2009, ver **Figura 2-21**, donde los receptores DVB-S representan el 72% de los receptores de DTV satelital en uso a nivel mundial y el 28% lo comparten otros estándares. Por otro lado, Ecuador adoptó oficialmente el estándar ISDB-T Internacional², mediante informe de CONATEL de 25 marzo de 2010, que actualmente se le conoce como ISDTV.



Receptores de DTV satelital en uso-2009

Fuente [2]

Figura 2-21: Receptores de DTV satelital en uso a nivel mundial.

DVB-S forma parte del conjunto de estándares DVB, por lo que tiene compatibilidad e interoperabilidad con la especificación DVB para radiodifusión por cable denominada DVB-C³. Si bien hasta la fecha el estándar ISDTV contiene especificaciones únicamente para radiodifusión terrestre abierta, su origen en el estándar ISDB-T, le permitiría tener cierta compatibilidad e interoperabilidad con el conjunto de estándares ISDB, en particular con la especificación ISDB para la radiodifusión por cable denominada ISDB-C⁴. Es la razón por la que a continuación se presenta una descripción de los estándares de DTV antes mencionados.

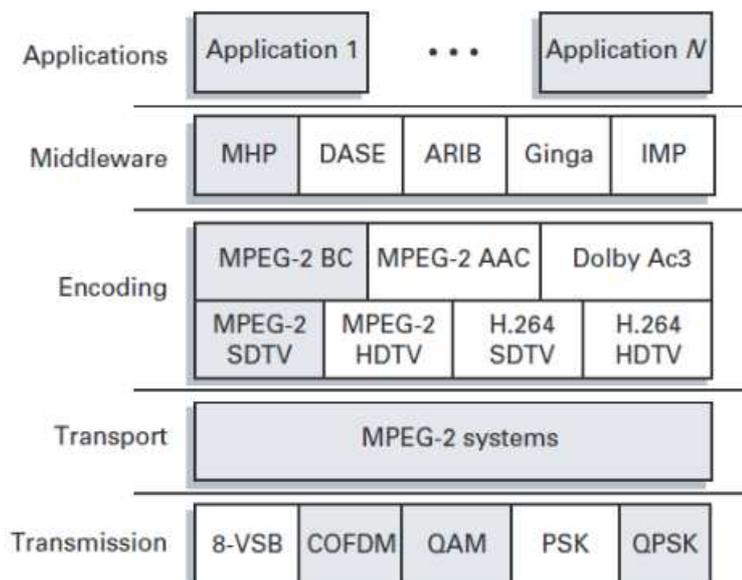
¹ DVB-Satellite

² ISDB-Terrestrial International.

³ DVB-Cable.

⁴ ISDB-Cable.

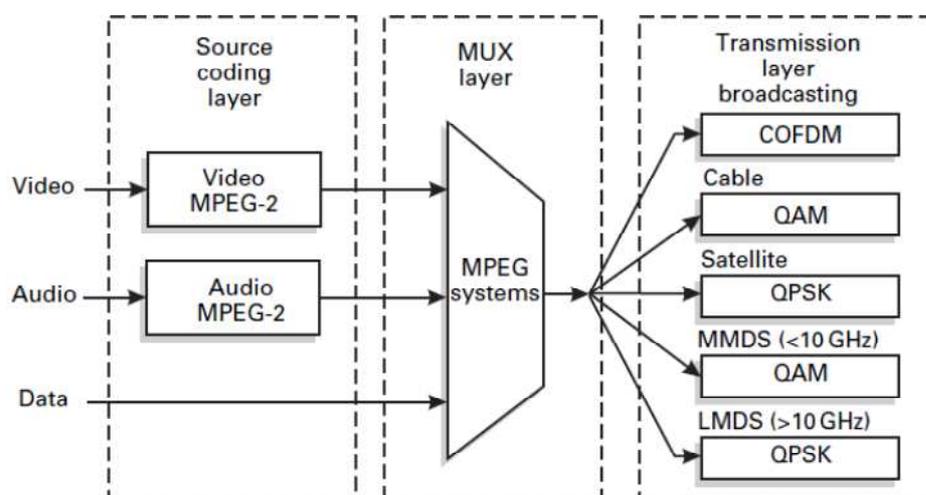
2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ESTANDARES DVB-S Y DVB-C. [L3]



Fuente [L2]

Figura 2-22: Arquitectura del estándar DVB.

El proyecto DVB fue creado en 1993, como un consorcio compuesto de más de 300 miembros, incluyendo fabricantes de equipos, operadores de redes, desarrolladores de software, y agencias regulatorias; inició sus actividades en Europa, pero desde entonces ha llegado a ser mundial. Este proyecto desarrolló varias soluciones técnicas para la codificación y transmisión de DTV. En la **Figura 2-22** se encuentran sombreadas las opciones para la arquitectura del estándar DVB, mientras que la **Figura 2-23** ilustra el esquema de dicho estándar.



Fuente [L2]

Figura 2-23: Esquema del estándar DVB.

2.3.1.1. Codificación de fuente. ^[L3]

El estándar MPEG-2 fue elegido por el proyecto DVB, para la codificación de fuente de señales de audio y video. La razón para esta decisión fue el hecho de que, MPEG-2 prometía convertirse en la solución aceptada a nivel mundial. El uso de los diferentes subconjuntos de MPEG-2, en forma desorganizada, podría hacer imposible la interoperabilidad entre los sistemas.

Por esta razón, una estructura jerárquica de perfiles y niveles fue creada, de tal forma que se garantice la interoperabilidad entre los sistemas, aún si ellos están trabajando en diferentes niveles. En particular, para la codificación de audio DVB hace uso del flujo binario MPEG-2 BC¹, que es muy similar a MPEG-1, también conocido como MUSICAM.

2.3.1.2. Transporte. ^{[L3] [D2]}

Asimismo, el estándar MPEG-2 también fue elegido para la etapa multiplexación. Los servicios DVB comprenden una variedad de programas, transportados a través de un gran número de canales de transmisión. El receptor DVB es capaz de sintonizar dichos canales, por lo que los usuarios deben tener la capacidad de navegar a través de una guía de programación, que provea esquemas de navegación eficiente, la cual forma parte del flujo de datos DVB. La información de servicio se describe en el documento DVB-SI². Las tablas privadas obligatorias definidas por DVB-SI son:

- La tabla de descripción del servicio (SDT³).
- La tabla de información de evento (EIT⁴).
- La tabla de hora y fecha (TDT⁵).

Y entre las principales tablas opcionales están: la tabla de asociación de bouquet (BAT¹), la tabla del estado del funcionamiento (RST²), la tabla de relleno (ST³), entre otras, ver **Figura 2-24**.

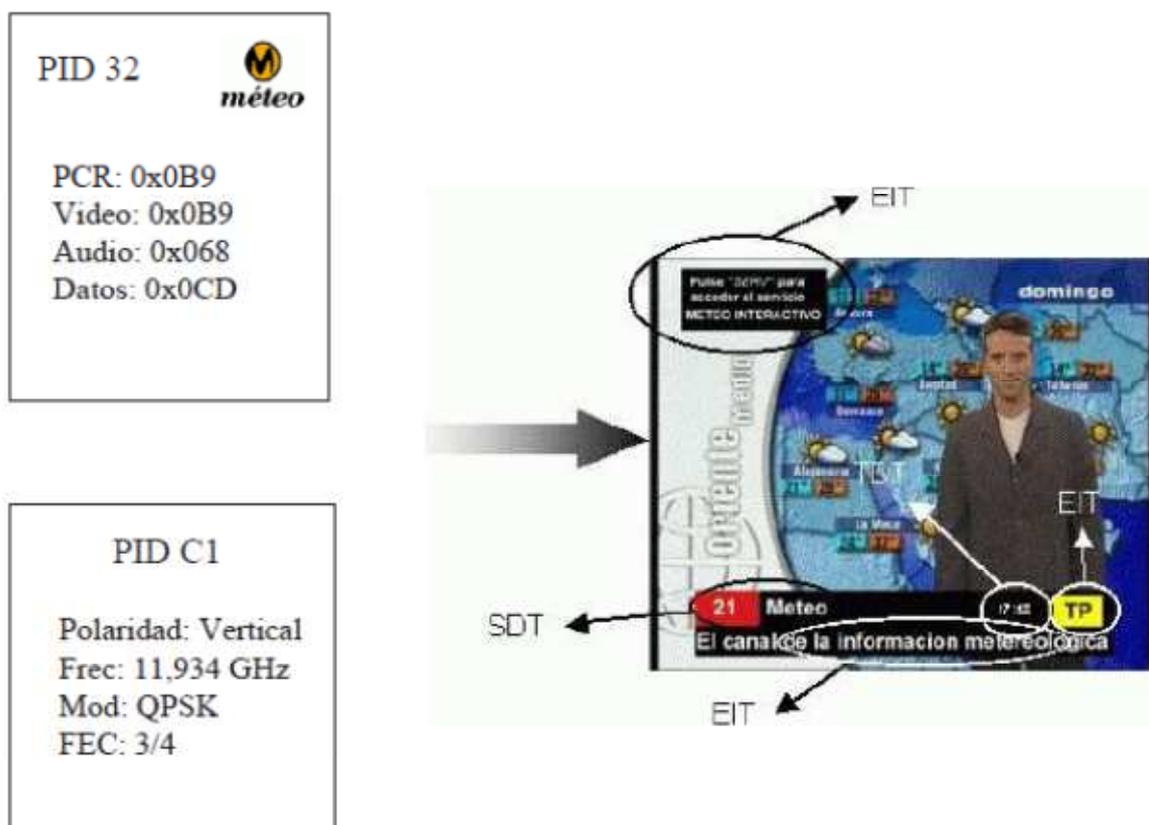
¹MPEG-2 Backward Compatibility

²Service Information

³Service Description Table

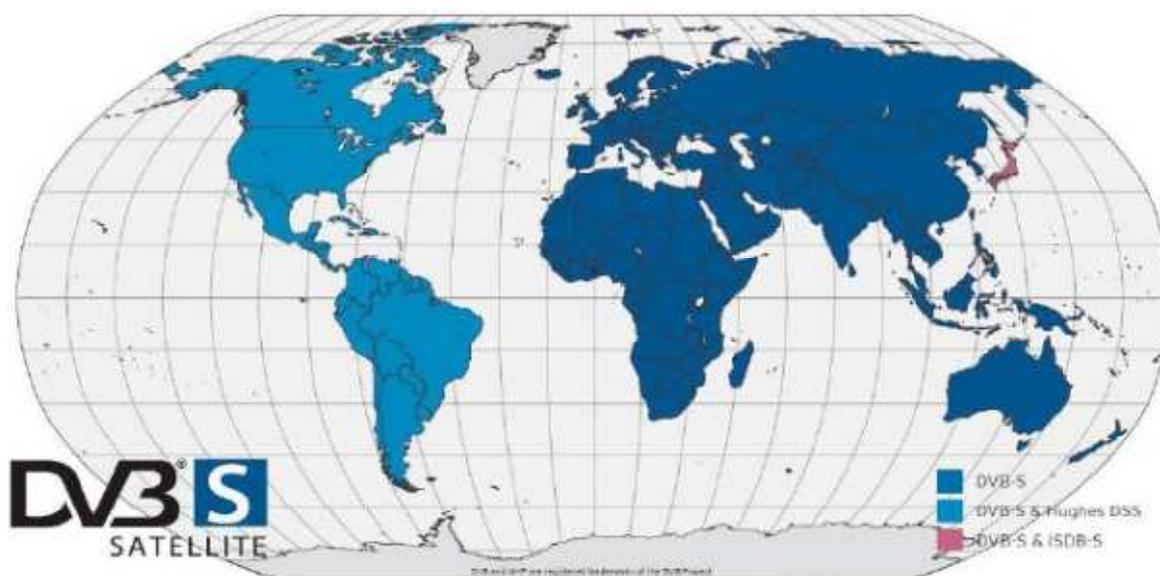
⁴ Event Information Table

⁵Time and Date Table



Fuente [D2]

Figura 2-24: Utilización de las tablas DVB-SI.



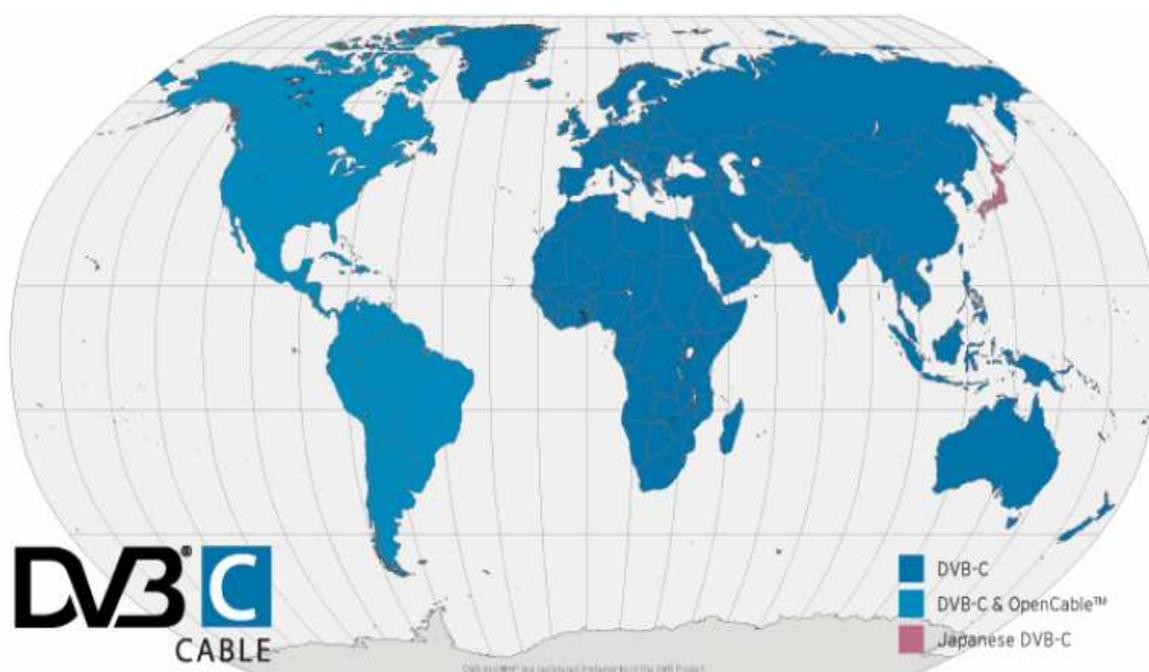
Fuente [2]

Figura 2-25: Cobertura DVB-S a abril de 2004.

¹Bouquet Association Table²Running Status Table³ Stuffing Table

2.3.1.3. Transmisión. ^[L3] ^[D2]

Los sistemas DVB-S y DVB-C son muy similares, y es la razón por la que son completamente compatibles e interoperables, salvo pocas diferencias que se deben a las características del medio de transmisión que cada uno usa. Los sistemas DVB-S y DVB-C han estado en uso desde 1995, por lo que se han extendido considerablemente, ver **Figura 2-25** y **Figura 2-26**. Tanto DVB-S como DVB-C son reconocidos por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), DVB-S está incluido en la norma UIT-R BO.1516 Sistema A, ver **Anexo IV**, mientras que DVB-C en la norma UIT-T J83 Anexo A, ver **Anexo V**.

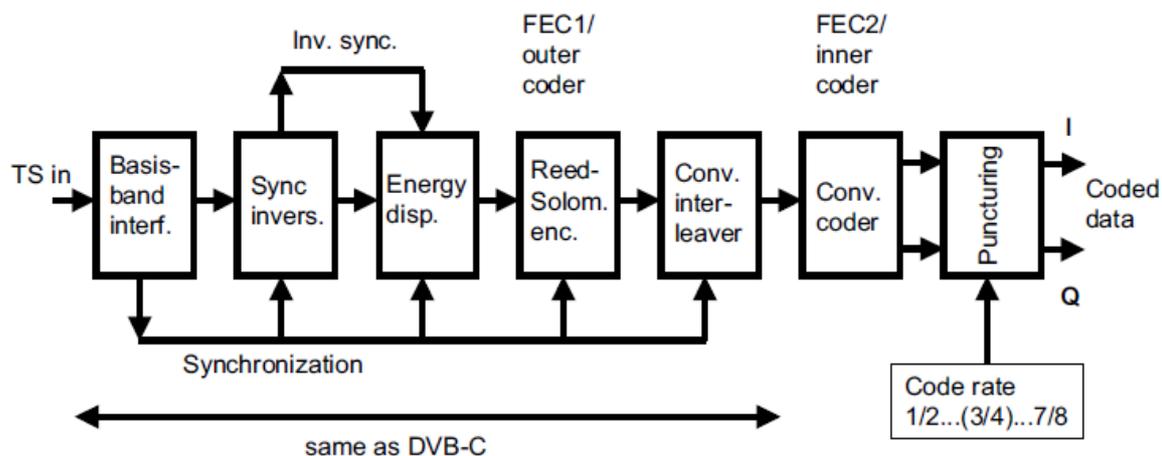


Fuente [2]

Figura 2-26: Cobertura DVB-C a abril de 2004.

2.3.1.3.1. Codificación de canal. ^[L3]

La principal diferencia entre DVB-S y DVB-C es la última etapa, la de codificación interior, ver **Figura 2-27**. DVB-C no usa esta última etapa de codificación convolucional, y la razón es muy simple, ya que el medio de propagación de DVB-C, que es el cable, es mucho más robusto que el que usa DVB-S, el espacio satelital.



Fuente [L3]

Figura 2-27: Codificación de canal DVB-S y DVB-C.

2.3.1.3.2. Modulación. ^[L3]

Asimismo la diferencia del medio de propagación, que usa DVB-S y DVB-C, conduce a que las modulaciones también difieran. DVB-S usa principalmente una modulación QPSK, y algunas veces 8PSK, mientras que DVB-C usa principalmente la modulación 64-QAM en redes coaxiales, y 256-QAM en redes HFC (Híbridas Fibra Coaxial).

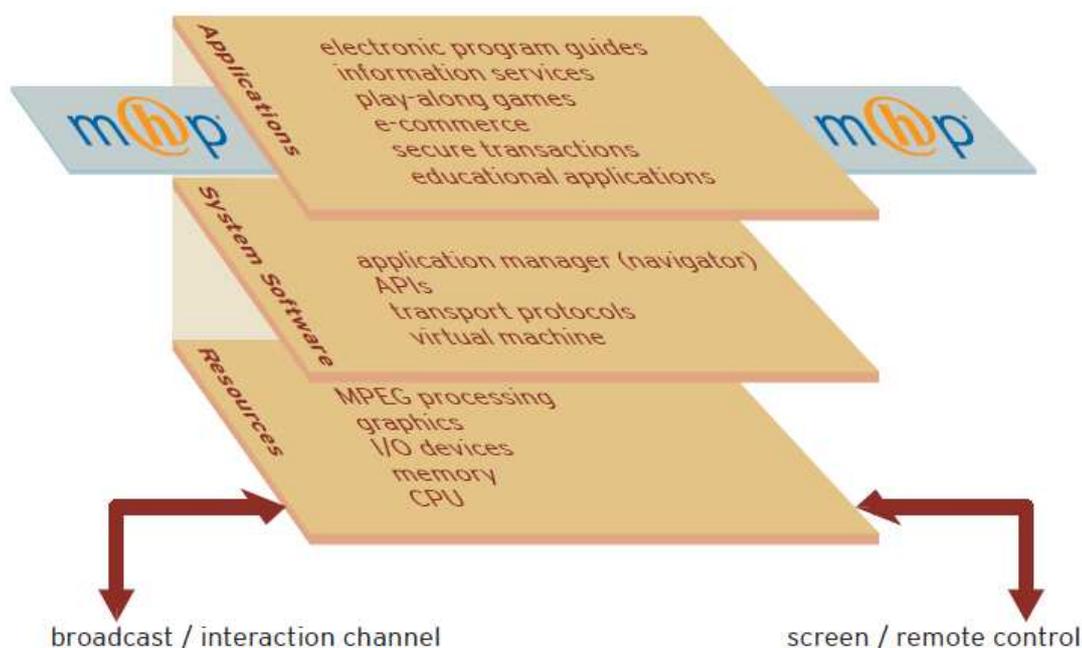
2.3.1.4. Middleware. ^{[L3] [D2]}

La Plataforma Multimedia del Hogar (MHP¹), es el sistema de middleware abierto y diseñado por el estándar de DTV (Televisión Digital) europeo. Esta define una interfaz genérica entre las aplicaciones digitales interactivas y los STT (equipos terminales de los suscriptores), donde las aplicaciones se ejecutan. Esta interfaz recoge momentáneamente las características específicas del hardware y software usado por el STT, ver **Figura 2-28**.

El MHP extiende los estándares DVB existentes, para servicios de interactividad en la transmisión de televisión, en todas las redes de radiodifusión, incluyendo sistemas de televisión terrestre, por cable, por satélite y por microonda. MHP está basado en una plataforma denominada DVB-J, que incluye una máquina virtual,

¹Multimedia Platform Home

definida para compatibilidad con las especificaciones de una maquina virtual java, de SUN MICROSYSTEM. Además de las aplicaciones secuenciales¹, MHP también acepta aplicaciones declarativas², usando el formato especificado como DVB-HTML.



Fuente [2]

Figura 2-28: Niveles de MHP.

2.3.1.5. Canal interactivo. [2]

Existe la especificación DVB-RCS³, para implementar un canal interactivo sobre el sistema de radiodifusión satelital, define una estructura de conectividad hub and spoke, ver **Figura 2-29**, sin embargo hasta la fecha no se ha implementado.

Mientras que para la radiodifusión por cable existe la especificación DVB-RCC⁴, que permite implementar el canal interactivo sobre el sistema de televisión por cable, para lo cual define dos métodos: canal interactivo en banda (IB⁵) y canal interactivo fuera de banda (OOB⁶), ver **Figura 2-30**.

¹ Procedural

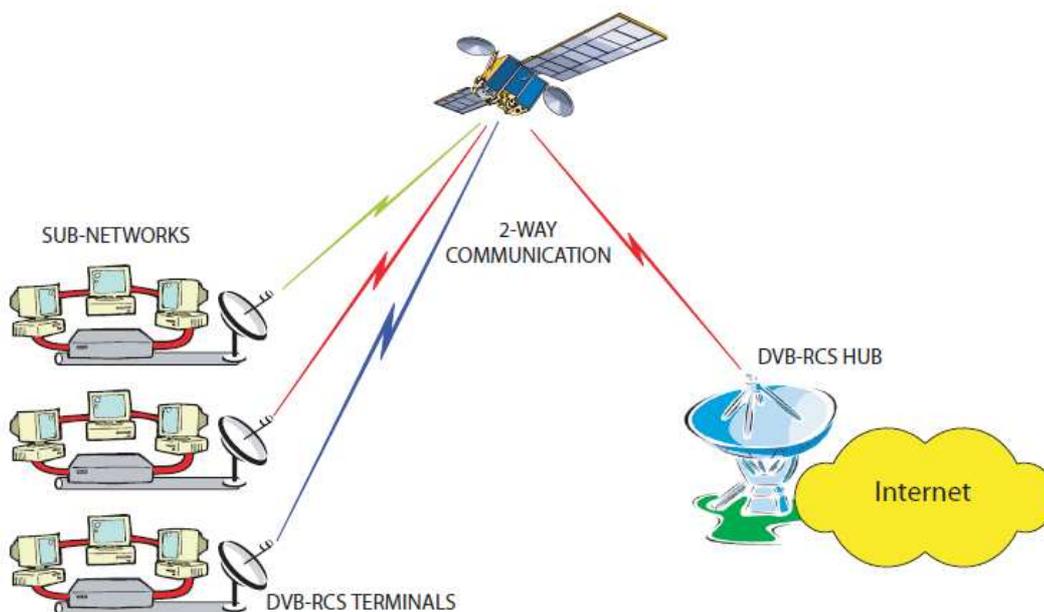
² Declarative

³ DVB-Return Channel Satellite

⁴ DVB- Return Channel Cable

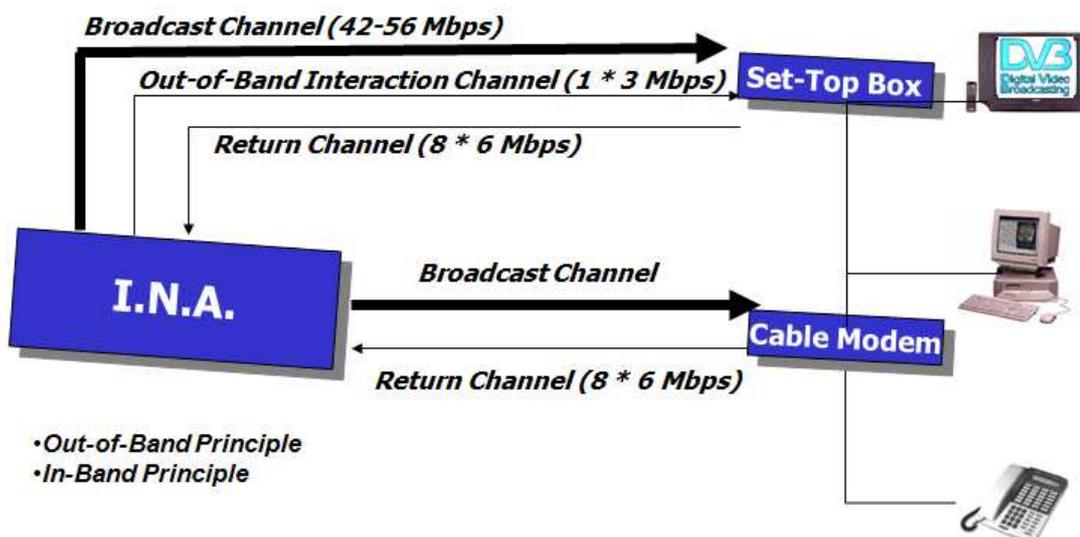
⁵ In Band

⁶ Out Of Band



Fuente [2]

Figura 2-29: Funcionamiento de DVB-RCS.



Fuente [2]

Figura 2-30: Métodos de DVB-RCC.

2.3.2. REVISIÓN DE LOS ESTÁNDARES ISDTV E ISDB-C. [3]

Las primeras acciones para implementar DTV (Televisión Digital) en Brasil comenzaron a finales de 1990, con el trabajo de la Comisión Brasileña de Comunicaciones de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL). Desde noviembre de 1998 hasta mayo de 2000, extensas pruebas de campo y de

La DTV y los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico en Ecuador.

laboratorio se llevaron a cabo, con los estándares de DTV disponibles en aquel tiempo. El estándar ISDTV es similar al estándar japonés ISDB-T, ver **Figura 2-31**.



Fuente [L2]

Figura 2-31: Comparación entre los estándares ISDB-T e ISDTV.

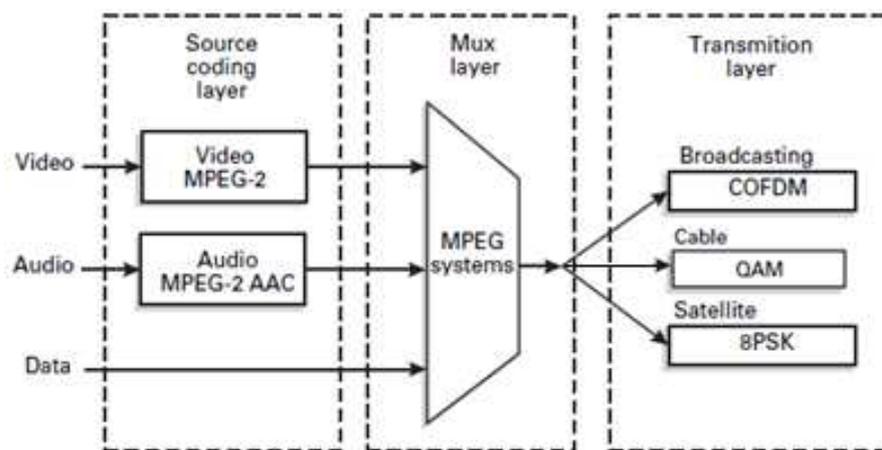
El estándar ISDB-T se especificó en Japón en 1999, a través del Grupo de Expertos en Transmisión de televisión Digital (DIBEG¹), que involucró a varias empresas y operadores de televisión japonesas. A la fecha únicamente ha sido adoptado en Japón; no obstante el estándar ISDB reúne el mayor conjunto de facilidades técnicas, en comparación con los estándares ATSC y DVB, entre las que se destaca: alta definición, transmisión de datos, recepción móvil y portable, el esquema del estándar se presenta en la **Figura 2-32**.

2.3.2.1. Codificación de fuente. ^{[3] [4]}

El comité ISDTV adoptó el estándar H.264/AVC como norma de compresión de video. H.264 es usado para codificar tanto SDTV (Televisión en Definición Estándar) como HDTV (Televisión en Alta Definición), así también como en video

¹ Digital Broadcasting Experts Group

de resolución reducida, para receptores móviles ó portables. Mientras que ISDB-C usa la codificación de video MPEG-2, tanto para SDTV como para HDTV. De la misma forma, MPEG-2 AAC es la codificación de audio para el estándar ISDB-C, mientras que la norma ISDTV usa el estándar MPEG-4 AAC.



Fuente [L2]

Figura 2-32: Esquema del estándar ISDB.

2.3.2.2. Transporte. ^[3]^[4]

Al igual que los demás estándares de DTV, ISDTV e ISDB-C también usan la especificación de TS (flujo de transporte) de MPEG-2. Las tablas de información de sistema (SI¹) obligatorias, para ISDTV e ISDB-C especificadas en los documentos ABNT NBR 15608 y ARIB STD B.10 respectivamente, son las mismas que especifica DVB-SI: la tabla SDT (Tabla de Descripción del Servicio), la tabla EIT (Tabla de Información de Evento), a excepción de que la tabla de referencia de fecha y hora (TOT²) reemplaza a la tabla TDT (Tabla de Hora y Fecha), y está pasa a ser opcional. Opcionalmente, también se tiene la tabla de información del radiodifusor (BIT³), la tabla ST (Tabla de Relleno), entre otras.

2.3.2.3. Transmisión. ^[3]^[4]

El estándar ISDTV usa una tecnología que es similar al estándar japonés ISDB-T para la codificación y modulación de las señales de DTV (Televisión Digital). Las

¹Service Information

²Time Offset Table

³Broadcaster Information Table

señales ISDTV son transmitidas usando la técnica de transmisión de banda segmentada con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (BST-OFDM¹), ver **Figura 2-33**. Tanto ISDTV como ISDB-C son reconocidos por la UIT, ISDB-C forma parte del estándar IUT-T J83 Anexo C, ver **Anexo V**, mientras que ISDTV, al igual que ISDB-T, forma parte del estándar UIT-T BT 1306-3: Sistema C.

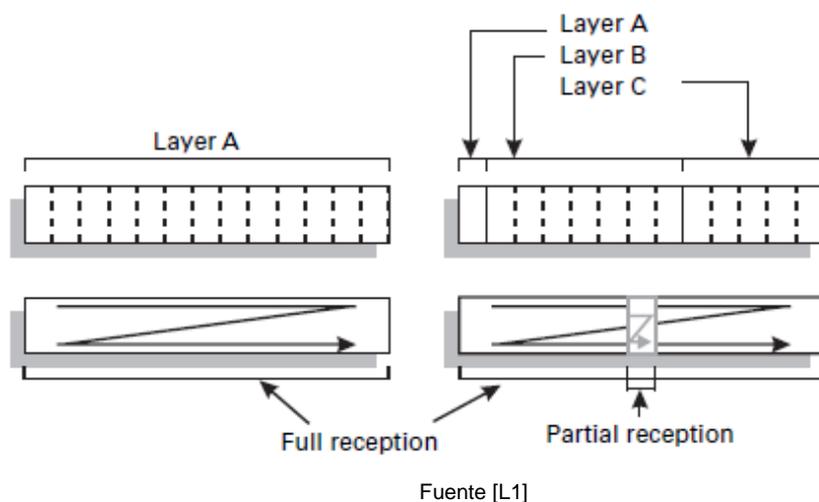


Figura 2-33: Tecnología BST-OFDM.

2.3.2.3.1. Codificación de canal. ^{[3][4]}

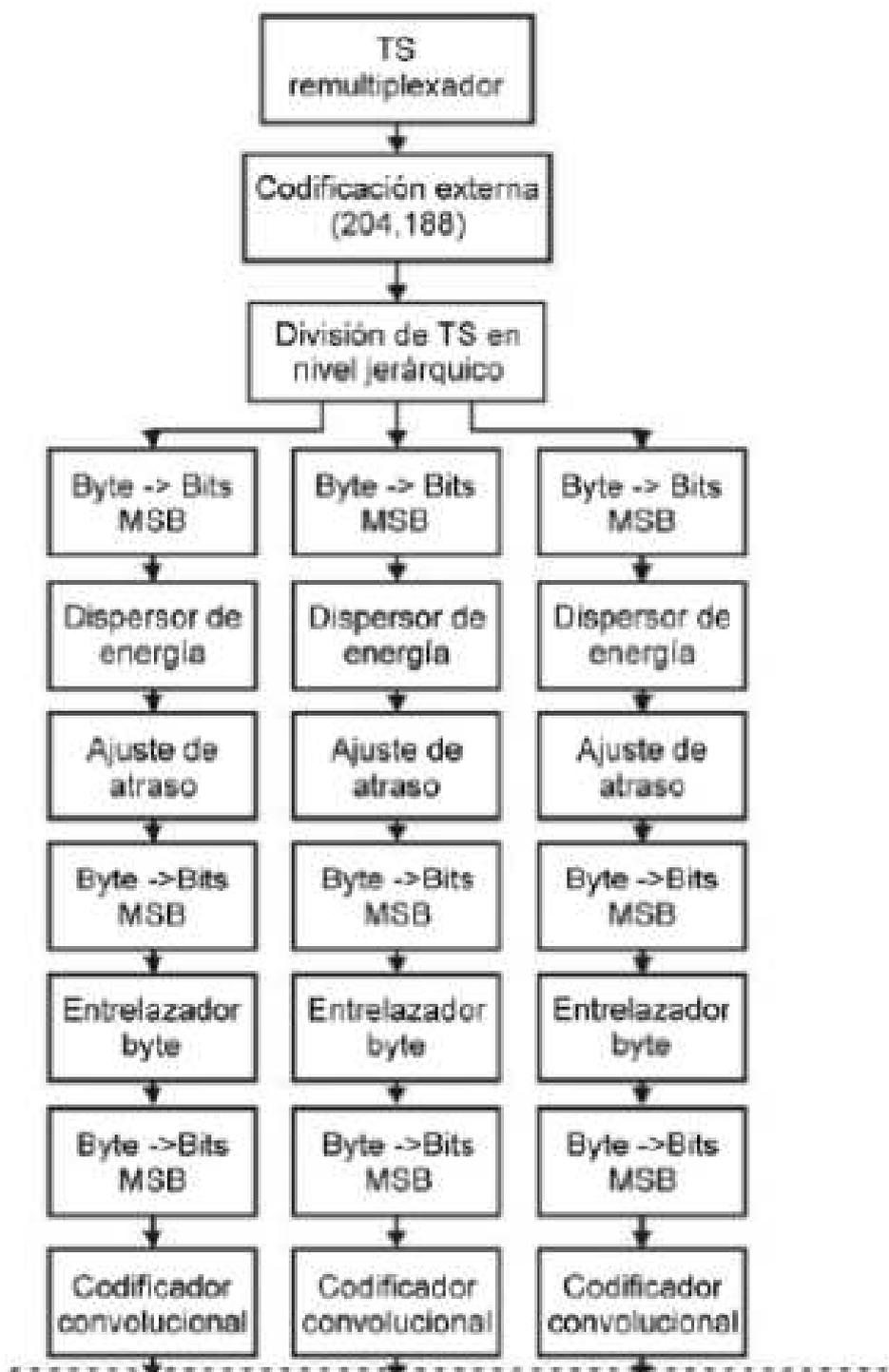
Tiene lugar en el primer bloque del proceso de transmisión, su función es codificar la información binaria para minimizar los efectos destructivos del canal de comunicación. La codificación de canal de ISDTV se presenta en la **Figura 2-34**. Mientras que, al ser el cable un canal más robusto, la codificación de canal del estándar ISDB-C es mucho más simple que la norma ISDTV, ver **Figura 2-35**.

2.3.2.3.2. Modulación. ^{[3][4]}

ISDTV segmenta su ancho de banda mediante la técnica BST-OFDM, en 13 segmentos distintos que pueden ser configurados en tres diferentes modos; estos modos, también denominados capas del sistema, pueden ser modulados en forma independiente por medio de esquemas de modulación multinivel, y transmitidos a través de un sistema MCM (modulación de múltiples portadoras),

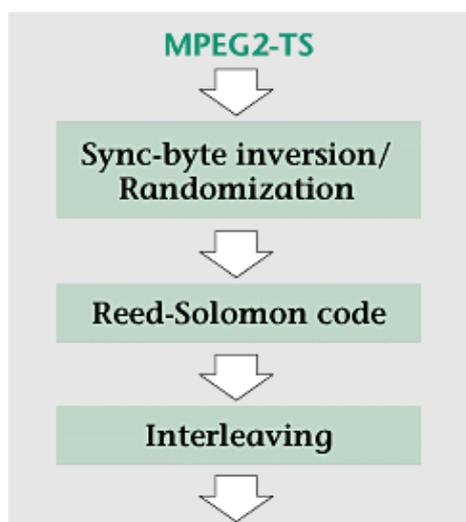
¹ Band Segmented Transmission

que es el OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales), ver **Figura 2-36**. El **Anexo VI** presenta una descripción de cada modo. Por otro lado, ISDB-C utiliza la técnica SMC (modulación de una sola portadora), muy similar a DVB-C, con una modulación 64-QAM ver **Figura 2-37**.



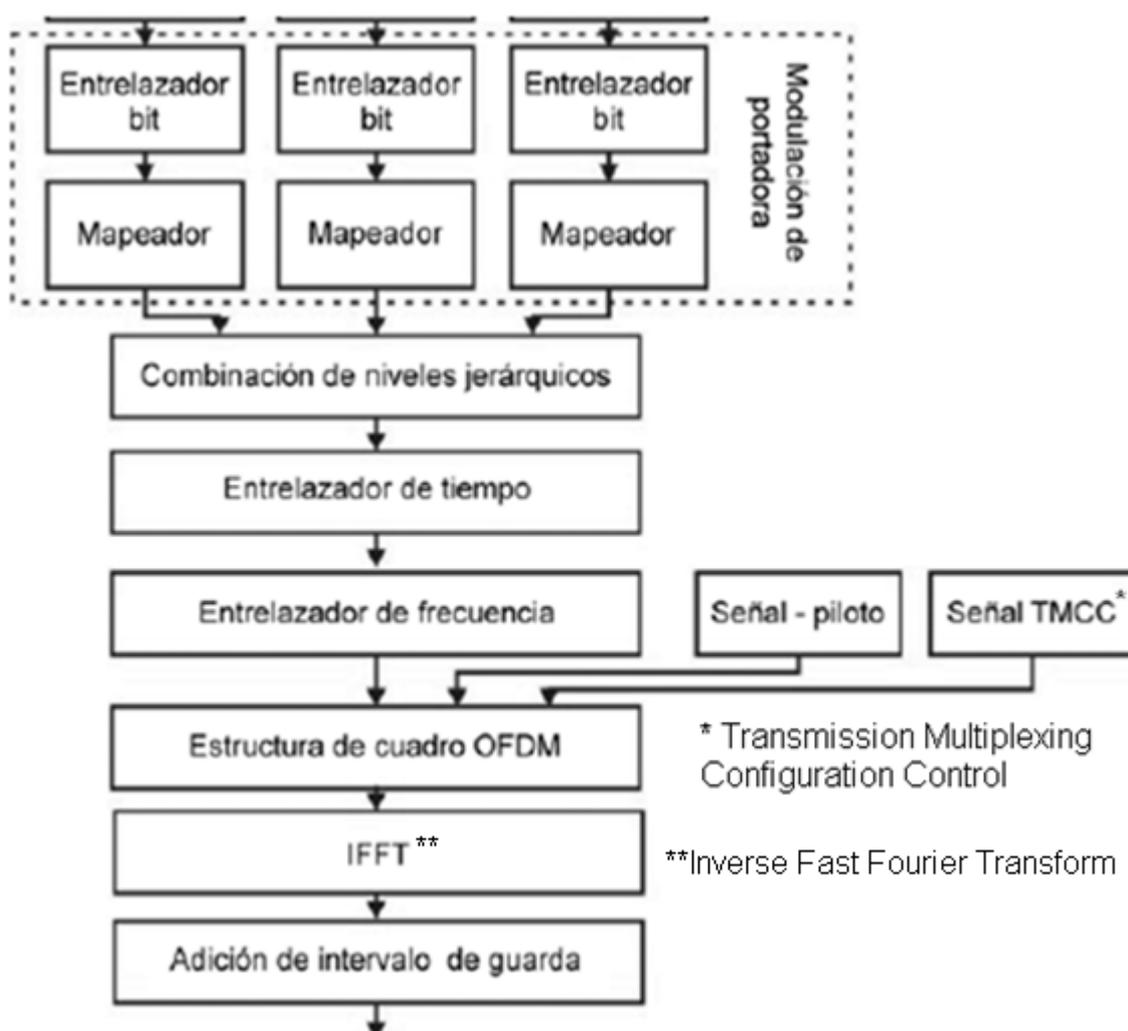
Fuente [3]

Figura 2-34: Codificación de canal para ISDTV.



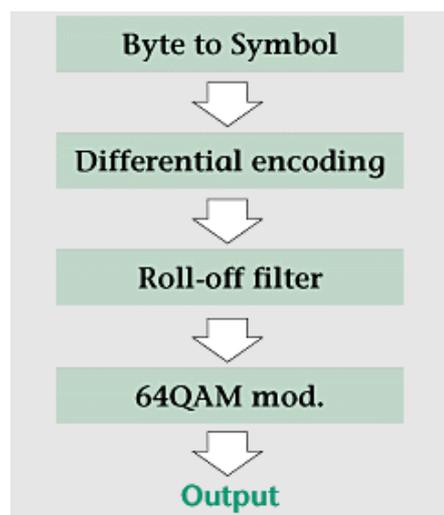
Fuente [4]

Figura 2-35: Codificación de canal para ISDB-C.



Fuente [3]

Figura 2-36: Proceso de modulación de ISDTV.



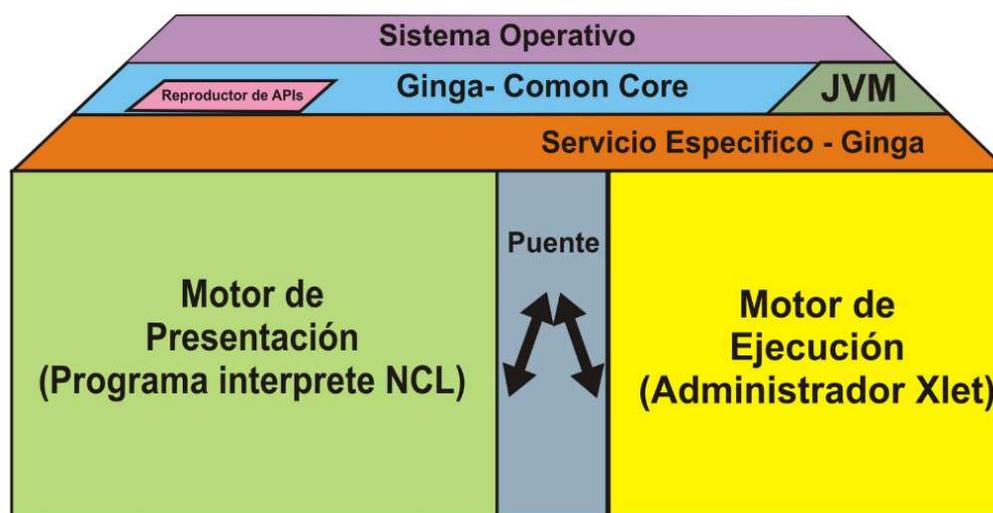
Fuente [4]

Figura 2-37: Proceso de modulación de ISDB-C.

2.3.2.4. Middleware. ^[3] ^[4]

La Asociación de Industrias de Radio y Negocios (ARIB¹), estableció los estándares para la transmisión y codificación de los datos sobre el estándar ISDB. Mientras que, ISDTV usa la norma Ginga como middleware.

2.3.2.4.1. Ginga. ^[L1]



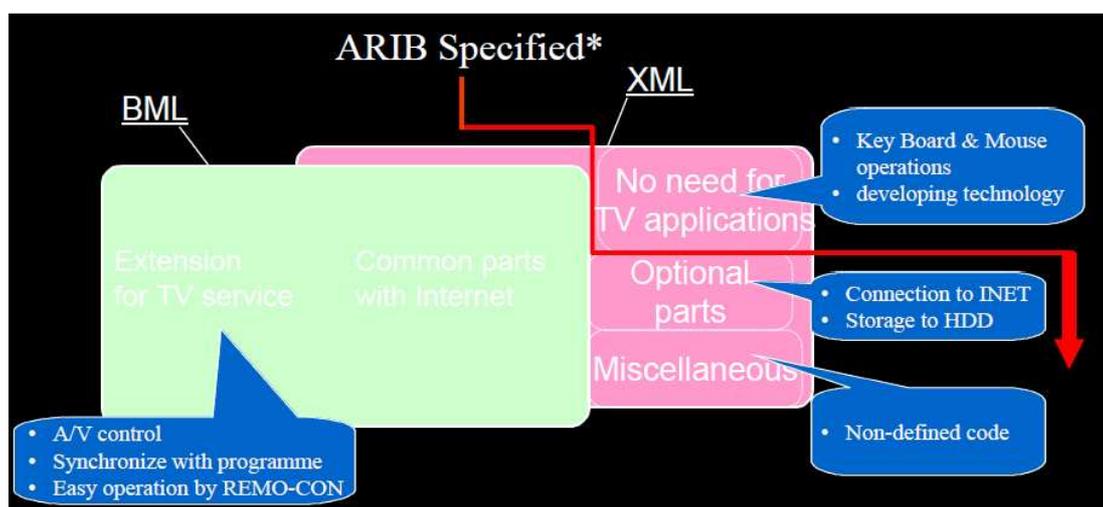
Fuente [4]

Figura 2-38: Middleware para ISDTV.

¹Association of Radio Industries and Business

La norma especifica un conjunto de funcionalidades comunes, que soportan los ambientes de aplicación Ginga. El núcleo de Ginga está compuesto de los decodificadores comunes de contenido, y de procedimientos que pueden ser usados para preparar los datos que serán transportados, a través del canal de interactividad. El núcleo de Ginga también soporta el modelo de despliegue conceptual de ISDTV. Las especificaciones de Ginga para la arquitectura, y las aplicaciones, son diseñadas para trabajar en receptores de DTV terrestre, pero también puede ser usado para otros sistemas, como por ejemplo sistemas de DTV por cable o por satélite.

2.3.2.4.2. ARIB (Association of Radio Industries and Businesses).^[L1]



Fuente [4]

Figura 2-39: Middleware para ISDB-C.

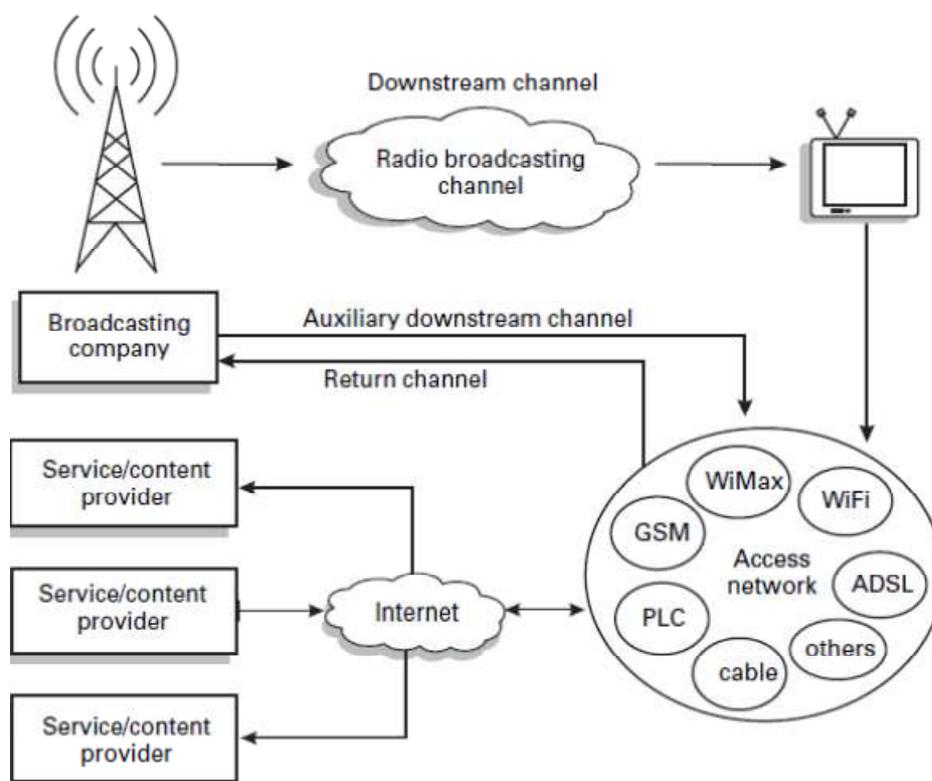
La norma está basada en una especificación XML¹ (Lenguaje de Marcas Extendido), que consiste de tres partes: codificación de un solo medio, creado para mantener la compatibilidad con el viejo sistema de transmisión de datos multiplexados, que estaba ya en uso en Japón; la codificación de multimedia, para establecer compatibilidad con las redes estándar y métodos de transmisión de datos, usado en los sistemas europeos y americanos; y, una especificación de transmisión de datos.

Existen dos especificaciones para la ejecución de aplicaciones: la primera está basada en la norma ARIB B24 con soporte para las aplicaciones declarativas,

¹Extensible Markup Language

usando un lenguaje BML¹ (Lenguaje de Marcas para Radiodifusión); y la segunda especificación está basada sobre la norma ARIB B23, que define un ambiente para las aplicaciones imperativas.

2.3.2.5. Canal interactivo. [L2]



Fuente [L2]

Figura 2-40: Modelo de referencia de interactividad para ISDTV e ISDB.

El estándar ISDTV no especifica una tecnología en particular, para el canal de retorno. Un número de tecnologías han sido estudiadas para el canal de retorno. Los análisis favorecieron a la tecnología WIMAX, en particular la tecnología WIMAX-700, que es un nuevo perfil de WIMAX. El perfil opera en la banda primaria de frecuencias de 400-900MHz (UHF); y opcionalmente, desde los 54 a 400MHz como una banda secundaria (VHF). ISDB propone que, el televisor de servicios integrados sea un terminal de información del hogar, capaz de recibir además de los servicios ISDB, varios servicios de información ofrecidos a los hogares, a través de los medios de radiodifusión y telecomunicaciones existentes, ver **Figura 2-40**.

¹Broadcast Markup Language

2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

A

Aplicación imperativa Aplicación desarrollada mediante programación imperativa, la cual describe el programa en términos de estado del programa y sentencias que cambian dicho estado.

Tomado de <http://en.wikipedia.org>

Aplicación declarativa Aplicación desarrollada mediante programación declarativa, la cual se basa en el desarrollo de programas especificando un conjunto de condiciones, proposiciones, afirmaciones, restricciones, ecuaciones ó transformaciones que describen el problema y detallan su solución.

Tomado de <http://en.wikipedia.org>

B

BML Broadcast Markup Language, es un estándar basado en XML, desarrollado por la ARIB como una especificación para la radiodifusión de datos sobre la radiodifusión de televisión digital.

Tomado de <http://en.wikipedia.org>

C

Compatibilidad Grado de transparencia suficiente para garantizar una calidad de servicio aceptable en la conexión entre entidades de sistemas. Una compatibilidad completa implica una total transparencia.

Tomado de [1]

D

Diagrama de constelación Consiste de la representación de la señal modulada en ejes que son en fase (eje I) y en cuadratura (eje Q) con respecto a la fase de la portadora.

Tomado de [L2]

E

Entropía Es una magnitud que mide la información provista por una fuente de datos, es decir, lo que nos aporta sobre un dato o hecho concreto.

http://enciclopedia.us.es/index.php/Entrop%C3%ADa_%28teor%C3%ADa_de_la_informaci%C3%B3n%29

F

Fijación de umbral Proceso que participa en la toma de decisión y compara el valor real de un parámetro con un valor determinado.

Tomado de [1]

I

Interoperabilidad Posibilidad de que uno o más elementos, cuya utilización se haya previsto a través de unos medios de entrega, se puedan utilizar a través de otros medios de entrega, o transferir sin modificación a otros sistemas.

Tomado de [1]

M

Middleware Entidad mediadora entre dos elementos de información. Dicho elemento puede ser por ejemplo una aplicación, un componente de infraestructura u otra entidad mediadora.

Tomado de [1]

P

Pixel Elemento gráfico más pequeño que puede tratarse independientemente en una imagen (término alternativo a elemento de gráficos por puntos).

Tomado de [1]

S

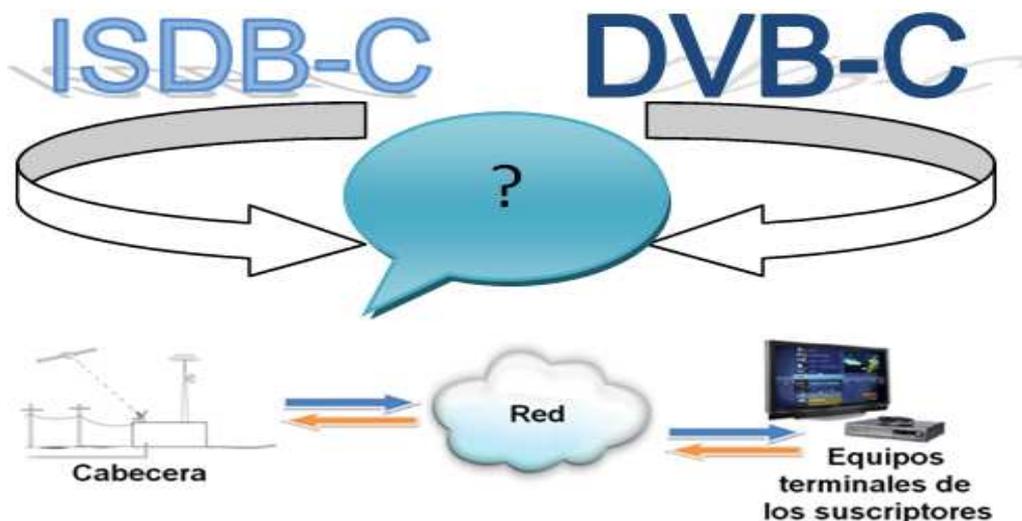
Servicio interactivo Servicio que proporciona los medios para el intercambio bidireccional de información entre usuarios o entre usuarios y ordenadores principales.

Tomado de [1]

X

XML Extensible Markup Language, es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C).

Tomado de <http://en.wikipedia.org>



RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Recomendación de un estándar de DTV para los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico de Ecuador.

En este capítulo se describe compara los estándares de DTV satelital y terrestre, DVB-S e ISDTV respectivamente, frente a los estándares de DTV por cable (DVB-C e ISDB-C), con fin de recomendar uno para los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Carlos Fernando Pilco Zúñiga

cfpz37@hotmail.com

09/04/2012



Acrónimos y abreviaturas.

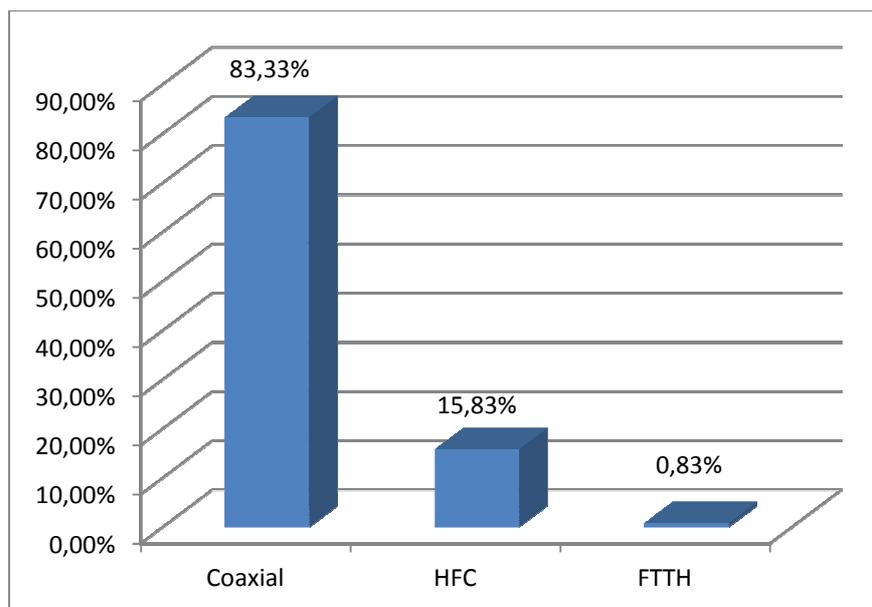
AVS	Audio y Video por Suscripción
DTV	Televisión digital
DVB	Radiodifusión Digital de Video, estándar de DTV europeo.
EPG	Guía Electrónica de Programación
ISDB	Radiodifusión Digital de Servicios Integrados, estándar de DTV japonés.
ISDTV	Estándar Internacional de Televisión Digital, estándar japonés-brasileño.
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones de Ecuador
HFC	Híbrido fibra coaxial
TV Cable	Televisión por cable
STT	Equipos terminales de los suscriptores
CAS	Sistema de acceso condicional
JCTEA	Asociación Japonesa de Ingeniería en Televisión por Cable
ARIB	Asociación de las Industrias y Negocios de Radio
Open Cable	Estándar de DTV por cable de Estados Unidos de América.
Encoder	Codificador

CAPÍTULO 3.

RECOMENDACIÓN DE UN ESTÁNDAR DE DTV (TELEVISIÓN DIGITAL) PARA LOS SISTEMAS DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO DE ECUADOR.

3.1. INTRODUCCIÓN. ^[SUPERTEL]

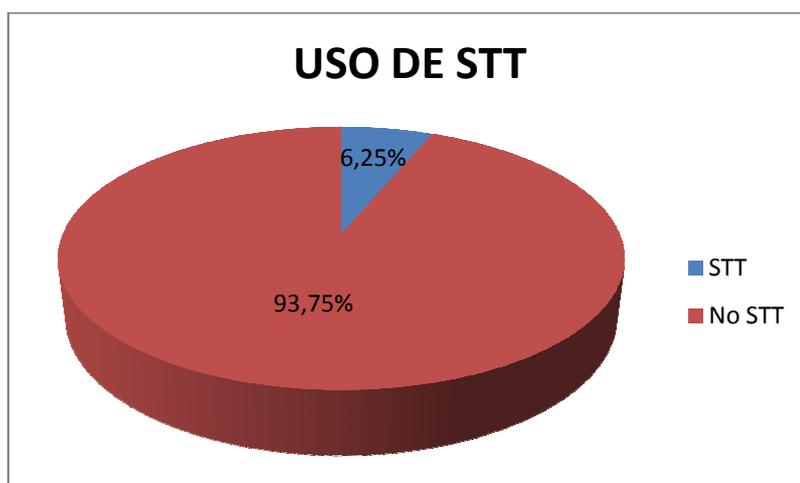
La base de datos de la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) muestran que, de las estaciones de TV Cable que operan en Ecuador a marzo de 2011, un 83,33% de las redes de TV Cable son puramente coaxiales, mientras que un 15,83% son redes HFC (Híbridas Fibra Coaxial), y solo un 0,83% son redes FTTH (Fibra hasta el Hogar), ver **Figura 3-1**. Sin embargo, la reducción en costos tanto de la fibra como del equipamiento óptico, está conduciendo a una agresiva actualización de la planta de cable de los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico de Ecuador, esto se evidencia por la cantidad de solicitudes de este tipo que ingresan a la SUPERTEL.



Fuente [SUPERTEL]

Figura 3-1: Redes de TV Cable de Ecuador, marzo 2011.

Asimismo la base de datos de la SUPERTEL, consultada en marzo de 2011, revela que el STT (ó Set-top Box) no es muy utilizado en los sistemas de TV Cable de Ecuador, pues tan solo el 6,25% de estas estaciones rentan el STT a sus abonados, el resto prefiere no invertir en STT, ver **Figura 3-2**. Esto se debe a que la mayoría de sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico son redes pequeñas de cable coaxial y ofrecen un paquete básico, por lo que no han visto la necesidad de implementar un sistema de acceso condicional (CAS¹).



Fuente [SUPERTEL]

Figura 3-2: STT en los sistemas TV Cable de Ecuador, marzo 2011.

Por lo tanto, un factor decisivo en la adopción de un estándar para la radiodifusión de DTV (Televisión Digital) por cable, es la inversión que debe realizarse durante la implementación del sistema. Esta inversión se relaciona directamente con la cantidad de equipamiento, que se requiere para procesar la señal, de tal forma que sea retransmitida y recibida por el suscriptor, bajo el formato que indica el estándar de DTV por cable elegido. Además, debe tomarse en cuenta que el excesivo procesamiento de la señal, mediante una gran cantidad de equipos, puede conducir a degradar la calidad de la señal ofrecida.

Por ello se realiza una comparación de los estándares de DTV por cable, frente a los estándares de DTV satelital y terrestre, con el fin de determinar las ventajas y desventajas de implementar cada uno de estos sistemas de DTV por cable. Esta comparación gira en torno a áreas técnicas claves, que han sido determinadas en

¹Conditional Access System

reuniones con los operadores de TV Cable, una visita técnica al sistema de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico denominado “SISTEMA DE TV CABLE”, un Curso denominado “Convergencia en los Sistemas de Audio y Video por Suscripción”, una recomendación similar para Singapur, entre otras aportaciones.

3.2. COMPARACIÓN. ^[SUPERTEL]

Se consideran como áreas técnicas claves de cada estándar de DTV (Televisión Digital) por cable:

- La madurez y escalabilidad de la tecnología.
- La penetración y disponibilidad de STT (ó Set-top Box).
- La compatibilidad con los estándares de DTV satelital y terrestre.
- La capacidad para interoperar con los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico existentes en Ecuador.
- El mercado.
- Los productos.

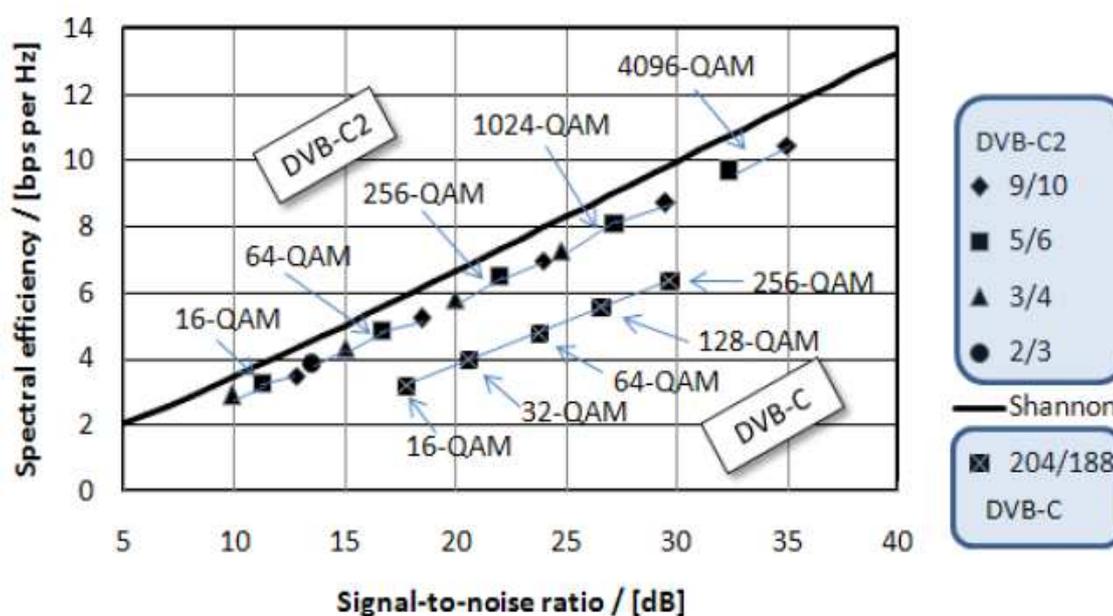
3.2.1. MADUREZ Y ESCALABILIDAD DE LA TECNOLOGIA. ^{[2] [3]}

DVB-C forma parte del proyecto DVB, que es un consorcio líder en la industria de la televisión, de alrededor de 250 radiodifusores, fabricantes, operadores de redes, desarrolladores de software, entidades regulatorias y otros, en más de 35 países, unidos para diseñar estándares técnicos abiertos para la entrega global de DTV y servicios de datos. DVB-C se desarrolló en 1994 y ha estado en uso desde 1995. Los estándares DVB son abiertos al público y se ofrecen también guías para la implementación de cada uno de ellos.

DVB-C se combina con total transparencia con los demás estándares DVB, para proveer una solución completa, que cubra las necesidades específicas de cada sistema de TV Cable; por ejemplo para implementar un canal de retorno, DVB-C se combina con DVB-RCC (DVB - Canal de Retorno por Cable). La demanda de

más y más servicios avanzados, que crece constantemente, y la madurez de DVB-C, han conducido al proyecto DVB a recoger un nuevo conjunto de requerimientos comerciales, para lanzar la segunda generación de DVB-C, denominada DVB-C2.

DVB-C2 se publicó como estándar en abril de 2010, no fue desarrollado para ser compatible con DVB-C, sin embargo los STT (ó Set-top Box) DVB-C2 son capaces de manejar los servicios DVB-C. Actualmente existen pocas experiencias prácticas de DVB-C2. DVB-C2 incrementa la capacidad de transmisión, en un 30% con respecto a DVB-C, ver **Figura 3-3**.



Fuente [2]

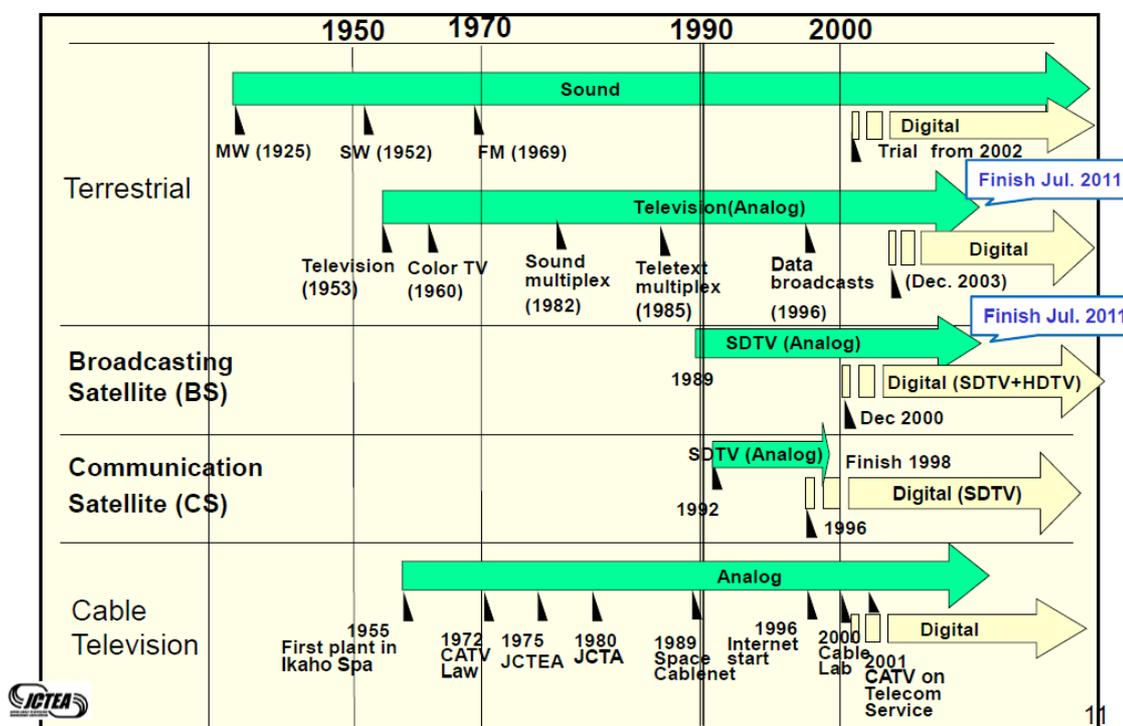
Figura 3-3: Comparación entre DVB-C y DVB-C2.

Por otra parte, ISDB-C forma parte del conjunto de estándares ISDB, donde la Asociación de Industrias y Negocios de Radio (ARIB¹) desarrolló el estándar ISDB-T, y la Asociación Japonesa de Ingeniería en Televisión por Cable (JCTEA²) las especificaciones para ISDB-C. JCTEA es una organización compuesta por 700 miembros, de corporaciones involucradas en el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de instalaciones de TV Cable, la mayoría opera en Japón.

¹Association Radio Industries Business

²Japanese Cable Television Engineering Associations

JCTEA (Asociación Japonesa de Ingeniería en Televisión por Cable) es una organización japonesa privada, de estandarización, similar a ARIB (Asociación de Industrias y Negocios de Radio), pero con la diferencia que no publica sus estándares, como si lo hace ARIB, así que los documentos que contienen las especificaciones de ISDB-C están a la venta, y solo en idioma japonés. ISDB-C ha estado en uso desde diciembre de 2000, únicamente en sistemas de TV Cable de Japón, ver **Figura 3-4**. Se considera que ISDB-C todavía está en evolución, por lo que no se ha desarrollado una segunda generación de este estándar.



Fuente [3]

Figura 3-4: Desarrollo de la TV Cable en Japón.

3.2.2. PENETRACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE STT (O SET-TOP BOX). [2] [3]

El estándar DVB-C se ha expandido a nivel mundial sobre los sistemas de TV Cable, llegando incluso al continente Sudamericano, por ejemplo se ha hecho pública la noticia sobre la adopción de soluciones DVB-C en las redes de TV Cable más grandes de Brasil, ver **Figura 3-5**. Actualmente sistemas de TV Cable bajo el estándar ISDB-C se hallan únicamente en Japón. Un estudio realizado por la Universidad de Antioquia muestra que, de 108 empresas transnacionales dedicadas a la fabricación de equipos para DTV (Televisión Digital), 82 producen

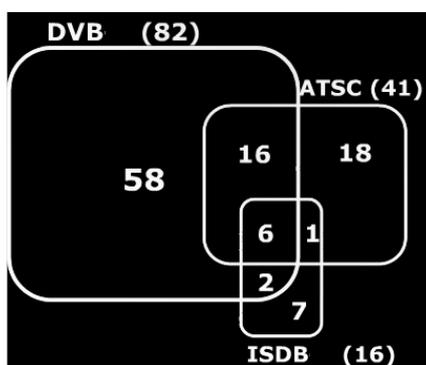
Recomendación de un estándar de DTV los sistemas de TV Cable de Ecuador.

equipos compatibles con los estándares DVB y tan solo 16 fabrican equipos bajo las normas ISDB, evidenciándose un claro dominio de DVB sobre el mercado, ver **Figura 3-6**.



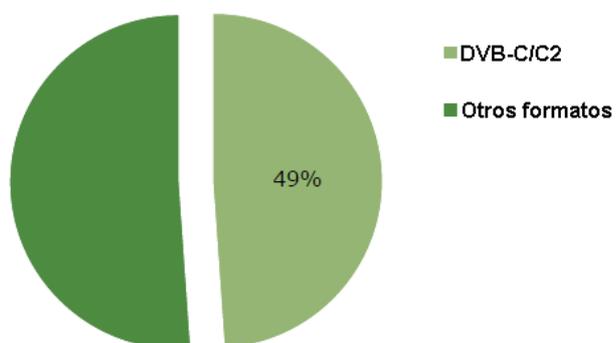
Fuente [2]

Figura 3-5: DVB-C en Brasil



Fuente [D1]

Figura 3-6: Fabricantes de estándares de DTV.

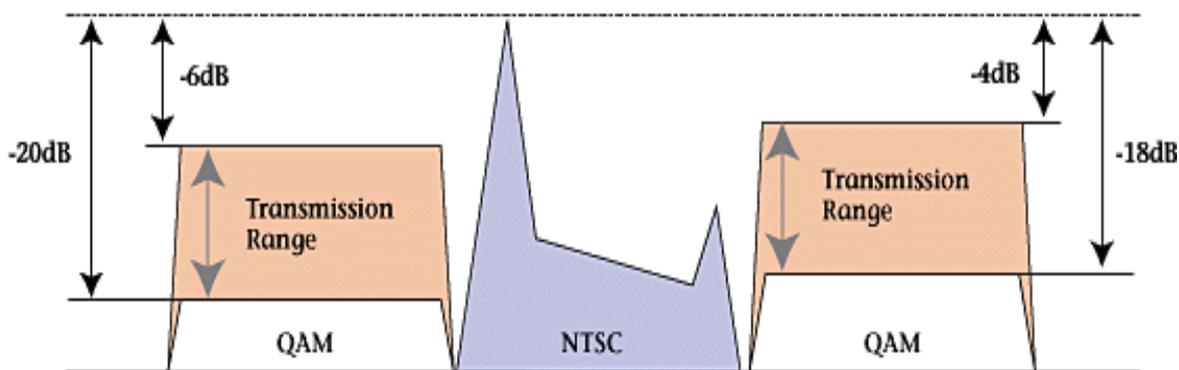


Fuente [2]

Figura 3-7: STT en uso a nivel mundial, 2009.

Un reporte de la organización DVB de 2009 muestra que, DVB-C se posiciona fuertemente en el sector de la radiodifusión de DTV (Televisión Digital) por cable, ya que casi la mitad de los STT (Equipos Terminales de los Suscriptores) que se encuentran en uso a nivel mundial son receptores DVB-C. Este reporte también resalta que, el segundo lugar lo ocupa el estándar de Estados Unidos de América denominado Open Cable, y en tercer lugar se coloca el estándar japonés denominado ISDB-C, ver **Figura 3-7**.

3.2.3. INTEROPERABILIDAD. [2] [3]



Fuente [3]

Figura 3-8: Espectro de un sistema de TV Cable en transición.

Un factor importante, es la capacidad de los estándares para interoperar con los sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico existentes en Ecuador, lo que permite una migración gradual de los sistemas de TV Cable, de la televisión analógica a la DTV. En el proceso de migración debe considerarse una etapa, donde convivirán programas de televisión analógica y de DTV, así que la introducción de la tecnología de la DTV, no debe impedir o degradar la calidad de la señal de televisión analógica, que actualmente se está transmitiendo, ver **Figura 3-8**.

La señal de televisión analógica, que se hallan en los sistemas de TV Cable de Ecuador, se rige a lo establecido en la Norma Analógica para el Servicio de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico, la **Tabla 3-1** muestra las principales características de esta señal.

Parámetros	Valor
Formato	NTSC
Ancho de banda	6MHz
Canalización	Sistema M
Modulación de la señal de video	AM
Modulación de la señal de audio	FM
Barrido	Entrelazado
Frecuencia de cuadros	30 cuadros por segundo
Frecuencia de campos	60 campos por segundo
Resolución	525 líneas por cuadro
Relación de aspecto	4:3

Fuente [SUPERTEL]

Tabla 3-1: Características de la señal de televisión analógica de Ecuador.

Japón, que en julio de 2011 ya tuvo su apagón analógico, utilizaba la misma norma de televisión analógica que Ecuador, es decir el estándar NTSC sistema M¹, por lo que ISDB-C puede interoperar perfectamente con los sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico existentes en el territorio ecuatoriano. Por otro lado, los estándares DVB son de origen europeo, donde se utiliza más los estándares de televisión analógica PAL² y SECAM³ y la mayoría con sistema B ó G⁴, por lo que en principio no podría interoperar con los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Sin embargo la expansión a nivel mundial del estándar DVB-C, especialmente a Sudamérica, ha conducido a los fabricantes a desarrollar nuevas soluciones, que permitan a la tecnología DVB-C interoperar con los sistemas de TV Cable instalados en Latinoamérica, en el **Anexo VII** se muestra una de estas soluciones para un STT (ó Set-top box) DVB-C, es decir que, actualmente ya se pueden hallar soluciones DVB-C totalmente interoperables con los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico de Ecuador.

¹ Sistema de televisión analógica que utiliza 6MHz de ancho de banda.

² Phase Alternating Line

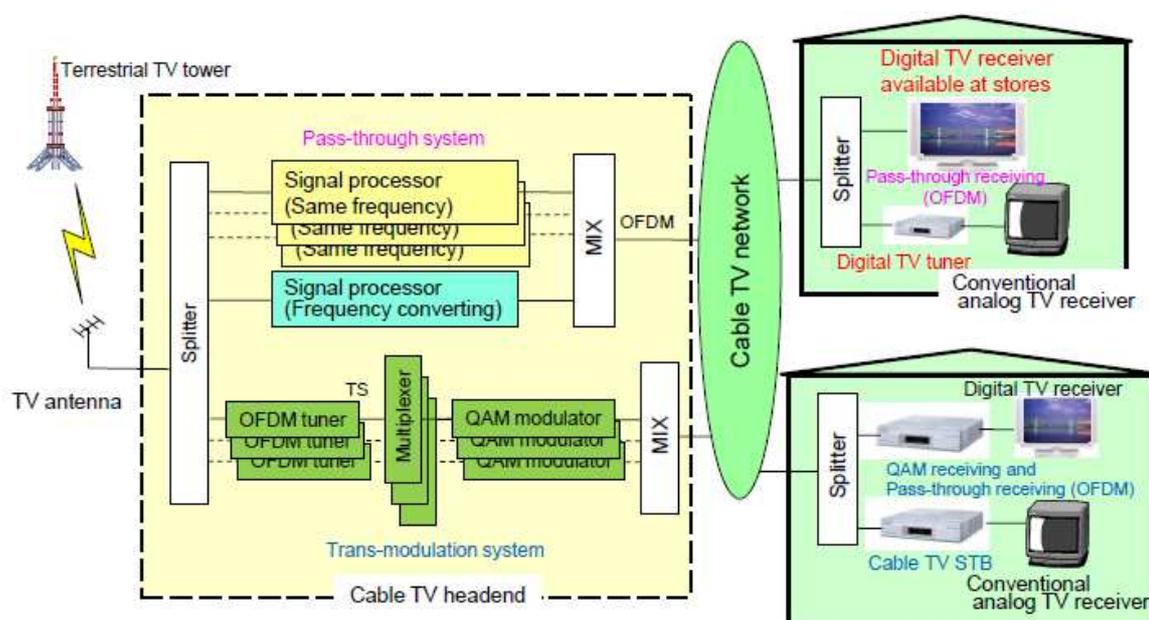
³ Séquentiel Couleur à Mémoire

⁴ Sistemas de televisión analógica que utilizan 8MHz de ancho de banda.

3.2.4. COMPATIBILIDAD. [2] [3]

La compatibilidad de la DTV (Televisión Digital) terrestre, como la de DTV satelital, frente a cada estándar de DTV por cable, determina los equipos necesarios para retransmitir una señal radiodifundida por aire o por satélite.

3.2.4.1. ISDTV. [2] [3]



Fuente [3]

Figura 3-9: Métodos de ISDB-C para retransmitir ISDTV.

El estándar de DTV terrestre adoptado en Ecuador es el estándar ISDB-T internacional, actualmente se denomina ISDTV. ISDB-C forma parte de los estándares ISDB, así que realizando pequeñas adecuaciones, ofrece compatibilidad con ISDTV. ISDB-C especifica dos métodos para retransmitir una señal ISDTV, a través de un sistema de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico.

El primer método se denomina transmodulación, que consiste en cambiar la modulación BST-OFDM (Transmisión de Banda Segmentada - Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), que ISDTV utiliza para la radiodifusión terrestre, a una modulación QAM, que utiliza ISDB-C para la radiodifusión por

cable. El equipo que realiza esta conversión se conoce como transmodulador, ver **Figura 3-9**.

El otro método, que el mismo estándar lo califica como más conveniente, consiste en el traspaso de la señal de la radiodifusión terrestre ISDTV (o ISDB-T Internacional), de formato BST-OFDM (Transmisión de Banda Segmentada - Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), al sistema de TV Cable manteniendo la frecuencia de las portadoras ó cambiándolas.

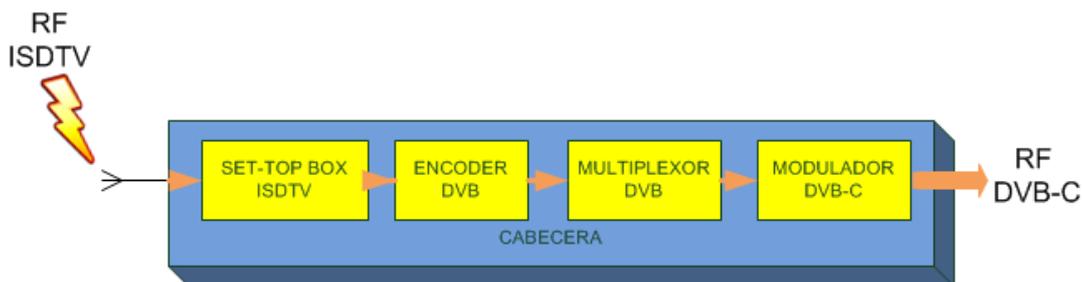
Se considera conveniente porque, después del apagón analógico, el suscriptor poseerá un set-top box o un televisor con el estándar ISDTV, así que el operador de TV Cable no requerirá la compra de los STT (Equipos Terminales de los Suscriptores) para brindar su servicio. El equipo que permite realizar la función de traspaso se denomina procesador de señal OFDM (Multiplexación por División Frecuencias Ortogonales), ver **Figura 3-9**.

Por el contrario, DVB-C no es compatible con ISDTV, por algunas razones entre las que se destacan que:

- La codificación de video DVB es MPEG-2, mientras que ISDTV utiliza MPEG-4 AVC (Codificación Avanzada de Video).
- Los receptores DVB se sincronizan mediante la tabla TDT (Tabla de Hora y Fecha), mientras que los receptores ISDTV con la tabla TOT (Tabla de Referencia de Fecha y Hora).
- La codificación de audio DVB es MPEG-2 BC (Compatible hacia atrás con los formatos de audio de MPEG-1), mientras que ISDTV utiliza MPEG-4 AAC (Codificación Avanzada de Audio).
- DVB utiliza MHP (Plataforma Multimedia del Hogar) como middleware, mientras que ISDTV usa Ginga, entre otras diferencias

Por lo tanto, para retransmitir una señal ISDTV sobre un sistema de TV Cable DVB-C, se requiere que se añadan a la cabecera cuatro componentes principales, ver **Figura 3-10**:

- Un receptor ISDTV (ó ISDB-T Internacional) que reciba la señal de radiodifusión terrestre y la entregue en banda base.
- Un codificador (encoder) que comprima la señal de acuerdo al estándar DVB.
- Un multiplexor DVB que de formato a la señal.
- Un modulador QAM que module la señal de acuerdo a DVB-C.

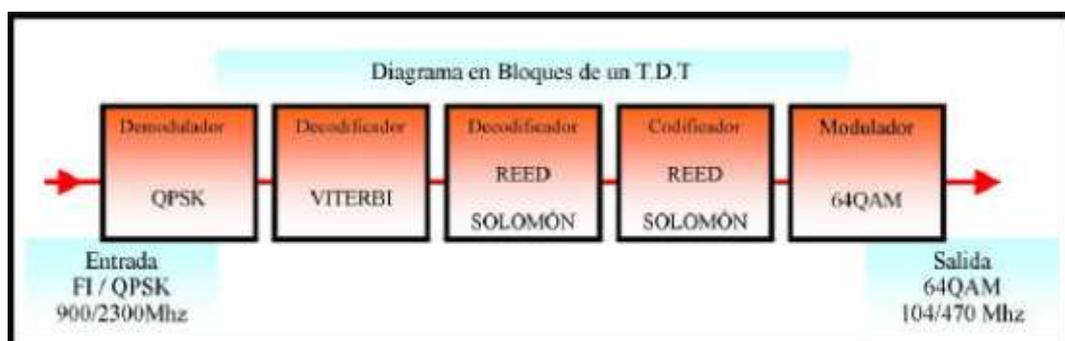


Fuente [SUPERTEL]

Figura 3-10: Conversión de la señal ISDTV a DVB-C.

3.2.4.2. DVB-S. ^[2]^[3]

El estándar DVB-S es el estándar DTV (Televisión Digital) satelital, que predomina en los sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico. La especificación DVB-C tiene el mismo núcleo de propiedades del estándar DVB-S, la principal diferencia se da en el esquema de modulación, QAM para DVB-C y QPSK para DVB-S; y en la codificación de canal, DVB-C no requiere codificación convolucional. Así que para realizar la conversión de DVB-S a DVB-C, se disponen de equipos denominados transmoduladores digitales transparentes (T.D.T), ver **Figura 3-11**.



Fuente [2].

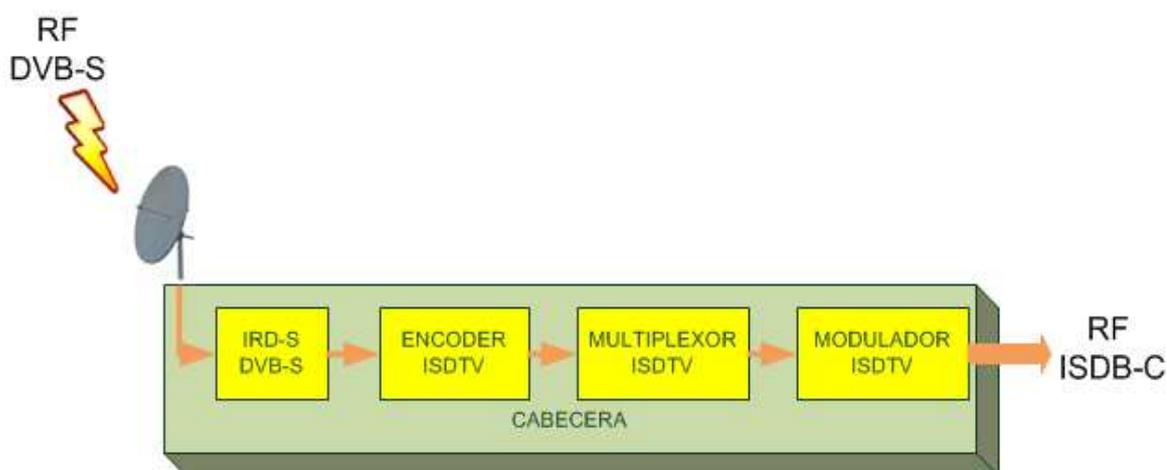
Figura 3-11: Transmodulador digital transparente DVB-C.

Por las razones que se mencionaron en la sección anterior con respecto a la compatibilidad de los estándares DVB-C e ISDTV (o ISDB-T Internacional), se desprende también que el estándar ISDB-C no es compatible con el estándar DVB-S, por lo que en este caso se debe aplicar uno de los dos posibles métodos para retransmisión de la señal de radiodifusión satelital.

El primero consiste es retransmitir la señal con un esquema de modulación QAM, que el método de retransmisión tradicional. El segundo método, que también el estándar lo califica de conveniente, es retransmitir la señal con un esquema de modulación BST-OFDM (Transmisión en Banda Segmentada – Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales) compatible con el método de traspaso ISDTV.

El método conveniente requiere que se añadan a la cabecera cuatro componentes principales, ver **Figura 3-12**:

- Un receptor DVB-S que reciba la señal de radiodifusión satelital y la entregue en banda base.
- Un encoder (Codificador) que comprima la señal de acuerdo a ISDTV.
- Un multiplexor ISDTV que de formato a la señal.
- Un modulador que module y construya la señal BST-OFDM.



Fuente [SUPERTEL]

Figura 3-12: Conversión de la señal DVB-S a ISDB-C.

3.2.5. EL MERCADO. ^[2] ^[3] ^[4]

En esta sección se presenta una breve descripción de cada mercado, sobre el que opera cada estándar de DTV (Televisión Digital) por cable; y de la misma forma, los costos de los equipos necesarios para la implementación de un sistema de DTV por cable prototipo, propuesto bajo los dos estándares, DVB-C e ISDB-C, con el fin de comparar los precios.

El **Anexo VIII** muestra los datos presentados por DVB, sobre su desarrollo a nivel mundial al año 2009, de estos se destaca la presencia del estándar DVB-C en los siguientes países de Sudamérica: Brasil, Argentina, Chile y recientemente en Colombia, donde el sistema de TV Cable denominado Telmex migró de estándar de DTV por cable conocido como Open Cable al estándar DVB-C. El gran despliegue del estándar DVB-C a nivel mundial, representa un mercado superior al que cubre el estándar ISDB-C, ya que este opera únicamente en Japón.

Un reporte realizado por la consultora NexTVDataxis estima que, el número de suscriptores de DTV por cable en Latinoamérica, pasará de 6.9 millones en el año 2010 a 22 millones en el año 2015, lo que representaría el 27% del total de suscriptores estimados para ese año. También este reporte estima que, para el año 2015 las soluciones DVB-C habrán penetrado en el 25% de los sistemas de DTV por cable de Latinoamérica.

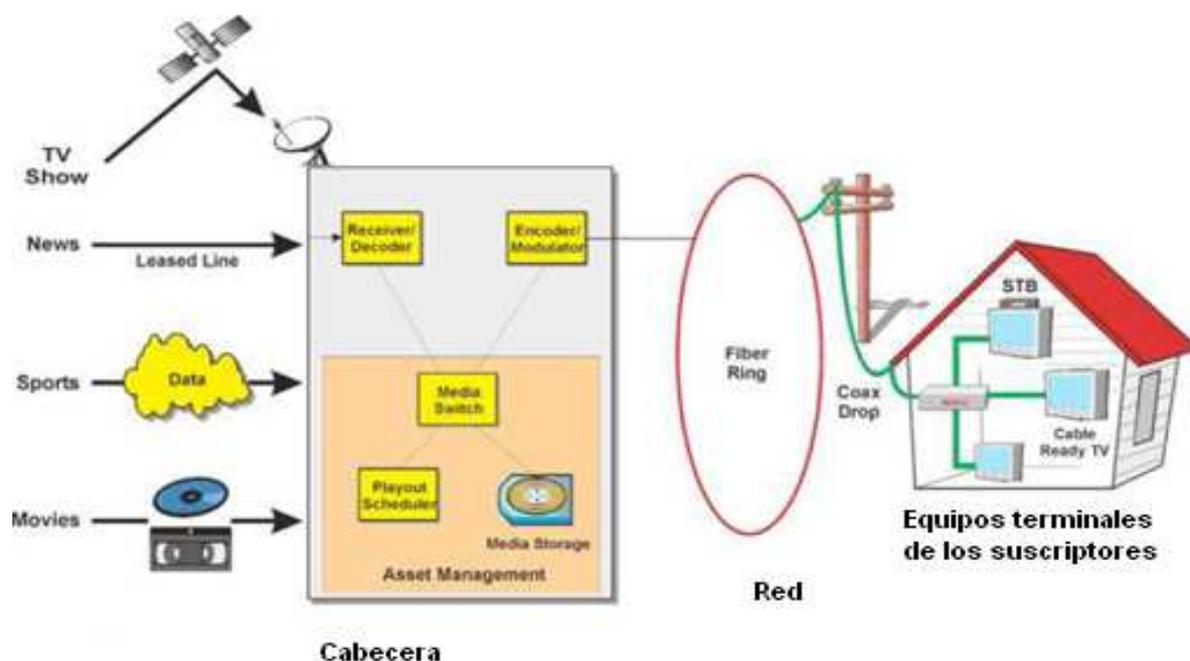
Por otro lado la JCTEA (Asociación Japonesa de Ingeniería en Televisión por Cable) reporta que, a marzo de 2010 el número de suscriptores del servicio de TV Cable en Japón alcanzan los 24.71 millones. A pesar de que, el estándar DVB-C tiene una penetración todavía muy pequeña en el mercado Latinoamericano de la DTV por cable, sin embargo cuenta con el respaldo de un mercado desplegado a nivel internacional, cuya fuerza se concentra en Europa, lo que garantiza una economía de escala. En cambio ISDB-C se ha concentrado únicamente en Japón, lo que no garantiza una economía de escala.

Considerando la estructura de los sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico, ver **Figura 3-13**, presentada en el capítulo 1, y tomando en cuenta la descripción anterior sobre la interoperabilidad

Recomendación de un estándar de DTV los sistemas de TV Cable de Ecuador.

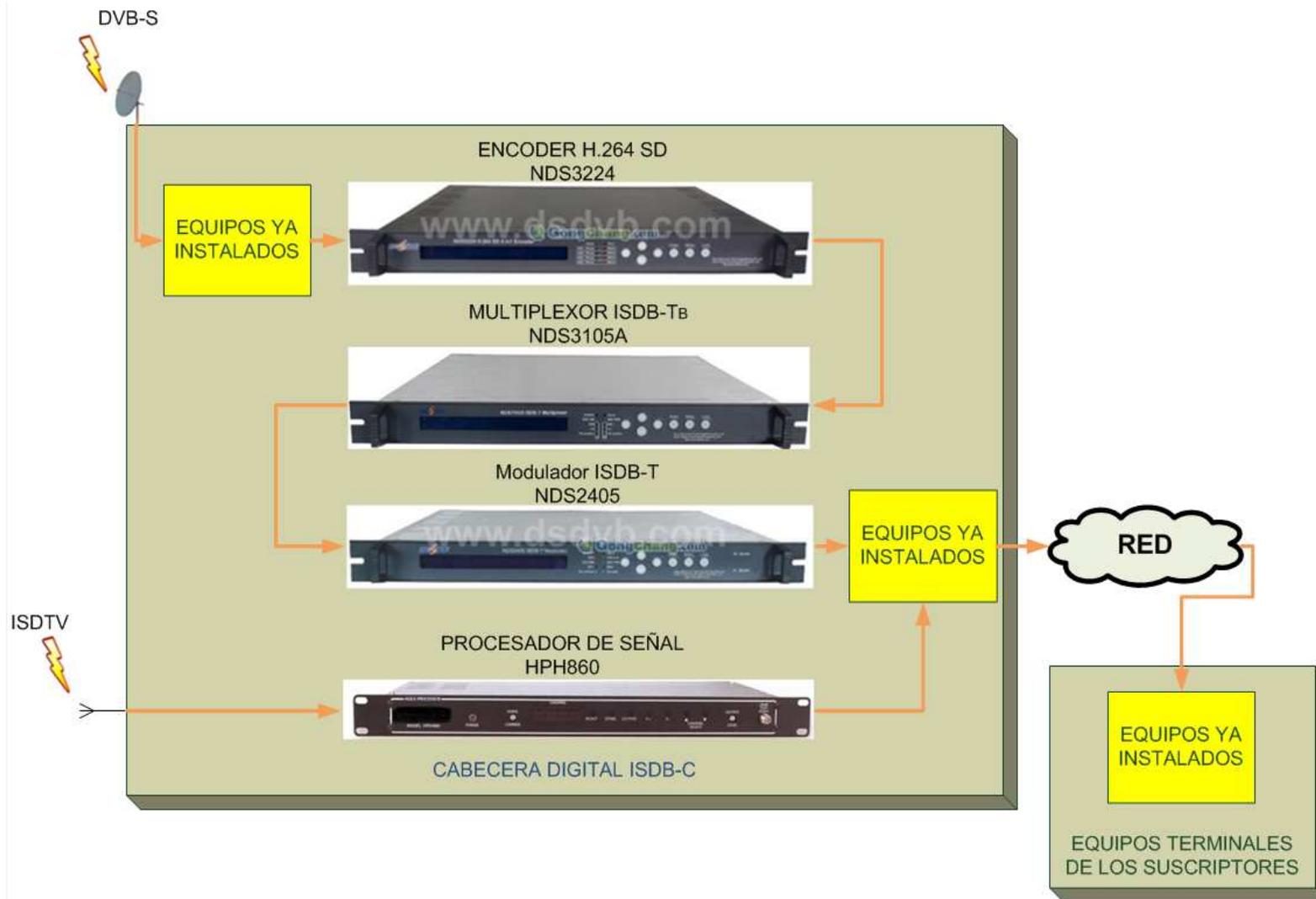
de los estándares de DTV (Televisión Digital) por cable con los sistemas de TV Cable existentes en Ecuador, y también la descripción de compatibilidad de los estándares de DTV por cable con el estándar de DTV terrestre y satelital, se determina que:

- **La cabecera:** es el componente que más equipos necesita que se adicionen para introducir la tecnología de la DTV, puesto que, para transformar una cabecera analógica a una cabecera digital, es necesario la introducción de: encoders (Codificadores), transmoduladores, moduladores, procesadores de señal de DTV, entre otros.
- **La red:** es el componente que no requiere cambios, ya que es transparente a la transmisión de señales analógicas ó señales digitales.
- El tercer componente, que comprende **los STT (Equipos Terminales de los Suscriptores)**, dependiendo del estándar de DTV por cable y de la situación de la radiodifusión de DTV terrestre en Ecuador, puede requerirse o no la introducción de los STT, para brindar el servicio de DTV por cable.



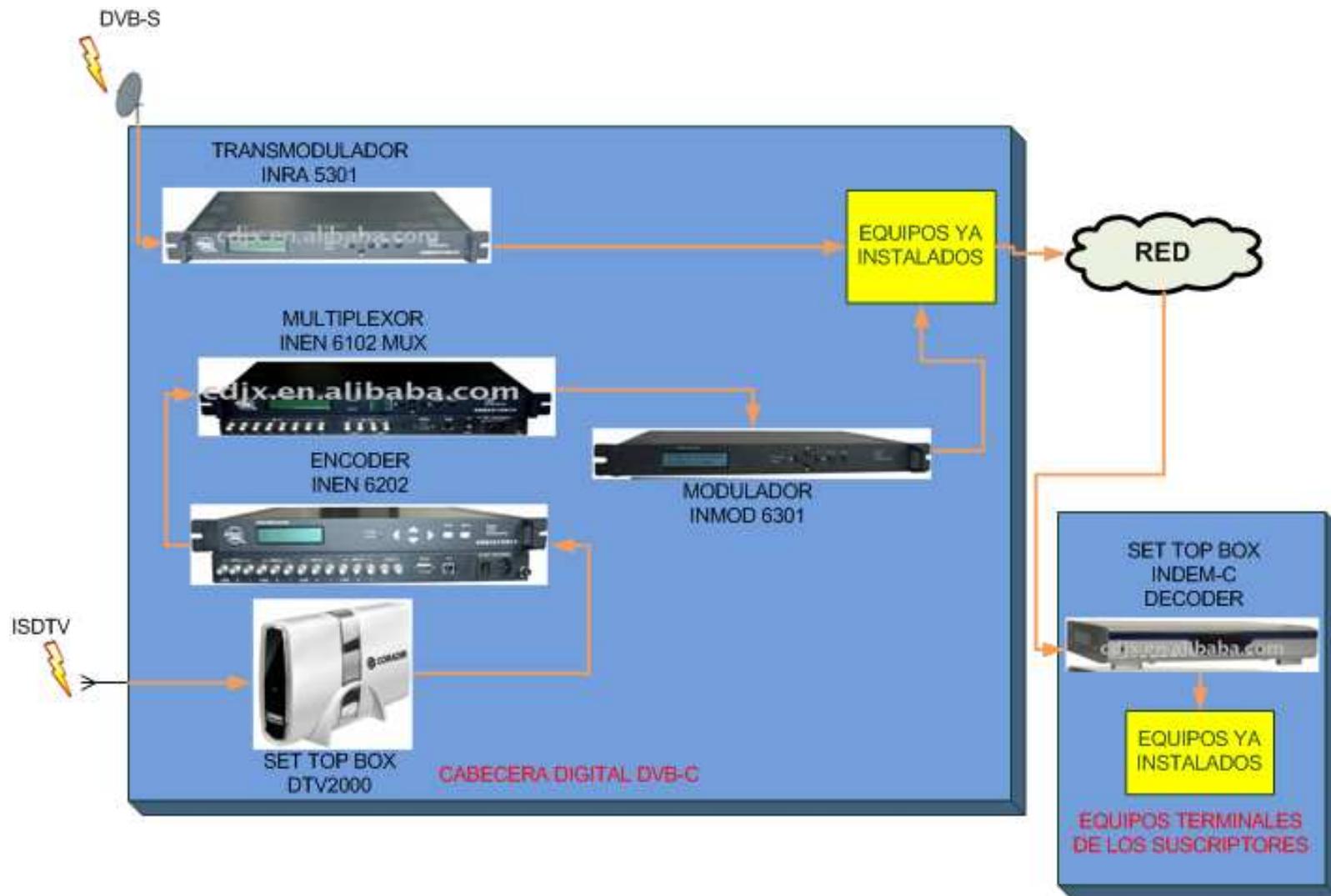
Fuente [L1]

Figura 3-13: Sistema de TV Cable descrito en el capítulo 1.



Fuente [PROVEEDORES].

Figura 3-14: Equipo necesario para un sistema ISDB-C.



Fuente [PROVEEDORES]

Figura 3-15: Equipo necesario para un sistema DVB-C.

Recomendación de un estándar de DTV los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Así que, para implementar un sistema DTV (Televisión Digital) por cable se necesita cambiar la cabecera analógica por una cabecera digital, y obtener los STT (Equipos Terminales de los Suscriptores) adecuados en caso de requerirlos.

Con el fin de comparar los costos de implementación de cada estándar, DVB-C e ISDB-C, se procede a determinar los equipos necesarios para implementar un sistema prototipo de DTV por cable, bajo cada estándar propuesto, el cual retransmitiría únicamente un canal de DTV satelital y otro de DTV terrestre, los dos programas son SDTV (Televisión en Definición Estándar), ver **Figura 3-14** y **Figura 3-15**.

Equipo	Modelo	Costo (USD) ¹	Procedencia	Observaciones
Encoder H.264	NDS 3224	5000	China	Solo para SDTV, son 4 en 1.
Multiplexor ISDB-TB	NDS 3105A	5000	China	Entrada: 6 canales Salida: 2 canales.
Modulador ISDB-T	NDS 2405	6000	China	Soporta transmisión en capas y en los tres modos.
Procesador de señal	HPH-860	979	E.U.A	Traspasan cualquier señal de DTV, se puede cambiar el canal.
Total	-----	16979	-----	Es difícil encontrar proveedores

Fuente [PROVEEDORES]

Tabla 3-2: Costos para el sistema ISDB-C propuesto.

Cada sistema se ha diseñado considerando las recomendaciones de los estándares respecto a los sistemas más convenientes, las soluciones más económicas planteadas por los fabricantes, y además que la transición de televisión analógica a DTV en Ecuador ya ha transcurrido. Los costos de equipamiento para cada sistema propuesto se presenta en la **Tabla 3-2** y en la **Tabla 3-3**.

Claramente se observa que económicamente es mejor implementar una cabecera digital DVB-C.

¹FOB (Free on Board)

Equipo	Modelo	Costo (USD) ¹	Procedencia	Observaciones
Set-top box ISDB-T _B	DTV2000	70	Argentina	Salida de audio y video.
Encoder DVB	INEN-6202	1500	China	SDTV, Entradas: 4 de audio y video Salida: 1 MPTS
Multiplexor DVB	INEN-6102	800	China	Entradas: 8 ASI Salida: 4 ASI
Modulador DVB-C	INMOD-6102	1000	China	Soporta ITU-T J83 Anexo A y B.
Transmodulador	INRA-5301	1000	China	Convierte DVB-S a DVB-C, 2 entradas 2 salidas
Set-top box DVB-C	IDEM-C	40	China	Salida NTSC
Total	-----	4410	-----	Gran cantidad de proveedores

Fuente [PROVEEDORES]

Tabla 3-3: Costos para el sistema DVB-C propuesto.

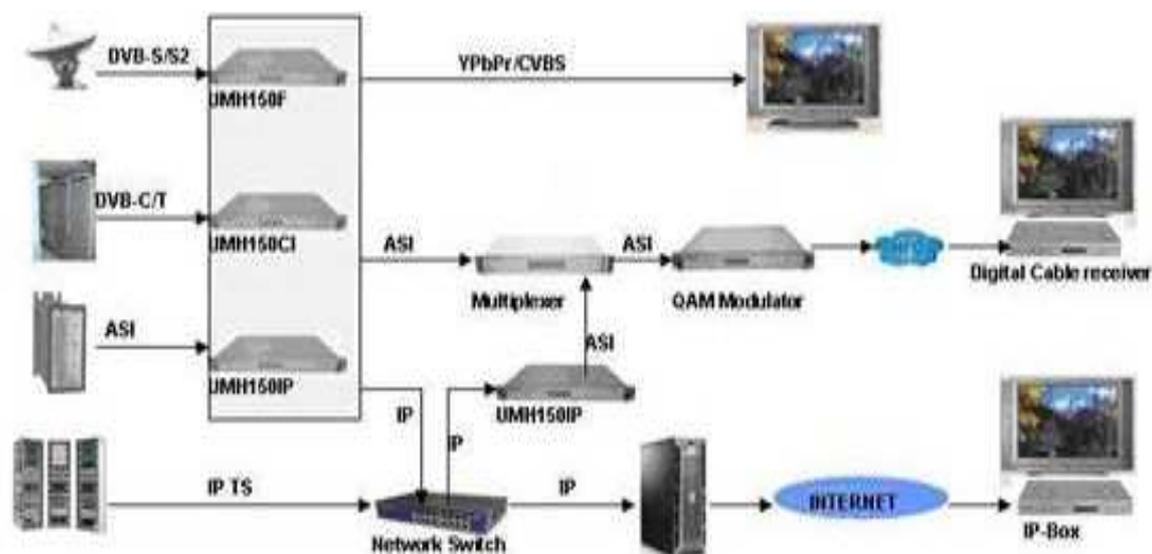
3.2.6. PRODUCTOS. ^[2] ^[3] ^[P1]

La finalidad es comparar el número de soluciones, de cada estándar, que se pueden encontrar en el mercado, para satisfacer las diferentes necesidades de los sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico. El mercado del estándar DVB-C comprende una gran cantidad de fabricantes y distribuidores a nivel mundial, existen muchos fabricantes en países cercanos a Ecuador, como WINNER SAT en Estados Unidos de América, así como también distribuidores, como Latinoamérica TCA que tiene una sucursal en Quito. Por el contrario, existen pocos fabricantes de productos bajo el estándar ISDB-C, muchos de ellos centrados en Japón y China, y se conocen pocos distribuidores en Latinoamérica.

En Latinoamérica existen sistemas de DTV (Televisión Digital) por cable bajo el estándar DVB-C, unas soluciones económicas y otras bastante completas. La distribuidora Latinoamericana TCA ofrece el equipamiento completo para una cabecera digital de la marca WELLAV, ver **Figura 3-16**. Por otro lado, la empresa

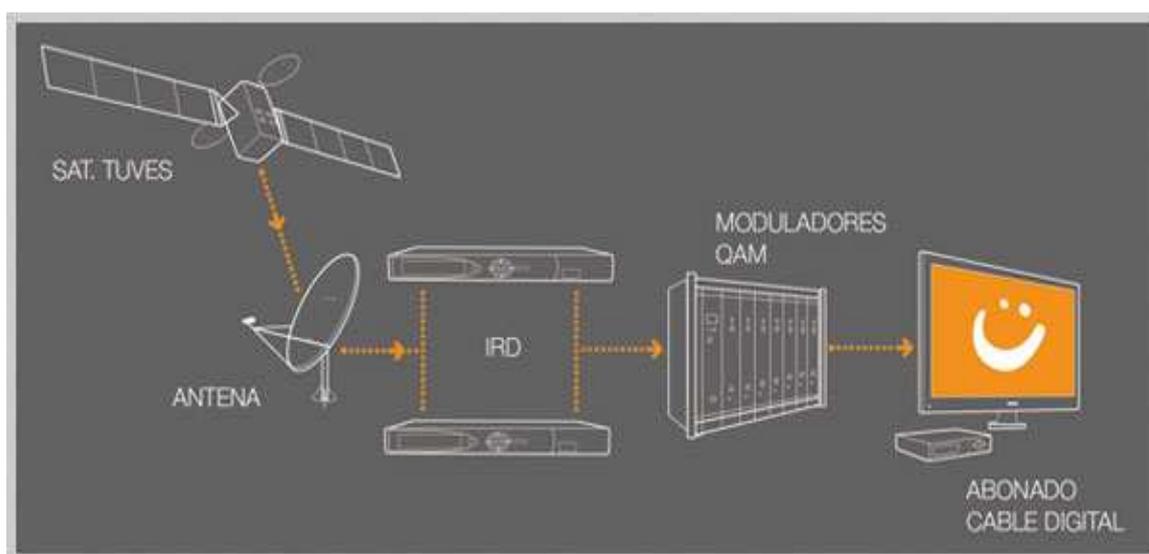
¹FOB (Free on Board)

chilena TUVES ofrece una solución económica denominada Cabecera Digital Remota, donde se comparte la cabecera digital con otros sistemas de TV Cable, del mismo sitio, de otras ciudades e incluso de otros países, ver **Figura 3-17**.



Fuente [5]

Figura 3-16: Sistema DVB-C completo de la marca WELLAV.



Fuente [6]

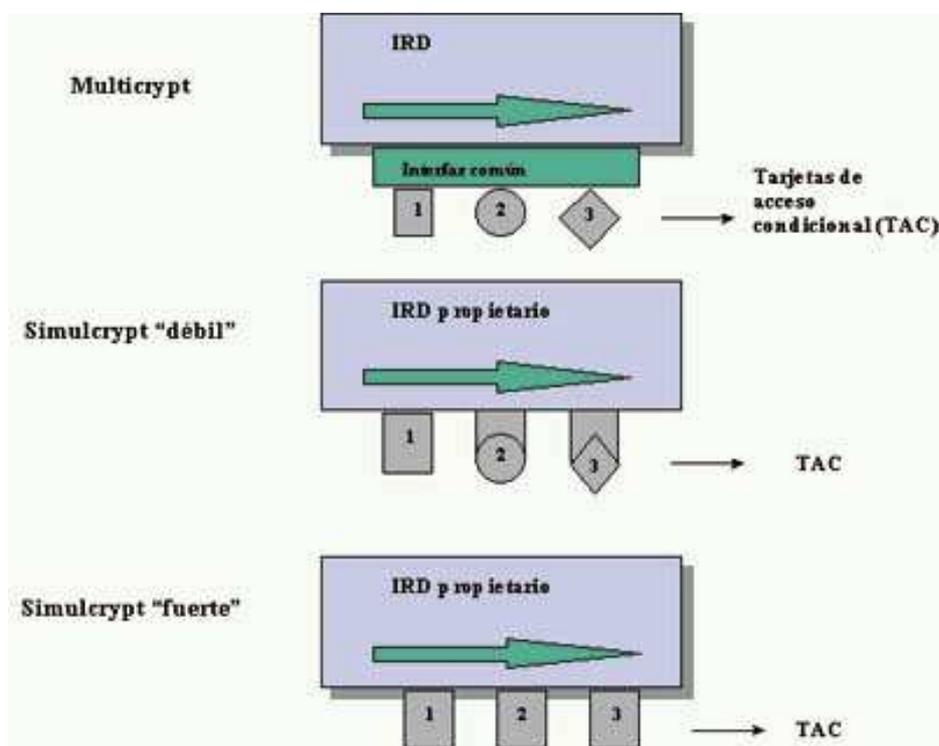
Figura 3-17: Sistema de Cabecera Digital Remota marca TUVES.

En cambio, no se conocen soluciones implementadas bajo el estándar ISDB-C en Latinoamérica, ningún distribuidor ofrece una solución completa, por lo que se debe ir adquiriendo equipo por equipo, lo que hace aún más costosa la solución.

Recomendación de un estándar de DTV los sistemas de TV Cable de Ecuador.

En cuanto a sistemas de TV Cable que tienen interés en implementar CAS (Sistemas de Acceso Condicional), el estándar ISDB-C especifica un CAS único denominado MULTI2, sin embargo no existen productos para su implementación, ya que el estándar ISDB fue desarrollado para la televisión abierta al público. En cambio el estándar DVB-C especifica dos ambientes para sistemas CAS, ver **Figura 3-18**:

- Uno denominado **SIMULCRYPT** para ambientes propietarios pero no interoperables con otros fabricantes.
- Otro denominado **MULTICRYPT** para ambientes interoperables entre varios fabricantes.



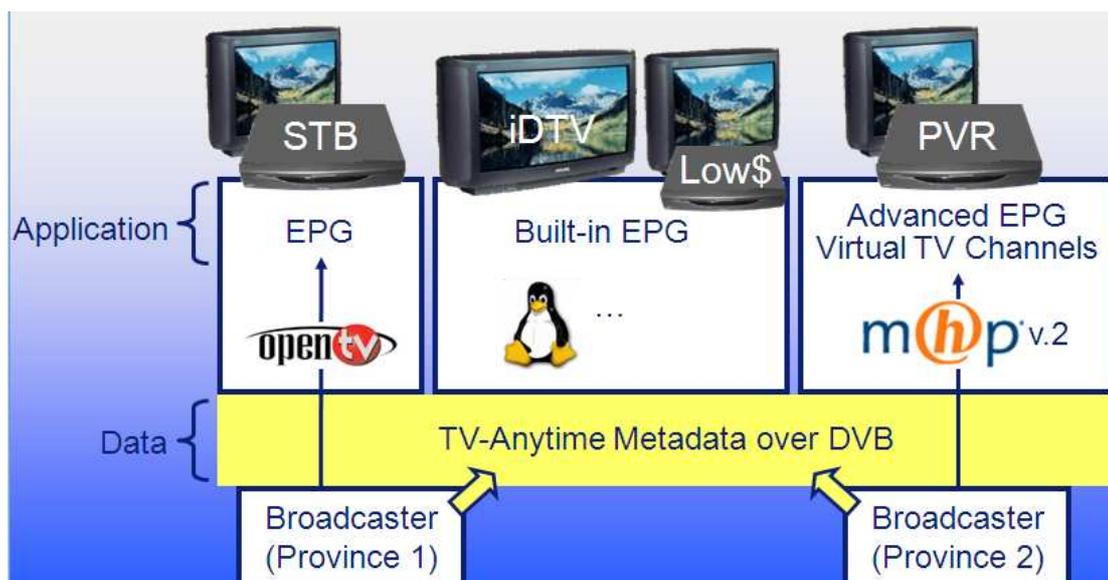
Fuente [1]

Figura 3-18: SIMULCRYPT y MULTICRYPT.

El CAS MULTICRYPT ha sido uno de los éxitos de DVB-C, y la mayoría de los STT (ó Set-Top Box) lo incorporan. Asimismo la especificación TV-ANYTIME es el más reciente éxito de DVB. La especificación TV-ANYTIME define un soporte para los grabadores digitales personales (PDR¹). El proceso de grabación del

¹Personal Digital Recorder

contenido TV-ANYTIME es buscar, seleccionar y adquirir. Muchas veces, mediante la implementación del canal de retorno DVB-RCC (DVB - Canal de Retorno por Cable), se puede acceder al contenido TV ANYTIME por interactividad, el fabricante PHILIPS ya ofrece productos con especificación TV-ANYTIME, ver **Figura 3-19**. En cambio ISDB-C no define nada al respecto, por lo que no se conocen productos.



Fuente [P1]

Figura 3-19: TV-ANYTIME en PHILIPS.

3.3. RECOMENDACIÓN.

En Ecuador la mayoría de operadores de TV Cable busca soluciones convenientes y económicas. En muchas reuniones se ha evidenciado la falta de conocimiento al respecto de la tecnología la DTV (Televisión Digital) por cable, tanto de los operadores como de los diseñadores, esto se debe a que se ha realizado mucho énfasis en la DTV terrestre, que la tecnología de radiodifusión de DTV por cable ha pasado casi desapercibida en Ecuador.

La parte normativa también ha sido una barrera, que impide que los sistemas de TV Cable de Ecuador implementen la tecnología de la DTV, actualmente ya se está dando el primer paso con el proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico. El

Recomendación de un estándar de DTV los sistemas de TV Cable de Ecuador.

siguiente paso debe ser la capacitación tanto de operadores, como de los ingenieros que se dedican al diseño de sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico, y así incentivar la introducción de la tecnología de la DTV (Televisión Digital) por cable.

El estándar ISDB-C está en evolución, y hasta que no ocurra el apagón analógico en los países que optaron por el estándar ISDTV, no se desarrollará por completo. Por otra parte, DVB-C muestra un gran desarrollo en el mundo, sin embargo en Latinoamérica se pueden hallar todavía pocas experiencias exitosas, incluso de su evolución denominada DVB-C2. Por todos los argumentados presentados en este capítulo, no hay duda que DVB-C es por demás superior a ISDB-C, ver **Tabla 3-4**.

Parámetro	ISDB-C	DVB-C
Madurez de la tecnología	En evolución	Muy madura
Escalabilidad de la tecnología	No ha madurado	Segunda generación
Penetración de la tecnología	Japón	A nivel mundial incluyendo Latinoamérica
Disponibilidad de STT (ó Set-Top Box)	Muy poca	En grandes cantidades y variedades
Compatibilidad con DTV satelital	No compatible	Totalmente compatible
Compatibilidad con DTV terrestre	Compatible con pequeñas modificaciones	No compatible
Interoperabilidad	Totalmente interoperable	Se han desarrollado sistemas interoperables
Economía	Soluciones caras	Soluciones completas y económicas
Productos	Casi nada o muy pocos	Muchas alternativas de acuerdo a la necesidad

Fuente [PROYECTO]

Tabla 3-4: Tabla comparativa de los estándares de DTV por cable.

3.3.1. PRIMERA RECOMENDACIÓN.

Se recomienda que los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico introduzcan en sus sistemas el estándar DVB-C, que muestra una gran superioridad sobre el estándar ISDB-C en muchos aspectos.

Recomendación de un estándar de DTV los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Para solucionar en parte la incompatibilidad del estándar DVB-C con el estándar ISDTV, se recomienda que se inserten en la cabecera digital la señal satelital de los canales de televisión abierta de Ecuador, ya que algunos de los sistemas de televisión terrestre difunden su señal por satélite bajo el estándar DVB-S, como por ejemplo ECUADOR TV, TELEAMAZONAS, CANAL UNO, entre otros; con el fin de ahorrar encoders (Codificadores), que son los equipos más costosos de un sistema de DTV (Televisión Digital).

Se recomienda además que la introducción del sistema CAS (Sistema de Acceso Condicional) quede a consideración del operador, ya que su costo todavía es elevado. Además que, la incompatibilidad del estándar DVB-C con el estándar ISDTV puede ser una forma de CAS, ya que, un suscriptor que posee un STT (Equipo Terminal del Suscriptor) bajo el estándar ISDTV no podrá recibir el servicio hasta que contrate con un operador de TV Cable y rente un STT DVB-C.

Aunque, actualmente la implementación de un sistema de TV Cable bajo el estándar DVB-C demanda la inversión en STT, se espera que con el tiempo, la penetración de este estándar en Latinoamérica obligue a los fabricantes de televisores y set-top box a introducir por defecto un receptor DVB-C en sus productos.

3.3.2. SEGUNDA RECOMENDACIÓN.

En poblaciones pequeñas donde no llega la televisión terrestre o no se recibe una señal adecuada, por ser zonas denominadas de sombra, se hallan instalados unos pocos sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) pequeños bajo la modalidad de cable físico, que únicamente retransmiten la señal de radiodifusión terrestre, para los cuales de mantenerse en esa línea, se recomienda que utilicen el estándar ISDB-C con la opción de los procesadores de señal.

3.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

M

MULTI2 Es un bloque de cifrado, desarrollado HITACHI en 1988. Diseñado generalmente para propósitos de encriptación. Actualmente es usado para encriptación en las radiodifusoras de televisión en alta definición de Japón.

Tomado de <http://en.wikipedia.org>

P

PAL Nombre del estándar de televisión analógica a color que se utiliza en la mayoría de países africanos, asiáticos, europeos, además en Australia y algunos países americanos como Brasil.

Tomado de es.wikipedia.org

S

SECAM Nombre del estándar de televisión analógica a color que se utilizó por primera vez en Francia, históricamente es la primera norma de televisión analógica a color en Europa.

Tomado de es.wikipedia.org

Sistema M, B, G. Sistemas que definen para un estándar de televisión analógica principalmente el ancho de banda, frecuencia de línea, frecuencia de campos, etc.

Sistema de acceso condicional Sistema para controlar el acceso de abonado a los servicios, programas, y eventos, por ejemplos.

Tomado de [1].

T

Transparencia Puede decirse que existe un estado transparente entre dos puntos determinados cuando una señal presente en uno de ellos puede transmitirse al otro sin pérdida ni modificación de información.

Tomado de [1].



RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Parámetros sugeridos a la Norma Técnica para el Servicio Digital de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la Modalidad de Cable Físico.

En este capítulo se describe y se sugiere parámetros técnicos de control para la Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico que elabora la SUPERTEL.

Carlos Fernando Pilco Zúñiga

cfpz37@hotmail.com

09/04/2012



Acrónimos y abreviaturas.

AVS	Audio y Video por Suscripción
AWGN	Ruido Aditivo Blanco Gausiano
C/N	Relación portadora a ruido
DTV	Televisión digital
DVB	Radiodifusión Digital de Video, estándar de DTV europeo.
EVM	Magnitud del vector error
Jitter	Fluctuación de fase
MER	Relación de error de modulación
NTSC	Estándar de televisión analógica adoptado por Ecuador.
S/N	Relación señal a ruido
STT	Equipos terminales de los suscriptores
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones de Ecuador
TR	Reporte técnico

CAPÍTULO 4.

PARÁMETROS SUGERIDOS A LA NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DIGITAL DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO.

4.1. INTRODUCCIÓN. ^[SUPERTEL]

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones de Ecuador (CONATEL), mediante la Resolución No. 084-05-CONATEL-2010 de 25 de Marzo de 2010, resolvió entre otros aspectos disponer que la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) elabore las Normas Técnicas que se requieran para la implementación y desarrollo de la televisión digital en el territorio ecuatoriano. La SUPERTEL en cumplimiento de tal disposición se encuentra codificando, entre otros, el proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de AVS bajo la Modalidad de Cable Físico.

La emisión de la Norma Técnica, es vital para la aprobación técnica de los sistemas DTV (Televisión Digital) por cable, ya que la actual Norma Técnica para el Servicio Analógico de AVS bajo la Modalidad de Cable Físico no aprueba tales sistemas. La SUPERTEL es un organismo técnico de control, cuyo objetivo es salvaguardar los derechos de los suscriptores. Uno de los derechos de los suscriptores es recibir un servicio de calidad, la SUPERTEL en base a parámetros técnicos de control, establecidos en Normas Técnicas, monitorea la calidad de la señal que ofrecen los sistemas de TV Cable de Ecuador.

Experiencias adquiridas en el control técnico para el cumplimiento de la Norma Técnica para el Servicio Analógico de TV Cable, han conducido a la SUPERTEL a adoptar una plataforma genérica para el servicio de AVS bajo la modalidad de cable físico, la misma que fue descrita en el capítulo 1, y mediante esta plataforma determinar únicamente dos puntos de control técnico, ver **Figura 4-1:**

Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

1. La señal RF (Radiofrecuencia) en la cabecera y en los nodos de procesamiento.
2. La señal RF en el suscriptor.



Fuente [SUPERTEL]

Figura 4-1: Puntos de control de la SUPERTEL.

De esta manera la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) espera realizar un trabajo más eficiente en el control técnico, ya que medir la calidad de la señal RF entregada por la cabecera ayuda a determinar la situación global del servicio que están recibiendo los suscriptores; y, por otra parte la medición de calidad de la señal RF en número determinado de suscriptores seleccionados de forma aleatoria, de acuerdo a los índices de calidad de la SUPERTEL, permiten garantizar un servicio de calidad. Incluso las mediciones en estos puntos de control ayudan a determinar el componente del sistema de TV Cable que está fallando.

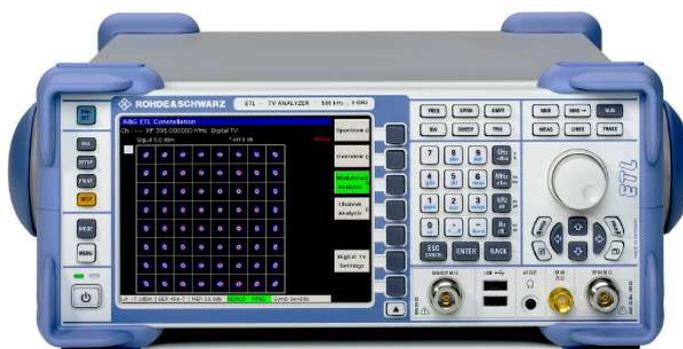


Fuente [SUPERTEL]

Figura 4-2: Analizador DSAM-6000.

Otro factor que se debe considerar en la determinación de parámetros técnicos de control, con el fin de aprovechar los recursos disponibles, es el equipamiento que posee la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) para realizar el control técnico, actualmente los equipos disponibles para medidas sobre señales digitales son:

- El analizador de servicios digitales denominado DSAM-6000 del fabricante JDSU, ver **Figura 4-2**, este es fácilmente portable, ver ficha técnica en el **Anexo X**.
- El Analizador de televisión denominado ETL del fabricante ROHDE & SCHWARZ, ver **Figura 4-3**, no es muy portable, ver ficha técnica en el **Anexo XI**.



Fuente [SUPERTEL]

Figura 4-3: Analizador ETL.

4.2. PARÁMETROS DE LA SEÑAL DE DTV POR CABLE. ^{[2][L1]}

Muchos de estos parámetros se recogen en el reporte técnico (TR¹) del estándar DVB-M² (DVB-Medidas) denominado TR 101 290 V1.2.1: Guías para Medidas sobre Sistemas DVB. Este documento recoge las pautas a seguir para realizar medidas en sistemas de radiodifusión digital satelital, por aire y cable, bajo el estándar DVB; y, sistemas DTV (Televisión Digital) relacionados. El TR de DVB-M define un número determinado de técnicas de medida, de tal forma que los resultados obtenidos sean comparables a los resultados de mediciones que se llevan a cabo de acuerdo a la definición apropiada.

¹Technical Report

²DVB-Measurement

Aunque muchos de los parámetros, descritos en el TR (Reporte Técnico) de DVB-M (DVB-Medidas), son bien conocidos en las comunicaciones, muchos de ellos deben ser interpretados con respecto al ambiente de la transmisión de señales de DTV (Televisión Digital) y demás servicios relacionados. Ya que este proyecto se centra en sistemas de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la modalidad de cable físico, son de interés los apartados 6 y 7 de TR de DVB-M, los mismos que contienen parámetros de medición de calidad de la señal DVB-C. Las influencias o parámetros que deben considerarse en las transmisiones DTV por cable son:

- Nivel de señal.
- Relación portadora a ruido (C/N^1) y relación señal a ruido (S/N^2).
- Errores del modulador I/Q.
- Interferencias.
- Fluctuación de fase (jitter).
- Ecos en el cable.
- Respuesta de frecuencia.
- Tasa de bits errados (BER^3).
- Relación de error de modulación (MER^4) y magnitud del vector error (EVM^5).

4.2.1. NIVEL DE SEÑAL. ^[2][L1]

La medición del nivel de señal es necesaria para configurar la red. La potencia de la señal, ó potencia requerida, se define como la potencia promedio de la señal seleccionada. Durante la medición del nivel de señal se debe tener cuidado en limitar el ancho de banda de la señal deseada, se debe encajar la potencia de la señal dentro del ancho de banda nominal de la señal que DVB define como:

$$BW_{Nominal} = V_S(1 + \alpha)$$

¹ Carrier to Noise ratio

²Signal to Noise ratio

³ Bit Error Rate

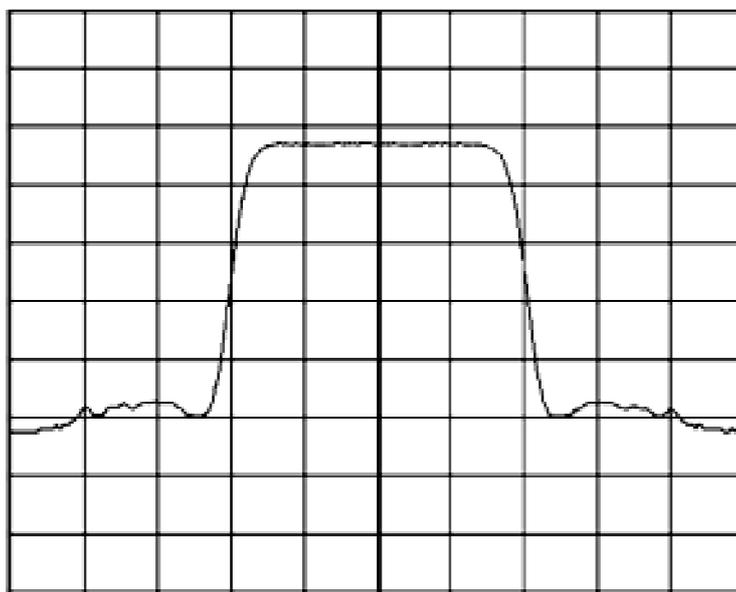
⁴Modulation Error Ratio

⁵Error Vector Magnitude

Donde B es el ancho de banda nominal de la señal, v es la velocidad de símbolo (ó señal) y ρ es el factor de roll off (por lo común 0,15).

El nivel de señal que debe llegar al suscriptor depende de la sensibilidad del receptor, por ejemplo, la Norma para el Servicio Analógico de AVS (Audio y Video por Suscripción) bajo la Modalidad de Cable Físico establece que los niveles de señal, a la entrada de los STT (Equipos Terminales de los Suscriptores), deben estar entre 0dBmV y 10dBmV.

Sin embargo, la medición de la potencia de una señal DVB-C no es tan simple como la de una señal de NTSC. En el mundo de la televisión analógica, la potencia de la base del pulso de sincronismo, se mide en un ancho de banda lo suficientemente grande y se despliega como la potencia de la señal de televisión. Por el contrario, una señal de DTV (Televisión Digital) se caracteriza por una densidad de potencia constante, a través del ancho de banda que resulta de la dispersión de energía y de la formación del símbolo en el modulador, ver **Figura 4-4**. Por consiguiente, la potencia de la señal de DTV es la potencia total de dicho canal.



Fuente [3]

Figura 4-4: Densidad de potencia constante en una canal de DTV.

Hasta la fecha se conocen tres métodos para medir la potencia de la señal de DTV:

Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

- Mediante un medidor con sensor térmico de potencia.
- Mediante un analizador de espectros.
- Mediante un receptor para pruebas de televisión.

4.2.1.1. Medidor con sensor térmico de potencia. ^[2] [L1]

Los sensores térmicos de potencia dan los resultados más precisos cuando existe un solo canal de DTV (Televisión Digital) en todo el espectro. Sin embargo, para medir la potencia de la señal de DTV esta debe estar absolutamente libre de DC (Componente Continua).



Condensed data of Power Meter NRVS
with Thermal Power Sensor NRV-Z51

NRVS	
Frequency range	DC to 40 GHz
Level range	100 pW to 30 W (depending on sensor)
Readout	
Absolute	W, dBm, V, dBmV
Relative	dB, % W or % V, referred to a stored reference value
Remote control	IEC 625-2/IEEE 488.2 interface
Max. input voltage	50 V
NRV-Z51	
Power sensor	thermal
Impedance	50 Ω
Connector	N type
Frequency range	DC to 18 GHz
Level range	1 μW to 100 mW

Fuente [3]

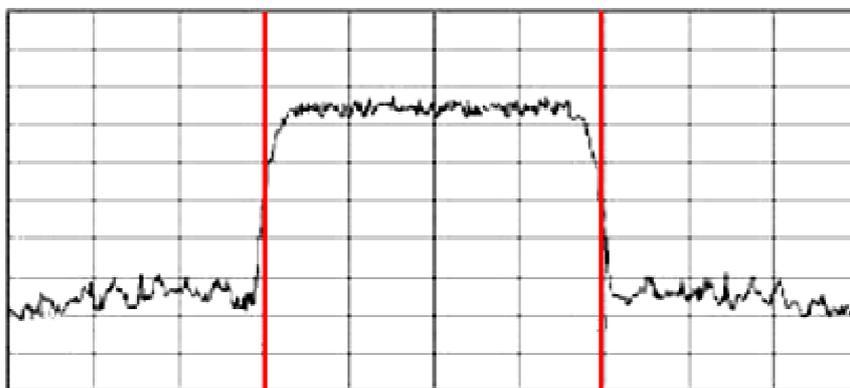
Figura 4-5: Medidor con sensor térmico de potencia.

4.2.1.2. Analizador de espectros. ^[2] [L1]

Si se utiliza un analizador tradicional de espectros para medir la potencia de una señal de DVB-C, su ancho de banda máximo de medición puede resultar no suficiente para un canal QAM de cable de 6MHz. Por el contrario, los actuales analizadores de espectros permiten mediciones de potencia de banda ancha entre dos frecuencias seleccionadas por el usuario.

Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

Para realizar la medición se coloca un cursor en la frecuencia inferior y otro en la frecuencia superior del canal de DTV (Televisión Digital). El analizador de espectro calcula la potencia para el ancho de banda especificados por los dos cursores, ver **Figura 4-6**. El método provee la suficiente precisión cuanto más espaciados están en frecuencia los canales de DTV. Sin embargo, la normal asignación de canales de DTV por cable es sin canales de guarda, por lo que los resultados pueden llegar a ser falsos, porque no se puede limitar bien el espectro de un canal.



Fuente [3]

Figura 4-6: Medición de potencia con analizador de espectros.

4.2.1.3. Receptor para pruebas de televisión. ^[2] [L1]

Despliega todos los parámetros importantes de la señal de DTV e indica la potencia promedio en varias unidades cambiables. Investigaciones sobre el espectro del canal de DTV han demostrado la alta precisión de los niveles desplegados. Comparaciones entre los niveles obtenidos con un receptor para pruebas de televisión y un medidor con sensor térmico de potencia han mostrado una diferencia máxima de al menos un dB, por ejemplo la **Tabla 4-1** muestra la comparación realizada por el fabricante ROHDE&SWARCHZ.

Medidor	Con sensor térmico de potencia	Receptor de prueba
Medición de nivel	-33,79dBmV	-33.0dBmV

Fuente [3].

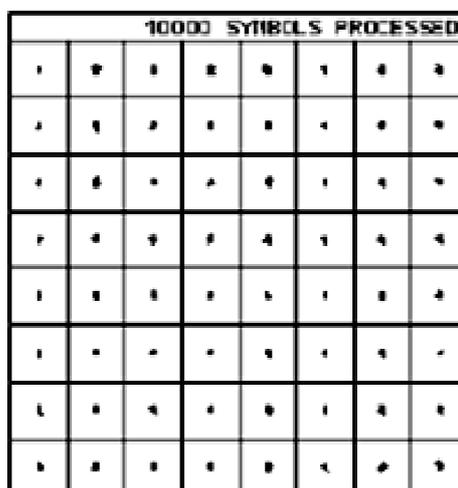
Tabla 4-1: Comparación de resultados.

Gracias a que los filtros, de los receptores para pruebas de televisión, son contruidos de 6MHz, 7MHz y 8MHz de ancho de banda, se obtienen resultados altamente precisos, aún si los canales adyacentes son ocupados. Por lo tanto, es recomendable que las mediciones de potencia se realicen automáticamente por medio de un receptor para pruebas de televisión.

4.2.2. ANÁLISIS DE CONSTELACIÓN. ^[2] [L1]

Los efectos de interferencia más importantes, que se pueden hallar en la transmisión de DTV (Televisión Digital) por cable, pueden ser analizados usando el diagrama de constelación de la señal. Se pueden distinguir directamente las siguientes influencias:

- El ruido aditivo blanco Gausiano (AWGN¹).
- El jitter.
- La interferencia sinusoidal.
- Errores del modulador I/Q (en fase/en cuadratura).



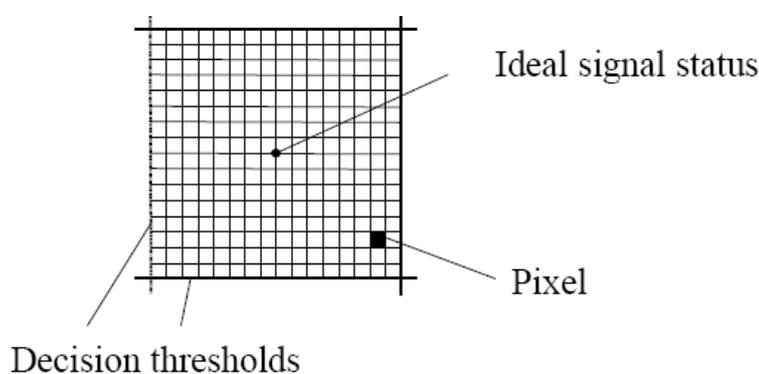
Fuente [3]

Figura 4-7: Diagrama de constelación ideal.

A más del análisis visual de la constelación, del mismo se pueden calcular los siguientes parámetros:

¹Additive White Gaussian Noise

- Nivel de señal.
- La relación C/N (Portadora a Ruido) y S/N (Señal a Ruido).
- Jitter.
- Desequilibrio de amplitud I/Q (en fase/en cuadratura).
- Error de cuadratura I/Q.
- Supresión de portadora.
- MER (Relación de Error de Modulación).
- EVM (Magnitud del Vector Error).

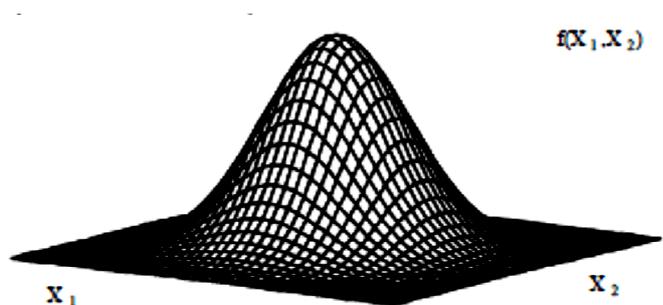


Fuente [3]

Figura 4-8: Campos de decisión.

La **Figura 4-7** muestra el diagrama de constelación ideal para una señal 64QAM, es decir sin efectos de ninguna influencia, la cual está conformada por 64 campos de decisión, por otra parte la **Figura 4-8** muestra uno de estos campos de decisión.

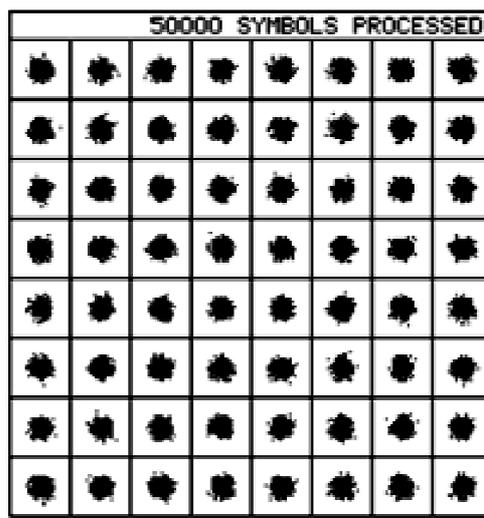
4.2.2.1. El ruido AWGN. ^[2] ^[L1]



Fuente [3].

Figura 4-9: Distribución Gaussiana de un símbolo en un campo de decisión.

El ruido es generado durante el procesamiento o transmisión de cualquier tipo de señal y se superpone sobre la señal original. El ruido es uno de los parámetros claves en la determinación de la calidad de la señal o de la vía de transmisión. La relación S/N (Señal a Ruido) se calcula de la distribución del valor de las coordenadas IQ (en fase/en cuadratura) en un campo de decisión, que es un símbolo del diagrama de constelación, ver **Figura 4-9**.



Fuente [3]

Figura 4-10: Relación S/N de 30dB para un canal de DTV.

Los efectos del ruido provocan que los puntos del diagrama de constelación varíen de tamaño, en vez de puntos parecen nubes, ver **Figura 4-10**. La relación S/N toma en cuenta la señal DTV (Televisión Digital) que ha sido filtrada, cuyo ancho de banda se ve afectado por un factor de roll off, mientras que la relación C/N (Portadora a Ruido) siempre toma en cuenta el ancho de banda actual del canal, que en las redes de TV Cable de Ecuador es 6MHz.

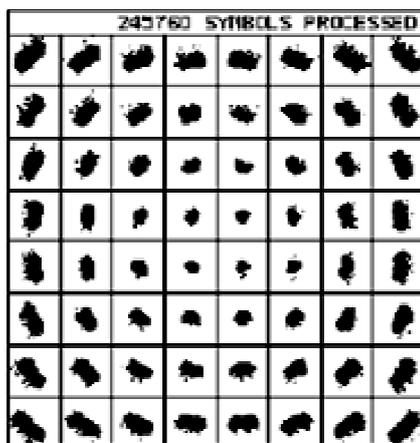
Sin embargo, el valor de la relación S/N se puede transformar a un valor de relación C/N y viceversa, el TR (Reporte Técnico) de DVB-M (DVB-Medidas) establece la siguiente relación de transformación:

Donde α es el factor de roll off del filtro, comúnmente 0,15 ó 0,13.

Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

4.2.2.2. Jitter. ^[2] [L1]

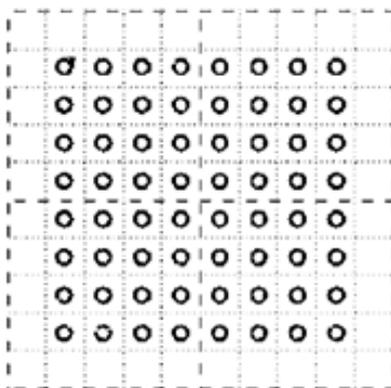
Es la condición de inestabilidad de la fase de la portadora, su presencia causa el movimiento rotatorio de la constelación. La constelación rota hacia atrás ó hacia adelante sobre su centro, dependiendo de la amplitud del jitter y del espectro. Para el cálculo del jitter, se toma en cuenta los puntos de aquellos símbolos que se hallan en las cuatro esquinas del diagrama de constelación, se utilizan estos porque en ellos existen la máxima variación de jitter que ocurre, ver **Figura 4-11**.



Fuente [3]

Figura 4-11: Constelación 64QAM con jitter de (rms).

4.2.2.3. Interferencia. ^[2] [L1]



Fuente [3]

Figura 4-12: Efecto de la interferencia.

Una interferencia sinusoidal produce distorsiones circulares de los puntos del diagrama de constelación, ver **Figura 4-12**. Estos círculos son el resultado de la Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

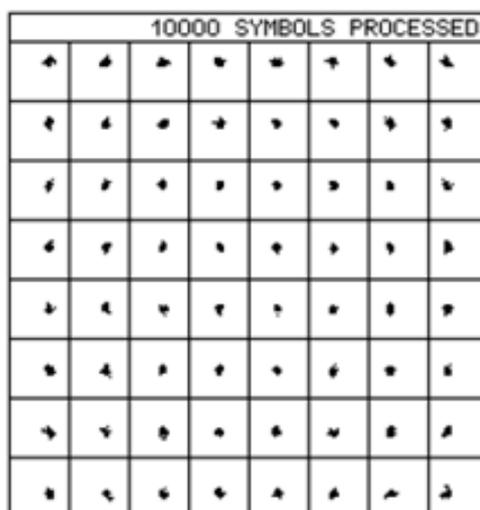
rotación del vector de interferencia sobre los puntos centrales de los campos de decisión del diagrama de constelación. El diámetro de los círculos corresponde a la amplitud de la sinusoidal interferente, cuya frecuencia se ubica dentro del espectro del canal.

4.2.2.4. Errores del modulador I/Q (en fase/en cuadratura).^{[2][L1]}

La primera generación de moduladores DVB-C se basó en tecnologías analógicas. Los errores en el modulador I/Q se ven reflejados en deformaciones de la señal modulada QAM. Los errores más comunes se mencionan a continuación y los mismos se pueden calcular del diagrama de constelación.

4.2.2.4.1. Desequilibrio I/Q.^{[2][L1]}

El desequilibrio I/Q resulta de la diferente amplificación de las vías I y Q en el modulador DVB-C. Una señal QAM con desequilibrio de amplitud genera un diagrama de constelación con diferente espaciamiento del par de valores I/Q en la dirección vertical u horizontal, ver **Figura 4-13**. Las coordenadas I/Q no apuntan al centro de los campos de decisión, si tomamos cuatro puntos, de coordenadas I/Q, forman un rectángulo en vez de un cuadrado que se forma en un diagrama de constelación ideal.

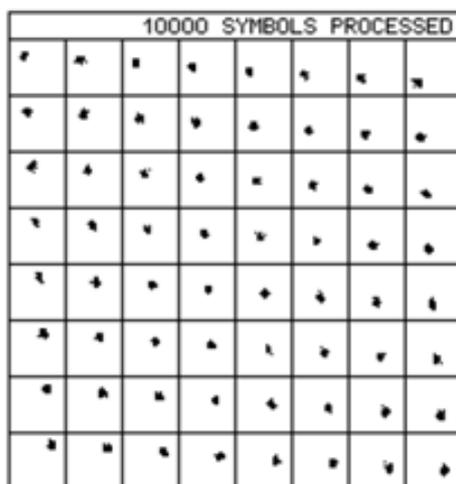


Fuente [3].

Figura 4-13: Constelación con 10% de desequilibrio I/Q.

4.2.2.4.2. Error de cuadratura I/Q.^{[2][L1]}

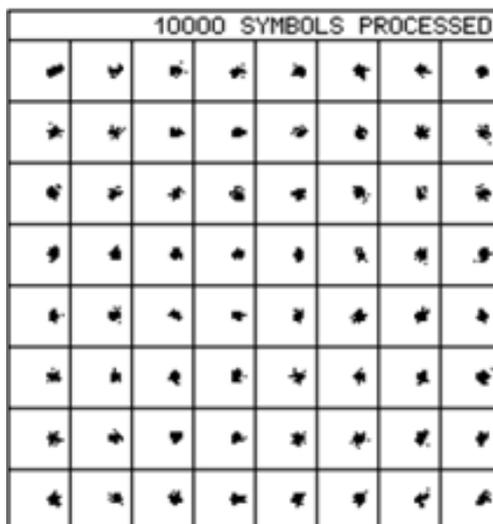
Si los ejes I (en fase) y Q (en cuadratura) no son perpendiculares uno a otro, un error de cuadratura está presente. Una señal QAM con un error de cuadratura I/Q, genera un diagrama de constelación en el cual las líneas trazadas sobre las coordenadas IQ, no son paralelas a las líneas que conforman los umbrales de los campos de decisión, ver **Figura 4-14**.



Fuente [3].

Figura 4-14: Constelación con 8° de error de cuadratura I/Q.

4.2.2.4.3. Supresión de portadora.^{[2][L1]}



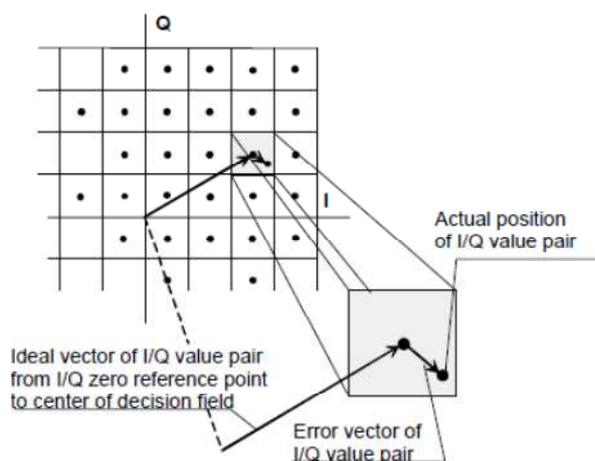
Fuente [3].

Figura 4-15: Constelación con 24dB de supresión de portadora.

El offset de voltaje DC (componente continua) en la componente I/Q (en fase/en cuadratura) del modulador DVB-C resulta en una componente residual de la portadora. Una señal QAM con insuficiente supresión de portadora, genera un diagrama de constelación en el cual los valores de las coordenadas IQ están desplazados horizontalmente o verticalmente, ver **Figura 4-15**. También las coordenadas IQ no apuntan al centro de los campos de decisión, sin embargo a diferencia del desequilibrio I/Q, si se toman 4 puntos de coordenadas IQ, estos forman un cuadrado.

4.2.3. MER (RELACIÓN DE ERROR DE MODULACIÓN). ^[2] ^[L1]

El MER es el que abarca a todos los parámetros que se pueden determinar por medio del análisis del diagrama de constelación. Por lo tanto, además del BER (Tasa de bits errados), el MER es el parámetro más importante a ser monitoreado en los sistemas de DTV (televisión digital) por cable. Si el MER está dentro de las tolerancias acordadas, todos los parámetros determinados mediante el análisis del diagrama de constelación, están de igual forma dentro de intervalos tolerables.



Fuente [3]

Figura 4-16: Vectores para calcular el MER.

Para determinar el MER, se calcula un vector de error para cada valor de coordenadas IQ. La longitud de este vector indica la desviación de la posición actual frente a la posición ideal de una coordenada IQ, es decir frente al centro del campo de decisión, ver **Figura 4-16**. De todos los vectores de error

calculados durante un segundo, se forma la suma de los cuadrados y lo mismo se realiza con los vectores ideales.

Valor del MER		Calidad	Comentarios
% rms	dB		
MER<1	MER>40	Muy buena	Buen modulador
1,5<MER<2,5	32<MER<36,5	Buena	Valor a la salida de la cabecera
2,5<MER<4,0	28<MER<32	Operación normal	El servicio fue bien transportado
4,0<MER<5,0	26<MER<28	Satisfactorio	El personal de servicio debe estar listo para realizar un chequeo del sistema
MER>5,0	MER<26	Pobre	El personal de servicio debe realizar el chequeo del sistema y corregir los errores inmediatamente

Fuente [3]

Tabla 4-2: MER en una señal 64QAM de DTV por cable.

Entonces se forma la relación entre las dos sumas. Si a este valor se le aplica el logaritmo se obtiene el valor del MER en dB. La relación logarítmica también puede ser expresada en porcentaje. El MER, que también define el TR (reporte técnico) de DVB-M (DVB-Medidas), es un parámetro que provee información muy concluyente. Datos empíricos acerca del MER se disponen para describir la calidad de un sistema de DTV (Televisión Digital) por cable, por ejemplo el fabricante ROHDE&SCHWARZ publica los valores de MER para una modulación 64QAM que se muestran en la **Tabla 4-2**.

4.2.4. EVM (Magnitud del Vector Error). ^[2] [L1]

El EVM está muy relacionado con el MER, la única diferencia es que el MER usa como referencia el valor rms de la señal QAM, mientras que el EVM usa el valor pico de la misma. Sin embargo, se puede convertir un valor de MER a un valor de EVM y viceversa, el TR de DVB-M provee la siguiente relación expresada en voltaje:

$$EVM_V = \frac{1}{MER_V * K_C}$$

Donde el valor K_C se denomina factor cresta y la **Tabla 4-3** presenta valores típicos de K_C para algunas modulaciones QAM que se usan en los sistemas de DTV (Televisión Digital) por cable bajo el estándar DVB-C.

QAM	K_C
4	1
16	1.342
32	1.304
64	1.527
128	1.440
256	1.627

Fuente [L1]

Tabla 4-3: Valores de K_C para modulaciones QAM.

4.2.5. BER (Tasa de bits errados). ^[2] [L1]

DVB-C MEASURE			
SET RF	CHANNEL	ATTEN : 10 dB	
394.00 MHz		-30.3 dBm	
MODULATION:		64QAM	CONSTELL DIAGRAM...
FREQUENCY:			FREQUENCY DOMAIN...
FREQUENCY OFFSET		0.143 kHz	
SET SYMBOL RATE		6.900 MSymb/s	
SYMBOL RATE OFFSET		54.6 ppm	
BER:			TIME DOMAIN...
BER BEFORE RS	5.0E-6	(10/10)	QAM PARA- METERS...
BER AFTER RS	0.0E-8	(533/1000)	RESET BER
BER BEFORE RS 5.0E-6 (10/10) BER AFTER RS 0.0E-8 (533/1000)			

Fuente [3].

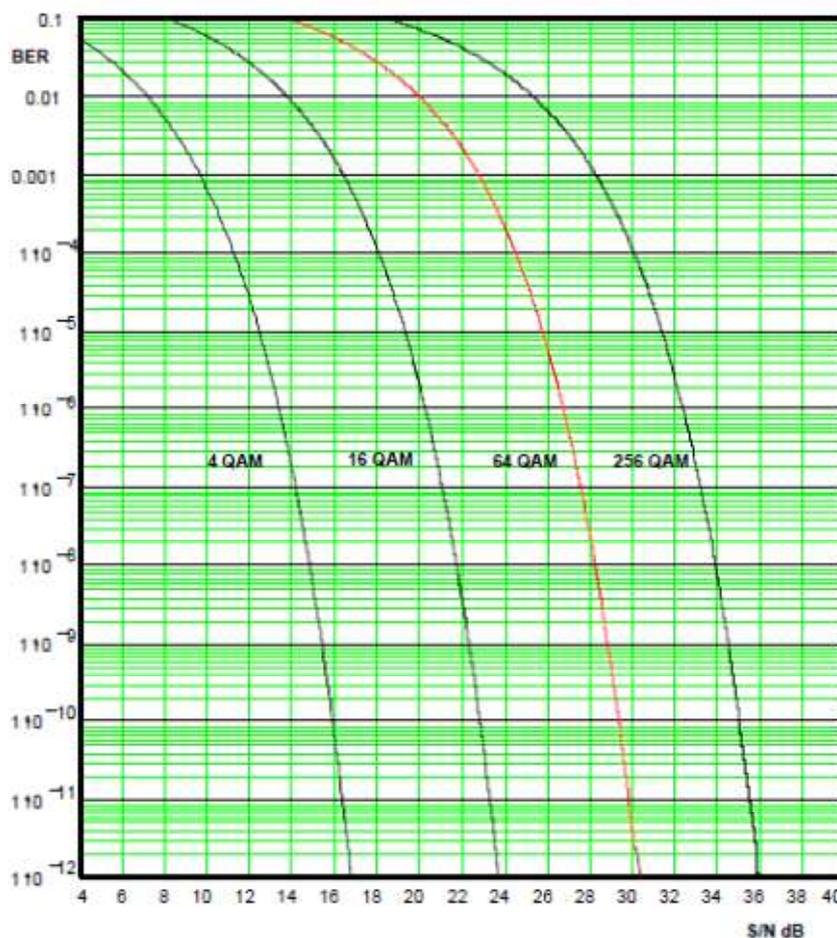
Figura 4-17: Medición del BER.

Es el parámetro más importante para el STT (Equipo Terminal del Suscriptor), a más de la frecuencia central del canal con el que se sintoniza y el nivel de señal recibido. Para medir este parámetro se comparan, a nivel binario, los datos antes y después de la corrección de errores hacia adelante (FEC¹), ver **Figura 4-17**, que

¹ Forward Error Correction

es un código RS (Reed Solomon) en el caso de los sistemas de DTV (Televisión Digital) por cable bajo el estándar DVB-C.

Esta comparación da resultados precisos para una medida de BER de alrededor de $1E-3$, ya que hasta este valor el FEC RS de DVB-C es capaz de reconstruir un flujo de datos para que sean interpretables. La BER teóricamente puede ser función de la relación S/N (señal a ruido), ver **Figura 4-18**.



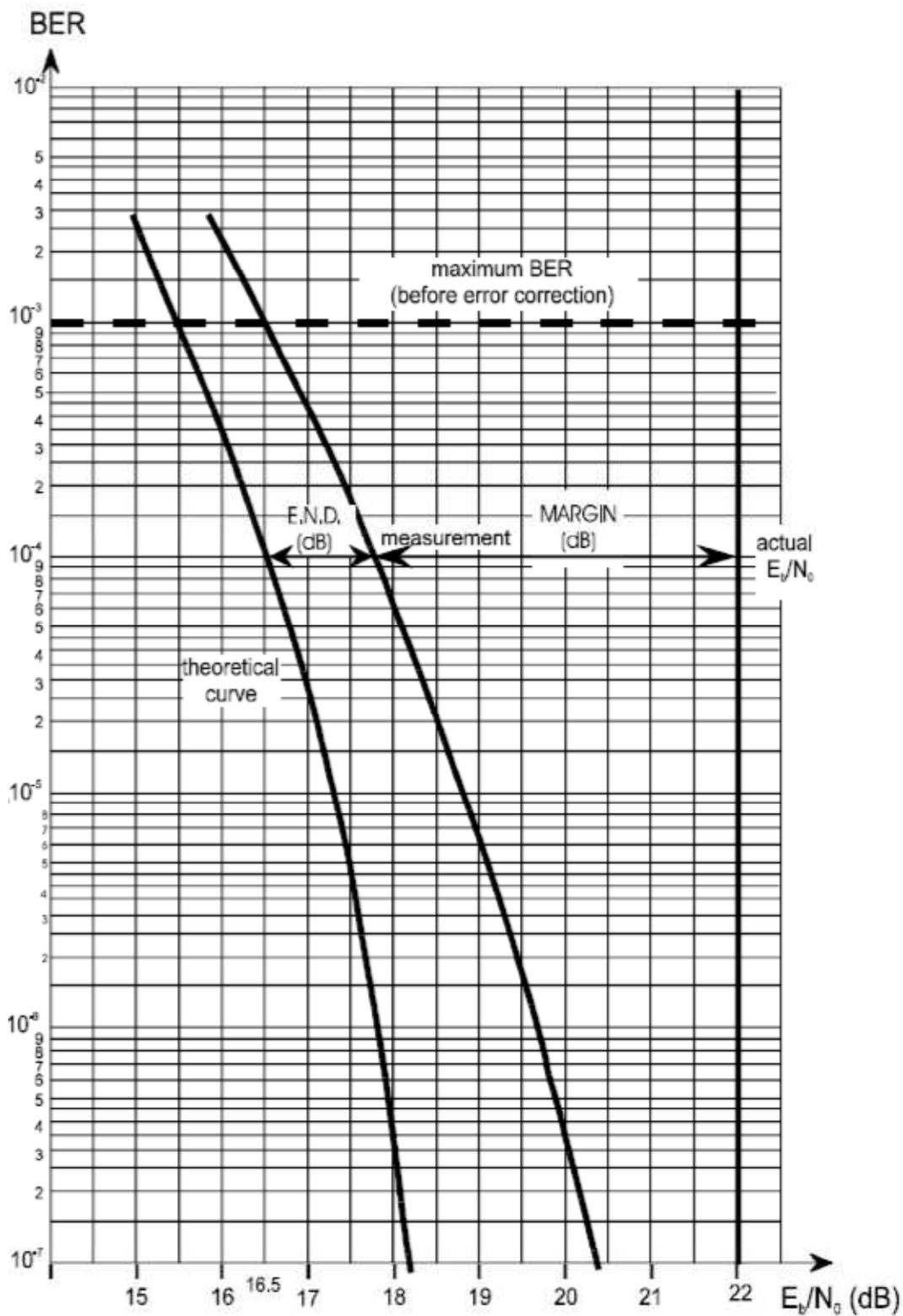
Fuente [3].

Figura 4-18: Relación S/N vs BER.

4.2.5.1. Degradación de ruido equivalente (END)¹. [2] [L1]

El END es una medida de las pérdidas causadas por la implementación de la red o del equipamiento, donde la referencia es un funcionamiento ideal.

¹Equivalent Noise Degradation



Fuente [2]

Figura 4-19: END y margen de ruido.

El END (degradación de ruido equivalente) es obtenido de la diferencia de la relación C/N (portadora a ruido), o de la relación energía de bit a densidad de

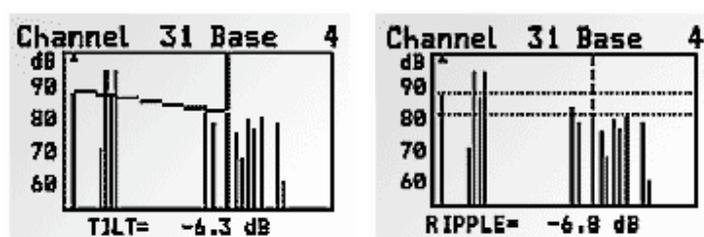
ruido (E_b/N_0), necesaria para alcanzar una medida de BER (tasa de bits errados) de $1E-4$ y la relación C/N (portadora a ruido), o a su vez E_b/N_0 , que daría teóricamente una BER de $1E-4$ para un canal Gaussiano, ver **Figura 4-19**. En la práctica se han dado valores para END (degradación de ruido equivalente) de alrededor de 1dB. Una vez determinado la END se determina el margen de ruido, que provee una indicación de la confiabilidad del canal de transmisión.

4.2.6. RESPUESTA DE FRECUENCIA. ^[2] ^[L1]

Estas medidas se las puede realizar con analizador de espectros de banda ancha, aunque también existen algunos medidores que incorporan al menos uno de estos parámetros.

4.2.6.1. Rizado (ripple) y pendiente (tilt). ^[2] ^[L1]

El ripple en la respuesta de amplitud de un canal de DTV, debe ser lo más baja posible. Por otra parte, el tilt de este canal no debe ser más grande que el valor del ripple. Para corregir el tilt y el ripple se utilizan ecualizadores.



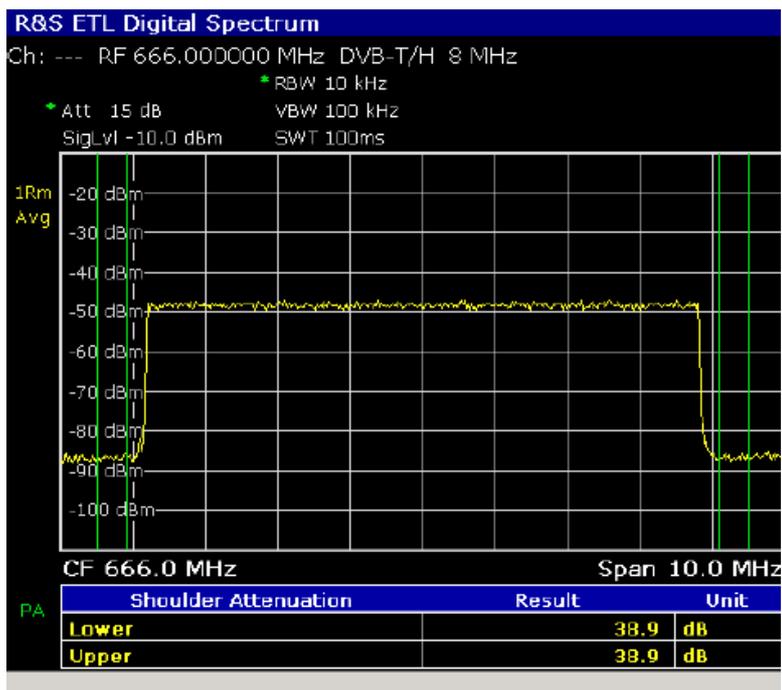
Fuente [SUPERTEL]

Figura 4-20: Tilt y ripple.

4.2.6.2. Atenuación de hombros. ^[2] ^[L1]

Las componentes fuera de banda, cercanas a la banda de la señal deseada, son reconocidas por la señal QAM. Estos hombros deben ser suprimidos tanto como sea posible para no causar interferencia a los canales adyacentes. Esto define una atenuación de hombros mínima requerida. La atenuación de hombros se mide usando simplemente líneas de marcación del espectro, ver **Figura 4-21**.

Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

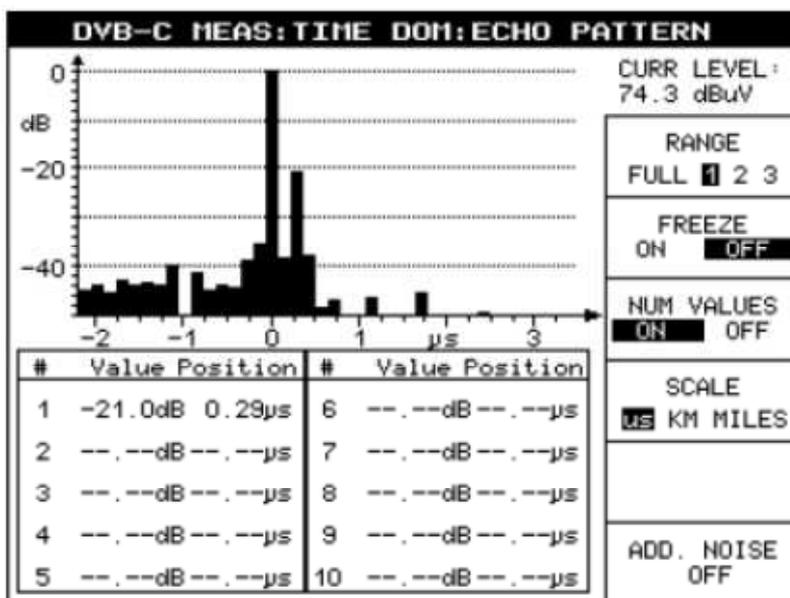


Fuente [3]

Figura 4-21: Atenuación de hombros.

4.2.7. ECOS EN EL CABLE. ^[2][L1]

Cualquier eco en el cable es causado por desacoplamiento en la red, lo cual una vez que sea detectado debe ser corregido.



Fuente [3]

Figura 4-22: Diagrama de ecos.

4.3. SUGERENCIA A LA NORMA TÉCNICA PARA EL SERVICIO DIGITAL DE AVS (AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN) BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO. ^[SUPERTEL] [2]

Los puntos de control que ha determinado la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) tienen el propósito de medir únicamente la calidad de la señal digital de DTV (televisión digital) por cable en los sistemas de AVS bajo la modalidad de cable físico, a través de parámetros objetivos, para el control efectivo de la calidad de servicio prestada al suscriptor.

4.3.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PARAMETROS. ^[2] [L1]

Los parámetros que se han descrito anteriormente, se pueden clasificar de acuerdo a su uso más común en dos categorías: los usados para configuración de la red y los que determinan calidad de la señal, ver **Tabla 4-4**.

Parámetro	Propósito
Nivel de señal	Configuración de la red
C/N y S/N	Calidad de la señal
Desequilibrio I/Q	Calidad de la señal
Errores de cuadratura I/Q	Calidad de la señal
Supresión de portadora	Calidad de la señal
Ruido AWGN	Calidad de la señal
Interferencias	Calidad de la señal
Jitter	Calidad de la señal
Ecos en el cable	Configuración de la red
Atenuación de hombros	Configuración de la red
Tilt y ripple	Configuración de la red
BER	Calidad de la señal
MER y EVM	Calidad de la señal
END	Calidad de la señal

Fuente [2].

Tabla 4-4: Clasificación de parámetros.

Entonces, los parámetros que deben considerarse son aquellos cuyo fin es medir la calidad de la señal de DTV por cable. El TR (reporte técnico) de DVB-M (DVB-

Medidas) considera al parámetro MER (relación de error de modulación) como una figura de mérito de la señal DVB-C, ya que abarca a todos los parámetros que se determinan mediante el análisis de la constelación, es decir los parámetros C/N (relación portadora a ruido), S/N (relación señal a ruido), desequilibrio I/Q (en fase/en cuadratura), errores de cuadratura I/Q, supresión de portadora, ruido AWGN (ruido aditivo Gaussiano blanco), interferencias, jitter e incluso el nivel de señal.

Además, el TR (reporte técnico) de DVB-M (DVB-Medidas) recomienda la MER en vez los parámetros EVM (magnitud del vector error) y END (degradación equivalente de ruido), por las siguientes razones:

- La sensibilidad de la medición, las magnitudes típicas de los valores medidos, y las unidades de medición se combinan para dar una inmediata familiarización para aquellos que tienen una experiencia previa de medición de las relaciones C/N y S/N.
- El MER puede ser considerado como una forma de medir la relación S/N, que da una indicación precisa de la capacidad del receptor para demodular la señal, porque incluye no solo el ruido Gaussiano sino también todos los otros defectos de la constelación recibida.
- Si el único defecto significativo, presente en la señal, es el ruido Gaussiano entonces el MER y la relación S/N son equivalentes.

4.3.2. PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERTEL (SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES).^{[2] [L1]}

Descartando los parámetros cuyo uso común no es medir la calidad de la señal, así como también los parámetros que ya están contenidos o que en su lugar tiene preferencia la MER, se concluye que la SUPERTEL puede de una forma objetiva controlar la calidad de la señal de DTV (televisión digital) por cable monitoreando únicamente los parámetros MER y BER, en los sistemas de AVS (audio y video por suscripción) bajo la modalidad de cable físico de Ecuador. Por lo que se sugiere que se incorporen estos parámetros dentro de la Norma Técnica para el Servicio Digital de AVS bajo la Modalidad de Cable Físico.

Parámetros técnicos de control sugeridos a la SUPERTEL para el Servicio DTV por cable

Además, se sugiere que se tome como referencia los valores recomendados de MER y BER, de los fabricantes JDSU y ROHDE & SCHWARZ, fabricante de los equipos que posee la SUPERTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones), que se detallan en las siguientes tablas:

- **Calidad de la recepción:** se refiere a la capacidad que tiene la señal para ser demodulada. Se puede medir la señal que es entregada por la cabecera o nodo de procesamiento, para tener una referencia de la calidad de la recepción en los suscriptores.

MER			
Señales RF (radiofrecuencia) transmitidas		64QAM	256QAM
Cabecera ó nodo de procesamiento	Mejor a	33dB	35dB

Fuente [SUPERTEL]

Tabla 4-5: Parámetros medidos desde la ubicación del operador.

MER			
Señales RF recibidas		64QAM	256QAM
STT	Mejor a	27dB	31dB

Fuente [SUPERTEL]

Tabla 4-6: Parámetros medidos desde la ubicación del suscriptor.

- **Calidad de la señal recibida:** se refiere a los errores que tiene la señal demodulada. Se puede medir la señal que es entregada por la cabecera ó nodo de procesamiento, para tener una referencia de la calidad de señal recibida por los suscriptores.

VER		
Señales RF transmitidas		
Cabecera ó nodo de procesamiento	Mejor a	1.0E-8

Fuente [SUPERTEL]

Tabla 4-7: Parámetros medidos desde la ubicación del operador.

VER			
Señales RF recibidas		Pre VER	Post BER
STT	Mejor a	1.0E-7	1.0E-8

Fuente [SUPERTEL]

Tabla 4-8: Parámetros medidos desde la ubicación del suscriptor.

4.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

F

Factor de roll off Coeficiente que determina las características de frecuencia del filtro.
Tomado de [1]

P

Parámetros objetivos Parámetros que son medibles numéricamente.
Tomado de [SUPERTEL]

V

Voltaje DC Es el voltaje que se mide en corriente directa, la cual se caracteriza por el flujo de cargas en una sola dirección, aunque muchas veces se identifica por un valor constante.
Tomado de <http://es.wikipedia.org>



RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Conclusiones y recomendaciones.

En este capítulo se emite las respectivas conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado durante la elaboración del presente proyecto de titulación.

Carlos Fernando Pilco Zúñiga

cfpz37@hotmail.com

09/04/2012

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico han evolucionado para transformarse de redes dedicadas al servicio de televisión por suscripción a redes multiservicio, lo que se evidencia en muchos sistemas de televisión por cable que además de entregar señales de audio y video, también proveen señales de voz y datos.

En Ecuador, actualmente los sistemas de audio y video por suscripción están en proceso de migración a la tecnología de fibra óptica, con el objetivo de brindar servicios triple-play, para competir con los sistemas de audio y video por suscripción codificados satelitales y terrestres.

La introducción de televisión digital, en los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador, conlleva beneficios también al suscriptor que van desde mejoras en la calidad de imagen hasta la posibilidad de recibir servicios interactivos.

La tecnología de la televisión digital posibilita, a los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, la encriptación de la señal transmitida con el fin de evitar la piratería del servicio.

La red, de los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, es transparente a la transmisión de señales analógicas ó digitales, por lo tanto la introducción de la televisión digital, bajo los estándares propuestos, en los sistemas de televisión por cable puede no requerir de adecuaciones de la red (explicado en el capítulo 3, subcapítulo 3.2.5).

El estándar DVB-C es una norma líder en la industria de la televisión digital por cable a nivel mundial, con una mayoritaria presencia en el continente Europeo y

recientemente extendida al continente americano, lo que lo hace superior al estándar ISDB-C que actúa únicamente en Japón.

Aunque en principio, el estándar DVB-C no era interoperable con los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador, su reciente introducción en Sudamérica ha conducido a que la industria de la televisión por cable desarrolle nuevas soluciones DVB-C, adecuadas a la realidad de los sistemas ecuatorianos de televisión por cable.

La gran cobertura del estándar DVB-C asegura una economía de escala, lo que lo hace económicamente más conveniente que el estándar ISDB-C, el cual tiene presencia únicamente en el mercado japonés y en menor medida en el chino.

En Sudamérica, la norma ISDB-C se encuentra en proceso evolutivo, debido a que el estándar de televisión digital terrestre, ISDTV, aún no se ha desarrollado por completo, pocas estaciones lo han implementado y el número de fabricantes es reducido.

El estándar DVB-C, por el contrario, se ha desarrollado por completo y se lanza una segunda generación, es utilizado por sistemas de televisión por cable que se hallan esparcidos a nivel mundial y en el mercado se hallan muchos fabricantes que ofrecen diferentes alternativas y precios convenientes.

Las soluciones propietarias no son una buena opción, para sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador, ya que no aseguran una economía de escala y además no permiten escoger entre varias opciones y fabricantes.

La compatibilidad del estándar DVB-S, que tiene una fuerte posición en el sector de la televisión digital por satélite, con el estándar DVB-C, hace que éste último sea la opción preferida para los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de Ecuador.

La introducción de nuevo equipamiento, y por ende de inversión, en los sistemas de televisión por cable recae principalmente en la cabecera, nodos de

procesamiento y equipos terminales para los suscriptores, sin embargo, se espera que la masiva introducción de DVB-C, en los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico de América, conduzca a la industria de receptores de televisión a incorporar por defecto un receptor DVB-C en todos sus productos.

El parámetro técnico MER indica la capacidad del receptor para decodificar correctamente la señal de televisión digital por cable receptada, ya que abarca todos los parámetros que se pueden determinar del análisis del diagrama de constelación de la señal recibida.

BER es el principal parámetro técnico que describe la calidad del enlace de transmisión digital, ya que se relaciona con la cantidad de errores presentes en el flujo de transporte de la señal de televisión digital por cable recibida.

La Norma Técnica para el Servicio Analógico de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico ha sido una barrera para la digitalización de los sistemas de televisión por cable de Ecuador, ya que impone una plataforma de televisión por cable específica, limitando la capacidad de diseño y de migración a nuevas tecnologías, por el contrario el proyecto de Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico especifica una plataforma genérica para los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, con el fin de eliminar dichas limitaciones.

Los operadores de sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, los diseñadores de redes de televisión por cable y las entidades de control, regulación y administración de las telecomunicaciones de Ecuador necesitan de capacitación sobre tecnologías de televisión digital por cable.

Los parámetros técnicos BER y MER se combinan para dar una medida objetiva de la calidad de servicio, que ofrece el sistema de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico a sus suscriptores, ya que la primera determina

la calidad de la señal recibida y la segunda representa una figura de merito de la recepción de la señal, por lo tanto la Superintendencia de Telecomunicaciones debe incorporarlos a la Norma Técnica para el Servicio Digital de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico.

5.2. RECOMENDACIONES

Las entidades de regulación, control y gestión de las telecomunicaciones de Ecuador deben trabajar conjuntamente para quitar las barreras regulatorias e incentivar a los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico, a transformarse en sistemas multiservicio, tomando en cuenta la convergencia tecnológica que se avecina y obedeciendo al derecho de los ecuatorianos, establecido en la Constitución de la República, de acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.

Los sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico deben considerar nuevas formas de negocio que ofrece la introducción de la tecnología de la televisión digital, por ejemplo televisión en alta definición, interactividad local, pague por ver, mosaicos, entre otros. También deben considerar el rediseño de sus redes para permitir la introducción de nuevos servicios, por ejemplo servicios de voz, datos, interactivos como video bajo demanda, entre otros.

Se debe tomar en cuenta la flexibilidad para la introducción de nuevas tecnologías durante la elaboración de las Normas Técnicas.

Los técnicos que realizan las mediciones deben capacitarse en la calibración y manejo adecuado del equipamiento de medición, para obtener medidas correctas de BER y MER.

Durante el desarrollo de aplicaciones interactivas se debe buscar que las mismas sean compatibles con el estándar GEM, el cual provee compatibilidad con los

demás estándares de middleware, incluso con el MHP utilizado por DVB-C y el Ginga que utiliza ISDTV (ISDB-T Internacional).



RECOMENDACIÓN DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL PARA SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN BAJO LA MODALIDAD DE CABLE FÍSICO MÁS ADECUADO PARA LA REALIDAD DEL ECUADOR CON SUGERENCIAS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE CONTROL PARA LA SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

Bibliografía y Anexos.

En este capítulo se encuentra la bibliografía consultada y anexos que ayudaran a mejorar la comprensión de la moderna TV Cable.

Carlos Fernando Pilco Zúñiga

cfpz37@hotmail.com

09/04/2012

CAPÍTULO 6.

BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. BIBLIOGRAFÍA.

6.1.1. CAPÍTULO 1

LIBROS

- [L1]** Modern Cable Television Technology: Video, Voice, and Data Communications. Second Edition. 2004.
- [L2]** Introduction to Cable Television: Analog and Digital Cable Television and Modems. Second Edition.2003.
- [L3]** Manual de telecomunicaciones. Telefónica.2000.
- [L4]** Cable Network Handbook. Cable Europe Labs. 2009.
- [L5]** Broadband Cable Access Network: The HFC Plant. Third Edition. 2009.

DOCUMENTOS, PAPERS Y ARTÍCULOS TÉCNICOS

- [D1]** Constitución de la Republica del Ecuador publicada en el Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008
- [D2]** Ley de Radiodifusión y Televisión publicada en el Registro Oficial No. 785 de 18 de abril de 1975 y sus Reformas publicadas en los Registros Oficiales No. 691 de 9 de mayo de 1995 y No. 699 de 7 de noviembre de 2002.
- [D3]** Reglamento para Sistemas de Audio y Video por Suscripción publicado en Registro Oficial No. 361 de 12 de enero de 2011.
- [D4]** Norma Técnica para el Servicio Analógico de Audio y Video por Suscripción bajo la Modalidad de Cable Físico publicada en el Registro Oficial No. 364 de 20 de junio de 2008.

PRESENTACIONES

- [P1]** Telecommunications System and applications. Cable Television Fundamentals 08es.110mb.com/docs/tsa_cable_tv.ppt

- [P2] Diferentes arquitecturas utilizadas en redes CATV
www.andinalink.com/es/exhibit/2003/.../catv/arquitecturas_redes_catv.ppt

TESIS

- [T1] Estudio del streaming de audio y video sobre redes heterogéneas.
 Universidad Carlos III de Madrid. 2010.

SITIOS WEB

- [1] Definiciones y Términos de la UIT
<http://www.itu.int/>
- [2] Superintendencia de Telecomunicaciones
<http://www.supertel.gob.ec/>
- [3] CATV
<http://www.therealcableguy.com/>
- [4] Redes de híbridas fibra coaxial HFC
<http://www.slideshare.net/ARVEIGALVIS/hfc1>
- [5] Sistema WDM
<http://conocimientosdwdmtechnology.blogspot.com/2010/07/comunicaciones-opticas.html>

6.1.2. CAPÍTULO 2

LIBROS

- [L1] Digital Television: Technology and Standards. First Edition. 2007
- [L2] Digital Television System. First Edition. 2009
- [L3] Digital Video and Audio Broadcasting: A practical engineering guide. Third Edition. 2010

DOCUMENTOS, PAPERS Y ARTÍCULOS TÉCNICOS

- [D1] Reglamento de Aplicación para la Incorporación de Canales de Televisión Abiertos al Público, en los Sistemas de Televisión por Cable del País; publicado en el Registro Oficial No. 318 de 21 de abril de 2004
- [D2] Notas de clase: Nuevas tecnologías en video y en televisión. UCLM.2002.

PRESENTACIONES

- [P1] SBTVD: Sistema Brasileño de Televisión Digital basado en ISDB-T (Japón).
http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/eventos/olimpio_franco.pdf
- [P2] Interactive Data Broadcasting Service using ISDB
http://www.dibeg.org/news/previous_doc/0008BrazilSET/Interactive.PDF

SITIOS WEB

- [1] Definiciones y Términos de la UIT
<http://www.itu.int/>
- [2] DVB
<http://www.dvb.org/>
- [3] SBTVD
<http://www.forumsbtvd.org.br/>
- [4] ISDB-C
<http://www.nhk.or.jp/str/publica/bt/en/pa0007.html>

6.1.3. CAPÍTULO 3

LIBROS

- [L1] Introduction to cable television (CATV): Analog and Digital Cable Television end Modems. Second Edition. 2007.

DOCUMENTOS, PAPERS Y ARTÍCULOS TÉCNICOS

- [D1] Televisión digital
<http://issuu.com/superlolis/docs/tvdtv2010version5.0>

PRESENTACIONES

- [P1] PHILIPS
www.tv-anytime.org/ftp/.../Philips_TVA_EPG_LowCost_STB_EN.p

SITIOS WEB

- [1] Definiciones y Términos de la UIT <http://www.itu.int/>
- [2] DVB
<http://www.dvb.org/>

- [3] JCTEA
<http://www.catv.or.jp/jctea/english/index.html>
- [4] Next TV LATAM
<http://www.nextvlatam.com/Nota.aspx?IdContenido=1793>
- [5] Latinoamericana TCA
<http://www.latinotca.com.ar/ecu/listaprod.php?f=200>
- [6] TUVES
http://www.tuves.net/index.php?option=com_content&view=article&id=148&Itemid=181

6.1.4. CAPÍTULO 4

LIBROS

- [L1] Digital Video and Audio Broadcasting: A practical engineering guide. Third Edition. 2010

SITIOS WEB

- [1] Definiciones y Términos de la UIT
<http://www.itu.int/>
- [2] DVB
<http://www.dvb.org/>
- [3] ROHDE&SCHWARZ
<http://www2.rohde-schwarz.com/en/>

6.2. ANEXOS

6.2.1. CAPÍTULO 1

6.2.1.1. ANEXO I: Sistemas de TV Cable en Ecuador a marzo de 2011. [SUPERTEL]

No.	Provincia	Numero de sistemas autorizados	No.	Provincia	Numero de sistemas autorizados
1	Azuay	17	13	Los Ríos	15
2	Bolívar	7	14	Manabí	19
3	Cañar	5	15	Morona Santiago	10
4	Carchi	8	16	Napo	6
5	Chimborazo	8	17	Orellana	4
6	Cotopaxi	6	18	Pastaza	3
7	El Oro	21	19	Pichincha	20
8	Esmeraldas	14	20	Santa Elena	2
9	Galápagos	0	21	Santo Domingo de los Tsachilas	4
10	Guayas	20	22	Sucumbíos	10
11	Imbabura	10	23	Tungurahua	5
12	Loja	18	24	Zamora Chinchipe	8

6.2.1.2. ANEXO II: Canalización de los modernos sistemas de TV Cable. [L1]

Channel	Channel Edge		Analog Picture Carrier			Digital Carrier						
	Low (MHz) (Standard and IRC)	High (MHz) (IRC)	Note	STD (MHz)	IRC (MHz)	HRC (MHz)	STD B/ 16VSB (MHz)	STD QAM (MHz)	IRC B/ 16VSB (MHz)	IRC QAM (MHz)	HRC B/16VSB (MHz)	HRC QAM
1	72.0000	76.0000	+++		73.2625	72.0036			72.3100	75.0000	71.0600	73.7500
2	54.0000	60.0000		55.2500	55.2625	54.0027	54.3100	57.0000	54.3100	57.0000	53.0600	55.7500
3	60.0000	66.0000		61.2500	61.2625	60.0030	60.3100	63.0000	60.3100	63.0000	59.0600	61.7500
4	66.0000	72.0000		67.2500	67.2625	66.0033	66.3100	69.0000	66.3100	69.0000	65.0600	67.7500
5	76.0000	82.0000		77.2500	79.2625	78.0039	76.3100	79.0000	78.3100	81.0000	77.0600	79.7500
6	82.0000	88.0000		83.2500	85.2625	84.0042	82.3100	85.0000	84.3100	87.0000	83.0600	85.7500
7	174.0000	180.0000		175.2500	175.2625	174.0087	174.3100	177.0000	174.3100	177.0000	173.0600	175.7500
8	180.0000	186.0000		181.2500	181.2625	180.0090	180.3100	183.0000	180.3100	183.0000	179.0600	181.7500
9	186.0000	192.0000		187.2500	187.2625	186.0093	186.3100	189.0000	186.3100	189.0000	185.0600	187.7500
10	192.0000	198.0000		193.2500	193.2625	192.0096	192.3100	195.0000	192.3100	195.0000	191.0600	193.7500
11	198.0000	204.0000		199.2500	199.2625	198.0099	198.3100	201.0000	198.3100	201.0000	197.0600	199.7500
12	204.0000	210.0000		205.2500	205.2625	204.0102	204.3100	207.0000	204.3100	207.0000	203.0600	205.7500
13	210.0000	216.0000		211.2500	211.2625	210.0105	210.3100	213.0000	210.3100	213.0000	209.0600	211.7500
14	120.0000	126.0000		121.2625	121.2625	120.0060	120.3100	123.0000	120.3100	123.0000	119.0600	121.7500
15	126.0000	132.0000		127.2625	127.2625	126.0063	126.3100	129.0000	126.3100	129.0000	125.0600	127.7500
16	132.0000	138.0000		133.2625	133.2625	132.0066	132.3100	135.0000	132.3100	135.0000	131.0600	133.7500
17	138.0000	144.0000		139.2500	139.2625	138.0069	138.3100	141.0000	138.3100	141.0000	137.0600	139.7500
18	144.0000	150.0000		145.2500	145.2625	144.0072	144.3100	147.0000	144.3100	147.0000	143.0600	145.7500
19	150.0000	156.0000		151.2500	151.2625	150.0075	150.3100	153.0000	150.3100	153.0000	149.0600	151.7500
20	156.0000	162.0000		157.2500	157.2625	156.0078	156.3100	159.0000	156.3100	159.0000	155.0600	157.7500
21	162.0000	168.0000		163.2500	163.2625	162.0081	162.3100	165.0000	162.3100	165.0000	161.0600	163.7500
22	168.0000	174.0000		169.2500	169.2625	168.0084	168.3100	171.0000	168.3100	171.0000	167.0600	169.7500
23	216.0000	222.0000		217.2500	217.2625	216.0108	216.3100	219.0000	216.3100	219.0000	215.0600	217.7500
24	222.0000	228.0000		223.2500	223.2625	222.0111	222.3100	225.0000	222.3100	225.0000	221.0600	223.7500
25	228.0000	234.0000		229.2625	229.2625	228.0114	228.3100	231.0000	228.3100	231.0000	227.0600	229.7500
26	234.0000	240.0000		235.2625	235.2625	234.0117	234.3100	237.0000	234.3100	237.0000	233.0600	235.7500
27	240.0000	246.0000		241.2625	241.2625	240.0120	240.3100	243.0000	240.3100	243.0000	239.0600	241.7500
28	246.0000	252.0000		247.2625	247.2625	246.0123	246.3100	249.0000	246.3100	249.0000	245.0600	247.7500
29	252.0000	258.0000		253.2625	253.2625	252.0126	252.3100	255.0000	252.3100	255.0000	251.0600	253.7500
30	258.0000	264.0000		259.2625	259.2625	258.0129	258.3100	261.0000	258.3100	261.0000	257.0600	259.7500
31	264.0000	270.0000		265.2625	265.2625	264.0132	264.3100	267.0000	264.3100	267.0000	263.0600	265.7500
32	270.0000	276.0000		271.2625	271.2625	270.0135	270.3100	273.0000	270.3100	273.0000	269.0600	271.7500
33	276.0000	282.0000		277.2625	277.2625	276.0138	276.3100	279.0000	276.3100	279.0000	275.0600	277.7500
34	282.0000	288.0000		283.2625	283.2625	282.0141	282.3100	285.0000	282.3100	285.0000	281.0600	283.7500
35	288.0000	294.0000		289.2625	289.2625	288.0144	288.3100	291.0000	288.3100	291.0000	287.0600	289.7500
36	294.0000	300.0000		295.2625	295.2625	294.0147	294.3100	297.0000	294.3100	297.0000	293.0600	295.7500
37	300.0000	306.0000		301.2625	301.2625	300.0150	300.3100	303.0000	300.3100	303.0000	299.0600	301.7500
38	306.0000	312.0000		307.2625	307.2625	306.0153	306.3100	309.0000	306.3100	309.0000	305.0600	307.7500
39	312.0000	318.0000		313.2625	313.2625	312.0156	312.3100	315.0000	312.3100	315.0000	311.0600	313.7500
40	318.0000	324.0000		319.2625	319.2625	318.0159	318.3100	321.0000	318.3100	321.0000	317.0600	319.7500
41	324.0000	330.0000		325.2625	325.2625	324.0162	324.3100	327.0000	324.3100	327.0000	323.0600	325.7500
42	330.0000	336.0000		331.2750	331.2750	330.0165	330.3100	333.0000	330.3100	333.0000	329.0600	331.7500
43	336.0000	342.0000		337.2625	337.2625	336.0168	336.3100	339.0000	336.3100	339.0000	335.0600	337.7500
44	342.0000	348.0000		343.2625	343.2625	342.0171	342.3100	345.0000	342.3100	345.0000	341.0600	343.7500
45	348.0000	354.0000		349.2625	349.2625	348.0174	348.3100	351.0000	348.3100	351.0000	347.0600	349.7500
46	354.0000	360.0000		355.2625	355.2625	354.0177	354.3100	357.0000	354.3100	357.0000	353.0600	355.7500
47	360.0000	366.0000		361.2625	361.2625	360.0180	360.3100	363.0000	360.3100	363.0000	359.0600	361.7500
48	366.0000	372.0000		367.2625	367.2625	366.0183	366.3100	369.0000	366.3100	369.0000	365.0600	367.7500
49	372.0000	378.0000		373.2625	373.2625	372.0186	372.3100	375.0000	372.3100	375.0000	371.0600	373.7500
50	378.0000	384.0000		379.2625	379.2625	378.0189	378.3100	381.0000	378.3100	381.0000	377.0600	379.7500
51	384.0000	390.0000		385.2625	385.2625	384.0192	384.3100	387.0000	384.3100	387.0000	383.0600	385.7500
52	390.0000	396.0000		391.2625	391.2625	390.0195	390.3100	393.0000	390.3100	393.0000	389.0600	391.7500
53	396.0000	402.0000		397.2625	397.2625	396.0198	396.3100	399.0000	396.3100	399.0000	395.0600	397.7500
54	402.0000	408.0000		403.2500	403.2625	402.0201	402.3100	405.0000	402.3100	405.0000	401.0600	403.7500
55	408.0000	414.0000		409.2500	409.2625	408.0204	408.3100	411.0000	408.3100	411.0000	407.0600	409.7500

Channel	Channel Edge		Analog Picture Carrier						Digital Carrier			
	Low (MHz)	High (MHz)	Note	STD (MHz)	IRC (MHz)	HRC (MHz)	STD B/16VSB (MHz)	STD QAM (MHz)	IRC B/16VSB (MHz)	IRC QAM (MHz)	HRC B/16VSB (MHz)	HRC QAM
	(Standard and IRC)	(IRC)										
56	414.0000	420.0000		415.2500	415.2625	414.0207	414.3100	417.0000	414.3100	417.0000	413.0600	415.7500
57	420.0000	426.0000		421.2500	421.2625	420.0210	420.3100	423.0000	420.3100	423.0000	419.0600	421.7500
58	426.0000	432.0000		427.2500	427.2625	426.0213	426.3100	429.0000	426.3100	429.0000	425.0600	427.7500
59	432.0000	438.0000		433.2500	433.2625	432.0216	432.3100	435.0000	432.3100	435.0000	431.0600	433.7500
60	438.0000	444.0000		439.2500	439.2625	438.0219	438.3100	441.0000	438.3100	441.0000	437.0600	439.7500
61	444.0000	450.0000		445.2500	445.2625	444.0222	444.3100	447.0000	444.3100	447.0000	443.0600	445.7500
62	450.0000	456.0000		451.2500	451.2625	450.0225	450.3100	453.0000	450.3100	453.0000	449.0600	451.7500
63	456.0000	462.0000		457.2500	457.2625	456.0228	456.3100	459.0000	456.3100	459.0000	455.0600	457.7500
64	462.0000	468.0000		463.2500	463.2625	462.0231	462.3100	465.0000	462.3100	465.0000	461.0600	463.7500
65	468.0000	474.0000		469.2500	469.2625	468.0234	468.3100	471.0000	468.3100	471.0000	467.0600	469.7500
66	474.0000	480.0000		475.2500	475.2625	474.0237	474.3100	477.0000	474.3100	477.0000	473.0600	475.7500
67	480.0000	486.0000		481.2500	481.2625	480.0240	480.3100	483.0000	480.3100	483.0000	479.0600	481.7500
68	486.0000	492.0000		487.2500	487.2625	486.0243	486.3100	489.0000	486.3100	489.0000	485.0600	487.7500
69	492.0000	498.0000		493.2500	493.2625	492.0246	492.3100	495.0000	492.3100	495.0000	491.0600	493.7500
70	498.0000	504.0000		499.2500	499.2625	498.0249	498.3100	501.0000	498.3100	501.0000	497.0600	499.7500
71	504.0000	510.0000		505.2500	505.2625	504.0252	504.3100	507.0000	504.3100	507.0000	503.0600	505.7500
72	510.0000	516.0000		511.2500	511.2625	510.0255	510.3100	513.0000	510.3100	513.0000	509.0600	511.7500
73	516.0000	522.0000		517.2500	517.2625	516.0258	516.3100	519.0000	516.3100	519.0000	515.0600	517.7500
74	522.0000	528.0000		523.2500	523.2625	522.0261	522.3100	525.0000	522.3100	525.0000	521.0600	523.7500
75	528.0000	534.0000		529.2500	529.2625	528.0264	528.3100	531.0000	528.3100	531.0000	527.0600	529.7500
76	534.0000	540.0000		535.2500	535.2625	534.0267	534.3100	537.0000	534.3100	537.0000	533.0600	535.7500
77	540.0000	546.0000		541.2500	541.2625	540.0270	540.3100	543.0000	540.3100	543.0000	539.0600	541.7500
78	546.0000	552.0000		547.2500	547.2625	546.0273	546.3100	549.0000	546.3100	549.0000	545.0600	547.7500
79	552.0000	558.0000		553.2500	553.2625	552.0276	552.3100	555.0000	552.3100	555.0000	551.0600	553.7500
80	558.0000	564.0000		559.2500	559.2625	558.0279	558.3100	561.0000	558.3100	561.0000	557.0600	559.7500
81	564.0000	570.0000		565.2500	565.2625	564.0282	564.3100	567.0000	564.3100	567.0000	563.0600	565.7500
82	570.0000	576.0000		571.2500	571.2625	570.0285	570.3100	573.0000	570.3100	573.0000	569.0600	571.7500
83	576.0000	582.0000		577.2500	577.2625	576.0288	576.3100	579.0000	576.3100	579.0000	575.0600	577.7500
84	582.0000	588.0000		583.2500	583.2625	582.0291	582.3100	585.0000	582.3100	585.0000	581.0600	583.7500
85	588.0000	594.0000		589.2500	589.2625	588.0294	588.3100	591.0000	588.3100	591.0000	587.0600	589.7500
86	594.0000	600.0000		595.2500	595.2625	594.0297	594.3100	597.0000	594.3100	597.0000	593.0600	595.7500
87	600.0000	606.0000		601.2500	601.2625	600.0300	600.3100	603.0000	600.3100	603.0000	599.0600	601.7500
88	606.0000	612.0000		607.2500	607.2625	606.0303	606.3100	609.0000	606.3100	609.0000	605.0600	607.7500
89	612.0000	618.0000		613.2500	613.2625	612.0306	612.3100	615.0000	612.3100	615.0000	611.0600	613.7500
90	618.0000	624.0000		619.2500	619.2625	618.0309	618.3100	621.0000	618.3100	621.0000	617.0600	619.7500
91	624.0000	630.0000		625.2500	625.2625	624.0312	624.3100	627.0000	624.3100	627.0000	623.0600	625.7500
92	630.0000	636.0000		631.2500	631.2625	630.0315	630.3100	633.0000	630.3100	633.0000	629.0600	631.7500
93	636.0000	642.0000		637.2500	637.2625	636.0318	636.3100	639.0000	636.3100	639.0000	635.0600	637.7500
94	642.0000	648.0000		643.2500	643.2625	642.0321	642.3100	645.0000	642.3100	645.0000	641.0600	643.7500
95	90.0000	96.0000		91.2500	91.2625	90.0045	90.3100	93.0000	90.3100	93.0000	89.0600	91.7500
96	96.0000	102.0000		97.2500	97.2625	96.0048	96.3100	99.0000	96.3100	99.0000	95.0600	97.7500
97	102.0000	108.0000		103.2500	103.2625	102.0051	102.3100	105.0000	102.3100	105.0000	101.0600	103.7500
98	108.0000	114.0000		109.2750	109.2750	108.0250	108.3100	111.0000	108.3100	111.0000	107.0600	109.7500
99	114.0000	120.0000		115.2750	115.2750	114.0250	114.3100	117.0000	114.3100	117.0000	113.0600	115.7500
100	648.0000	654.0000		649.2500	649.2625	648.0324	648.3100	651.0000	648.3100	651.0000	647.0600	649.7500
101	654.0000	660.0000		655.2500	655.2625	654.0327	654.3100	657.0000	654.3100	657.0000	653.0600	655.7500
102	660.0000	666.0000		661.2500	661.2625	660.0330	660.3100	663.0000	660.3100	663.0000	659.0600	661.7500
103	666.0000	672.0000		667.2500	667.2625	666.0333	666.3100	669.0000	666.3100	669.0000	665.0600	667.7500
104	672.0000	678.0000		673.2500	673.2625	672.0336	672.3100	675.0000	672.3100	675.0000	671.0600	673.7500
105	678.0000	684.0000		679.2500	679.2625	678.0339	678.3100	681.0000	678.3100	681.0000	677.0600	679.7500
106	684.0000	690.0000		685.2500	685.2625	684.0342	684.3100	687.0000	684.3100	687.0000	683.0600	685.7500
107	690.0000	696.0000		691.2500	691.2625	690.0345	690.3100	693.0000	690.3100	693.0000	689.0600	691.7500
108	696.0000	702.0000		697.2500	697.2625	696.0348	696.3100	699.0000	696.3100	699.0000	695.0600	697.7500

Channel	Analog Picture Carrier						Digital Carrier					
	Channel Edge		Note	STD (MHz)	IRC (MHz)	HRC (MHz)	STD 8/ 16VSB (MHz)	STD QAM (MHz)	IRC 8/ 16VSB (MHz)	IRC QAM (MHz)	HRC 8/16VSB (MHz)	HRC QAM
	Low (MHz) (Standard and IRC)	High (MHz)										
109	702.0000	708.0000		703.2500	703.2625	702.0351	702.3100	705.0000	702.3100	705.0000	701.0600	703.7500
110	708.0000	714.0000		709.2500	709.2625	708.0354	708.3100	711.0000	708.3100	711.0000	707.0600	709.7500
111	714.0000	720.0000		715.2500	715.2625	714.0357	714.3100	717.0000	714.3100	717.0000	713.0600	715.7500
112	720.0000	726.0000		721.2500	721.2625	720.0360	720.3100	723.0000	720.3100	723.0000	719.0600	721.7500
113	726.0000	732.0000		727.2500	727.2625	726.0363	726.3100	729.0000	726.3100	729.0000	725.0600	727.7500
114	732.0000	738.0000		733.2500	733.2625	732.0366	732.3100	735.0000	732.3100	735.0000	731.0600	733.7500
115	738.0000	744.0000		739.2500	739.2625	738.0369	738.3100	741.0000	738.3100	741.0000	737.0600	739.7500
116	744.0000	750.0000		745.2500	745.2625	744.0372	744.3100	747.0000	744.3100	747.0000	743.0600	745.7500
117	750.0000	756.0000		751.2500	751.2625	750.0375	750.3100	753.0000	750.3100	753.0000	749.0600	751.7500
118	756.0000	762.0000		757.2500	757.2625	756.0378	756.3100	759.0000	756.3100	759.0000	755.0600	757.7500
119	762.0000	768.0000		763.2500	763.2625	762.0381	762.3100	765.0000	762.3100	765.0000	761.0600	763.7500
120	768.0000	774.0000		769.2500	769.2625	768.0384	768.3100	771.0000	768.3100	771.0000	767.0600	769.7500
121	774.0000	780.0000		775.2500	775.2625	774.0387	774.3100	777.0000	774.3100	777.0000	773.0600	775.7500
122	780.0000	786.0000		781.2500	781.2625	780.0390	780.3100	783.0000	780.3100	783.0000	779.0600	781.7500
123	786.0000	792.0000		787.2500	787.2625	786.0393	786.3100	789.0000	786.3100	789.0000	785.0600	787.7500
124	792.0000	798.0000		793.2500	793.2625	792.0396	792.3100	795.0000	792.3100	795.0000	791.0600	793.7500
125	798.0000	804.0000		799.2500	799.2625	798.0399	798.3100	801.0000	798.3100	801.0000	797.0600	799.7500
126	804.0000	810.0000		805.2500	805.2625	804.0402	804.3100	807.0000	804.3100	807.0000	803.0600	805.7500
127	810.0000	816.0000		811.2500	811.2625	810.0405	810.3100	813.0000	810.3100	813.0000	809.0600	811.7500
128	816.0000	822.0000		817.2500	817.2625	816.0408	816.3100	819.0000	816.3100	819.0000	815.0600	817.7500
129	822.0000	828.0000		823.2500	823.2625	822.0411	822.3100	825.0000	822.3100	825.0000	821.0600	823.7500
130	828.0000	834.0000		829.2500	829.2625	828.0414	828.3100	831.0000	828.3100	831.0000	827.0600	829.7500
131	834.0000	840.0000		835.2500	835.2625	834.0417	834.3100	837.0000	834.3100	837.0000	833.0600	835.7500
132	840.0000	846.0000		841.2500	841.2625	840.0420	840.3100	843.0000	840.3100	843.0000	839.0600	841.7500
133	846.0000	852.0000		847.2500	847.2625	846.0423	846.3100	849.0000	846.3100	849.0000	845.0600	847.7500
134	852.0000	858.0000		853.2500	853.2625	852.0426	852.3100	855.0000	852.3100	855.0000	851.0600	853.7500
135	858.0000	864.0000		859.2500	859.2625	858.0429	858.3100	861.0000	858.3100	861.0000	857.0600	859.7500
136	864.0000	870.0000		865.2500	865.2625	864.0432	864.3100	867.0000	864.3100	867.0000	863.0600	865.7500
137	870.0000	876.0000		871.2500	871.2625	870.0435	870.3100	873.0000	870.3100	873.0000	869.0600	871.7500
138	876.0000	882.0000		877.2500	877.2625	876.0438	876.3100	879.0000	876.3100	879.0000	875.0600	877.7500
139	882.0000	888.0000		883.2500	883.2625	882.0441	882.3100	885.0000	882.3100	885.0000	881.0600	883.7500
140	888.0000	894.0000		889.2500	889.2625	888.0444	888.3100	891.0000	888.3100	891.0000	887.0600	889.7500
141	894.0000	900.0000		895.2500	895.2625	894.0447	894.3100	897.0000	894.3100	897.0000	893.0600	895.7500
142	900.0000	906.0000		901.2500	901.2625	900.0450	900.3100	903.0000	900.3100	903.0000	899.0600	901.7500
143	906.0000	912.0000		907.2500	907.2625	906.0453	906.3100	909.0000	906.3100	909.0000	905.0600	907.7500
144	912.0000	918.0000		913.2500	913.2625	912.0456	912.3100	915.0000	912.3100	915.0000	911.0600	913.7500
145	918.0000	924.0000		919.2500	919.2625	918.0459	918.3100	921.0000	918.3100	921.0000	917.0600	919.7500
146	924.0000	930.0000		925.2500	925.2625	924.0462	924.3100	927.0000	924.3100	927.0000	923.0600	925.7500
147	930.0000	936.0000		931.2500	931.2625	930.0465	930.3100	933.0000	930.3100	933.0000	929.0600	931.7500
148	936.0000	942.0000		937.2500	937.2625	936.0468	936.3100	939.0000	936.3100	939.0000	935.0600	937.7500
149	942.0000	948.0000		943.2500	943.2625	942.0471	942.3100	945.0000	942.3100	945.0000	941.0600	943.7500
150	948.0000	954.0000		949.2500	949.2625	948.0474	948.3100	951.0000	948.3100	951.0000	947.0600	949.7500
151	954.0000	960.0000	++	955.2500	955.2625	954.0477	954.3100	957.0000	954.3100	957.0000	953.0600	955.7500
152	960.0000	966.0000	++	961.2500	961.2625	960.0480	960.3100	963.0000	960.3100	963.0000	959.0600	961.7500
153	966.0000	972.0000	++	967.2500	967.2625	966.0483	966.3100	969.0000	966.3100	969.0000	965.0600	967.7500
154	972.0000	978.0000		973.2500	973.2625	972.0486	972.3100	975.0000	972.3100	975.0000	971.0600	973.7500
155	978.0000	984.0000		979.2500	979.2625	978.0489	978.3100	981.0000	978.3100	981.0000	977.0600	979.7500
156	984.0000	990.0000		985.2500	985.2625	984.0492	984.3100	987.0000	984.3100	987.0000	983.0600	985.7500
157	990.0000	996.0000		991.2500	991.2625	990.0495	990.3100	993.0000	990.3100	993.0000	989.0600	991.7500
158	996.0000	1002.0000		997.2500	997.2625	996.0498	996.3100	999.0000	996.3100	999.0000	995.0600	997.7500

++ These channels have been used as the 1ST IF in a few TVs. The use of these frequencies may result in interference on these TVs.

+++ Channel 1 is the gap between channels 4 and 5. It is only 4 MHz wide in the standard plan and is not used for television signals. In the HRC and IRC plants it opens to 6 MHz and may be used for television transmissions.

* Excluded from comb due to FCC offset in analog HRC.

6.2.1.3. ANEXO III: Servicios que pueden ofrecer los modernos sistemas de TV Cable. ^[T1]

Servicio	Requerimientos	Otras características
Televisión analógica	Ancho de banda de 6MHz	De acuerdo a la norma de Estados Unidos de América, denominada NTSC.
Televisión digital	2Mbps de capacidad en el flujo downstream (video comprimido) para televisión en definición estándar (SDTV) y de 6Mbps a 8Mbps para televisión en definición mejorada (EDTV)	Con la técnica de compresión MPEG-2 y modulación digital QAM se puede transportar hasta 10 programas de televisión digital en el mismo ancho de banda que ocupa un programa de televisión analógica. El video digital permite ofrecer servicios adicionales como PPV y VoD.
VoD	3Mbps de capacidad en el flujo downstream y una pequeña capacidad en el flujo upstream que permita interactividad, esto es, alrededor de 10Kbps	Se requiere un servidor de emisión (playout)
Audio digital	1Mbps de capacidad en el flujo downstream.	Se puede utilizar técnicas de compresión que permiten reducir la capacidad requerida de 1.4Mbps a 384Kbps para audio con calidad de CD.
HDTV	10Mbps de capacidad en el flujo downstream.	Usando la técnica de compresión MPEG-4.
Telefonía	600Kbps de capacidad tanto en flujo downstream como en el flujo upstream.	Se puede utilizar técnicas de compresión.
Internet	100Kbps a 100Mbps de capacidad tanto en el flujo downstream como en el flujo upstream	Generalmente el tráfico es tipo ráfaga.
Videoconferencia	100kbps de capacidad tanto en el flujo downstream como en el flujo upstream	Hay aplicaciones de baja calidad en internet, sin embargo, las redes de TV Cable pueden ofrecer un servicio de mejor calidad empleando capacidades entre 100kbps y 1Mbps.
Videojuegos	De 1Mbps a 2Mbps de capacidad en el flujo downstream y de 16kbps a 64kbps en el flujo upstream	Algunos sistemas de TV Cable pueden no requerir capacidad en el flujo upstream ya que los juegos se envían y almacenan en el set-top box
Telemetría	1kbps de capacidad tanto en el flujo downstream como en el flujo upstream	Las redes de TV Cable también se pueden usar para monitoreo de vigilancia.

6.2.2. CAPÍTULO 2

6.2.2.1. ANEXO IV: Resumen de la norma UIT-R BO. 1516. [1]

Summary characteristics of digital multiprogramme TV systems by satellite

a) Function

	System A	System B	System C	System D
Delivered services	SDTV and HDTV	SDTV and HDTV	SDTV and HDTV	SDTV and HDTV
Input signal format	MPEG-TS	Modified MPEG-TS	MPEG-TS	MPEG-TS
Multiple input signal capability	No	No	No	Yes, 8 maximum
Rain fade survivability	Determined by transmitter power and inner code rate	Determined by transmitter power and inner code rate	Determined by transmitter power and inner code rate	Hierarchical transmission is available in addition to the transmitter power and inner code rate
Mobile reception	Not available and for future consideration			
Flexible assignment of services bit rate	Available	Available	Available	Available
Common receiver design with other receiver systems	Systems A, B, C and D are possible	Systems A, B, C and D are possible	Systems A, B, C and D are possible	Systems A, B, C and D are possible
Commonality with other media (i.e. terrestrial, cable, etc.)	MPEG-TS basis	MPEG-ES (elementary stream) basis	MPEG-TS basis	MPEG-TS basis
In service?	Yes	Yes	Yes	Yes
Total no. of the receivers (as of October 1999)	Millions	Millions	Millions	Figures for 2001 not yet available
Broadcasting station equipment	Available on the market			
Reference ITU-R Recommendations	Rec. ITU-R BO.1121 and Rec. ITU-R BO.1294	Rec. ITU-R BO.1294	Rec. ITU-R BO.1294	Rec. ITU-R BO.1408

TABLE 1 (continued)

b) Performance

	System A	System B	System C	System D
Net data rate (transmissible rate without parity)	Symbol rate (R_s) is not fixed. The following net data rates result from an example R_s of 27.776 Mbd: 1/2: 23.754 Mbits/s 2/3: 31.672 Mbits/s 3/4: 35.631 Mbits/s 5/6: 39.590 Mbits/s 7/8: 41.570 Mbits/s	1/2: 17.69 Mbits/s 2/3: 23.58 Mbits/s 6/7: 30.32 Mbits/s	19.5 Mbd 29.3 Mbd 5/11: 16.4 Mbits/s 24.5 Mbits/s 1/2: 18.0 Mbits/s 27.0 Mbits/s 3/5: 21.0 Mbits/s 32.4 Mbits/s 2/3: 24.0 Mbits/s 36.0 Mbits/s 3/4: 27.0 Mbits/s 40.5 Mbits/s 4/5: 28.8 Mbits/s 43.2 Mbits/s 5/6: 30.0 Mbits/s 45.0 Mbits/s 7/8: 31.5 Mbits/s 47.2 Mbits/s	Up to 52.2 Mbits/s (at a symbol rate of 28.86 Mbd)
Upward extensibility	Yes	Yes	Yes	Yes
HDTV capability	Yes	Yes	Yes	Yes
Selectable conditional access	Yes	Yes	Yes	Yes

c) Technical characteristics (Transmission)

	System A	System B	System C	System D
Modulation scheme	QPSK	QPSK	QPSK	TC8-PSK/QPSK/BPSK
Symbol rate	Not specified	Fixed 20 Mbd	Variable 19.5 and 29.3 Mbd	Not specified (e.g. 28.86 Mbd)
Necessary bandwidth (-3 dB)	Not specified	24 MHz	19.5 and 29.3 MHz	Not specified (e.g. 28.86 MHz)
Roll-off rate	0.35 (raised cosine)	0.2 (raised cosine)	0.55 and 0.33 (4th order Butterworth filter)	0.35 (raised cosine)
Reed-Solomon outer code	(204,188, T=8)	(146,130, T=8)	(204,188, T=8)	(204,188, T=8)
Reed-Solomon generator	(255,239, T=8)	(255,239, T=8)	(255,239, T=8)	(255,239, T=8)
Reed-Solomon code generator polynomial	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{15})$ where $\alpha = \alpha_{255}$	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{15})$ where $\alpha = \alpha_{146}$	$(x + \alpha^1)(x + \alpha^2) \dots (x + \alpha^{16})$ where $\alpha = \alpha_{204}$	$(x + \alpha^0)(x + \alpha^1) \dots (x + \alpha^{15})$ where $\alpha = \alpha_{204}$

Rec. ITU-R BO.1516

Rec. ITU-R BO.1516

TABLE 1 (continued)

	System A	System B	System C	System D
Reed-Solomon field generator polynomial	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$
Randomization for energy dispersal	PRBS: $1 + x^{14} + x^{15}$	None	PRBS: $1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$ truncated for a period of 4894 bytes	PRBS: $1 + x^{14} + x^{15}$
Loading sequence into pseudo random binary sequence (PRBS) register	100101010000000	N.A.	0001 _h	100101010000000
Randomization point	Before RS encoder	N.A.	After RS encoder	After RS encoder
Interleaving	Convolutional, $I = 12, M = 17$ (Forney)	Convolutional, $N1 = 13, N2 = 146$ (Ramsey II)	Convolutional, $I = 12, M = 19$ (Forney)	Block (depth = 8)
Inner coding	Convolutional	Convolutional	Convolutional	Convolutional, Trellis (8-PSK: TCM 2/3)
Constraint length	$K = 7$	$K = 7$	$K = 7$	$K = 7$
Basic code	1/2	1/2	1/3	1/2
Generator polynomial	171, 133 (octal)	171, 133 (octal)	117, 135, 161 (octal)	171, 133 (octal)
Inner coding rate	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 2/3, 6/7	1/2, 2/3, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6, 5/11, 7/8	1/2, 3/4, 2/3, 5/6, 7/8
Transmission control	None	None	None	TMCC
Frame structure	None	None	None	48 slot/frame 8 frame/super frame
Packet size	188 bytes	130 bytes	188 bytes	188 bytes
Transport layer	MPEG-2	Non-MPEG	MPEG-2	MPEG-2
Satellite downlink frequency range	Originally designed for 11/12 GHz, not excluding other satellite frequency ranges	Originally designed for 11/12 GHz, not excluding other satellite frequency ranges	Originally designed for 11/12 GHz and 4 GHz satellite frequency ranges	Originally designed for 11/12 GHz, not excluding other satellite frequency ranges

TABLE 1 (end)

d) Technical characteristics (Source coding)

		System A	System B	System C	System D
Video source coding	Syntax	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2
	Levels	At least main level	At least main level	At least main level	From low level to high level
	Profiles	At least main profile	At least main profile	At least main profile	Main profile
Aspect ratios		4:3 16:9 (2.12:1 optionally)	4:3 16:9	4:3 16:9	4:3 16:9
Image supported formats		Not restricted, Recommended: 720 × 576 704 × 576 544 × 576 480 × 576 352 × 576 352 × 288	720 × 480 704 × 480 544 × 480 480 × 480 352 × 480 352 × 240 720 × 1280 1280 × 1024 1920 × 1080	720(704) × 576 720(704) × 480 528 × 480 528 × 576 352 × 480 352 × 576 352 × 288 352 × 240	1920 × 1080 1440 × 1080 1280 × 720 720 × 480 544 × 480 480 × 480 352 × 240* 176 × 120* (* for hierarchical transmission)
Frame rates at monitor (per s)		25	29.97	25 or 29.97	29.97 or 59.94
Audio source decoding		MPEG-2, Layers I and II	MPEG-1, Layer II; ATSC A/53 (AC3)	ATSC A/53 or MPEG-2 Layers I and II	MPEG-2 AAC
Service information		ETS 300 468	System B	ATSC A/56 SCTE DVS/011	ETS 300 468
EPG		ETS 300 707	System B	User selectable	User selectable
Teletext		Supported	Not specified	Not specified	User selectable
Subtitling		Supported	Supported	Supported	Supported
Closed caption		Not specified	Yes	Yes	Supported

6.2.2.2. ANEXO V: Resumen de la norma UIT-T J 83. ^[1]

Table 1/J.83 – Comparison of specifications in summary form indicating common features

Item		Annex B	Annex A	Annex C	Annex D	
Input signals		Modified MPEG-2 transport stream. A parity checksum is substituted for the sync byte, supplying improved packet delineation functionality, and error detection capability independent of the FEC layer. (See B.4.)	MPEG-2 transport Stream (See A.3, C.3, D.3.)			
Framing structure		An FEC frame consists of a 42- or 40-bit sync trailer following 60 or 88 RS blocks, with each block containing 128 symbols. An RS symbol consists of 7 bits. Thus, there is a total 53 802 or 78 888 bits in an FEC frame for 64- or 256-QAM respectively. (See B.5.3.)	The framing organization is based on the MPEG-2 transport packet structure. (See A.4, C.4, D.4.)			
Channel coding	Randomization	The 3-word polynomial for the PRBS: $x^3 + x + \alpha^3$ over GF 128. (See B.5.4.)	The 15-bit polynomial for the PRBS: $1 + x^{14} + x^{15}$ (See A.5.1, C.5.1.)	The 16-bit polynomial for the PRBS: $1 + x + x^3 + x^6 + x^7 + x^{11} + x^{12} + x^{13} + x^{16}$, (See D.5.1.)		
	FEC	Concatenated coding, RS (128, 122) GF 128 with convolutional coding. (See B.5.)	RS (204, 188) GF 256 (See A.5.2, C.5.2.)	RS (207, 187) GF 256 (See D.5.2.)		
	Interleaving	Convolutional interleaving depth: I = 128, 64, 32, 16, 8 J = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16. (See B.5.2.)	Convolutional interleaving, depth: I = 12. (See A.5.3, C.5.3.)	Convolutional interleaving, depth: I = 52. (See D.5.3.)		
Modulation	Byte to symbol mapping	See B.5.5.	See A.6, C.6.1.		See D.6.1.	
	Differential coding	See B.5.5.	See A.6, C.6.2.		None	
	Trellis coding	See B.5.5.	None			
	Bandwidth	6 MHz	8 MHz	6 MHz		
	Constellation	64- or 256-QAM Figure B.18 or B.19	16-, 32-, 64-QAM Figure A.7	64-QAM Figure C.7	2-, 4-, 8-, 16-VSB	
	Roll-off factor	18% or 12% for 64- or 256-QAM respectively. See B.6.1.	15% See A.7	13% See C.6.4	11.5% See D.6.3	
	Baseband filter characteristics	Table B.2	Figure A.8	Figure C.8	Figure D.11	

6.2.2.3. ANEXO VI: Modos de la técnica BST-OFDM de ISDTV. [L2]

	Mode					
	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
Bandwidth	$3\,000/7 = 428.57\text{ kHz}$					
Space between carriers	$250/63 = 3\,968\text{ kHz}$		$125/63 = 1\,984\text{ kHz}$		$125/126 = 0.992\text{ kHz}$	
No. of carriers						
Total	108	108	216	216	432	432
Data	96	96	192	192	432	432
SP	9	0	18	0	36	0
CP	0	1	0	1	0	1
TMCC	1	5	2	10	4	20
AC1	2	2	4	4	8	8
AC2	0	4	0	9	0	19
Modulation scheme	QPSK 16-QAM 64-QAM	DQPSK	QPSK 16-QAM 64-QAM	DQPSK	QPSK 16-QAM 64-QAM	DQPSK
Symbols per frame	204					
Symbol duration	252 μs		504 μs		1 008 μs	
Guard interval	63 μs (1/4) 31.5 μs (1/8) 15.75 μs (1/16) 7.875 μs (1/32)		126 μs (1/4) 63 μs (1/8) 31.5 μs (1/16) 15.75 μs (1/32)		252 μs (1/4) 126 μs (1/8) 63 μs (1/16) 31.5 μs (1/32)	
Frame duration	64.26 ms (1/4) 57.83 ms (1/8) 54.62 ms (1/16) 53.01 ms (1/32)		128.52 ms (1/4) 115.67 ms (1/8) 109.24 ms (1/16) 106.03 ms (1/32)		257.04 ms (1/4) 231.37 ms (1/8) 218.48 ms (1/16) 212.06 ms (1/32)	
IFFT sampling frequency	$512/63 = 8.126\,98\text{ MHz}$					
Inner code	Convolutional encoder (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)					
Outer code	RS (204,188)					

6.2.3. CAPÍTULO 3

6.2.3.1. ANEXO VII: STT DVB-C para sistemas de Sudamérica. [PROVEEDORES]



Features:

- 1) Fully MPEG-2 digital and DVB-C compliant
- 2) CAS support
- 3) ITU J.83 Annex A and Annex B support (WCD1510B)
- 4) Support advertising including logo opening page, menu and PIP (Picture in Picture)
- 5) Super fast teletext (OSD and VBI)
- 6) Multi languages EPG, teletext and DVB subtitle support
- 7) True color On Screen Display with multi languages
- 8) Up to 5,000 channels TV and Radio programmable
- 9) Variable Aspect Ratio (4:3, 16:9) with Pan Vector and Letter Box
- 10) Four search modes: Manual / NIT / All frequency / Advanced
- 11) 7 favorite channel groups setting, 10 timer setting and parental lock function
- 12) Electronic Games embedded
- 13) Software upgrades through RS232 port and over the cable
- 14) 18V/250mA DC output to down converter for MMDS system (Optional)
- 15) Support CAS including: Conax, Wellfly, Keyfly, Comvenient/Betacrypt, CTI & more

Switch language to help reading: **Español** ▼

6.2.3.2. ANEXO VIII: Desarrollo global y datos de DVB, 2009. [2]

Country	Pop. (000s)	TV HHs (000s)	TV sets (000s)	Analogue standard	DTT standard	DSO / ASO	Receivers			
							Free DTT (000s)	All DVB pay (000s)	All DVB free (000s)	DVB -C/C2
Afghanistan	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Albania	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Algeria	34,977	6,064	6,590	PAL	DVB-T	2009 / 2014	0	0	878	no yes
American Samoa	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Andorra	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Angola	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Antigua and Barbuda	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Argentina	40,134	10,272	19,246	PAL	ISDB-Tb/SBTVD	2010 / 2019	0	1,676	0	yes yes
Armenia	3,267	724	752	SECAM	DVB (planned adoption)	- / -	0	0	0	no no
Aruba	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Australia	21,875	7,944	19,559	PAL	DVB-T	2001 / 2013	7,883	2,766	7,978	yes yes
Austria	8,304	3,541	8,832	PAL	DVB-T	2006 / 2010	2,915	631	5,100	yes yes
Azerbaijan	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Bahamas	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Bahrain	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Barbados	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Belarus	9,480	3,167	4,160	SECAM	DVB-T	2010 / 2015	0	0	123	no yes
Belgium	10,806	4,497	10,691	PAL	DVB-T	2003 / 2011	324	1,365	663	yes yes
Belize	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Benin	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Bermuda	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Bhutan	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Bolivia	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-
Bosnia and Herzegovina	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Botswana	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Brazil	191,481	52,179	85,095	PAL-M	ISDB-Tb/SBTVD	2007 / 2016	468	4,527	0	yes yes
Brunei	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Bulgaria	7,569	2,874	3,664	PAL	DVB-T	2010 / 2012	0	672	129	yes yes
Burkina Faso	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Burundi	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Cambodia	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Cameroon	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Canada	33,690	12,246	30,427	NTSC	ATSC	2003 / 2011	5,361	5,512	0	no yes

Country	Pop. (000s)	TV HHS (000s)	TV sets (000s)	Analogue standard	DTT standard	DSO / ASO	Receivers				
							Free DTT (000s)	All DVB pay (000s)	All DVB free (000s)	DVB -C/C2	DVB -S/S2
Cape Verde	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Cayman Islands	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Central African Republic	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Chad	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Chile	16,984	4,683	8,712	NTSC	ISDB-Tb/SBTVD	2009 / 2017	0	1,202	0	yes	yes
China	1,334,740	388,204	389,858	PAL	DMB-T	2008 / 2018	3,293	63,162	0	yes	no
Colombia	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-	-
Comoros	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Costa Rica	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-	-
Côte d'Ivoire	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Croatia	4,436	1,494	2,341	PAL	DVB-T	2009 / 2011	324	0	661	no	yes
Cuba	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Cyprus	797	279	580	PAL	DVB-T	2009 / 2011	57	15	57	yes	yes
Czech_Republic	10,499	3,722	6,605	PAL	DVB-T	2005 / 2011	1,460	878	2,142	yes	yes
Dem. Rep. of Congo	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Denmark	5,511	2,479	4,570	PAL	DVB-T	2006 / 2009	990	1,152	1,026	yes	yes
Djibouti	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Dominica	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Dominican Republic	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Dubai	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
East Timor	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Ecuador	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-	-
Egypt	76,704	17,117	17,609	PAL/SECAM	DVB (planned adoption)	- / -	0	0	8,573	no	yes
El Salvador	-	-	-	-	ATSC	- / -	-	-	-	-	-
Equatorial Guinea	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Eritrea	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Estonia	1,340	602	954	PAL	DVB-T	2006 / 2012	111	112	149	yes	yes
Ethiopia	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Faroe Islands	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-	-
Fiji	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Finland	5,352	2,329	4,486	PAL	DVB-T	2001 / 2007	2,706	1,920	2,837	yes	yes
France	62,599	24,890	49,198	SECAM	DVB-T	2005 / 2011	19,422	8,509	21,314	yes	yes
French Guiana	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
French Polynesia	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-

Country	Pop. (000s)	TV HHs (000s)	TV sets (000s)	Analogue standard	DTT standard	DSO / ASO	Receivers			DVB -C/C2	DVB -S/S2
							Free DTT (000s)	All DVB pay (000s)	All DVB free (000s)		
Gabon	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Gambia	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Georgia	4,385	1,338	1,383	PAL	DVB (planned adoption)	- / -	0	0	55	no	yes
Germany	82,025	38,521	54,255	PAL	DVB-T	2003 / 2009	5,962	5,829	19,812	yes	yes
Ghana	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-	-
Greece	11,162	3,624	7,725	PAL	DVB-T	2008 / 2012	493	373	667	no	yes
Greenland	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Grenada	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Guadeloupe	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Guam	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Guatemala	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Guinea	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Guinea-Bissau	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Guyana	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Haiti	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Honduras	-	-	-	-	ATSC	- / -	-	-	-	-	-
Hong_Kong	7,065	2,282	6,040	PAL	DMB-T	2007 / 2012	1,126	1,000	0	yes	no
Hungary	10,011	3,522	5,638	PAL	DVB-T	2008 / 2012	189	948	304	yes	yes
Iceland	319	111	218	PAL	DVB-T	- / -	7	0	23	no	yes
India	1,199,062	127,617	142,629	PAL	DVB-T	- / -	0	21,427	6,002	yes	yes
Indonesia	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Iran	74,100	15,074	15,141	PAL/SECAM	DVB-T	2009 / -	0	0	0	no	no
Iraq	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Ireland	4,435	1,371	3,503	PAL	DVB-T	2010 / 2012	0	1,108	55	yes	yes
Israel	7,270	2,184	4,093	PAL	DVB-T	2009 / 2011	263	1,472	371	yes	yes
Italy	59,779	23,493	49,894	PAL	DVB-T	2004 / 2012	22,322	5,542	25,392	no	yes
Jamaica	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Japan	127,559	49,491	114,042	PAL	ISDB-T	2003 / 2011	44,606	2,626	0	yes	no
Jordan	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Kazakhstan	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Kenya	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-	-
Kiribati	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Kuwait	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Kyrgyzstan	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-

Country	Pop. (000s)	TV HHS (000s)	TV sets (000s)	Analogue standard	DTT standard	DSO / ASO	Receivers			
							Free DTT (000s)	All DVB pay (000s)	All DVB free (000s)	DVB -C/C2
Laos	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Latvia	2,261	880	1,285	PAL	DVB-T	2009 / 2010	17	118	52	yes
Lebanon	3,857	969	974	PAL	DVB (planned adoption)	- / -	0	0	0	no
Lesotho	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Liberia	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Libya	6,333	669	672	PAL	DVB (planned adoption)	- / -	0	0	0	no
Lithuania	3,335	1,220	1,844	PAL	DVB-T	2006 / 2012	125	172	166	yes
Luxembourg	495	182	748	PAL/SECAM	DVB-T	2006 / 2006	509	134	590	yes
Macau	-	-	-	-	T-DMB	- / -	-	-	-	-
Macedonia	2,061	502	583	PAL	DVB-T	2008 / 2012	22	0	24	no
Madagascar	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Malawi	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Malaysia	27,761	5,507	7,509	PAL	DVB-T	2010 / 2015	0	3,078	0	no
Maldives	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Mali	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Malta	416	130	252	PAL	DVB-T	2005 / 2010	75	106	90	yes
Marshall Islands	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Martinique	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Mauritania	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Mauritius	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Mayotte	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Mexico	107,551	22,705	34,246	NTSC	ATSC	2006 / 2021	0	4,186	0	yes
Micronesia	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Moldova	3,568	1,217	1,220	SECAM	DVB-T	- / -	0	0	57	no
Mongolia	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
Montenegro	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Morocco	31,703	5,825	5,835	SECAM	DVB-T	2007 / 2015	1,243	0	4,017	no
Mozambique	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Myanmar	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Namibia	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-
Nepal	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-
Netherlands	16,481	7,203	18,379	PAL	DVB-T	2003 / 2006	7,275	4,491	7,303	yes
Netherlands Antilles	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-
New Caledonia	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-

Country	Pop. (000s)	TV HHs (000s)	TV sets (000s)	Analogue standard	DTT standard	DSO / ASO	Receivers			DVB -C/C2	DVB -S/S2
							Free DTT (000s)	All DVB pay (000s)	All DVB free (000s)		
New_Zealand	4,321	1,576	3,260	PAL	DVB-T	2008 / 2014	172	836	402	yes	yes
Nicaragua	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Niger	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Nigeria	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
North_Korea	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Northern Mariana Isls.	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Norway	4,843	2,057	3,933	PAL	DVB-T	2007 / 2009	1,152	1,829	1,241	yes	yes
Oman	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Pakistan	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Palestinian territories	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Panama	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-	-
Papua New Guinea	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Paraguay	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-	-
Peru	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-	-
Philippines	-	-	-	-	ISDB-T	- / -	-	-	-	-	-
Poland	38,111	13,429	20,907	PAL	DVB-T	2009 / 2013	108	6,556	1,033	yes	yes
Portugal	10,644	3,794	6,913	PAL	DVB-T	2009 / 2012	493	1,427	578	yes	yes
Puerto Rico	-	-	-	-	ATSC	- / -	-	-	-	-	-
Qatar	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Republic of the Congo	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Réunion	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Romania	21,415	7,413	9,428	PAL	DVB-T	2010 / 2015	0	2,779	110	yes	yes
Russia	141,391	48,339	48,547	SECAM	DVB-T	2008 / 2015	0	6,965	1,498	yes	yes
Rwanda	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Saint Kitts and Nevis	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Saint Lucia	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Saint Vincent & Gren.	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Samoa	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
São Tome and Principe	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Saudi_Arabia	25,519	4,492	4,534	PAL/SECAM	DVB-T	2006 / -	0	0	7,173	no	yes
Senegal	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Serbia	7,382	2,668	3,256	PAL	DVB-T	2010 / 2012	0	214	90	no	yes
Seychelles	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Sierra Leone	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-

Country	Pop. (000s)	TV HHS (000s)	TV sets (000s)	Analogue standard	DTT standard	DSO / ASO	Receivers				
							Free DTT (000s)	All DVB pay (000s)	All DVB free (000s)	DVB -C/C2	DVB -S/S2
Vanuatu	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Venezuela	28,611	6,155	10,661	NTSC	ISDB-Tb/SBTVD	- / 2018	0	0	0	no	no
Vietnam	-	-	-	-	DVB-T	- / -	-	-	-	-	-
Western Sahara	-	-	-	-	Undecided	- / -	-	-	-	-	-
Yemen	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Zambia	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-
Zimbabwe	-	-	-	-	DVB (planned adoption)	- / -	-	-	-	-	-

Terms and definitions

- **TV households (hhs)** - the total number of households with at least one TV set
- **TV sets** - active installed base of TV sets
- **Analogue standard** - legacy technical transmission standard used for analogue TV; NTSC, PAL, SECAM
- **DTT standard** - digital terrestrial TV technical transmission standard deployed on the free-to-air platform; ATSC, DVB-T/T2, ISDB-T, T-DMB
- **DSO** - digital switch-on. Date of first digital free-to-air terrestrial transmission
- **ASO** - analogue switch off. Date of last analogue free-to-air terrestrial transmission
- **Receivers** - both set-top boxes and integrated digital TV sets capable of accessing a video transmission
- **Free DTT** - free-to-air digital terrestrial receivers active installed base
- **All DVB pay** - active installed base of pay TV receivers using DVB including pay satellite, cable and digital terrestrial - includes DVB-C/C2, -S/S2 and -T/T2 for pay TV operators
- **All DVB free** - active installed base of free-to-air TV receivers using DVB active installed base including free satellite and digital terrestrial - includes DVB-S/S2 and -T/T2 for free transmission
- **DVB-C/C2** - denotes the existence of any DVB-C/C2 transmission in the market
- **DVB-S/S2** - denotes the existence of any DVB-S/S2 transmission in the market

'Source: All data sourced Screen Digest;
International Monetary Fund for population data

6.2.3.3. ANEXO IV: Fichas técnicas de los equipos propuestos. [PROVEEDORES]

ENCODER H.264 SD NDS3224

Product Description

---DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHI) Powered by longshang.com .IT

4 in 1 MPEG4 H.264/AVC SD Encoder

Created Date:2011-09-23



Posted Date : 2011-05-04

Expiry Date : 2011-08-02

Min. Order Quantity : 1 Set(s)

Price Term : FOB

Port : Chengdu

Price : 1 - 5,000 USD/Set(s)

Payment Terms : T/T, Western Union

Production Capacity : 200 Set(s) Per Month

Delivery Time : immediately stock.

Packaging Details : carton box

Brief Product Description

4 in 1 MPEG4 H.264/AVC SD Encoder

1.4 CVBS inputs and 1 ASI input;

2.built-in multiplexer;

3.2 ASI outputs and IP output;

Product Attributes

Place of Origin	Sichuan China (Mainland)
Brand Name	Desal
Model Number	NDS3224
Color	black
Dimensions	482mm*455mm*44.5mm
Weight	3.5KG
CE Certification NO.	NO. A03100219
CB Certification NO.	NO. CB0010510
Control	NMS/LCD
Encoding format	MPEG-4
Hardware type	SD

Detailed Product Description

Product Description

---DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHI  PREFERRED BY  .TD.

Input 4x times; CVBS inputs, BNC interface 4 pairs unbalanced stereo audio inputs, BNC interface 1x times; ASI input, BNC interface Video Resolution 720x times: 480_50i, 720x times: 576_50i Encoding H.264/AVC High Profile Level 3.0 Bit rate 0.8Mbps~20Mbps each channel Rate Control CBR/VBR GOP Structure IBBP Advanced Pretreatment De-interlacing, noise reduction, sharpening Audio Encoding MPEG-1 Layer 2 Sampling rate 48KHz, 44.1KHz Resolution 24 bit Bitrate 64Kb/s~384Kb/s (each channel) Multiplexing 1 ASI input multiplexed with local 4 channels TS Stream output 2x times; ASI outputs, BNC interface MPTS over UDP, 10/100Base-T Ethernet interface (UDP unicast / multicast) System function LCD/keyboard operating, NMS support, Chinese-English control interface Ethernet software upgrade General Dimensions (WxDxD) 482mm x 455mm x 44.5mm Approx weight 6Kg Temperature range 0~45 deg.C (Operating), -20~80 deg.C (Storage) Power requirements AC 110V & plus min: 10%, 50/60Hz or AC 220V & plus min: 10%, 50/60Hz Power consumption 17.6W 4 in 1 MPEG4/AVC H.264 SD Encoder Outline The DEXIN NDS3224 4 in 1 MPEG4/AVC H.264 SD Encoder is a professional SD audio & video encoding and multiplexing device with powerful functionality. It has 4 channel CVBS video and unbalanced audio input interfaces, supporting MPEG4 H.264/AVC High Profile code format. This device can simultaneously encode 4 channel SD audio & video; moreover, it has an ASI input and can multiplex the input TS with the 4 encoded SPTS to generate a MPTS output. Also, the PSI/SI information can be inserted into MPTS output. In conclusion, its high integrated and cost effective design makes the device widely used in varieties of digital distribution systems such as CATV digital head-end, satellite and terrestrial digital TV, etc. Features H.264/AVC High Profile Level 3.0 video encoding support, advanced video pretreatment algorithm MPEG1 Audio Layer 2, AAC (optional) 4 CVBS video inputs 4 pairs unbalanced stereo audio inputs 1 ASI input multiplexing support Multiplexed MPTS ASI output support Multiplexed MPTS over UDP (unicast/multicast) output PAL, NTSC SD video formats support LCD / keyboard operating NMS support

Company Profile

DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD. (Former Desai Electronic Technology (Sichuan) Co., Ltd) was established in 1994. As one of the most famous professional Digital TV Head-end Manufacture with 16 years history in Chengdu, China. DEXIN is the wholly owned subsidiary of DESAI GROUP, with 10 million registered capitals. The company is a high-tech enterprise dedicated to research, manufacture, and sales service of Digital TV & Broadcast Network products. It has a strong research team with plenty of experienced seniors & middle professionals. DEXIN focus on DVB-T/C/S/S2, ISDB-T/TB, ATSC-T solutions, and also has succeeded in researching a series of HD & IP TV products to provide a perfect HD & IP solution.

DEXIN keeps increasing its domestic & overseas markets, and makes a great contribution to the CATV. Nowadays, our products are not only hot sales in domestic market, but also reach South-east Asia, Europe, Russia, North/South America, Middle-east Asia, Africa, and most of the country & area. We also have got the perfect customers feedback, prompt market share. The sales turnover in 2009 is 15 million USD

Company Name : DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHENGDU) CO.,LTD.
Contact Name : Ronnie Fan
Tel : 86-28-85551255-839
Fax : 86-28-8555-5255
Mobile : 86-15102857761
Address : 58# FeiZhuShi Street JiangXi Road ChengDu SiChuan PR of CHINA
Province/State : Sichuan
Country/Region : China (Mainland)
Website : http://dcdvbronnie.en.gongchang.com

MULTIPLEXOR ISDB-Tb NDS3105A

Precio Fob:	US \$1 - 5,000 / Set
Puerto:	chengdu
Cantidad de orden mínima:	1 Set / Sets
Condiciones de pago:	T/T, Western Union
Capacidad de la fuente:	1000 Set / Sets por Semana
Paquete:	cartón de papel
Plazo de expedición:	en la acción

Detalles del producto

Detalles rápidos

1U: carencia

Especificaciones

TS digitales del multiplexor 1. de los TS de ISDB-T re-multiplexing
 2. 2 multiplexores de ASI
 3.6 canales adentro, 2 canales hacia fuera

Multiplexor digital de los TS de ISDB-T



Esquema

El multiplexor de NDS3105A ISDB_T es un re-multiplexor de los TS desarrollado para adaptar Japón y esos países suramericanos tales como Brasil y Argentina. Apoya 2 multiplexores separados que se estén conformando completamente con estándar de ISDB-T. Este multiplexor puede transferir el solo programa del head-end y multiprogramarlo a los TS estándar de ISDB-T como sea necesario. Además, también apoya corregir de la tabla de PSI/SI y la generación, la sola red de la frecuencia y el paquete de IIP que corrige y que inserta. Cuál es más, el multiplexor de NDS3105A ISDB-T puede apoyar hasta la entrada 6channels y la salida de 2 canales, el modo de transmisión es compatible con jerarquía. El usuario puede aumentar y controlar el sistema del multiplexor en línea a través de red.

Características

Multiplexación de la corriente del código de SPTS y de MPTS
 Información de PSI/SI que corrige y que genera; inserción de los datos del descriptor
 Corrección de la polimerización en cadena y función re-mapping del PID
 Nanómetros que apoyan, ajuste del parámetro del teclado numérico
 Función de aumento interurbana de la red
 Dos grupos separan salida
 El almacenador intermedio enorme, cifra repentinamente resistencia de la corriente
 paquete de la corriente de la transmisión 188/204Byte
 Completamente conformándose con estándar de ISDB_T y de ISDB_TB
 Transmisión favorable de la jerarquía
 Apoyando cada clase de la tabla usuario-defina en su capa de la transmisión
 Entrada 1PPS y 10MHz del External; ayudas SFN
 Fije por separado los parámetros tales como de retraso de tiempo para cada dispositivo cuando trabaja como modo de SFM
 Seccione la recepción
 El número de segmentos, tarifa de codificación del código, modo de la modulación, longitud del entrelazamiento del dominio de tiempo para cada capa y se fije por separado
 Paquete de IIP que corrige y que inserta

Especificaciones

Entrada de la señal	12 grupos de la entrada (valor máximo: 214Mbps/group)
	paquete de la corriente de la transmisión 188/204Byte
	Los TS en modo de paquete y cifran repentinamente modo de la tarifa
	Entrada del reloj de referencia del GPS 10mhz
	Entrada de la señal del GPS 1pps
El Re-multiplexing	Re-multiplexor de los TS
	256 PID que trazan para cada grupo (manual, opcionales autos)
	Corrección de la polimerización en cadena
	Tabla de PSI/SI que genera automáticamente
Parámetro de la modulación	modemode1 (2k) model2 (4k) model3 (8k)
	Intervalo 1/4 del protector 1/8 1/16 1/32
	Tarifa 1/4 de la codificación 2/3 3/4 5/6 7/8
	constelación DQPSK QPSK 16QAM 64QAM
	Acode A A+B A+B+C
	Anchura de banda 6MHz 7MHz 8MHz
Parámetro de SFN	0ms ~ de retraso de tiempo máximo 1000ms
	Del ~ +1000ms del sistema -1000ms
	~ 30 de la identificación 0 del dispositivo
Salida	2 grupos separan salida
	Apoyo hecho salir codificación de RS
	lazo-hacia fuera de la señal 1pps
General	Dimisión 44mmx482mmx410
	Temperatura 0~45°C (operación) -20~80°C (almacenaje)
	El alimentación fuente el 220VAC±10%, 50Hz, 10W

MODULADOR ISDB-T NDS2405

Product Description

---DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHI)  Powered by  TD.

ISDB-T Modulator

Created Date: 2011-09-22



Posted Date : 2011-05-04
Expiry Date : 2011-08-02
Min. Order Quantity : 1 Set(s)
Price Term : FOB
Port : Chengdu
Price : 1 - 6,000 USD/Set(s)
Payment Terms : T/T, Western Union
Production Capacity : 1000 Set(s) Per Week
Delivery Time : immediate stock
Packaging Details : paper carton

Brief Product Description

ISDB-T Modulator

ARIB STD-B31 standard modulator

MFN and SFN

Linear and Nonlinear Distortion

BTS and TS

Product Attributes

Place of Origin	Sichuan China (Mainland)
Brand Name	DEXIN
Model Number	NDS2405
IU	BLACK

Detailed Product Description

Outline: NDS2405 ISDB-T modulator is developed to adapt Japan and Brazil, Argentina and other South America country's terrestrial digital television, the modulator's channel coding and modulation fully support the ARIB STD-B31 standard. Support dual TS hot backup input, support for single frequency network and multi-frequency network, linear and nonlinear pre-correction function, layered transmission and three kinds of transmission mode of standard. Through the network carry out line upgrade and control to the system, is widely used in ISDB-T digital broadcasting network's setting up and meet the ISDB-T standard set-top box design's production and test Feature: Fully compliant to ARIB STD-B31 (ISDB-T) Supports both SFN and MFN Supports hierarchy transmit Supports digital linear and non-linear

Product Description

---DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD.  TD.

pre-distortion Excellent phase noise and MER performance RF output range of 50~860MHz, 1Hz step 2 ASI inputs with loop out and hot-backup online Constant temperature crystal and excellent frequency stability LCD display, keyboard and network management Specification Signal input 2 Way ASI input, support hot backup Support 188/204Byte transport stream packets Support the transport stream packet mode and burst mode Connector Specifications: BNC Block, impedance 75Ω, Modulation and channel coding Modulation Carrier Number: 1024, 2048, 4096 Outer code RS code Inner code PCC code (Punctured Convolutional code) Coding rate: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 Guard Interval: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 Modulation constellation: DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM Hierarchical Manner: A.A+B.A+B+CRF output Connector specification: F Block, impedance 75Ω, Center frequency: 250MHz~1000MHz, Step: 1Hz Attenuation: 0dB~16dB, Step: 0.5dB Bandwidth: 6MHz Modulation error code rate (MER) >= 38dB The main signal level 0dB & plus min. 2dB Working condition Size: 44mm & times: 482mm & times: 410mm Environment: 0~45 ℃ (operating); -20~80 ℃ (storage) Power: 220V AC & plus min. 10%, 50Hz, 10W

Company Profile

DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD. (Former Desai Electronic Technology (Sichuan) Co., Ltd) was established in 1994. As one of the most famous professional Digital TV Head-end Manufacture with 16 years history in Chengdu, China. DEXIN is the wholly owned subsidiary of DESAI GROUP, with 10 million registered capitals. The company is a high-tech enterprise dedicated to research, manufacture, and sales service of Digital TV & Broadcast Network products. It has a strong research team with plenty of experienced seniors & middle professionals. DEXIN focus on DVB-T/C/S/S2, ISDB-T/TB, ATSC-T solutions, and also has succeeded in researching a series of HD & IP TV products to provide a perfect HD & IP solution.

DEXIN keeps increasing its domestic & overseas markets, and makes a great contribution to the CATV. Nowadays, our products are not only hot sales in domestic market, but also reach South-east Asia, Europe, Russia, North/South America, Middle-east Asia, Africa, and most of the country & area. We also have got the perfect customers feedback, prompt market share. The sales turnover in 2009 is 15 million USD.

Company Name : DEXIN DIGITAL TECHNOLOGY (CHENGDU) CO.,LTD.
Contact Name : Ronnie Pan
Tel : 86-28-85551255-839
Fix : 86-28-8555-5255
Mobile : 86-15102857761
Address : 56# FuZhuShi Street JiangXi Road ChengDu SiChuan PR of CHINA
Province/State : Sichuan
Country/Region : China (Mainland)
Website : http://dsdvbronnle.en.gongchang.com

PROCESADOR DE SEÑAL HPH860

HEAD-END PRODUCTS

HPH SERIES AGILE PROCESSORS

MODELS HPH-860 : HPH-860AD



MODEL HPH-860



MODEL HPH-860AD

FEATURES

- **60 dBmV Output**
- **Dual Saw Filtering**
- **Double Heterodyne Conversion**
- **Maintains Broadcast Stereo Format**
- **Precise Signal Regulation**
- **Front Panel LED Channel Display**
- **International Power Supply (90 - 260VAC)**
- **Adjacent Channel Performance**
- **Auxiliary AC Outlet**

FREQUENCY AGILE PROCESSORS

The **HPH Series** frequency agile processors have been designed to convert any off-air or cable channel to any unused cable channel. All channel conversions are performed using simple front panel buttons and a large LED display indicating input and output channels. Frequency control is accomplished by a microprocessor-controlled, PLL-synthesized tuning circuit to assure accurate, stable operation. The **HPH Series** uses dual SAW filtering to assure high out-of-band rejection, as well as high reliability. A CATV hybrid amplifier is used for low-distortion and high-output performance.

RELATED PRODUCTS

The **SMC** converter is ideal for use in head-end and local origination applications to convert the incoming sub-band (T7 - T13) to VHF (7 - 13).



MODEL SMC

2935 Golf Course Drive • Ventura, CA 93003 • (800) 628-4511 • FAX (805) 339-0230 • www.hollandelectronics.com **57**

HEAD-END PRODUCTS

HPH SERIES AGILE PROCESSORS

SPECIFICATIONS		
INPUT SECTION	HPH-860	HPH-860AD
Input Channels	2 - 125 CATV/HRC (54 - 806 MHz) 14 - 89 UHF (470 - 806 MHz)	2 - 125 CATV/HRC (54 - 806 MHz) 14 - 89 UHF (470 - 806 MHz)
Selectivity	-60 dB (Adj. Ch.)	-60 dB (Adj. Ch.)
Noise Figure	8 dB: CATV / 10 dB: UHF	8 dB: CATV / 10 dB: UHF
Input Range	0 - 30 dB	0 - 30 dB Analog / -32 to +4 dB Digital
Tuning	PLL	PLL
OUTPUT SECTION		
Output Channels	2 - 135 CATV/HRC (54 - 806 MHz) 14 - 89 UHF (470 - 806 MHz)	2 - 135 CATV/HRC (54 - 806 MHz) 14 - 89 UHF (470 - 806 MHz)
FCC Offsets (Where Applicable)	± 12.5 kHz, ± 25 kHz (Selectable)	± 12.5 kHz, ± 25 kHz (Selectable)
Output Level	45 - 60 dBmV (Adj.)	45 - 60 dBmV (Adj.)
Frequency Stability	± 5 kHz (Meets FCC Docket 21006)	± 5 kHz (Meets FCC Docket 21006)
Aural Carrier	0 - 10 dB (Adj.)	0 - 10 dB (Adj.)
I.F. Output	35 dBmV @ 45.75 MHz	35 dBmV @ 45.75 MHz
Frequency Response	± 2 dB	± 2 dB
Spurious Outputs	-60 dBc	-60 dBc
C/N (In-Band)	60 dB	60 dB
Out-of-Band Noise	-60 dBc	-60 dBc
Return Loss	12 dB	12 dB
CONNECTORS		
RF Input, RF Output, IF	F	F
GENERAL		
Power Requirements	90 - 280VAC (50 - 60 Hz), 20 W	90 - 280VAC (50 - 60 Hz), 20 W
Operating Temperature	0° to 50° Celsius	0° to 50° Celsius
Dimensions	19" x 1.75" x 12"	19" x 1.75" x 12"
Weight	9 lbs.	9 lbs.
Auxiliary Outlet	Yes	Yes
Test Port	-30 dB	-30 dB

NOTE: All specifications typical unless otherwise noted

TRANSMODULADOR INRA 5301



INRA-5301
QPSK to QAM modulator
USER'S MANUAL

INITEL TELECOMMUNICATIONS

JXDH-5301 QPSK to QAM Modulator is mainly composed of the following modules:

- QPSK processing unit

The unit demodulates the satellite signal

- QAM modulating unit

The unit modulates data stream into spectrum signal.

- RF modulating unit

The unit up-converts IF signals to RF signals from 48MHz to 860MHz.

- CPU/LCD/LED/Keyboard unit

The unit carries out keyboard input, LED display and intelligent control, etc.

2.2 Operating principle

JXDH-5301 meets to DVB-C standard. Processed satellite signals were sent into QAM modulator. QAM encoding is based on DVB standard, such as interlacing, RS error correction encoding, etc. After IF processing and up-converting to the frequency range of TV channels, signals can be transmitted in HFC and MMDS networks.

3. Main features

- Constellation: QPSK/16QAM/ 32QAM/ 64QAM/ 128QAM/ 256QAM.
- The bite rate range of input data: 1.5~51.6Mbps
- The bite rate range of output data: 2~56Mbps
- The bandwidth range of output signal: 1.15~8.05Mhz
- The symbol rate range of output data: 1~7Mbaud/s
- RF range: 48~860MHz(segmented optional)
- Output level range: 100~115dBuv(step adjustable)
- Failure alarming
- RF test output interface for inspecting
- LCD display
- RJ45 ETHERNET interface(network management software is optional)
- Power off memory

4. Technical specification

4.1 RF input

Input frequency: 950~2150MHz

Level: -79 ~ -11dBm

IF Bandwidth: 27~36MHz

Demodulation: QPSK

Impedance: 75Ω

4.2 RF interface

A. RF output:

Connector: **BNC**

Impedance: 75Ω

Output Frequency: 48~860MHz (segmented optional)

Reflect loss ≥ 15 dB

Output level: 105~115dBuV (adjustable)

Carrier rejection: > 55dB

SNR(out of band): \geq **50dB**

B: RF output for test

Connector: BNC

Impedance: 75Ω

Output level: 75dBuV~95dBuV (adjustable)

4.3 Channel signal encoding

Demodulation: QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM.

Channel encoding: RS encoding meet to DVB standard

MER: ≥ 36 dB

SNR(out of band): ≥ 50 dB

4.4 Power supply

Voltage: 165~265V AC or 85V~265V AC(Optional)

Frequency: 50Hz \pm 2%

Power consumption: 35W

4.5 Operation environment

Operation temperature: +5~45°C;

Storage temperature: -25~+55°C.

Relative humidity: 10~75%

4.6 Radiation and safety

Up to GB13837-92 and GB8898-88 standards:

4.7 Mechanic characteristics

Dimension: 44.5mm(1U)*483mm*(19")*400mm

Weight: 7kg

Note: The information contained herein is subject to change without notice.

MULTIPLEXOR INEN 6102 MUX



INEN-6102 Multiplexer

User Manual

V2.0

INITEL TELECOMMUNICATIONS

Chapter 1 Product Outline

1.1 Outline

JNEN-6102 multiplexer is a digital broadcasting TV system TS stream re-multiplexer. **JNEN-6102** multiplexer combines several single-programs or multiple-programs, which are compressed, coded, and multiplexed according to customer request by head-end, into single transport stream. Besides, it is also able to interpolate EPG (Electronic Program Guide), CA (Conditional Access) and digital broadcasting etc. Maximally, it can synchronal multiplex 8 route input code streams, and support ASI interface. The code rate of input code stream is maximally up to 270Mbps, while code rate of four separate outputs code stream is maximally up to 155Mbps. Through auxiliary data input channel, Its dimension is standard 1U case. By watching the LCD display on the front panel, user can finish the setting of auto-running of this device.

1.2 Features

- ◆ Complying ISO13818 standard.
- ◆ Multiplexing SPTS and MPTS code stream.
- ◆ Support 8 single signal input
- ◆ 2 separate output
- ◆ support scrambled signal transmit free
- ◆ Draw out PSI/SI from any channel
- ◆ Can point 256 PID in each channel
- ◆ Input at most 30 program each channel, and 29 output
- ◆ redefine PAT,PMT and other SI/PSI
- ◆ Support PCR adjusting and PID re-reflection

- ◆ Have the function of insert and reflection of SDT/NIT
- ◆ Able to connect independent scrambler for scrambling to specified program or service.
- ◆ Generating SPI/SI information
- ◆ Support PCR adjusting and PID re-reflection
- ◆ out put data rate 0-155Mbps,188 byte format
- ◆ Each input support 270Mbps data rate, total 8 input rate is 576Mbps
- ◆ High precision PCR revise, usually holding 20-60ns
- ◆ MPEG2 program delay less than 100 μ s
- ◆ PID filtration/PID redefine function. User can delete, add, revise program even the program name, PID or serials No. easily.
- ◆ Chinese and English LCD display
- ◆ Ethernet interface 10/100M, long-distance control multiplexer via PC
- ◆ Have the function of parameter memory
- ◆ Have the function of PSI auto-built.
- ◆ High reliability design, stable in running
- ◆ Alarm display
- ◆ Support network upgrade

1.3 Performance Index

Input Interface	ASI	8Routes Standard ASI Interfaces
		Maximum 270Mbps per route
Re-multiplexing		Re-multiplexing MPEG-2 stream
		PID re-reflection
		PCR reset
		Automatically generating PSI/SI table
Output Interface	ASI	4 routes(2 groups separate output)

ENCODER INEN 6202



INEN-6202 Encoder(1 in 1)

User Manual

V1.5

INITEL TELECOMMUNICATIONS

Chapter 1 Product Outline

1.1 Outline

This Encoder **INEN-6202** is a high quality, broadcasting level, digital compressing encoder which comply MPEG-2/DVB standard. It is able to simultaneously compress analog/digital video and audio signal. Through DVB standard ASI port, it can interconnect other equipment. This encoder equipped TBC (Time Base Correction) circuit, which greatly reduces the requirements for signal source, ensuring first rate video/audio quality, providing perfect picture. Besides, it supports all kinds of standard video/audio interface, including analog constituent, analog composite video and mono/stereo etc. The formats of digital compressing data output are ASI. Compression input adopts MPEG-2 MP@ML code. Encoder makes real time encoding and multiplexing, generating DVB transport stream. It completely complies MPEG-2 standard, having great compatibility.

1.2 Features

- Encoding 1 A/V inputs as 1 SPTS output
- Support 4: 2: 0 encoding
- Hi-Fi audio processing R/L channel, stereo input.
- Output code rate continuously variable, flexible in use.
- Local/Remote net administration possible.
- LCD display, flexible in operation.
- High reliability design, stable in running.
- PID and setting display
- SDT, program provider and program name setting possible

Application Scope

CATV digital head-end;

Satellite digital TV broadcasting;

Ground digital TV;

Image monitoring;

Video on Demand (VOD):

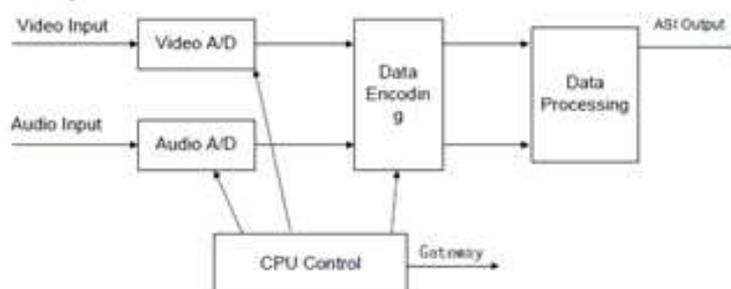
Remote education:

TV conference

1.3 Performance Index

Input Interface	Video Signal	Level 1.0Vp-p Impedance 75 Ω
	Audio Signal	Level 2Vp-p Impedance 600 Ω
Output Interface	ASI	DVB Standard
Output Bit Rate		1~15Mbps Continuous Variable
Video Encoding		Complying International Standard ISO 11172(MPEG-1) and ISO 13818(MPEG-2)
		MPEG-2 Encoding adopts 4: 2: 0MP@ML
		MPEG-2 Adaptive Field/Frame (AFF)
		MPEG-2 Field Based(FB)
Audio Encoding	Sampling Rate	32KHz, 44.1KHz, 48KHz
	Bit Rate	128, 256, 384bps
	Features	MPEG-1 II layer, CD quality, Supporting 1 stereo or 2 mono
Miscellaneous	Dimension	44mm×482mm×360mm
	Environment	0 ~ 45°C (Operation); -20 ~ 80°C (Storage)
	Power Supply	AC220V±10%, 50Hz, 25W
Resolution	Standard	CCIR601, D1, HD1, S1F, 2/3D1, 3/4D1
	PAL	720*576,352*288,176*144,704*480
	NTSC	720*480,704*480,352*240,116*112

1.4 Principle Chart



MODULADOR INMOD 6301



INMOD-6302 QAM Modulator User Manual

V1.5

INITEL TELECOMMUNICATIONS

Charter 2 Product Summarize

2.1 Summarize

In the broadcasting process of digital TV programs, QAM modulator mainly complete QAM modulate and up-frequency conversation process for TS stream, Apply to multi-level transmission, broadcasting of digital TV business.

QAM modulator mainly used in head end of digital TV broadcasting, it is composed by two modules: QAM modulator and digital up-frequency conversation, modulate the input serial or parallel TS stream via the QAM modulator module, modulate to IF frequency, then pass the up-frequency conversation module to frequency transform, into standard channel or supplement channel which meet demand. Finally mixed enter into CATV network, and received by the terminal STB.

2.2 System components and working principle

2.2.1 System components

QAM Modulator components as below:

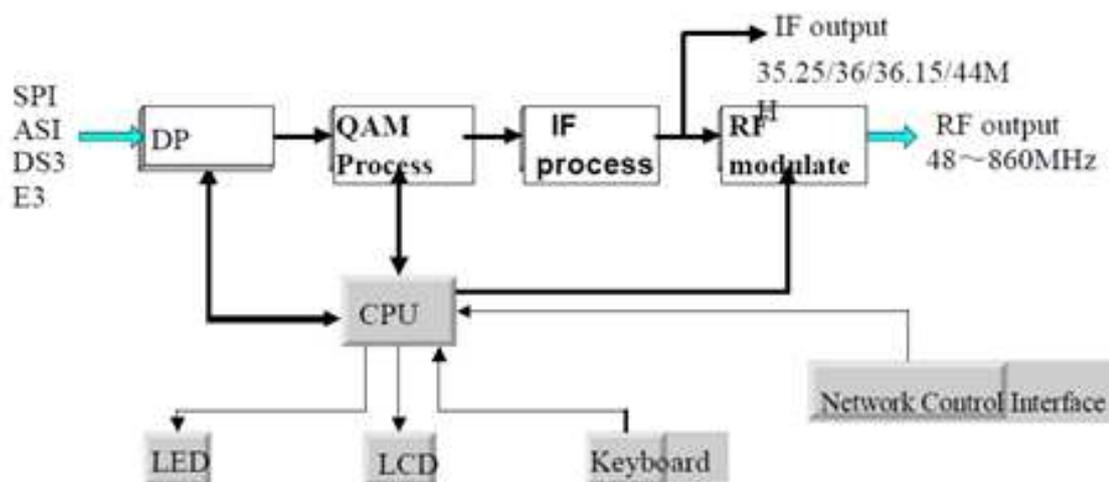


Chart 2-1 QAM digital modulator components

QAM modulator mainly composed by following modules:

- Data processing cell transform the input signals from all sorts of interfaces to standard signals and make necessary data processing, make the pretreatment of QAM modulate.
- QAM modulate cell modulates the data stream to spectrum signal, IF modulates output as 35.000-44.00MHz (stepping as 125KHz) adjustable.
- RF modulate cell transform the IF to 110-862 MHz to TV channels.
- CPU/LCD/LED/keyboard units complete keyboard input, LED display and smart control etc.

2.2.2 Principle

INMOD-6302 QAM Modulator comply with DVB-C standard(GY/T 170-2001、GY/T 106-1999),Digital signal will multi-process together with other data stream via MPEG-II compress and encode, the send to QAM modulator, QAM encode is according to DVB technical criterion, such as interweave, RS error correcting encode etc.. After processed by IF then up-frequency conversation to TV channels , so that to broadcast in HFC, microwave MMDS network, can be applied in digital TV, digital broadcasting, video-on-demand, internet, video conference and so on digital broadband application system.

2.3 Features

Support IYU-T.83A

Error correct encode completely meet DVB-C standard

Be workable under QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM mode

Input interface: ASI and SPI (DS3/E3 optional)

Input data bit rate range: 1.5~51.6Mbps

Output data bit rate range: 2~56Mbps

Output signal Bandwidth(BW) range: 1.15~8.05MHz(roll down coefficient is 0.15)

Output data symbol rate range: 1~7Mbaud/s

SET TOP BOX DTV2000

NUEVO

“Sintonizador Digital CDR” Modelo D2000



CORADIR

CARACTERISTICAS

- Soporte para 1080i resolución video.
- Soporte multilenguaje de menú OSD, audio y subtítulo.
- Excelente calidad de video y audio.
- Interface USB 2.0 para conectar Disco Rígido portátil para extender capacidad de almacenamiento en MP3 & JPG y video, PVR y programas de actualización.
- Modo de bajo consumo (opcional).
- Soporte para grabación de programas de Televisión Digital gratuita a unidad de USB 2.0.
- Reproductor multiformato de video (AVI, MOV, H.264 MPEG-4/AVC y MKV).
- Salidas HDMI y AV (Audio/Video).

FULL HD 1920x1080 **HI-SPEED CERTIFIED USB** **HDMI**

CORADIR S.A. CDR®

ESPECIFICACIONES



Especificaciones	
Sintonizador	
Conector de entrada	IEC 169-24 Hembra.
Rango de Frecuencia de Salida	VHF & UHF.
Número de entrada RF	1 entrada RF
Impedancia de Salida	75 ohm
Decodificación de Video	
Estándar	ISO/IEC 13818-2 ISO/IEC 14496-10
Flujo de Transporte	ISO/IEC 13818-1
Video	MPEG-2 SD/HD MPEG-4 H.264/AVC SD/HD DivX 3.X ~ 6.X JPEG, BMP, PNG, Motion JPEG AVI, VOB, MOV, MKV
Resolución de video	576i, 576P, 720P, 1080i
Formato de video	4:3, 16:9
Audio	
Estándar	ISO/IEC 13818-7 (MPEG-2-AAC audio)
Salida	Canal derecho, canal izquierdo, Estereo
Frecuencia	32 Khz, 44,1 Khz, 48 Khz
Panel	
AV de salida	1 salida AV (Audio/Video)
HDMI	1 HDMI
USB	USB 2.0



CORADIR S.A.

CDR®

SET TOP BOX INDEM-C



INDEM-6002II DVB Demodulator Decoder

User Manual

V2.0

INITEL TELECOMMUNICATIONS

2.1 Features

- Fully complies with MPEG-2, MP@ML and DVB-S/-T/-C standards
- IP input or output with UDP/RTP (optional)
- Multicast and Unicast on IP
- Supports PAL, NTSC or SECAM
- Supports various Conditional Access systems
- SDI video output with digital audio embedded
- Two sets of independent ASI outputs
- Automatic PMT update
- Compatible with Multiple De-encrypt CI modules
- DS3 I/O for TS (optional)
- Switchable audio sound track
- Teletext VBI, EBU subtitle and DVB subtitle
- Upgradeable through LAN
- Easy-to-use LCD menu

2.2 Factory Options

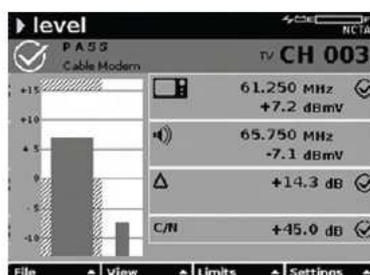
Function	INDEM-6002II					INDEM-6002II-7					INDEM-6002II-8				
	-S	-C	-T	-D	-S2	-S	-C	-T	-D	-S2	-S	-C	-T	-D	-S2
IP Output (TS)											✓	✓	✓	✓	✓
IP Input (TS)						✓	✓	✓	✓	✓					
DS3 Input/Loop through				✓					✓					✓	
DVB-S Input	✓					✓					✓				
DVB-S2 Input					✓					✓					✓
DVB-C Input		✓					✓					✓			
DVB-T Input			✓					✓					✓		
PCMCIA Slot								✓							
ASI TS Input / Output								✓							
Audio Embedded SDI Output								✓							
Ethernet Remote Control								✓							
BNC Video Output								✓							
A/V Output								✓							
Balance XRL Audio Output								✓							
Simulcrypt Compliant								✓							
✓ Standard															

Table 2.1 Factory Option list of INDEM-6002II-X series

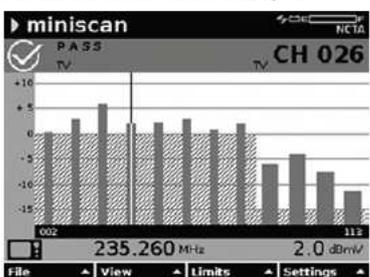
The '✓' sign indicates standard option.

6.2.4. CAPÍTULO 4.

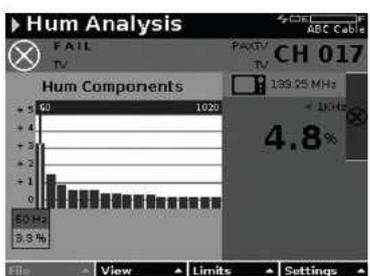
6.2.4.1. ANEXO X: Características del equipo DSAM 6000 de JDSU. [SUPERTEL]



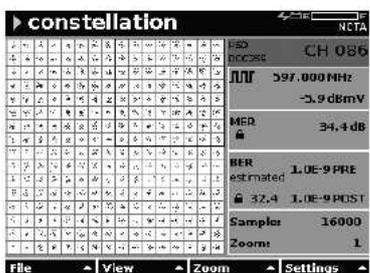
Level mode on an analog channel displays video and audio signal levels and their delta value. Carrier-to-Noise (C/N) ratio is also displayed.



Miniscan measures signal strength of up to 12 channels simultaneously.



Undesired electrical interference can appear on a video channel as one or two horizontal bars. A Hum measurement reveals if any electrical interference is present on tested channel.



A Constellation graph shows impairments on the network with patterns in the display. By identifying the pattern technicians can figure out what is the probable cause of the impairment.

Features

Signal Level Meter (SLM)

Traditional SLM test functions for analog video and audio levels as well as JDSU's extremely accurate digiCheck™ digital power level measurements are supported by the DSAM-6000. Furthermore, the ability to measure carrier-to-noise (C/N) on analog carriers comes standard. The DSAM-6000 can measure downstream carriers to a full 1GHz and analyze 64, 128 and 256 QAM, including deep interleave (i=128, j=4) modulation. Also included are MER and pre- and post-FEC BER on both digital video and DOCSIS carriers, allowing technicians to validate that digital services are received and they meet adequate margin and quality specifications.

Miniscan and Full Scan Modes

When measuring analog and digital as well as DOCSIS signals, technicians can see high- and low-frequency channels and verify how much level headroom remains when limits are activated. In miniscan mode, the DSAM monitors up to 12 channels at a time and in full scan mode it monitors the entire channel plan, up to 999 channels. The results of both scans are displayed either as an easy-to-see bar graph or in an informative table.

Tilt Mode

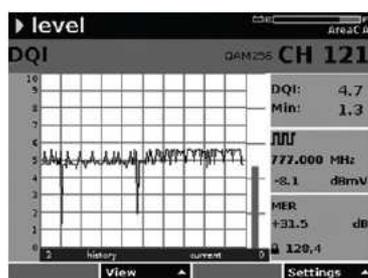
Tilt mode is used while sweeping to check the forward tilt of the channel levels at the low and high ends of the frequency spectrum. The variances of the levels, which are displayed at the bottom of the DSAM-6000 screen, indicate distortion of the frequency spectrum. Based on these results, technicians know which equalizer pad to select that will provide optimum flatness at the end of the line.

Hum Analysis Mode

A hum measurement may be performed on a nonscrambled analog channel. Since the instrument is battery powered, the measurement is independent of ground loops and therefore is isolated from the line (mains). Severe hum is revealed on a TV as either single (60/50 Hz) or double (120/100 Hz) horizontal bars across the video screen. The DSAM-6000 hum display indicates the composite level of all frequency components below 1000 Hz as well as the fundamental hum frequency. The lower levels of adjacent frequencies as well as the fundamental are displayed across a frequency graph. This is valuable in determining the source of hum generation by displaying a telltale signature of the source (patent pending).

Constellation Mode

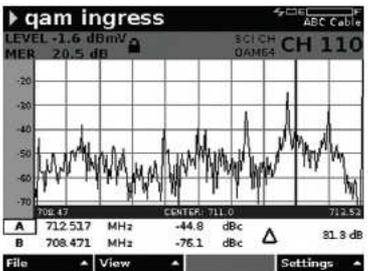
There are various elements in a network that compromise video quality. The DSAM-6000 constellation mode displays patterns of data points on a graph, which are easily interpreted, enabling technicians to detect and quickly diagnose the source of digital video problems.



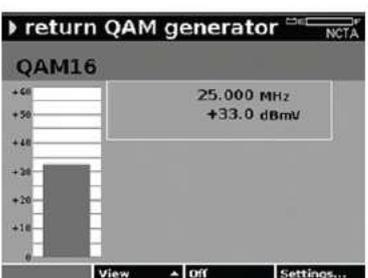
DQI will display intermittent, short duration impairments missed by MER and BER as well as steady state issues typically captured by MER and BER.



In the level mode on a digital channel, the signal's level and MER are measured and the channel's BER and errored seconds are tracked.



QAM Ingress test allows the technician to see what is going on underneath a live digital carrier which is usually not viewable due to the presence of the "haystack".



The Return QAM Generator enables operators to test and prove upstream network performance.

Digital Quality Index™ (DQI) Mode

DQI is an indicator of the overall health of a QAM stream. This measurement does a great job tracking intermittent problems and is unique only to JDSU. It is represented by an easy to understand Index rating from "1" to "10" with ten being the highest quality. DQI also catches errors sometimes missed by BER and Errored Seconds measurements. It also displays a 90 second graphical history.

MER Mode

Modulation error ratio (MER) is the earliest indication of transmission quality degradation resulting from noise, ingress, and composite distortions. An expression of signal-to-noise ratio plus all other non-transient distortion signals, MER also shows phase and amplitude distortions that may have been passed from the headend. MER is the best overall quality measurement that can be performed on a digital QAM carrier. JDSU has perfected this valuable measurement by optimizing both custom hardware and proprietary software algorithms (Patent Nos. 6,061,393; 6,233,274; 6,278,730 and 6,385,237). The result is accurate readings that far exceed those reported from customer premise equipment such as digital settops.

BER Mode

Bit error ratio (BER) helps to quickly detect impulse changes in the system by revealing when information is lost or corrupted at the bit layer. The DSAM-6000 measures BER by tracking the number of errored bits that are seen before forward error correction (FEC), known as pre-BER, and the number of bits that cannot be fixed by FEC, known as post-BER.

Errored Seconds and Severely Errored Seconds Measurement

For troubleshooting connections that are suspected of intermittent bit errors, the technician needs a means of capturing the presence of errors that have occurred over a period of time. If an error has occurred during any second of elapsed time, the errored second field increments by one. One error or multiple errors in the same second is counted as one errored second. If more than 1 bit in 1 million bits has errors occurring in the same second, the severely errored second register increments by one. The errored seconds fields are conveniently included in the digital level display.

QAM Ingress Mode

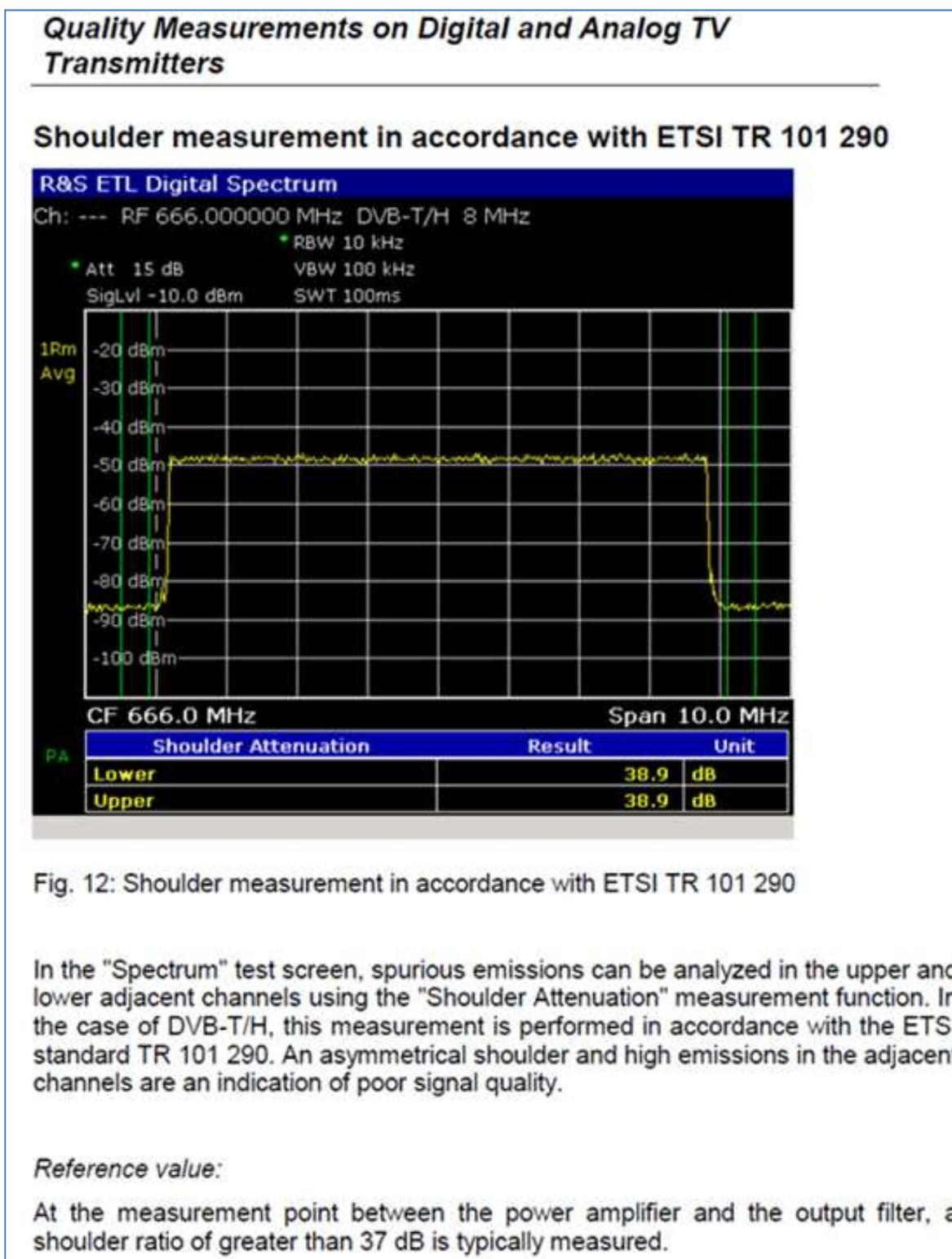
Detecting the presence of ingress within the digital tier of carriers on the downstream path is nearly impossible without turning off the service. The tightly spaced QAM carriers hide any visual presence of unwanted forward ingress such as CSO and CTB. An MER test will indicate that an issue exists but with the DSAM-6000 and the patented JDSU QAM Ingress mode the technician can inspect what is actually going on beneath the digital "haystack" while still remaining in service.

Return QAM Generator

Standard on the DSAM-6000, the Return QAM Generator is a mobile 16 QAM transmitter. The ability to transmit a QAM-16 modulated signal back to the headend is helpful for proving line capabilities for future data and voice channels and for troubleshooting return path issues in the network.

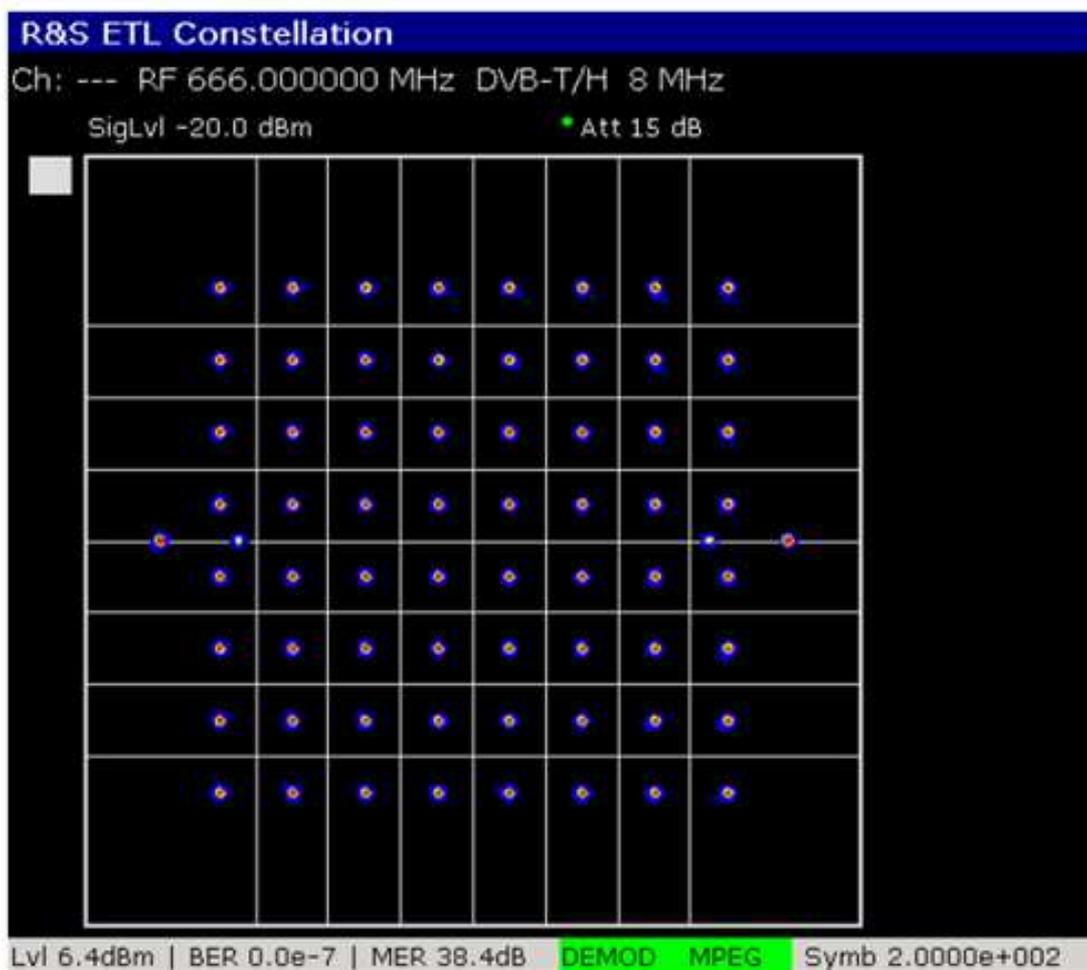
6.2.4.2. ANEXO XI: Características del equipo ETL de ROHDE & SCHARWZ.

[SUPERTEL]



Quality Measurements on Digital and Analog TV Transmitters

Constellation diagram for qualitative signal analysis



Quality Measurements on Digital and Analog TV Transmitters

Measured values for quantitative assessment of signal quality

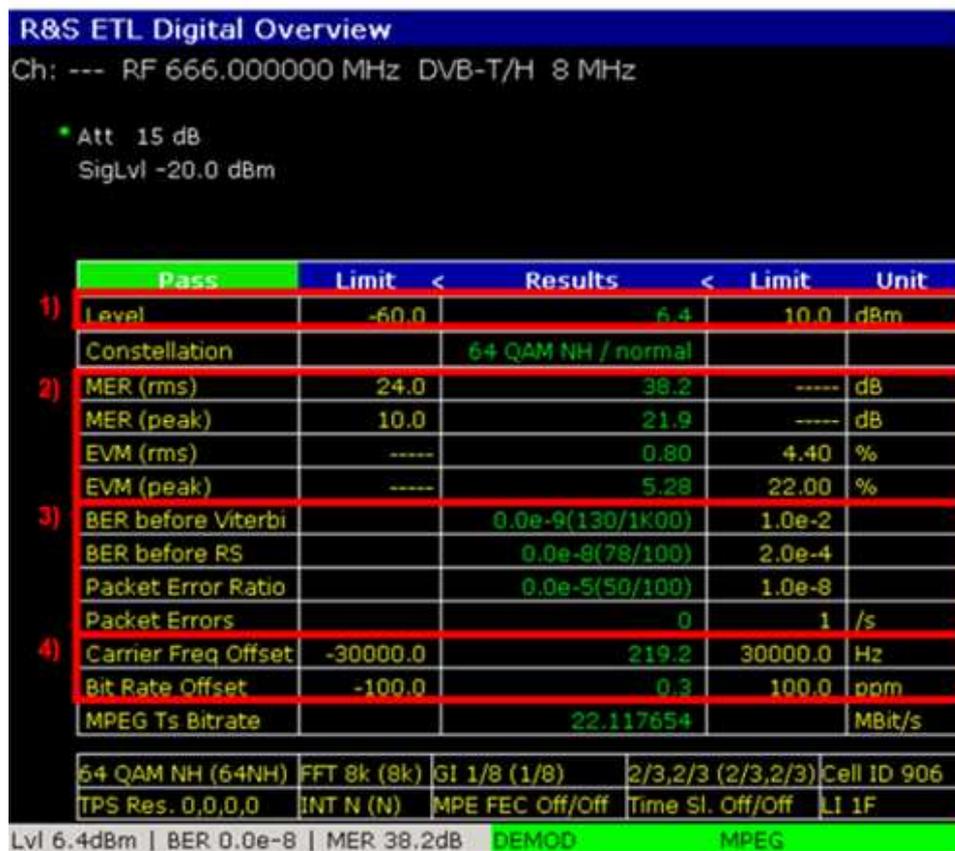


Fig. 14: DVB-T/H overview measurements

This screen shows the current measurement result for a number of RF baseband parameters and also allows specification of limits.