



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA TRANSMISIÓN DE
TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE BAJO EL ESTÁNDAR
ISDB-TB PARA LA OPERADORA DE TELEVISIÓN CANAL
MUNICIPAL GUARANDA 5TV.**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

AUTOR:

HUGO DAVID PEÑA ROSILLO

Riobamba-Ecuador

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA PARA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE BAJO EL ESTÁNDAR ISDB-TB PARA LA OPERADORA DE TELEVISIÓN CANAL MUNICIPAL GUARANDA 5TV, de responsabilidad del Sr. Hugo David Peña Rosillo, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Miguel Tasambay. PhD. DECANO DE LA FACULTAD. DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Franklin Moreno. DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES.
Ing. Neiser Ortiz DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN.
Ing. Verónica Mora. MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

NOTA

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Yo, Hugo David Peña Rosillo, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

HUGO DAVID PEÑA ROSILLO

DEDICATORIA

A Dios por iluminarme y guiar en este camino lleno de aprendizaje y sabiduría para poder culminar mi carrera. A mis padres por su apoyo incondicional en los obstáculos de mi vida, quienes han sido mi ejemplo y los que inculcaron el valor de la humildad y responsabilidad en mí. A mis hermanos Ariel y Melissa, quienes han estado en cada una de las etapas de mi vida.

DAVID

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y vida. A mis Padres Hugo y Mercedes por nunca dejarme solo y ser mi fortaleza para seguir adelante. A mis abuelitos, tías, por ser al apoyo cuando les necesite gracias por sus palabras de aliento. A Laura mi segunda madre que estuvo ahí apoyándome, con su cariño y comprensión en este largo caminar. A Gaby por ser una amiga y novia, gracias por estar siempre a mi lado, brindando tú apoyo. A los Ingenieros Neiser Ortiz y Verónica Mora por vuestros conocimientos en el desarrollo y culminación del Trabajo de Titulación. Agradezco a todo el personal de la Estación de Televisión Guaranda 5TV, especialmente a la Lcda. Patricia Coloma por haber brindado y colaborado en todo lo necesario para poder culminar mi trabajo de Titulación. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a sus docentes que con sus conocimientos me dieron la oportunidad de formarme profesionalmente.

DAVID

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ECUACIONES

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN _____ **1**

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR	10
1.1.	Introducción	10
1.2.	Televisión Analógica	11
1.3.	Televisión a Color	11
1.3.1.	<i>Pixel</i>	12
1.3.2.	<i>Cuadros y campos</i>	12
1.3.3.	<i>Numero de líneas y calidad de imagen</i>	12
1.3.4.	<i>Frecuencia de cuadro</i>	12
1.3.5.	<i>Características del color</i>	13
1.3.6.	<i>Nivel de luminancia</i>	13
1.4.	Bandas de Operación y Distribución de Canales	13
1.4.1.	<i>Uso del espectro radioeléctrico</i>	14
1.5.	La Televisión Digital Terrestre	14
1.5.1.	<i>Características de la televisión digital terrestre</i>	15
1.5.1.1.	<i>Mejor calidad técnica</i>	15
1.5.1.2.	<i>Eficiencia del espectro radioeléctrico</i>	15
1.5.1.3.	<i>Eficiencia de potencia</i>	15
1.5.1.4.	<i>Eliminación de interferencia</i>	16
1.5.1.5.	<i>Reducción de costos de transmisión</i>	16
1.6.	Transmisión de la Televisión Digital	16
1.6.1.	<i>Formatos de video de tdt</i>	16
1.7.	Transmisión y Recepción de la TDT	17
1.7.1.	<i>Etapas de transmisión de televisión digital terrestre</i>	17
1.7.2.	<i>Etapas de recepción de televisión digital terrestre</i>	18
1.7.2.1.	<i>Recepción fija</i>	19

1.7.2.2.	<i>Recepción portátil</i>	19
1.7.2.3.	<i>Recepción peatonal y personal</i>	20
1.7.2.4.	<i>Recepción móvil</i>	20
1.8.	Aspectos Técnicos de Audio y Video	20
1.8.1.	<i>Mpeg-2</i>	21
1.8.2.	<i>Transmisiones del mpeg-ts</i>	23
1.8.3.	<i>Ac-3</i>	24
1.8.4.	<i>Multiplexado de flujo de datos</i>	25
1.8.4.1.	<i>Capa 1. Multiplex de transporte de programa simple</i>	25
1.8.4.2.	<i>Capa 2. Multiplex de sistema</i>	26
1.8.5.	<i>Modulación</i>	27
1.8.5.1.	<i>8-vsbs para transmisión digital terrestre</i>	27
1.8.5.2.	<i>Modulación 8t vsb (8 trellis- vestigial side band)</i>	27
1.8.5.3.	<i>Modulación 16-vsbs</i>	27
1.8.5.4.	<i>Modulación qpsk</i>	28
1.8.5.5.	<i>Modulación qam</i>	29
1.8.5.6.	<i>Ofdm (ortogonal fdm)</i>	30
1.8.5.7.	<i>Cofdm (Modulador por división de frecuencia Ortogonal codificada)</i>	31
1.9.	Estándar de Televisión Digital ISDB-Tb	32
1.9.1.	<i>Introducción</i>	32
1.9.2.	<i>Descripción del sistema</i>	33
1.9.2.1.	<i>Visión general</i>	33
1.9.2.2.	<i>Transmisión jerárquica</i>	34
1.9.2.3.	<i>Recepción parcial</i>	35
1.9.4.	<i>Modos</i>	35
1.9.5.	<i>Esquema de codificación de canal</i>	36
1.9.5.1.	<i>Parámetros principales</i>	36
1.9.5.2.	<i>Configuración básica de la codificación de canal</i>	37
1.9.6.	<i>Remultiplexación de ts</i>	40
1.9.6.1.	<i>Configuración del cuadro multiplex</i>	40
1.9.6.2.	<i>División del ts en capa jerárquica</i>	42
1.9.6.3.	<i>Dispersión de energía</i>	43
1.9.6.4.	<i>Ajuste de atraso</i>	44
1.9.6.5.	<i>Byte interleaving</i>	44
1.9.7.	<i>Ofdm (orthogonal frequency división multiplexing)</i>	46
1.9.7.1.	<i>Modulación qpsk / dqpsk</i>	47
1.9.7.2.	<i>Modulación 16-qam</i>	48
1.9.7.3.	<i>Modulación 64-qam</i>	49
1.9.8.	<i>Tasa de codificación</i>	50
1.9.8.1.	<i>Fec – forward error correction</i>	50
1.9.9.	<i>Intervalo de guarda</i>	51
1.9.10.	<i>Sp – scattered pilots</i>	51
1.9.11.	<i>Fading</i>	52

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.	SITUACIÓN ACTUAL DE CANAL MUNICIPAL GUARANDA 5TV EN LA CIUDAD DE GUARANDA	55
-----------	--	-----------

2.1.	Introducción	55
2.1.1.	Infraestructura interna	56
2.1.1.1.	Área de estudio o set	56
2.1.1.2.	Área de dirección de cámaras	58
2.1.1.3.	Área de audio o sonido	58
2.1.1.4.	Área de edición y postproducción	60
2.1.1.5.	Área de control master	62
2.1.2.	Infraestructura externa	63
2.1.3.	Digitalización de la infraestructura de Guaranda 5tv	64
2.1.3.1.	Infraestructura interna	65
2.2.	Normativa Aplicable a Radiodifusión y Televisión	68
2.2.1.	Espectro radioeléctrico	71
2.2.1.1.	Banda de frecuencias	71
2.2.2.	Canalización	72
2.2.2.1.	Compartición	72
2.2.2.2.	Asignación de canales	73
2.2.2.3.	Zonas geográficas	73
2.2.2.4.	Enlaces auxiliares	74
2.2.2.5.	Canal físico y virtual	75
2.2.3.	Características de la transmisión de señales de tdt de carácter temporal	75
2.2.4.	Concesiones para transmisión de señales de tdt definitivas	76
2.3.	Transmisión Simultánea de Televisión (simulcast)	76
2.3.1.	Inicio de las transmisiones de tdt y periodo de simulcast	77
2.3.2.	Obligaciones en el periodo de simulcast	77
2.3.3.	Apagón analógico (cronograma)	77
2.4.	Incidencia de la Televisión Digital en Canal Municipal Guaranda 5tv	78
2.5.	Impacto Económico del Simulcasting en Guaranda 5tv	80
2.6.	Equipos utilizados para el Diseño del Enlace de TDT	83
2.6.1.	Infraestructura externa	83

CAPITULO III

MARCO DE RESULTADOS

3.	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TDT	84
3.1.	Descripción del Sistema de Enlace STL	84
3.1.1.	Puntos de enlace	84
3.2.	Proponer un Diseño mediante software Radio Mobile para la interactividad de TDT	85
3.2.1.	Parámetros del enlace	85
3.2.2.	Modelo de antenas	85
3.2.3.	Simulación del enlace microondas	86
3.2.4.	Resultados de la simulación en radio mobile	87
3.2.4.1.	Software radio mobile	87
3.2.4.2.	Simulaciones	88
3.2.4.3.	Parámetros de radiodifusión	91
3.2.4.4.	Descripción del sistema radiante	92
3.2.4.5.	Simulación y determinación de cobertura	94

CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Servicios de Comunicación del Ecuador.	4
Figura 2.	Penetración Nacional de la Televisión en Ecuador.	4
Figura 3.	Diagrama de Estudio	7
Figura 4-1.	Etapas de Transmisión de Televisión Digital	17
Figura 5-1.	Etapas de Recepción de Televisión Digital.	18
Figura 6-1.	Subsistema de audio de un sistema de Televisión Digital	20
Figura 7-1.	Dependencia de los tres tipos de imágenes	22
Figura 8-1.	Jerarquía de Capas de la Secuencia	22
Figura 9-1.	Estructura de la Trama MPEG-2.	24
Figura 10-1.	Estructura de un Paquete de Transporte.	25
Figura 11-1.	Multiplex Flujo de Transporte de Programa.	26
Figura 12-1.	Multiplexación de un Flujo de Bits a nivel del Sistema.	26
Figura 13-1.	Diagrama de Constelación ASK	28
Figura 14-1.	Diagrama de Constelación BPSK.	29
Figura 15-1.	Diagrama de Constelación QPSK.	29
Figura 16-1.	Diagramas de constelaciones QAM	30
Figura 17-1.	Modulación con portadora ortogonal.	30
Figura 18-1.	Esquema de codificación y modulación IDSB- T_B .	33
Figura 19-1.	Visión general del sistema de Transmisión	34
Figura 20-1.	Diagrama en bloques del sistema de transmisión.	35
Figura 21-1.	Ejemplo de transmisión jerárquica y recepción parcial.	37
Figura 22-1.	Diagrama en bloques de la codificación de canal.	38
Figura 23-1.	TS remultiplexado (modo 1, intervalo de guarda 1/8).	41
Figura 24-1.	Modelo de receptor para referencia de cuadro multiplex.	41
Figura 25-1.	División del TS en dos capas jerárquicas	43
Figura 26-1.	Generación del polinomio PPRS y circuito.	43
Figura 27-1.	Circuito de byte interleaving.	45
Figura 28-1.	Diagrama byte interleaving.	45
Figura 29-1.	Time Interleaver.	46
Figura 30-1.	Ortogonalidad entre Portadoras en OFDM.	47
Figura 31-1.	Estados de modulación QPSK/DQPSK.	48
Figura 32-1.	Estados de modulación 16 QAM.	48
Figura 33-1.	Estados de modulación 64 QAM.	49
Figura 34-1.	Comparación entre Modulaciones.	49
Figura 35-1.	Espectro OFDM.	50
Figura 36-1.	Desempeño Codificador Convolutivo.	51
Figura 37-1.	Pilotos continuos o dispersos.	52
Figura 38-1.	Reflexiones u Obstrucciones (Fading).	53
Figura 39-1.	Fading, desvanecimiento de señales portadoras.	54
Figura 40-2.	Área de estudio o set.	57
Figura 41-2.	Área de audio y sonido.	59
Figura 42-2.	Área de edición y postproducción.	61

Figura 43-2.	Área de control master. _____	62
Figura 44-2.	Transmisor UHF ubicado en el Guaranda-5Tv. _____	64
Figura 45-2.	Interferencia en canal virtual. _____	75
Figura 46-2.	Análisis del costo del mantenimiento anual. _____	82
Figura 47-2.	Análisis del costo del mantenimiento anual si no se cumple el Plan Maestro. _____	82
Figura 48-3.	Enlace topográfico Estudio Guaranda 5TV – Cerro Cashca Totoras. _____	84
Figura 49-3.	Patrón de Radiación Antena ANDREW PL4-65-D7A/F. _____	86
Figura 50-3.	Ubicación del enlace microonda de la estación Guaranda 5TV. _____	87
Figura 51-3.	Configuración del sistema Estudio Guaranda 5TV. _____	88
Figura 52-3.	Configuración del sistema Cerro Cashca Totoras. _____	89
Figura 53-3.	Resultados de la simulación del enlace Microondas. _____	90
Figura 54-3.	Conversión de la entrada de señales. _____	91
Figura 55-3.	Pasos de una BTS. _____	91
Figura 56-3.	Patrón de Radiación antena RYMSA (DVM4-L00). _____	93
Figura 57-3.	Patrón de Radiación de nuestro sistema. _____	94
Figura 58-3.	Configuración de la red Radiodifusión Estudio-Cerro. _____	95
Figura 59-3.	Parámetros del sistema Microonda Transmisor. _____	96
Figura 60-3.	Parámetros del sistema Microonda Receptor. _____	97
Figura 61-3.	Configuración de la Cobertura del Enlace. _____	98
Figura 62-3.	Cobertura de Radiación del Sistema. _____	98
Figura 63-3.	Cobertura del Enlace TDT. _____	99
Figura 64-3.	Patrón de Radiación ANDREW PL4-65-D7A_F _____	100
Figura 65-3.	Configuración cobertura de la antena ANDREW PL4-65-D7A_F. _____	101
Figura 66-3.	Simulación cobertura de la antena ANDREW PL4-65-D7A_F. _____	101
Figura 67-3.	Diagrama Radioenlace. _____	102

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1-1.	Bandas de Frecuencia para TV abierta VHF y UHF. _____	13
Tabla 2-1.	Modos de recepción de Televisión digital. _____	18
Tabla 3-1.	Parámetros del Sistema de Transmisión. _____	36
Tabla 4-1.	Configuración de la multiplexación del Frame. _____	40
Tabla 5-1.	Ajuste de atraso requerido como resultado del entrelazamiento de byte. ____	44
Tabla 6-2.	Guaranda 5Tv datos generales. _____	55
Tabla 7-2.	Guaranda 5Tv datos técnicos. _____	56
Tabla 8-2.	Equipos usados en el Área de estudio o Set. _____	57
Tabla 9-2.	Equipos usados en el Área de dirección de cámaras. _____	58
Tabla 10-2.	Equipos usados en el Área de audio y sonido. _____	60
Tabla 11-2.	Equipos usados en el Área de edición y postproducción. _____	61
Tabla 12-2.	Equipos usados en el Área de control master. _____	63
Tabla 13-2.	Parámetros del enlace STL autorizados por la SUPERTEL. _____	63
Tabla 14-2.	Análisis de los equipos usados en el Área de Estudio o Set. _____	65
Tabla 15-2.	Análisis de los equipos usados en el Área de dirección de cámaras. _____	66
Tabla 16-2.	Análisis de los equipos usados en el Área de audio y sonido. _____	67
Tabla 17-2.	Análisis de los equipos usados en el Área de edición y postproducción. ____	68
Tabla 18-2.	Análisis de los equipos usados en el Área de control master. _____	68
Tabla 19-2.	Bandas de frecuencias a ser utilizadas en TDT. _____	72
Tabla 20-2.	Norma Técnica para el Servicio de Tv Analógica y Distribución de Canales. _____	73
Tabla 21-2.	Cronograma del Apagón Analógico. _____	78
Tabla 22-2.	Canales UHF asignados para la zona geográfica B. _____	79
Tabla 23-2.	Costo del mantenimiento del sistema analógico. _____	81
Tabla 24-2.	Costo anual del mantenimiento del sistema de TDT. _____	81
Tabla 25-2.	Mantenimiento en la Etapa de Simulcast. _____	81
Tabla 26-2.	Equipos a utilizar para el sistema de TDT. _____	83
Tabla 27-3.	Coordenadas geográficas para el enlace STL. _____	84
Tabla 28-3.	Características del sistema HITACHI IS7G50P5 / ISR7G5000. _____	85
Tabla 29-3.	Parámetros antena ANDREW PL4-65-D7A/F. _____	85
Tabla 30-3.	Datos del Enlace STL. _____	86
Tabla 31-3.	Resultados obtenidos para el enlace Microonda. _____	90
Tabla 32-3.	Características del sistema marca RYMSA (DVM4-L00). _____	93
Tabla 33-3.	Parámetros del sistema Microonda Transmisor. _____	95
Tabla 34-3.	Parámetros del sistema Microonda Receptor. _____	96
Tabla 35-3.	Parámetros de cobertura primaria y secundaria. _____	99
Tabla 36-3.	Sistema enlace STL. _____	102
Tabla 37-3.	Datos Radioenlace _____	103

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1-3.	Perdidas en el espacio libre. _____	102
Ecuación 2-3.	Radioenlace. _____	103

RESUMEN

La presente investigación propone: el diseño de un sistema para transmisión de televisión digital terrestre bajo el estándar ISDB-Tb para la operadora de televisión canal municipal Guaranda 5TV, en la ciudad de Guaranda. Para la elaboración de la investigación se consideraron todos los factores que intervienen en el funcionamiento de los sistemas de comunicaciones para televisión, tanto factores climáticos, geográficos, saturación del espectro radioeléctrico, situación actual de la operadora y a partir del análisis de los mismos se realizó el diseño de una red de frecuencia única (SFN) para el estudio del enlace microonda del sistema de Televisión Digital Terrestre (TDT), diseño en el cuál analizamos los parámetros específicos que nos permiten visualizar la línea de vista, nivel de señal y el alcance de cobertura dependiendo de la situación geográfica y topográfica es de 45 Kilómetros (Km) . Para el diseño del sistema de TDT se utilizó la aplicación Google Earth para determinar latitud, longitud, altura y perfiles topográficos, software Radio Mobile para la simulación del enlace de microonda digital y análisis de los parámetros del sistema. Con respecto al aspecto legal, se analizó la normativa y reglamentación decretada por la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador (SUPERTEL) actualmente ARCOTEL. Se elaboró un análisis del costo del mantenimiento anual que tendrá que afrontar la estación Guaranda 5TV, con la transmisión simultánea de la señal analógica y señal digital durante la Etapa de Simulcast propuesta en el Plan Maestro. Con el sistema propuesto en la documentación se alcanzaría una señal con un porcentaje de confiabilidad del 98%. Se recomienda al Ilustre Municipio Descentralizado del Cantón Guaranda, que este estudio sea considerado en lo que corresponde a la futura implementación de la Televisión Digital Terrestre (TDT) en la estación Guaranda 5TV.

Palabras Claves: <TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE [TDT]> < SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES [SUPERTEL]> < SISTEMA INTERNACIONAL PARA RADIODIFUSIÓN DIGITAL - TERRESTRE, VERSIÓN BRASILEÑA [ISDB-Tb] > < RED DE FRECUENCIA ÚNICA [SFN] >.<CANAL MUNICIPAL GUARANDA 5TV >

SUMMARY

This research proposes: designing a system for transmission of digital terrestrial television under the ISDB-Tb standard for municipal channel TV operator Guaranda 5TV, in Guaranda city. For the research all factors involved in the operation of communications systems for television, whether climatic, geographic, saturation of spectrum, current status of the operator and the analysis thereof it considered was held design of a single frequency network (SFN) to study the microwave link system Digital Terrestrial Television (DTT) design in which we analyze the specific parameters that allow us to visualize the line of sight, signal level and scope of coverage depending on the geographical and topographical situation is 45 kilometers (km). For DTT system design the Google Earth application was used to determine latitude, longitude, height and topographic profiles, Radio Mobile software for the simulation of digital microwave link and analysis of system parameters. Regarding the legal aspect, the laws and regulations enacted by the CONARTEL and Superintendence of Telecommunications of Ecuador (SUPERTEL) was analyzed. An analysis of the cost of annual maintenance that will face Guaranda 5TV station with simultaneous transmission of analog and digital signal during Stage Simulcast proposed in the Master Plan was developed. With the proposed documentation system a signal is obtained by a reliability rate of 98%. It is recommended to Illustrious Decentralized Municipality of the Guaranda Canton. This study is considered as corresponding to the future implementation of Digital Terrestrial Television (DTT) in Guaranda 5TV station.

Keywords. <DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION [DTT]> <SUPERINTENDENCE OF TELECOMMUNICATIONS [SUPERTEL]> <INTERNATIONAL SYSTEM FOR DIGITAL BROADCASTING – TERRESTRIAL, BRAZILIAN VERSION [ISDB-Tb] > <SINGLE FREQUENCY NETWORK [SFN]> <GUARANDA MUNICIPAL CHANNEL 5TV>.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas la humanidad ha desarrollado tecnologías enfocadas a la evolución de la transmisión de información a través de redes de telecomunicaciones, para un adecuado uso del espectro radioeléctrico para los servicios de telecomunicaciones, incluyendo la parte atribuido al servicio de televisión terrestre de radiodifusión.

En el año 2010, el Ecuador adopto la norma japonesa con modificaciones brasileñas (ISDB-T/SBTVD) el cual fue recomendado por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) para la implementación de la televisión digital y liberar el espectro de frecuencia utilizado por la televisión analógica.

La nueva televisión trae consigo muchas ventajas: la mejora en calidad de señal de video y audio, la nueva relación de aspecto de 16:9, la mayor inmunidad al ruido, entre otras.

Usando el mismo ancho de banda analógico de 6 MHz de espectro que usa la señal analógica, la televisión digital permite altas resolución estándar, canales en alta definición y canales de resolución baja (Low Definition, para los equipos móviles); además de contenidos interactivos para el televidente. Con una tasa de transferencia de aproximadamente 20 Mbps, el consumidor podrá acceder a nuevos servicios como guías de programación, programas preferidos, estadísticas de deportes y otros servicios dentro de los mismos 6 MHz de espectro de la señal de televisión analógica

El 26 de marzo de 2010, mediante informe del Consejo Nacional de Telecomunicaciones Ecuador firmó convenios de cooperación técnica y de capacitación con los gobiernos de Japón y Brasil, dando visto bueno a la introducción del sistema japonés-brasileño ISDB-Tb, entrando así el Ecuador en el proceso de transición a la televisión digital terrestre.

En muchos países, ya se tiene definida una fecha para el denominado “apagón analógico”, momento en el cual todas las transmisiones analógicas dejarán de existir para transmitir íntegramente de manera digital. En el Ecuador mediante resolución de la SUPERTEL se estableció el cronograma del apagón analógico definido en el Plan Maestro el cual está proyectado terminar con emisiones de Televisión en modalidad analógica en una fecha indeterminada entre el año 2016 y el 2020.

En los momentos actuales la televisión digital en Ecuador está en el canal del Estado Ecuador TV que transmite en la frecuencia del canal 47, dos canales digitales en calidad estándar y un canal para la recepción en equipos móviles.

Por lo mencionado anteriormente es necesaria la migración de la señal de televisión analógica a digital en el país, y por tal motivo el canal GUARANDA 5TV considera pertinente la realización del análisis de todos los requerimientos necesarios para la correcta adopción de esta nueva tecnología y con el proceso de transición más adecuado de acuerdo a las necesidades de todas las partes involucradas.

ANTECEDENTES

Luego de una serie de estudios y pruebas basados en los estándares de televisión digital, en el Ecuador mediante el CONATEL se adoptó el estándar ISDB-T / SBTVD, el cual fue recomendado por la SUPERTEL.

Mediante Resolución RTV-596-16-CONATEL-2011 del 29 de julio de 2011, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve delegar al MINTEL (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información), con el fin de que sea este, el Organismo el que lidere y coordine el proceso de implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador. (CONATEL, 2011)

Mediante acuerdo interministerial N°. 170 del 3 de agosto de 2011, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, la Secretaria Nacional de Planificación y la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, acuerdan crear el CITDT (Comité Interinstitucional Técnico para la Introducción de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador). (Resoluciones CITDT)

Actualmente nos encontramos en un periodo de transición de tecnología analógico al digital, por lo cual hay operadoras que ya han solicitado la concesión a la CONATEL para transmitir TDT en el Ecuador, debido a que las operadoras están obligadas a transmitir la señal analógica y digital al mismo tiempo hasta que se realice el apagón analógico. (TELÉGRAFO, 2014)

El proceso de transmitir la señal analógica y digital al mismo tiempo se llama Simulcast. Al transmitir las dos señales al mismo tiempo las operadoras de televisión van a tener un alto costo de mantener las 2 infraestructuras hasta que se realice el apagón analógico. (TELÉGRAFO, 2014)

Con la implementación de la TDT (Televisión Digital Terrestre), se modificara el espectro radioeléctrico lo cual liberara bandas de frecuencias también llamadas dividendo digital lo que permitirá al estado generar mayores ingresos económicos con nuevas concesiones de servicios de comunicaciones. (TELÉGRAFO, 2014)

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El estado ecuatoriano sigue el plan del buen vivir, donde el desarrollo de la sociedad de la información es un pilar fundamental para mejorar las condiciones de vida de los ecuatorianos, siendo una herramienta esencial la utilización de medios de comunicación como: televisión, radio, internet, entre otros.

En Ecuador el medio de comunicación con mayor preferencia es la televisión (SUPERTEL, 2010) como indica la Figura 1. Según la encuesta del INEC (INEC, 2011) un 86.36% de la población cuenta con un televisor dentro del hogar de los cuales un 99.2% dedica al menos una hora a observar la programación, superando a medios escritos, internet, radio. (TELÉGRAFO, 2012)

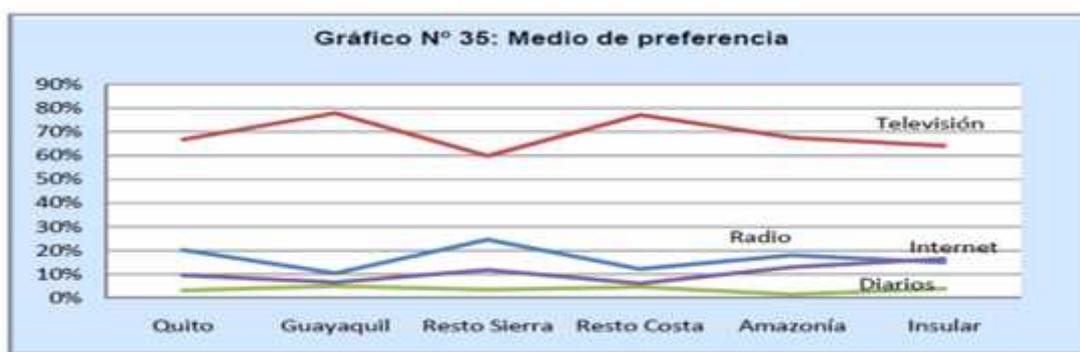


Figura 1. Servicios de Comunicación del Ecuador.

Fuente: (Telégrafo, 2012).

La forma de televisión que se difunde a nivel nacional actualmente en Ecuador es: televisión digital por suscripción o de pago (TELÉGRAFO, 2012) que tiene una penetración nacional del 13,2% y la televisión analógica abierta que tiene una penetración nacional del 86,8%.

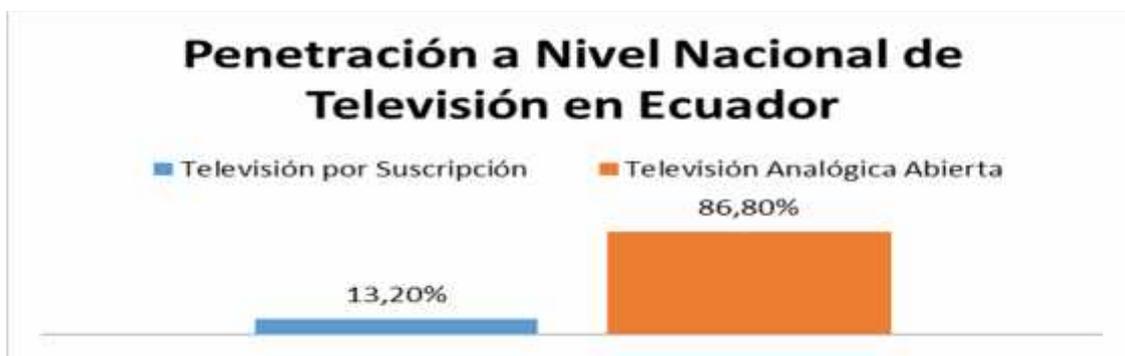


Figura 2. Penetración Nacional de la Televisión en Ecuador.

Fuente: (Telégrafo, 2012)

Como se observa en la Figura 2, la televisión analógica terrestre es la que tiene mayor penetración a nivel nacional y el objetivo primordial del estado es aprovechar esta condición para cumplir su compromiso de cerrar la brecha digital que existe en la actualidad. (TELÉGRAFO, 2012)

En su aspecto técnico la televisión analógica ocupa un ancho de banda de 6 MHz para cada canal, en los cuales para evitar su interferencia poseen un canal de separación definido como canal de guarda. La televisión analógica abierta junto a otros servicios de telecomunicaciones ha llevado a la saturación del espectro radioeléctrico.

La migración hacia la televisión digital terrestre es una alternativa para liberar frecuencias dentro del espectro radioeléctrico así como la posibilidad de incrementar nuevos servicios de telecomunicaciones, generar empleos y negocios como en países desarrollados.

Algunos de los avances que Ecuador ha realizado para el apagón analógico e ingreso de la televisión digital terrestre se encuentran los siguientes:

- ✓ Adopción del estándar para Televisión Digital Terrestre Japonés con adaptaciones brasileñas llamado ISDB-Tb, el mismo que incluye como aporte brasileño el Middleware Ginga, que permite la interactividad con los usuarios. (SUPERTEL, 2010)
- ✓ Delegación por parte de la CONATEL, al Ministerio de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información como el ente para coordinar y liderar la implementación de la televisión digital terrestre en Ecuador (CONATEL, 2011).
- ✓ Creación del Comité Interinstitucional Técnico para la implementación de la Televisión Digital Terrestre (CITDT). (Ministerio de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, 2011)
- ✓ En el último trimestre del 2012, se concedieron frecuencias de prueba (Grupo de Aspectos Técnicos y Regulatorios del CITDT, 2012) a las operadoras de televisión para que inicien con sus transmisiones digitales.

Estudios realizados en distintos países como en Perú el 24 de abril del 2009 quien también adopto el estándar ISDB-Tb, demostrando que la implementación del mismo en base a sus características técnicas permitía mejorar la eficiencia del espectro radioeléctrico y reducción de la brecha digital incorporando nuevos servicios de telecomunicaciones.

Los estándares de televisión, tanto el ATSC, DVB-T, ISDB-T e ISDB-Tb, en la actualidad se encuentran operando en distintos países, cada uno de ellos presentan debilidades y fortalezas frente a los otros, los cuales en estudios técnicos no tienen tantas diferencias decisivas, aunque algunos informes apuntan al ISDB-T como el mejor de todos.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

El presente estudio permitirá a la estación Canal Municipal Guaranda 5TV, poder migrar de la Tv analógica a Tv digital terrestre cumpliendo las normas técnicas establecidas por el estado ecuatoriano y además este estudio permitirá establecer los equipos adecuados para transmitir TDT.

La norma ISDB-Tb tiene su esencia de modulación de multiplexación por división de frecuencias (FDM), que consiste en distribuir las tramas digitales de información (TSP) en una gran cantidad de frecuencias estrechamente separadas, que no interacciona entre sí (O=ortogonales) y poder recuperar parte de la información transmitida a partir de las frecuencias que no han sufrido alteración durante el proceso de propagación.

Los datos restantes corruptos se intentarán recuperar gracias a las técnicas posibles generadas por los códigos correctores de errores (C=codificadas), cuales son:

- ✓ Reed-Solomon.- mediante una etiqueta de 16 Bytes permite corregir 8 bytes corruptos.
- ✓ Viterbi.- mediante una redundancia de bits configurable. El sistema provee también entrelazados de: bits, bytes, frecuencias, tiempos.

El sistema otorga capacidad de transmisión de video y audio en alta calidad, así como datos a receptores fijos y móviles. Se admite transmisión jerárquica hasta en tres capas (Layers A, B y C), un nivel más que el previsto en DVB-T, de solamente dos. Recordemos que la transmisión jerárquica habilita a que se establezcan distintos parámetros de modulación dentro del ancho de banda de transmisión.

Existen tres modos de transmisión (Modo 1, 2 y 3) que permiten distintos números de portadoras como se verá en el apartado siguiente.

Hay cuatro posibles longitudes del intervalo de guarda del tiempo de símbolo. Nótese que los posibles esquemas de modulación utilizados en cada segmento son: DQPSK, QPSK, 16-QAM y 64-QAM. Los posibles valores para los intervalos de guarda para cada símbolo transmitido son $1/4$, $1/8$, $1/16$ y $1/32$ para la razón de corrección de errores en el Inner Code son $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$, $7/8$. Resultan iguales a los que ofrece DVB-T.

La TDT en el Ecuador se definió luego de los estudios del sistema apropiado para el país, mediante investigación, análisis, presupuesto y colaboración de identidades internacionales, luego de los resultados se manifestó un periodo de tiempo para la planificación del espectro radioeléctrico, donde los dos sistemas trabajaran hasta que las televisoras tengan el plazo para su sistema de cobertura sea terminada así se dé un mejor servicio.

El cambio a este nuevo sistema televisión trae consigo una serie de implementaciones y ajustes en los diferentes actores inmersos, en el caso de las televisoras para transmitir en el nuevo formato, en los profesionales para operar este tipo de equipos y en usuarios de para captar esta señal abierta de TDT, por tal motivo se realiza un estudio de los impactos técnicos como económicos que genera esta transición, tanto en la sociedad, profesionales del área y empresas de telecomunicaciones.

En las operadoras de televisión del Ecuador, el cambio de tecnología de televisión analógica a digital, implica muchas modificaciones tanto en la parte técnica como en la regulatoria en razón de que se deben decidir las bandas de frecuencias en las que se transmitirá la TDT, la forma de concesión para los operadores, análisis de interferencias durante el Simulcast, y la correspondiente migración de los sistemas que actualmente operan en esas bandas.

Se deben establecer los parámetros técnicos con los que deben operar los nuevos sistemas de TDT, es decir crear una Norma Técnica para el funcionamiento de la Televisión Digital Terrestre abierta en el Ecuador durante el Simulcast. (TELÉGRAFO, 2014).

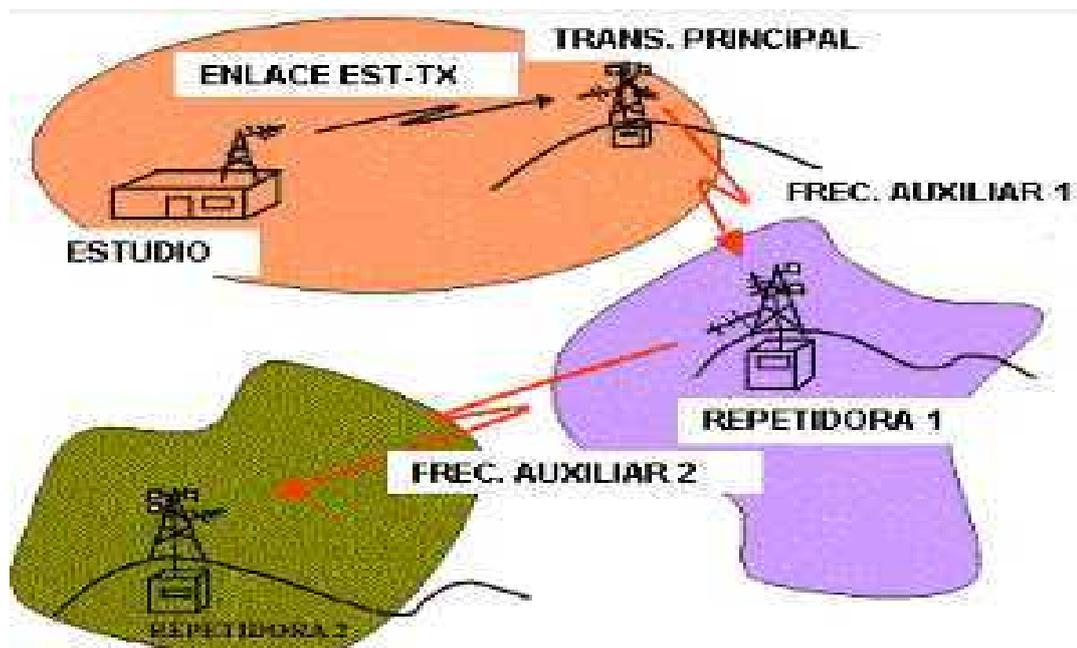


Figura 3. Diagrama de Estudio
Fuente: PEÑA, David, 2015.

El estudio figura 3 se va enfocar en la parte de transmisión de la señal entre su antena transmisora quien se encarga de transformar la energía eléctrica en ondas electromagnéticas hacia sus antenas receptoras y antenas repetidoras si su diseño tiene que cubrir grandes áreas de coberturas, las cuales al recibir las ondas electromagnéticas realizan el proceso inverso.

Luego analizaremos los parámetros como la ganancia, eficiencia, y directividad con la que se propaga la señal analógica de la antena transmisora mediante su enlace de transmisión hacia sus antenas de recepción de las ondas y saber su frecuencia y pérdidas de transmisión con la que trabaja su sistema analógico

Realizaremos el mismo proceso de estudio para el sistema de transmisión de televisión digital terrestre, para realizar una comparación y poder determinar si mediante el mismo sistema se puede realizar el proceso de simulcast (transmitir señal analógica y digital al mismo tiempo).

Si al transmitir a la misma frecuencia va generar distorsión e interferencia entre las dos señales o a su vez cada sistema de transmisión (analógico y digital), va tener una frecuencia determinada para su transmisión a las cuales el diseño de sus antenas va ser un aspecto primordial a la hora de transmitir las ondas electromagnéticas.

Como conclusión del presente estudio, ayudara a la transición de la Televisión Digital Terrestre con la finalidad de liberar la brecha digital del espectro radioeléctrico y poder brindar mayores servicios en el mundo con la liberación de frecuencias. Este estudio permitirá a la estación Canal Municipal Guaranda 5TV estar preparado para la futura implementación de la TDT y al apagón analógico.

OBJETIVOS

Con la finalidad de cumplir este estudio, se han planteado los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema para transmisión de televisión digital terrestre bajo el estándar ISDB-Tb para la operadora de televisión Canal Municipal Guaranda 5TV.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar un estudio técnico de los sistemas de transmisiones actuales que tiene Canal Municipal Guaranda 5Tv.
- ✓ Analizar la arquitectura funcional para transmitir TDT según la metodología estándar ISDB-Tb adoptada por el Ecuador.
- ✓ Proponer un diseño de un sistema de transmisión de televisión digital terrestre de la operadora de televisión Canal Municipal Guaranda 5Tv bajo el estándar ISDB-Tb.
- ✓ Evaluar el sistema de transmisión de televisión digital usando software Radio Mobile.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEVISIÓN EN EL ECUADOR.

1.1. INTRODUCCIÓN.

En el país la radiodifusión televisiva aparece a mediados de los años 60 permitiendo al Ecuador vincularse a un nuevo servicio que en países desarrollados ya estaba sentado dos décadas atrás.

Actualmente la cobertura de la televisión abarca una gran parte del territorio nacional con transmisiones locales o a nivel nacional, brindando comunicación y manteniendo informados a los ciudadanos ecuatorianos, constituyéndose este medio junto a la radio, en las puertas de enlace entre la población y los acontecimientos nacionales y mundiales gracias a la difusión de programas de toda índole.

La televisión se ha constituido como uno de los medios de comunicación masiva con más impacto y responsabilidad de los mayores cambios culturales a gran escala tanto positivos como negativos, superado en los últimos tiempos por el Internet.

La televisión en sus distintas versiones, por cable, por satélite o por aire, ha iniciado la actualización de sus servicios y de sus tecnologías incorporando la digitalización en todas sus etapas de funcionamiento, desde la cámara hasta la pantalla del televidente, esto le ha permitido una mejora en la calidad de imagen y de sonido.

La digitalización a eliminando los problemas como imágenes múltiples, intermodulaciones, ruidos y muchas otras degradaciones propias de los sistemas analógicos, con el agregado de un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico y la posibilidad de incrementar la cantidad de señales transmitidas, con el objeto de incorporar nuevos servicios tales como la alta definición (HD), múltiples canales de audio, señales para dispositivos móviles, interactividad y muchos más.

Los desarrollos de la Televisión Digital Terrestre (TDT) empezaron en los Estado Unidos de América a mediados de la década del noventa, con la implementación de la norma ATSC (Advanced Television Systems Committee), siguieron en Europa con el estándar DVB-T (Digital Video Broadcasting), y más recientemente en Japón con ISDB-T (Integrated Services of Digital Broadcasting).

La incorporación de la TDT en la región ha permitido un gran aporte de la industria de cada país en el diseño, la fabricación y la producción de la mayoría de las partes involucradas en las plantas transmisoras digitales, potenciando el estudio y la capacitación sobre todos los aspectos que involucran el sistema.

En general, puede afirmarse que la televisión digital abierta se ha convertido en una política de estado en todo los países latinoamericanos, con el objetivo de ofrecer a la población una igualdad en las condiciones de acceso a los contenidos audiovisuales, brindar mayor cantidad de señales, servicios y mejorar la calidad.

1.2. TELEVISIÓN ANALÓGICA.

La televisión analógica se inició como un servicio monocromático y en los años siguientes pasó a ser un servicio a color, sin que esto afecte a los televidentes que deseaban mantener sus receptores blanco y negro. Con el objetivo de que los dos receptores se puedan usar de manera simultánea y ofrecer un servicio superior de mejor calidad con nuevas aplicaciones.

1.3. TELEVISIÓN A COLOR.

Cuando la tecnología pudo agregarle color a la imagen, hubo que analizar la forma de incluir dentro del canal de televisión, la información de color (crominancia), sin detrimento de la información de brillo (luminancia). (TENESACA, 2005, p 16)

La televisión a color se consigue transmitiendo, además de la señal de brillo, o luminancia necesaria para reproducir la imagen en blanco y negro, otra que recibe el nombre de señal de crominancia, encargada de transportar la información de color.

Ambas señales se obtienen mediante las correspondientes combinaciones de tres señales de video, generadas por la cámara de televisión en color, y cada una corresponde a las variaciones de intensidad en la imagen vistas por separado a través de un filtro rojo, verde y azul.

Las señales compuestas de luminancia y crominancia se transmiten de la misma forma que la primera en la televisión monocroma. Una vez en el receptor, las tres señales de video a color se obtienen a partir de las señales de luminancia y crominancia y dan lugar a los componentes rojo, azul y verde de la imagen, que superpuestos reproducen la escena original en color.

Cuando la señal de color entrante llega a un televisor de color, pasa por un separador que aísla el color del brillo, se descodifica la información de color el cual a volverse a combinar con la

información del brillo, se producen diferentes señales de color primario que se aplican al tubo tricolor, recreándose la imagen captada por la cámara de color.

Si la señal de color llega a un televisor en blanco y negro, los circuitos del receptor ignoran los datos relativos a tonalidad y saturación y solo tienen en cuenta la señal de brillo.

1.3.1. PIXEL.

Pixel (Picture Element), es el nombre con el cual se denomina a una muestra de información de la imagen. Normalmente la pantalla que mostrara una imagen está compuesta por una “matriz” de estos puntos. (TENESACA, 2005, pp 15 - 21)

1.3.2. CUADROS Y CAMPOS.

Son formados por los barridos que realiza el Cañón del Tubo de Rayos Catódicos sobre la pantalla, un cuadro es equivalente a dos campos (campo impar y campo par).

El campo impar está formado por los barridos de líneas impares, el campo par de las líneas pares, el cual a realizar los barridos se entrelazan ambos campos, esta es la razón por la que este método de formar una imagen sobre la pantalla es llamado Entrelazado. (TENESACA, 2005, pp 15 - 21)

1.3.3. NUMERO DE LÍNEAS Y CALIDAD DE IMAGEN.

La cantidad de líneas que se utilice para explorar una imagen dependerá la resolución de la misma sobre una pantalla de televisión.

Esta cantidad de líneas para que supere la agudeza del ojo, dependerá de la distancia a la que se coloque el espectador la cual corresponde a cuatro veces la diagonal del monitor, con un ángulo de visión sobre toda la pantalla de 8.85 grados. Teniendo en cuenta que la agudeza visual máxima es de 1 minuto, el número mínimo de líneas que deberá tener un sistema de televisión será de 515 líneas.

1.3.4. FRECUENCIA DE CUADRO.

Un parámetro importante que permite a la televisión dar la ilusión de movimiento es la frecuencia de cuadro. Esto significa cuántas imágenes son necesarias ser transmitidas de tal manera que se logre el objetivo de generar movimiento y minimizar el parpadeo de la pantalla.

Según el estándar utilizado será de 25 cuadros por segundo en PAL y SECAM y 30 cuadros por segundo en NTSC, proceso el cual es realizado mediante un haz electrónico que barre sucesivamente los elementos que conforman una imagen.

1.3.5. CARACTERÍSTICAS DEL COLOR.

El color se describe usando tres características: Matiz, Brillo y Saturación. La primera es la sensación de color producida cuando se observa luz de una o más longitudes de onda. El brillo corresponde a la intensidad de la luz que se observa y la saturación implica el grado de pureza de un color y su carencia de luz blanca.

1.3.6. NIVEL DE LUMINANCIA.

La señal de luminancia, también conocida como la señal de video, produce las magnitudes de blanco, gris y negro de la imagen. La información que nos ofrece la luminancia es importante en la televisión a color porque permite obtener una señal de video en blanco y negro derivada de los tres colores primarios.

1.4. BANDAS DE OPERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CANALES.

El espectro radioeléctrico se divide de acuerdo al Reglamento de Radiocomunicación de la Unión Internación de Telecomunicaciones (ITU).

La zona a la que corresponde el Ecuador es la Región II y está formada por América del Norte y América del Sur.

En la tabla 1-1 muestra la Norma Técnica para Televisión y de acuerdo al Plan Nacional de Distribución de Frecuencias se establece que las bandas de VHF y UHF para televisión abierta son:

Tabla 1-1. Bandas de Frecuencia para TV abierta VHF y UHF.

BANDA VHF	FRECUENCIA	CANALES
BANDA I	54 A 72 MHz	2 a 4
	76 a 88 MHz	5 a 6
BANDA III	174 a 216 MHz	7 a 13
BANDA IV	500 a 608 MHz	19 a 36
	614 a 644 MHz	38 a 42
BANDA V	644 a 686 MHz	43 a 49

Fuente: Unión Internación de Telecomunicaciones (ITU).

Vale la pena mencionar que los canales 19 y 20 se encuentran reservados con el único propósito de facilitar el proceso de transición hacia Televisión Digital. Los canales 48 y 49 en UHF se hallan reservados para el Estado Ecuatoriano.

1.4.1. USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Según la Norma Técnica para Televisión en el Ecuador, a cada zona geográfica se le ha asignado un grupo de canales y son los únicos que pueden darse en concesión, esta distribución se la ha fijado así con el fin de evitar interferencias co-canal y por canal adyacente.

Dentro de cada zona geográfica, los canales destinados a la protección entre canales analógicos normalmente no son asignados, pero, dependiendo de la necesidad de expansión la cobertura del operador y de estudios que reflejen que no existirá perjuicio hacia las demás frecuencias asignadas, pueden ser utilizados para ampliar la cobertura.

Otra razón para concesionar estos canales es que de requerir incrementar la cobertura con dos transmisores operando en la misma frecuencia y a una corta distancia, ocurrirían interferencias co-canal. Principalmente en las grandes ciudades, donde se hace necesaria la utilización de más de un transmisor, se han entregado nuevos canales a una misma operadora de televisión con el fin de evitar inconvenientes en las transmisiones.

1.5. LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.

La Televisión Digital es uno de los acontecimientos de mayor importancia en el nuevo milenio, el cambio a esta nueva tecnología es un hecho mucho más radical que el paso del Blanco y Negro al Color.

La Televisión Digital Terrestre incluye a todos los servicios de difusión de televisión por el aire en los que los flujos de datos son transmitidos mediante sistemas de modulación digital que utilizan el espectro radioeléctrico.

Las canalizaciones o anchos de banda asignadas pueden ser de 6, 7 u 8 MHz y cada país cuenta con una canalización específica de acuerdo a sus políticas de distribución. Cabe señalar que es predominante el uso de la banda UHF, a diferencia de las bandas VHF y UHF que utiliza la TV analógica. Las transmisiones son del tipo difusión (Broadcast), punto a multipunto y pueden ser de acceso libre y gratuito, o por suscripción.

Las transmisiones de TDT reemplazarán completamente a las de televisión analógica cuando en cada país se produzca el tan esperado “Apagón Analógico” (switch-off).

El desarrollo de la TDT iguala sus servicios a los de la televisión por satélite y por cable y, por lo tanto, constituye un avance muy importante para la inclusión social, porque ofrece una diversidad de servicios complementarios unidireccionales y también bidireccionales cuando se establece una conexión a Internet de canal de retorno adecuado.

1.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.

1.5.1.1. MEJOR CALIDAD TÉCNICA.

La TDT ha permitido que los servicios lleguen al televidente con una mayor calidad de imagen y sonido en comparación con las emisiones analógicas, con la gran ventaja de que la calidad permanece constante dentro de toda el área de cobertura, algo que era imposible garantizar con las transmisiones analógicas. (TENESACA, 2005, pp 46)

Las emisiones digitales pueden tener distintos formatos en audio y video, pero una vez definido el sistema de transmisión los parámetros de calidad se mantienen inalterables en todo los puntos de la recepción. La mayor calidad de imagen y sonido se relaciona con la alta capacidad de transporte de información, con tasas del orden de los 20 Mbps o mayores.

Todo esto se traduce en la posibilidad de ver mejor, sin interferencias, con continuidad y en todos los lugares del área de servicio de la emisora.

1.5.1.2. EFICIENCIA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Con la implementación de la Televisión Digital se da la posibilidad de reorganizar el espectro radioeléctrico, con la utilización de técnicas de compresión digital hace posible transmitir varios programas de televisión utilizando el mismo ancho de banda de la televisión analógica.

Al optimizar el espectro electromagnético, a futuro, cuando se liberen los canales de guarda que utiliza la televisión analógica, pueden implementarse canales RF que sirvan de retorno, con lo que se pueden implementar servicios interactivos.

1.5.1.3. EFICIENCIA DE POTENCIA.

Con menos potencia se puede cubrir la misma zona que con una transmisión analógica, debido a la robustez de las señales digitales.

1.5.1.4. ELIMINACIÓN DE INTERFERENCIA.

Los problemas que ocurren por canales adyacentes o interferencia co-canal son reducidas, además, por tratarse de un sistema digital, en recepción, los servicios no se distorsionan, ni disminuyen su calidad. Mientras se mantenga el nivel mínimo de campo eléctrico, existirá cobertura. (TENESACA, 2005, pp 46)

1.5.1.5. REDUCCIÓN DE COSTOS DE TRANSMISIÓN.

La Televisión Digital da la posibilidad de incluir más programas en una misma frecuencia y se puede reutilizar el canal con varios transmisores, sin riesgos de interferencias. Al ser señales digitales, estas pueden ser llevadas hasta las estaciones de transmisión utilizando fibra óptica, enlaces PDH, SDH, ATM, etc.

1.6. TRANSMISIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL.

La TDT transmite tres tipos de flujos binarios:

- ✓ **Video y audio**, correspondiente a la programación, en diversos formatos de resolución y de pantalla, barridos (progresivos o entrelazados), audio en distintos idiomas, etc.
- ✓ **Datos**, que corresponden a una pequeña porción del flujo total transmitido y se utilizan para enviar al receptor información adicional a la programación, tal como interactividad entre la planta transmisora, el receptor o los servidores de datos ubicados en Internet.
- ✓ **Codificación y sincronización**, el primero, destinado a proteger los flujos útiles de las interferencias introducidas en el canal de transmisión y el segundo para que el receptor detecte el esquema de transmisión utilizado y pueda recuperar los datos recibidos.

1.6.1. FORMATOS DE VIDEO DE TDT.

Cuando hablamos de los formatos de video, las señales se pueden clasificar de acuerdo a su resolución en cantidad de pixels, dando origen a las siguientes denominaciones y velocidad de flujo aproximadas. (TENESACA, 2005, pp 46)

- ✓ **LDTV (Low Definition Televisión)**: baja resolución, ejemplo 320x240 pixel. Utilizada en las transmisiones para receptores móviles, requiere una tasa binaria del orden de 450 Kbps.

- ✓ **SDTV (Standart Definition Televisión):** resolución estándar, típica de las transmisiones analógicas de 720x576 pixel. Comúnmente usada para multiprogramación, envía varias señales dentro del ancho de banda asignado a la emisora. Requiere de una tasa de datos media situada en el orden de los 3 Mbps.
- ✓ **EDTV (Enhanced Definition Televisión):** resolución mejorada o intermedia, típicamente en el orden de los 1280x720 pixel. Se obtiene una muy buena calidad de imagen con una tasa no demasiada elevada, en el orden de los 9 Mbps, lo que permite un mejor aprovechamiento del canal de transmisión.
- ✓ **HDTV (High Definition Televisión):** alta resolución que permite transmitir imágenes de gran calidad de unos 1920x1080 pixel, que hacen referencia a una tasa binaria alrededor de los 13 Mbps.

1.7. TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE LA TDT.

1.7.1. ETAPAS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.

La fase de transmisión en televisión digital, se compone de diferentes etapas como se muestra en la Fig. 4-1.

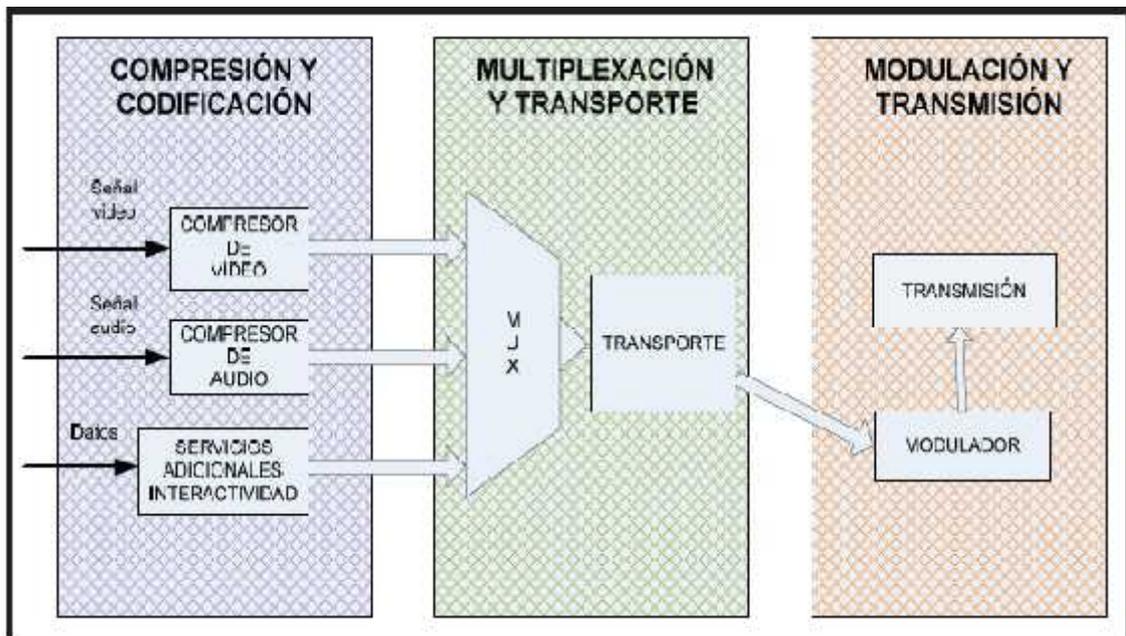


Figura 4-1. Etapas de Transmisión de Televisión Digital
Fuente: (ZAIDAN, 2010)

La primera etapa es donde se realiza el tratamiento, codificación y compresión de las señales de audio y video para convertirlas en haces digitales. La compresión es un caso particular de la codificación y pretende reducir el volumen de la información a transportarse, la cual posee un nivel destinado a aplicaciones o servicios adicionales soportados por una plataforma específica (middleware- software intermedio).

Una vez obtenidos los haces digitales la segunda etapa se encarga de la multiplexación o combinación de dichos haces en uno solo que es transportado, para luego, en la tercera etapa, ser modulado mediante el uso de técnicas específicas y transmitidos aprovechando de manera considerable el canal.

1.7.2. ETAPAS DE RECEPCIÓN DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE.

La recepción de Televisión Digital se lleva a cabo en diferentes etapas, como se muestra en la Fig. 5-1.

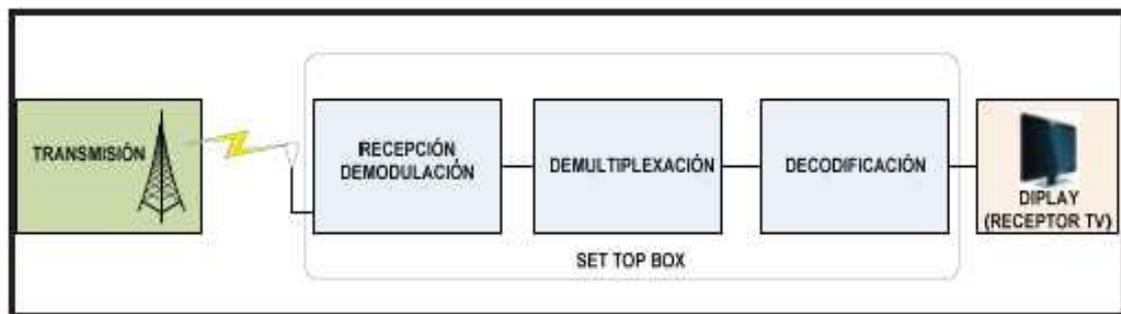


Figura 5-1. Etapas de Recepción de Televisión Digital.
Fuente: (ZAIDAN, 2010)

Existen diferentes modos de recepción de las señales de Televisión Digital Terrestre, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) definió los siguientes tabla 2-1:

Tabla 2-1. Modos de recepción de Televisión digital.

MODOS	EXTERIORES	INTERIORES
Fijo	Fijo en exteriores	Fijo en interiores
Baja Velocidad ($V < 5 \text{ Km/h}$)	Peatonal	Portátil
Alta Velocidad ($V > 5 \text{ Km/h}$)	Móvil	Personal

Fuente: (ZAIDAN, 2010)

1.7.2.1. RECEPCIÓN FIJA.

Para la recepción fija es importante y necesario un receptor (televisor) y una antena que permanece inmóvil, este tipo de recepción posee dos alternativas: Una es usar los receptores que actualmente se emplean en televisión analógica y conectar un set top box, que cumple con funciones de decodificación, demultiplexación y demodulación.

Por otro lado, la posibilidad de usar un televisor digital que esté acorde al estándar adoptado por el país de recepción, existen diferentes tipos de televisores como:

- ✓ **CRT.-** Son los primeros televisores (de hasta 37 pulgadas) y todavía los más usados a nivel mundial, poco a poco remplazados por tecnologías modernas y de menos consumo energético, los cuales requieren conectar un decodificador para usarlos como un receptor de televisión digital.
- ✓ **Retroproyectores.-** Televisores de gran tamaño (100 0 más pulgadas), basados en un display interno y su consumo de energía es como de un LCD.
- ✓ **LCD.-** Es una pantalla de cristal líquido, de pantalla plana con tecnología digital (15 a 40 pulgadas), caracterizadas por su gran brillo, contraste de mejor calidad, menor consumo de energía y presentación de imágenes en movimiento.
- ✓ **Plasma.-** Es un tipo de televisor de pantalla plana (42 y 70 pulgadas o más), poseen características como brillo, contraste y tiempo de presentación de imágenes de óptima calidad y alto consumo de energía.
- ✓ **Led TV.-** Es básicamente un televisor LCD que utiliza un sistema de Leds (Light Emitting Diode) para iluminar la pantalla LCD, se caracteriza por el consumo de energía menor que todos los tipos de televisores, calidad de imagen superior y se los puede usar durante más horas consecutivas sin ningún problema.

1.7.2.2. RECEPCIÓN PORTÁTIL.

En recepción portátil, el dispositivo tiene una antena incorporada y puede moverse de un lado a otro, permaneciendo estático durante su funcionamiento, existen receptores portátiles como:

- ✓ DVD players
- ✓ PC card.

1.7.2.3. RECEPCIÓN PEATONAL Y PERSONAL.

En la recepción peatonal y personal, el receptor se caracteriza por ser fácilmente transportable y estar sujeto a ligeros movimientos ocasionales o frecuentes, por ejemplo:

- ✓ Mini reproductores de audio y video
- ✓ Videoconsolas
- ✓ Teléfonos móviles.

1.7.2.4. RECEPCIÓN MÓVIL.

La recepción móvil, abarca aquellos dispositivos típicamente usados al interior de vehículos.

1.8. ASPECTOS TÉCNICOS DE AUDIO Y VIDEO.

El sistema de compresión de audio, consta de un codificador y un decodificador de audio, el cual acepta señales de entrada analógica o digital, el bloque del subsistema de audio esta antes del subsistema de transporte, el bloque del codificador recibe las señales del audio en el dominio del tiempo y las convierte en el dominio de la frecuencia con el fin de convertir la salida en una cadena de bits. (CALERO & VILLACRES, 2009, p. 102)

Para así llegar al subsistema de Transporte, el cual empaqueta los datos de audio, se transmiten al subsistema de Transmisión que se encarga de cambiar los paquetes en una señal modulada RF para ser recibida por el subsistema de Recepción y ser demodulada, desempaquetada y decuantificar los flujos o tramas de datos.

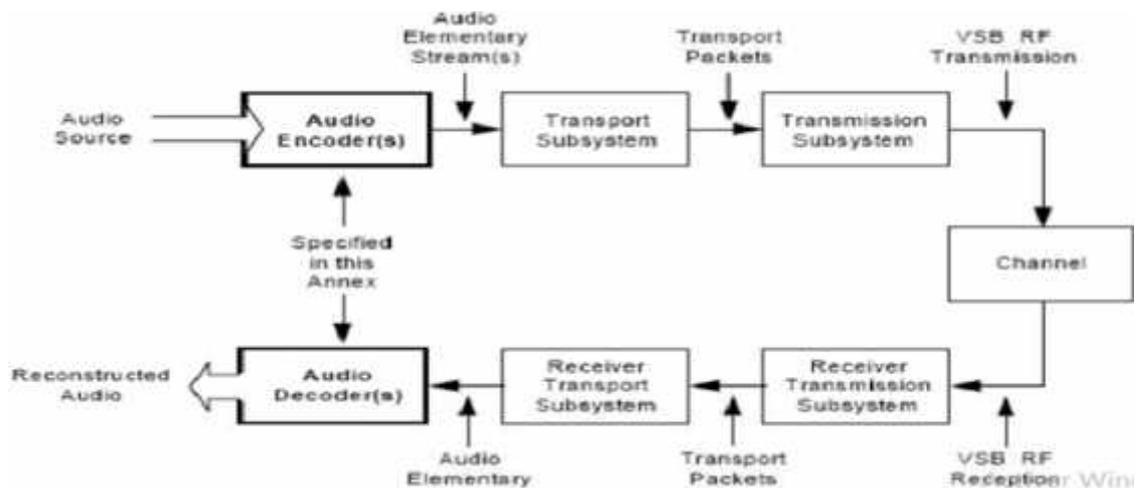


Figura 6-1. Subsistema de audio de un sistema de Televisión Digital
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.1. MPEG-2.

La compresión básicamente es un proceso por el cual la información de una imagen o grupo de imágenes se reduce por la redundancia presente en la señal de video. Mediante este método se ocupa menos ancho de banda que la señal original sin comprimir, reduciendo costos y ofreciendo mayor flexibilidad a los sistemas. (CALERO & VILLACRES, 2009, pp 103-104).

Pero también podemos encontrar pérdidas basados en la codificación por transformación junto con las técnicas de compensación e movimiento.

GOP (group of pictures: grupo de imágenes) es una unidad de compresión de video, en el cual el codificador en lugar de enviar la información de cada imagen por separado envía la diferencia entre la imagen previa y la actual, para lo cual el codificador necesita almacenar una imagen con anterioridad para posteriormente ser comparada entre imágenes sucesivas, las cuales el codificador las genera basándose en la imagen original o almacenada previamente.

Una desventaja es que se puede transmitir errores si se utiliza una secuencia ilimitada de imágenes, para lo cual se debe utilizar una cantidad limitada que garantice una mejor transmisión.

Un GOP está conformado por imágenes I, B y P, tipos de imágenes que se incorporan produciendo alta compresión, buen acceso aleatorio, capacidades de adelanto y retroceso rápido, siendo el soporte de la codificación diferencial y bidireccional, reduciendo la transmisión de errores.

- ✓ **Imagen I.-** (Intra) son imágenes que no necesitan información adicional y son codificadas sin referencia a otras imágenes, porque contienen todos los elementos necesarios para su reconstrucción por el decodificador (inicia el lazo de predicción) siendo el punto de entrada obligatorio de acceso a una secuencia, son utilizadas para facilitar la captura del canal cuando se apaga el decodificador o se cambia de canal.
- ✓ **Imágenes P.-** son imágenes de predicción que se generan de información de la imagen (I). estas imágenes, toman información para efectuar la predicción de la imagen (I) o imagen (P), más cercana. Si la tasa de compresión es mayor que de las imágenes (I). requieren aproximadamente la mitad de los datos de las imágenes I.
- ✓ **Imágenes B.-** son imágenes de predicción bidireccional, para su formación se toma información tanto de una imagen futura como de una imagen previa, cuales se codifican por interpolación. Este tipo de imagen mejora la eficiencia de la codificación debido a que no se

utiliza para describir otras imágenes, las imágenes B no propagan los posibles errores de codificación.

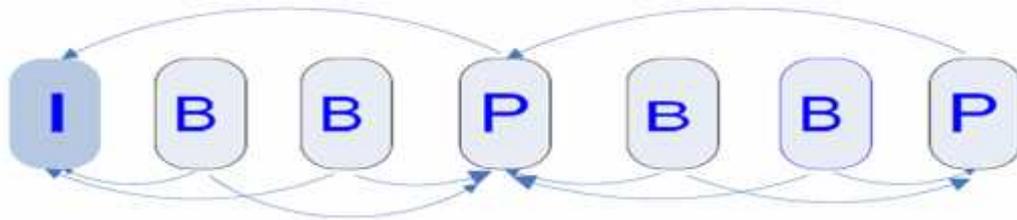


Figura 7-1. Dependencia de los tres tipos de imágenes
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

Estas secuencias comienzan con una imagen I que es comprimida de forma espacial. Las imágenes de predicción se efectúan la compresión temporal, enviando solo la diferencia entre estas. Un conjunto GOPs conforman una secuencia que tiene una cabecera de inicio y que lleva el parámetro del flujo de datos dependiendo del grado de compresión, el codificador MPEG-2 el cual puede decir eficientemente cuando envía una nueva imagen I en lugar de un B o un P.

La imagen es procesada, en bloques de píxeles de 8 filas por 8 columnas, estos bloques pueden ser luminancia o de croma (Cr representa una muestra de la señal diferenciada al rojo o Cb representa una muestra de la señal diferenciada al azul). Los bloques son procesados en forma de macrobloques, cada macrobloques está compuesto por 6 bloques de 8×8 muestras de píxeles, cuatro de estos bloques corresponden a la luminancia y los otros a las muestras Cb y Cr.

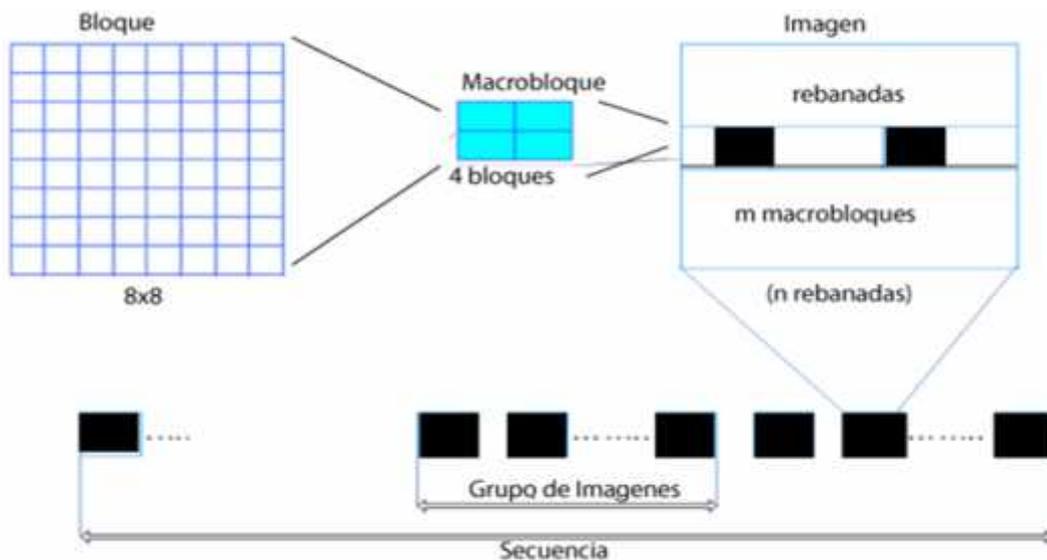


Figura 8-1. Jerarquía de Capas de la Secuencia
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.2. TRANSMISIONES DEL MPEG-TS.

TS (Transport Stream), es un formato especificado en MPEG-2 que permite multiplexar video digital, audio digital y permite la corrección de errores sobre una red de comunicaciones.

A la salida de un codificador se tiene una secuencia de video MPEG el cual es capaz de restablecer la imagen original, su funcionamiento es similar al de un protocolo en una red del modelo OSI en el cual el transport stream es procesado en capas y no proporciona un mecanismo para asegurar la entrega confiable de los datos. (CALERO & VILLACRES, 2009, p 108)

El transporte MPEG-2 confía en las capas adyacentes que identifican el tipo de paquete de transporte (cabecera), cuando un paquete se ha transmitido erróneamente.

Bloques TS.- Es la unidad fundamental de información de la imagen representada por un bloque de coeficientes de DTC (transformada del coseno discreto), con un tamaño de 8×8 pixeles donde el coeficiente DC (coeficiente de más alto valor) es enviado primero ya que representa con mayor precisión la información del bloque y después de este se envía los demás coeficientes.

Macrobloque.- Es la unidad fundamental de información, donde cada macrobloque es un vector desplazamiento de 2 dimensiones situado en la parte superior de la secuencia. Usando los vectores el decodificador obtiene información de imágenes anteriores y posteriores produciendo así una predicción de imágenes. Cada macrobloque tiene 16×16 .

Rebanadas (slice).- Los macrobloques son agrupados en rebanadas representando una fila ordenada de izquierda a derecha siendo la unidad fundamental de sincronización para la codificación de la longitud variable y diferencial, los vectores iniciales son enviados completamente mientras que los demás son enviados diferencialmente.

Imágenes I, P o B.- cuando se combinan un número de rebanadas se construye una imagen la cual tienen una parte activa de un cuadro o un campo. En el caso de toma panorámica, los vectores en cada macrobloque serán los mismos. Un vector global será enviado para todas las imágenes y luego se enviara vectores individuales que marquen la diferencia con el vector global.

Secuencia.- se producen cuando varios GOP son enviados en una secuencia de video con un código de inicio, seguido por un encabezamiento, y terminando con un código final. El código de soporte puede ser ubicado al inicio de la secuencia, la cual especifica el tamaño horizontal y

vertical de la imagen, norma de barrido progresivo o entrelazado, y nivel de velocidad de transferencia de bit.



Figura 9-1. Estructura de la Trama MPEG-2.
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.3. AC-3.

El AC-3 conocido como Dolby Digital, técnica de codificación digital que se encarga de reducir la cantidad de datos necesario para producir sonido de alta calidad, este proceso se realiza ya que el oído humano no percibe todos los sonidos interpretando algunos de ellos como ruido, para reducir o eliminar este ruido cada canal es filtrado en pequeñas bandas de diferentes tamaños.

Antes de ser codificado, para tratar de emitar el comportamiento del oído humano consiguiendo que su correspondiente ruido quede dentro de una misma banda para minimizar así la tasa de bits necesaria para una codificación libre de ruido. El algoritmo Dolby AC-3 distribuye los bits con que se cuantificaran las diferentes bandas frecuencia tomando en cuenta las características espectrales de la señal codificada.

Su modelo interno que simula el enmascaramiento frecuencial y temporal del oído permite al codificador varia su relación espectral, de forma que se asegure un número de bits para describir la señal en cada banda garantizando que el ruido quede totalmente enmascarado. El modelo de enmascaramiento y el algoritmo de distribución de bits son factores clave en la gran eficiencia espectral del sistema.

El algoritmo AC-3 considera los seis canales como una entidad única incluyéndoles en una única trama de bits, consiguiendo una tasa de bits menor que separando cada canal en una trama distinta. Los canales con ancho de banda (AB) completo son limitados a 20 KHz. El sistema de audio AC-3 provee audio digital muestreado a 48 KHz.

1.8.4. MULTIPLEXADO DE FLUJO DE DATOS.

Los datos comprimidos de video, audio y los datos complementarios se multiplexan formando una sola sucesión de bits. Esta sucesión de bits modula que señal que se transmite por radiodifusión terrestre.

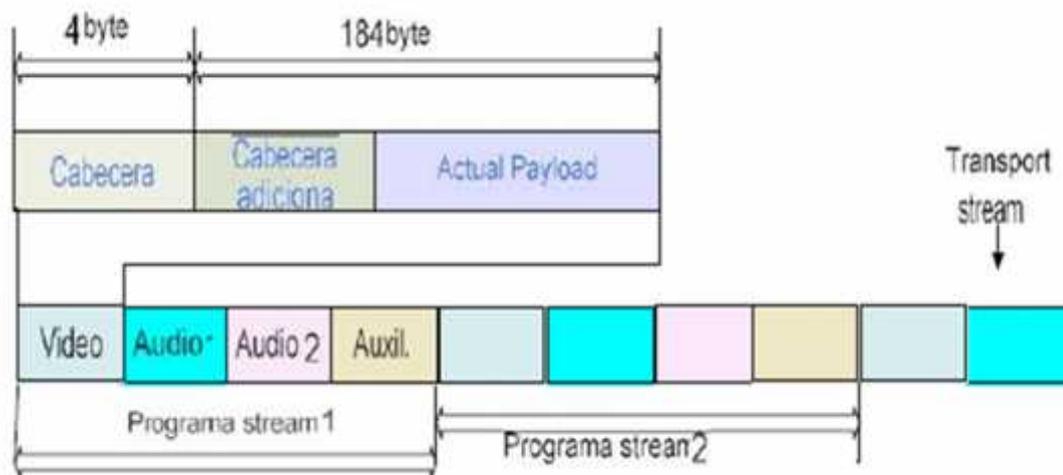


Figura 10-1. Estructura de un Paquete de Transporte.

Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

En la fig. 10-1, se observa 4 cadenas elementales (video, 2 de audio, auxiliar) forman una cadena de programa para que varios programas forme una cadena de transporte, esta cadena de 19.39 Mbps pasa entonces al sistema de transmisión. (CALERO & VILLACRES, 2009, p. 111)

El flujo de transporte se forma a partir del multiplexado de bits individuales, con una base de tiempo común, los bits individuales pueden ser a partir del flujo elemental comprimido de PES (flujo elemental empaquetado) o ES (flujo elemental de datos).

Este flujo es distinto del flujo de programa definido en MPEG-2, el multiplexado de datos definido se realiza en dos capas diferentes.

1.8.4.1. CAPA 1. Multiplex de transporte de programa simple.

Los flujos de transporte de programa, puede estar compuesto por uno o más flujos elementales de video, audio, que posean la misma base de tiempo. Ingresa al multiplex un flujo de control

PMT (tabla del mapa de programas) que representa la tabla de datos de programa con sus PIDs (identificación de paquetes) y tipo de flujo de video, audio y datos.

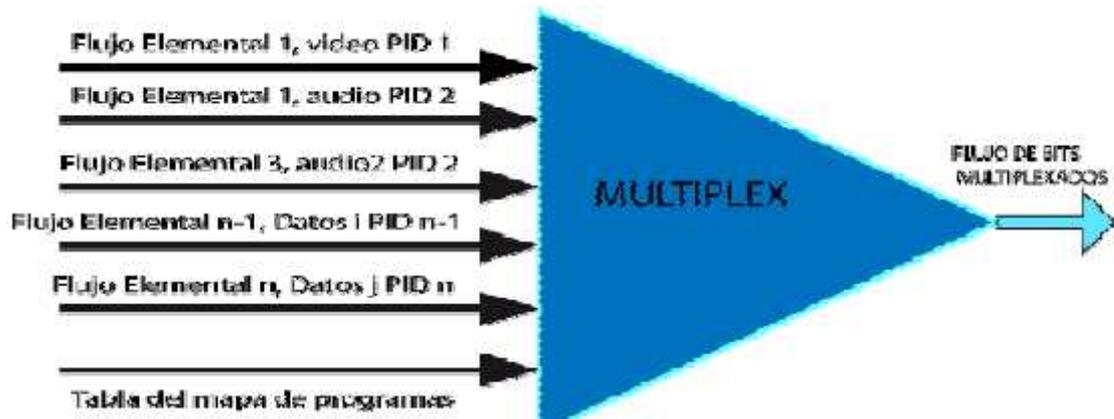


Figura 11-1. Multiplex Flujo de Transporte de Programa.
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.4.2. CAPA 2. Multiplex de Sistema

El multiplex del sistema se forma, multiplexado los flujos de transporte de programa por multiplexado asincrónico de paquetes. Al sistema ingresan los diferentes flujos de transporte de programas, con sus identificaciones (PIDs) con un valor de PID=0. Este flujo lleva la PAT que se denomina tabla de asociación de programas. (CALERO & VILLACRES, 2009, pp 112-113).

El proceso de identificar un programa se la realiza en dos etapas:

- ✓ En la primera etapa se utiliza PAT en flujo de bits PID=0 para identificar el flujo de bits que lleva PMT para el programa.
- ✓ En la segunda etapa, se obtiene las identificaciones (PIDs) de flujo elemental de bits que conforman el programa, consultando la PMT respectiva.

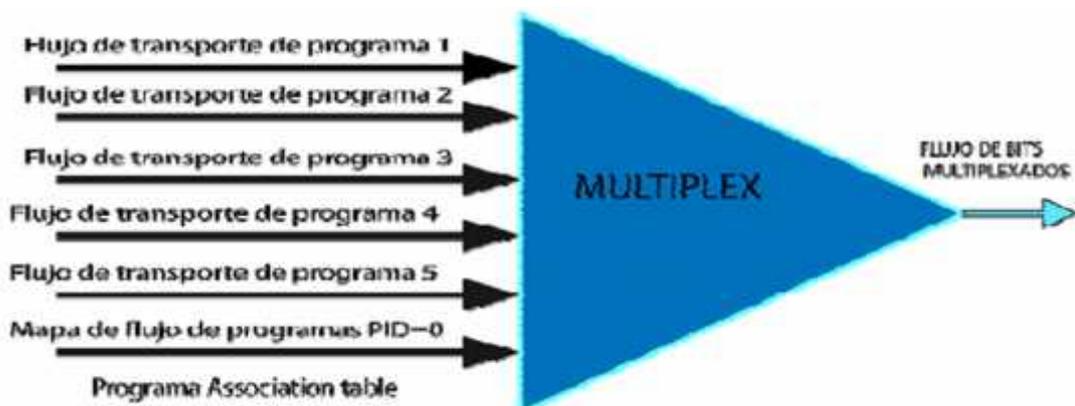


Figura 12-1. Multiplexación de un Flujo de Bits a nivel del Sistema.
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.5. MODULACIÓN.

1.8.5.1. 8-VSB PARA TRANSMISIÓN DIGITAL TERRESTRE.

Es una modulación lineal que consiste en filtrar una de las dos bandas laterales resultantes de una modulación en doble banda lateral, la mayor ventaja es que para la decodificación necesita de un detector de envolvente, y su desventaja es que al existir muchos niveles la diferencia entre las amplitudes es muy pequeña esto haría susceptible de errores.

En la modulación VSB se agrega una señal en el extremo inferior de la banda, que se crea con un pequeño nivel de continua aplicando en la señal de banda base 8-VSB. El piloto consume 0.3 dB o 7% de la potencia total transmitida. El espectro de VSB es plano y tiene 5.38 MHz de ancho de banda, para un canal de 6 MHz, cada bloque de 208 bytes es convertida en 832 palabras de 2 bits, conocido como 8-VSB. (CALERO & VILLACRES, 2009, pp 115-119).

El encoder Reed-Solomon revisa los bytes de cada paquete añadiendo bytes para corrección de errores de transmisión, efectuando la intercalación de trellis o codificación FEC que representa un código convolucional. El proceso de codificación de trellis incrementa la señal de entrada doblando los valores de data.

1.8.5.2. MODULACIÓN 8T-VSB (8 TRELIS- VESTIGIAL SIDE BAND).

Se basa principalmente en una Modulación en Amplitud de pulsos de 8 niveles (8-PAM) en banda base, obteniendo por medio de este estándar la máxima cobertura desde un único transmisor. La modulación 8T-VSB utiliza una portadora continua, una modulación mono portadora e independiente de fase con una transmisión de 19 Mbps.

1.8.5.3. MODULACIÓN 16-VSB.

Es una modulación de banda lateral vestigial de 16 niveles, siendo capaz de transmitir cuatro pedacitos ($24 = 16$) a la vez. Posee dos veces la capacidad de datos de 8-VSB que entrega 19.34 Mbps en un canal de TV, 16-VSB podría entregar 38.68 Mbps, siendo más propenso el error de transmisión. La modulación 16-VSB es más susceptible al ruido, pero positivamente al SNR de la distribución de fiber/cable permitiendo dos veces tanto el programar un canal de la banda de 6 MHz.

1.8.5.4. MODULACIÓN QPSK.

La modulación por desplazamiento de fase (PSK), es una forma de modulación angular consistente en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos, manteniendo la amplitud y frecuencia constante.

Para una modulación PSK multinivel, la señal PSK podrá contar con tantos valores distintos de fase como símbolos se tengan mapeados en la “constelación I-Q”.

En diferencia con la modulación de fase convencional (PM) es que mientras en esta la variación de fase es continua, en función de la señal moduladora, en la PSK la señal moduladora es una señal digital y, por tanto, con un número de estados limitado.

QPSK es un algoritmo de la modulación de fase que consiste en una versión de la modulación de frecuencia donde la fase de la onda de portador se modula para codificar bits de información digital en cada cambio de fase. El “PSK” en QPSK refiere al uso de afinar el desplazamiento de fase. (CALERO & VILLACRES, 2009, pp 115-119).

El desplazamiento de fase es una forma de modulación de la fase que se logra por el uso de un número discreto de estados. QPSK se refiere a PSK con 4 estados, con mitad de ese número de estados se tendrá BPSK (Modulación de fase binaria), la modulación QPSK es equivalente a la 4-QAM.

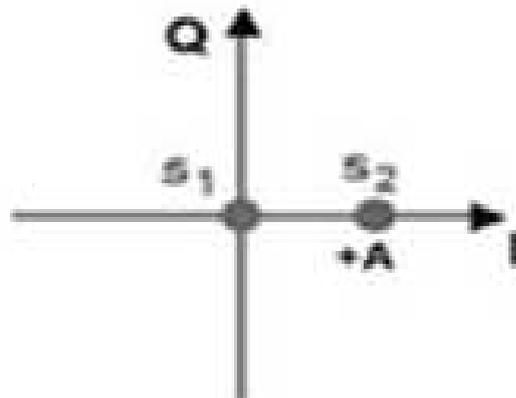


Figura 13-1. Diagrama de Constelación ASK
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

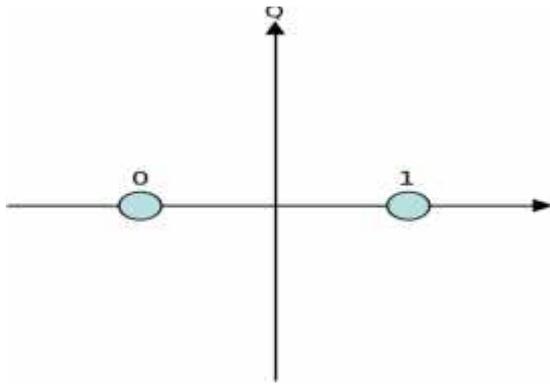


Figura 14-1. Diagrama de Constelación BPSK.
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

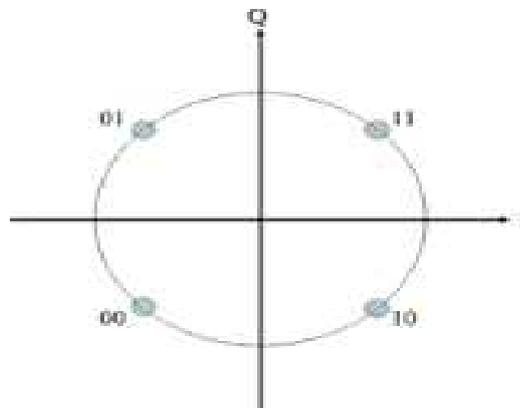


Figura 15-1. Diagrama de Constelación QPSK.
Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.5.5. MODULACIÓN QAM.

En QAM varía simultáneamente dos parámetros de la onda portadora (Amplitud y Angulo de fase) se puede considerar una extensión de PSK, con la diferencia que no tiene envolvente constante como PSK, para un igual número de estados de modulación, los espectros PSK y QAM son idénticos.

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

- ✓ QAM modula la mitad de los símbolos con una frecuencia y la otra mitad con la misma frecuencia, pero desfasada 90°.
- ✓ QAM permite llevar dos canales en una misma frecuencia mediante la transmisión ortogonal de uno de ellos con relación al otro.

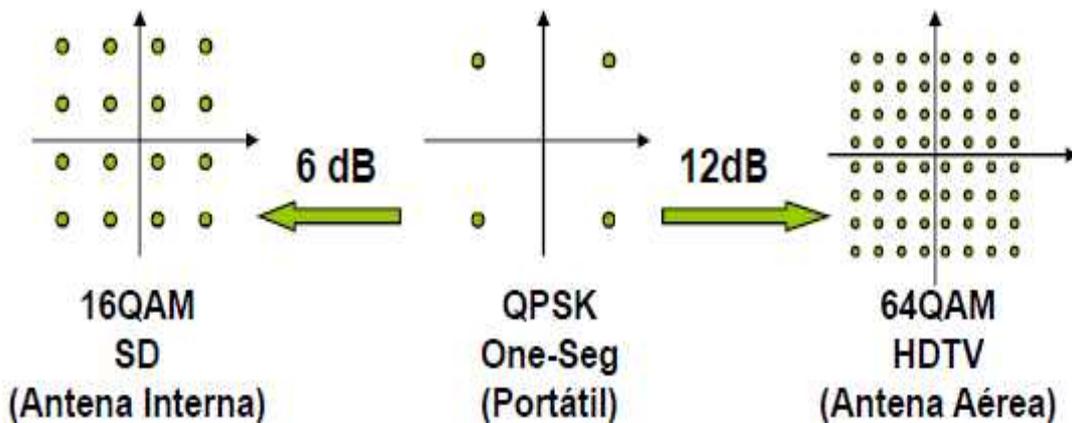


Figura 16-1. Diagramas de constelaciones QAM
 Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

1.8.5.6. OFDM (Ortogonal FDM).

OFDM (Modulación por división de frecuencia ortogonal) distribuye el flujo binario en un gran número de portadoras de forma que cada una maneje una cantidad de datos reducida con respecto al flujo total. Divide el ancho de banda en canales paralelos más angostos, cada uno en diferente frecuencia (FDM), reduciendo la posibilidad de desvanecimiento por respuesta no plana en cada subportadora. Cuando estas subportadoras son ortogonales en frecuencia, se permite reducir el ancho de banda total requerido aún más, sus problemas de ISI (Interferencia entre símbolos), y de ICI (Interferencia entre portadoras) son eliminados en OFDM, cuando la longitud de tiempo de guarda es mayor al máximo valor del esparcimiento del retardo.

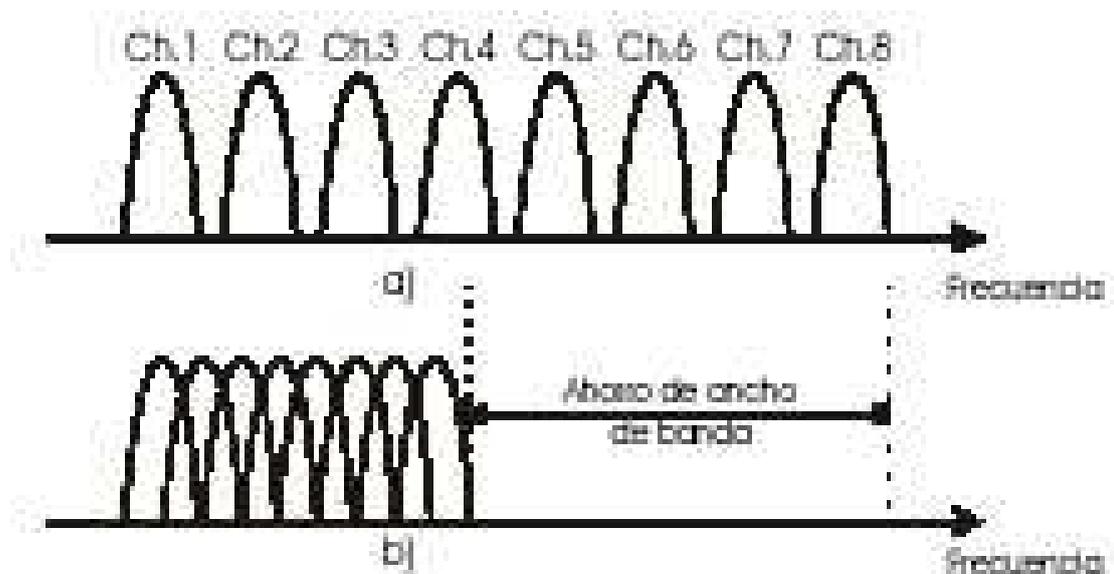


Figura 17-1. Modulación con portadora ortogonal.
 Fuente: (CALERO & VILLACRES, 2009).

Esta modulación consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia, en cual normalmente se realiza la modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta modulación se denomina COFDM.

La modulación OFDM es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a los desvanecimientos selectivos y las interferencias de RF, debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, existiendo la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que exista problemas de interferencia.

1.8.5.7. COFDM (Modulador por división de frecuencia Ortogonal codificada).

COFDM es un sistema que aprovecha los ecos de una señal distante operando en el mismo canal, de modo que aumente la potencia en el receptor, utiliza un gran número de portadoras para transmitir sobre cada una de ellas la información, esto hace la diferencia con los sistemas de modulación comunes que solo utilizan una señal portadora.

El flujo binario resultante de codificar la imagen, el sonido y los datos del programa se transmite mediante miles de portadoras entre las que se reparte la energía de radiación, donde las portadoras mantienen una ortogonalidad, en el dominio de la frecuencia, su energía se sitúa en el cruce por cero de cualquier otra, lo que facilita la modulación.

El principio de ortogonalidad define la separación entre portadoras de manera que sea exactamente igual al recíproco del periodo de símbolo útil, durante este periodo el canal deberá de ser estable, por lo tanto la estabilidad del canal afecta tanto al espaciamiento entre portadoras como la cadencia de transmisión de datos. (CALERO & VILLACRES, 2009, pp 115-119).

En esta modulación ha y dos modos de transmisión con 2k u 8k portadoras, en el primer caso se emplea 2048 puntos con 1705 portadoras, trabaja con pequeñas redes de frecuencia única con distancias reducidas entre transmisores y un único transmisor, mientras que en el otro caso es de 8192 puntos, utiliza 6817 portadoras, también trabaja con único transmisor y para redes de frecuencia única de pequeña y gran cobertura.

Hay diferencias entre el uso de un modo u otro, ya que en el modo 2k hay una mayor separación entre portadoras lo que disminuye los efectos de las interferencias y en el modo 8k hay un mayor número de portadoras.

1.9. ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL ISDB-TB.

El estándar Brasileño ISDB-TB (Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre) nace a raíz de la inserción del modelo japonés, el ISDB-T, al país y la capacitación que recibieron los desarrolladores brasileños por parte de los japoneses. Es el estándar de televisión digital internacional, adoptado por Ecuador, el cual comenzó sus servicios públicos y comerciales de manera oficial en el año 2007 en Brasil. (ABNT NBR 15601, 2007, p 10)

Utiliza códec MPEG-4 (H.264) para compresión de video, y para la compresión de audio HE-AAC, modulación en OFDM, presenta 30 cuadros por segundo, para equipos móviles e interacción utilizando el middleware o software de soporte de aplicaciones distribuidas o intermediario, desarrollado en Brasil denominado Ginga, compuesto por los módulos Ginga-NCL, usado para exhibir documentos en lenguaje NCL (Nested Context Language) y Ginga-J para aplicaciones escritas en lenguaje Java.

En el 2009, la agencia Brasileño – Japonesa, publico el documento de adhesión a la especificación ISDB-T con el brasileño SBTVD, resultando en el estándar ISDB-T Internacional, en Abril del mismo año ISDB-Tb fue certificado oficialmente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) al igual que el módulo de Ginga-NCL.

1.9.1. INTRODUCCIÓN.

El Sistema Brasileño de televisión digital, utiliza modulación OFDM, el cual divide la banda útil del canal en 13 segmentos de 428.5 kHz cada uno, los cuales pueden ser agrupados para formar hasta tres distintas camadas en un proceso denominado transmisión jerárquica, en que cada camada puede ser modulada con diferentes programas. (ABNT NBR 15601, 2007, p 10)

La modulación OFDM ofrece robustez evitando la distorsión de multirecorrido, la cual proviene de la utilización de símbolos de corta duración ocupando banda estrecha, asociada a la banda de guarda, los parámetros de transmisión pueden ser configurados individualmente para cada segmento, formando un canal de composición flexible.

Una de las características de la modulación OFDM es la posibilidad de operar en el esquema SFN (Red de Frecuencia Única), que permite la repetición de la misma señal sin el cambio de frecuencia.

Para adecuar la distancia entre la estaciones SFN y dar robustez al efecto Doppler durante la recepción móvil, fueron establecidos tres modos que consisten en diferentes espaciados entre las frecuencias portadoras. Esos espacios son de “3.968 Hz para el modo 1, 1984 Hz en el modo 2,

y 992 Hz en el modo 3. Con este espaciamiento entre frecuencias en el modo 1 caben 108 portadoras en cada segmento OFDM, en el modo 2, 216 portadoras y en modo 3, 432 portadoras”.

Se utiliza una frecuencia piloto, como referencia de canal para que el receptor pueda producir la estimativa de canal y ecualización, garantizando la recuperación de la señal en ambientes ruidosos.

Las mayores diferencias son el uso de tecnologías de compresión de vídeo y audio más avanzadas que las utilizadas en Japón, el middleware totalmente innovador y desarrollado en Brasil, y la parte de protección del contenido. La transmisión digital se la realiza utilizando el Time interleaving para proveer una codificación con la menor tasa de errores para la recepción móvil.

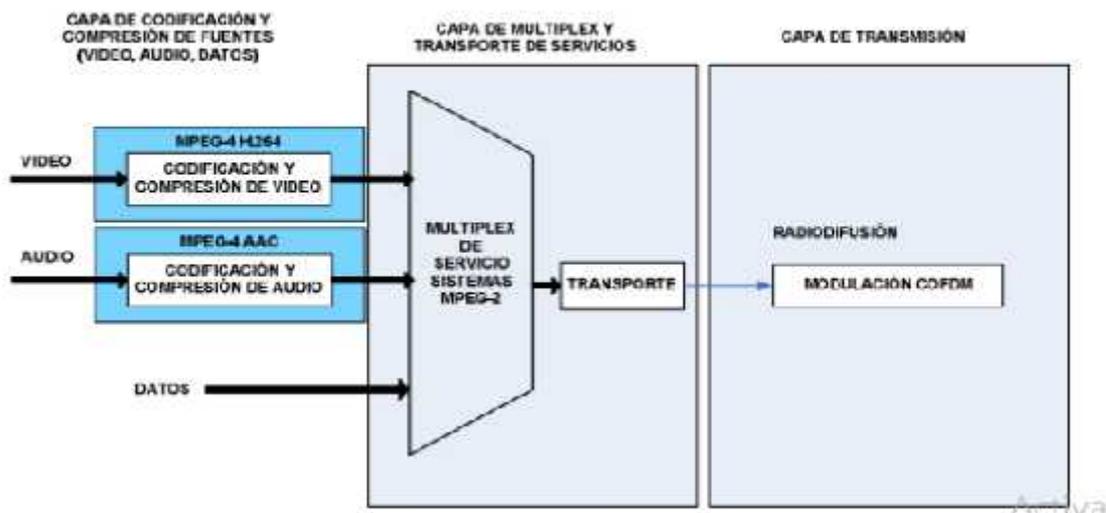


Figura 18-1. Esquema de codificación y modulación IDSB-T_B.

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1159/1/CD-2628.pdf>.

1.9.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

1.9.2.1. VISIÓN GENERAL.

En la transmisión, una o más entradas conteniendo haz de datos TS, definidas en el sistema MPEG-2, se deben remultiplexar obligatoriamente para crear un único TS. Ese TS debe obligatoriamente ser sometido a la etapa de codificación de canal múltiple, de acuerdo con la intención de servicio y debe, obligatoriamente, ser entonces enviado como una señal OFDM común.

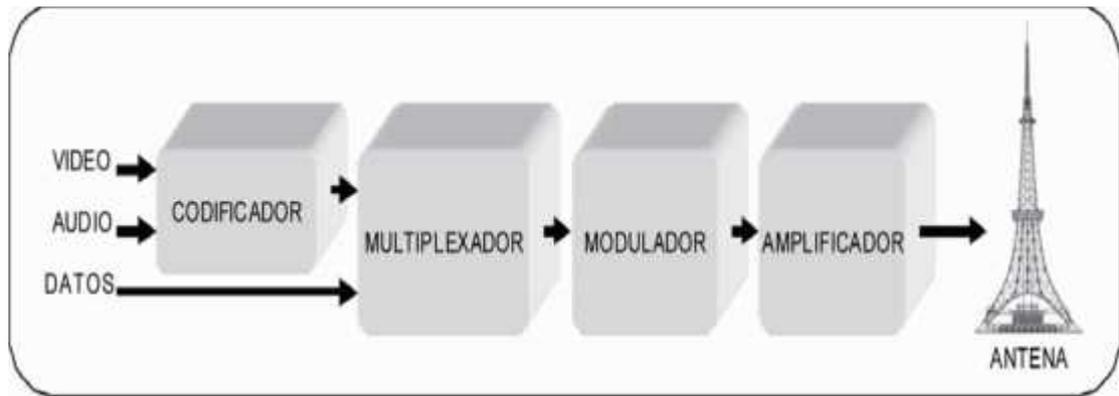


Figura 19-1. Visión general del sistema de Transmisión

Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

La transmisión digital terrestre debe utilizar obligatoriamente el *time interleaving* para proveer una codificación con la menor tasa de errores para recepción móvil, en las cuales son inevitables las variaciones de intensidad de campo. El espectro de la radiodifusión de televisión digital debe obligatoriamente consistir en 13 bloques OFDM sucesivos, con cada segmento ocupando 1/14 del ancho de canal de televisión. (ABNT NBR 15601, 2007, p 10)

Un segmento OFDM debe obligatoriamente tener una configuración que permita la conexión de múltiples segmentos para abastecer un ancho de transmisión que atienda a la necesidad del medio.

1.9.2.2. TRANSMISIÓN JERÁRQUICA.

La codificación de canal debe obligatoriamente ser realizada en unidades de segmento OFDM. Un único canal de televisión debe obligatoriamente ser usado simultáneamente para servicio de recepción fija, recepción móvil y recepción portátil (transmisión jerárquica).

Cada capa jerárquica debe obligatoriamente consistir en uno o más segmentos OFDM. Parámetros como esquema de modulación de portadoras OFDM, tasa de *inner code* y de *time interleaving* pueden ser especificados para cada capa jerárquica. Pueden ser definidas hasta tres capas jerárquicas, siendo que un segmento puede ser usado para recepción parcial, siendo también considerada una capa jerárquica (ver Figura 20-1).

El número de segmentos y el conjunto de parámetros de codificación de cada capa jerárquica pueden ser configurados por el radiodifusor. La señal TMCC debe obligatoriamente contener las informaciones de control e informaciones necesarias para auxiliar al receptor en la identificación de los modos de operación.

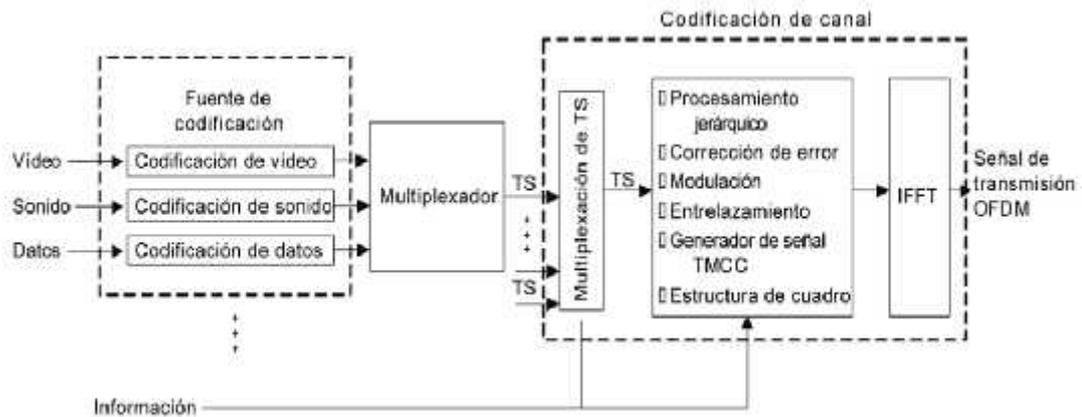


Figura 20-1. Diagrama en bloques del sistema de transmisión.
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

1.9.2.3. RECEPCIÓN PARCIAL.

El segmento central del espectro, que consiste en 13 segmentos, puede ser sometido al proceso de entrelazamiento de frecuencia sin la participación de las demás porciones del espectro de radiodifusión. Ese tipo de configuración permite la creación de un servicio portátil (one-seg), que consiste en una de las capas del servicio de televisión.

1.9.4. MODOS.

Para permitir la operación de acuerdo con la distancia entre las estaciones de una SFN y garantizar la recepción adecuada ante las variaciones del canal como consecuencia del efecto *Doppler* de la señal de recepción móvil, debe obligatoriamente ser posible seleccionar entre tres opciones de separación de portadoras OFDM ofrecidas por el sistema brasileño. Ésas tres opciones de separación se deben identificar obligatoriamente como modos del sistema.

En el caso de Brasil, la separación de frecuencia debe obligatoriamente ser de aproximadamente 4 kHz, 2 kHz ó 1 kHz, respectivamente para los modos 1, 2 y 3. El número de portadoras varía dependiendo del modo, pero la tasa útil de cada modo debe obligatoriamente ser exactamente la misma en todos los modos. (ABNT NBR 15601,2007, p 12)

El modo 8K apareció como adecuado para todos los casos y es ampliamente utilizado en el sistema ISDB-TB.

1.9.5. ESQUEMA DE CODIFICACIÓN DE CANAL.

1.9.5.1. PARÁMETROS PRINCIPALES.

Todas las especificaciones técnicas referentes a la codificación de canal deben obligatoriamente estar de acuerdo con la ARIB STD-B31:2005, sección 3, con la ITU Recomendación BT.1306, y la tabla 3-1. (ABNT NBR 15601,2007, p 12)

Tabla 3-1. Parámetros del Sistema de Transmisión.

Parámetros		Valores
1	Numero de segmentos	13
2	Ancho del segmento	6000/14= 428.57 kHz
3	Banda UHF	5.575 Mhz (Modo 1) 5.573 Mhz (Modo 2) 5.572 Mhz (Modo 3)
4	Numero de Portadoras	1405 (Modo 1) 2809 (Modo 2) 5617 (Modo 3)
5	Método de Modulación	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM.
6	Duración de los símbolos activos.	252 μs (Modo 1) 504 μs (Modo 2) 1008 μs (Modo 3)
7	Separación de portadoras.	Bws/108 = 3,968 kHz (Modo 1) Bws/216 = 1,984 kHz (Modo 2) Bws/432 = 0,992 kHz (Modo 3)
8	Duración del intervalo de guarda.	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración del símbolo activo 63; 31,5; 15,75; 7,875 μs (Modo 1) 126; 63; 31,5; 15,75 μs (Modo 2) 252; 126; 63; 31,5 μs (Modo 3)
9	Duración total de los símbolos.	315; 283,5; 267,75; 259,875 μs (Modo 1) 628; 565; 533,5; 517,75 μs (Modo 2) 1260; 1134; 1071; 1039,5 μs (Modo 3)
10	Duración del cuadro de transmisión	204 símbolos OFDM
11	Codificación de canal.	Código convolucional, tasa = 1/2 con 64 estados Punzado para las tasas 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
12	Entrelazamiento interno.	Entrelazamiento intra e inter-segmentos. (entrelazamiento en frecuencia) Entrelazamiento convolucional con profundidad de interleaving. 0; 380; 760; 1520 símbolos (Modo 1) 0; 190; 380; 760 símbolos (Modo 2) 0; 95; 190; 380 símbolos (Modo 3)

Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Los datos transmitidos deben obligatoriamente consistir en un grupo TS, que incluye múltiples TSP definidos en el sistema MPEG-2. Los segmentos de datos se deben someter obligatoriamente a la codificación de canal requerida.

Posteriormente, señales piloto se deben agregar obligatoriamente al segmento de datos en la sección de cuadro OFDM para formar un segmento OFDM (con ancho de 6/14 MHz).

Todos los 13 segmentos OFDM deben obligatoriamente ser convertidos colectivamente en señales de transmisión OFDM por la IFFT (Inversa de la Transformada Rápida de Fourier).

El esquema de codificación de canal debe obligatoriamente permitir la transmisión jerárquica en la cual múltiples capas jerárquicas, con diferentes parámetros de transmisión, pueden ser transmitidas simultáneamente. (ABNT NBR 15601, 2007, p 13)

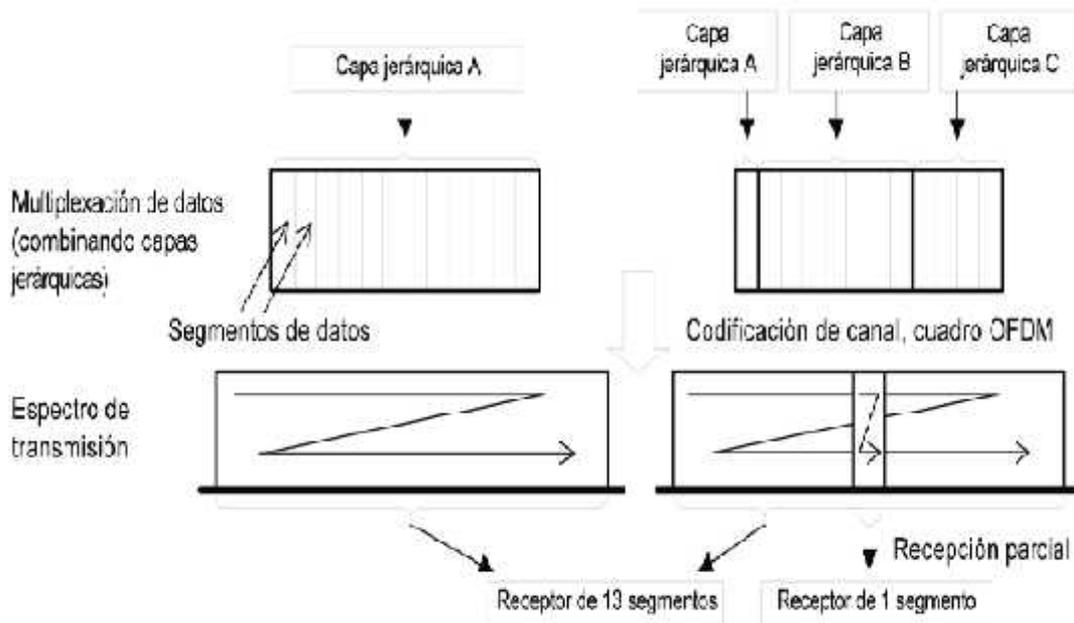


Figura 21-1. Ejemplo de transmisión jerárquica y recepción parcial.
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Cada capa jerárquica debe obligatoriamente consistir en uno o más segmentos OFDM. Parámetros como esquema de modulación de la portadora, tasa del *inner code* y longitud del *time interleaving* pueden ser especificados para cada capa jerárquica. Hasta tres capas jerárquicas pueden ser transmitidas en un canal de 6 MHz ver figura 21-1.

1.9.5.2. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA CODIFICACIÓN DE CANAL.

La figura 22-1 muestra, de manera simplificada, la estructura del sistema de transmisión del sistema de televisión digital terrestre brasileño.

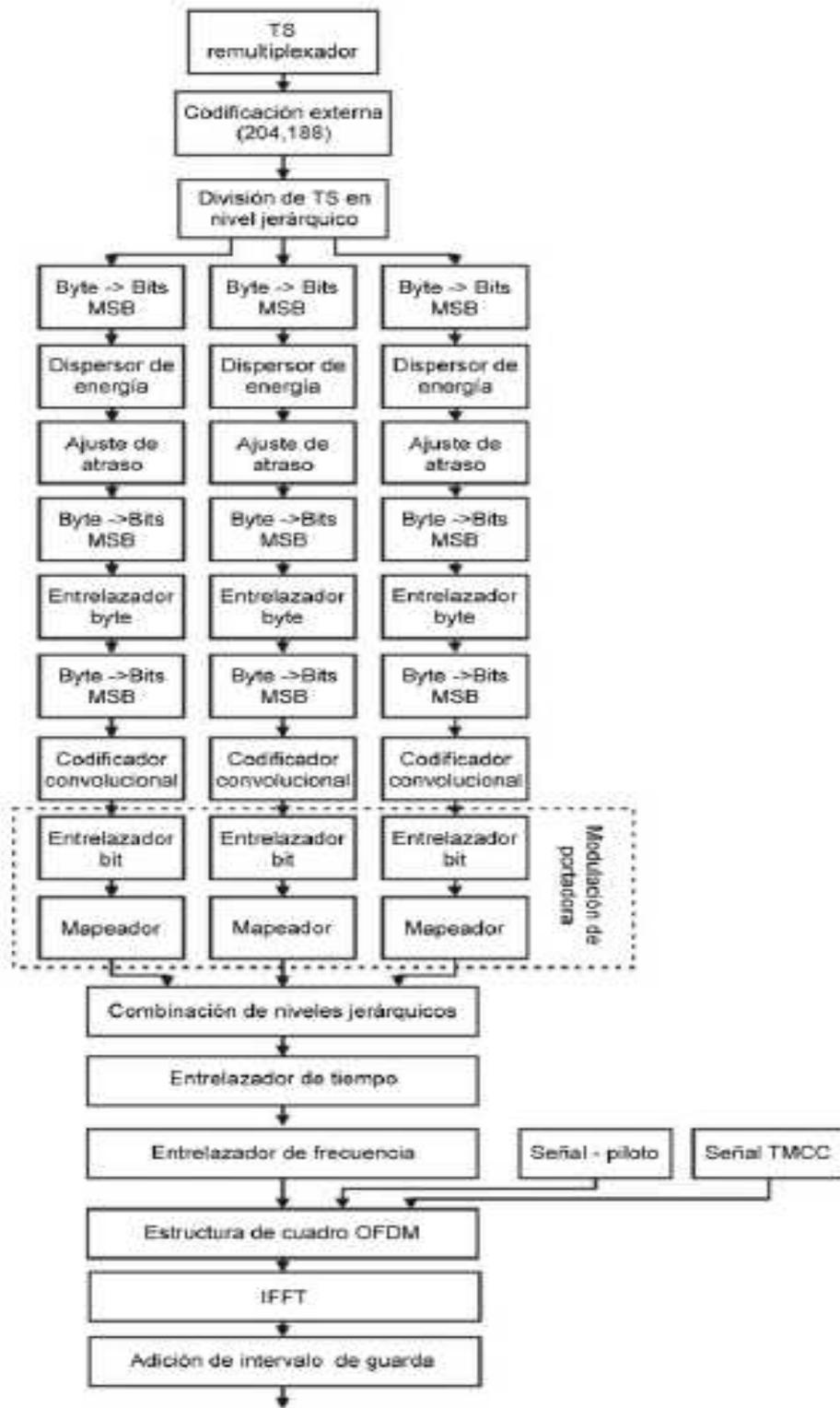


Figura 22-1. Diagrama en bloques de la codificación de canal.
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Las múltiples salidas de TS del multiplexador MPEG deben obligatoriamente alimentar el remultiplexador de haz de transporte de modo que el TSP sea adecuadamente arreglado para el procesamiento de la señal *one data segment*.

En la remultiplexación, primeramente cada TS debe obligatoriamente ser convertido en señal en ráfaga de 188 bytes por medio de un clock con tasa cuatro veces mayor que el clock de muestreo IFFT. Se debe, entonces, obligatoriamente, aplicar el código RS para que el TS resultante sea convertido en TS común. (ABNT NBR 15601, 2007, p 18)

Cuando la transmisión jerárquica es configurada, el TS debe obligatoriamente ser dividido en múltiples capas jerárquicas de acuerdo con la información de capa jerárquica.

Esas capas deben obligatoriamente entonces ser sometidas a un máximo de tres bloques paralelos de procesador.

- ✓ En el procesador paralelo, se deben ejecutar obligatoriamente los procesamientos de datos digitales, incluyendo el codificador corrector de errores (interleaving) y la modulación de portadoras.
- ✓ La diferencia de atraso en el tiempo generado en el entrelazamiento de byte y en el proceso de bit interleaving entre las capas jerárquicas debe obligatoriamente ser corregida antes del ajuste de sincronismo.
- ✓ La corrección de error, la longitud del entrelazamiento y el esquema de modulación de portadora deben obligatoriamente ser especificados independientemente para cada capa jerárquica.

Después del procesamiento paralelo, las capas jerárquicas deben obligatoriamente ser combinadas y a continuación deben obligatoriamente ser ejecutados los entrelazamientos en el tiempo y en frecuencia, para asegurar la efectiva mejora de la corrección de error contra la variación de intensidad de campo, así como contra la interferencia de multipercurso en la recepción móvil.

El *convolutional interleaving* debe obligatoriamente ser usado como esquema de entrelazamiento temporal para reducir los atrasos de tiempo tanto de la transmisión como de la recepción y minimizar el tamaño de la memoria del receptor.

Para el entrelazamiento en frecuencia, el intersegmento y el intrasegmento deben ser obligatoriamente empleados para asegurar la apropiada estructura del segmento y el correcto *interleaving*. Para asegurar que el receptor configure correctamente la demodulación y la decodificación en la transmisión jerárquica, en la cual se usan múltiples conjuntos de

parámetros de transmisión, una señal TMCC debe obligatoriamente ser transmitida usando una portadora específica.

La señal TMCC debe obligatoriamente formar el cuadro OFDM junto con la señal de programa y señal piloto de sincronización para la finalidad de reproducción. Una vez completada la formación del cuadro, todas las señales se deben convertir obligatoriamente en señal de transmisión OFDM por el proceso IFFT.

1.9.6. REMULTIPLEXACIÓN DE TS.

1.9.6.1. CONFIGURACIÓN DEL CUADRO MULTIPLEX.

Una remultiplexación del TS debe obligatoriamente ser formada por cuadros múltiples como unidades elementales, cada cual consistiendo en un número n de paquetes TSP.

El número de TSP usados para diferentes modos de transmisión y diferentes razones de intervalo de guarda debe obligatoriamente estar de acuerdo con la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Configuración de la multiplexación del Frame.

Modo	Numero de TSP transmitidos dentro de un cuadro multiplex			
	Tasa del intervalo de guarda 1/4	Tasa del intervalo de guarda 1/8	Tasa del intervalo de guarda 1/16	Tasa del intervalo de guarda 1/32
Modo 1	1280	1152	1088	1056
Modo 2	2560	2304	2176	2112
Modo 3	5120	4608	4352	4224

Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Cada TSP comprendiendo un cuadro debe obligatoriamente tener una longitud de 204 bytes, consistiendo en 188 bytes de datos de programa y 16 bytes de datos nulos. Ese TSP es conocido como “TSP de transmisión”.

La longitud del cuadro debe obligatoriamente coincidir con el cuadro OFDM, cuando la tasa de clock del TSP de transmisión enviada es aumentada en cuatro veces la tasa de clock del muestreo de IFFT. (ABNT NBR 15601,2007, pp 19-20)

Cada TSP de transmisión dentro de un cuadro de múltiples debe obligatoriamente ser transmitido por la capa jerárquica X de una señal OFDM (ver Figura 23-1).

El arreglo del TSP de transmisión, dentro del cuadro multiplex, debe obligatoriamente ser determinado antes de asegurarse que es idéntico al del TS que va a ser reproducido por el receptor (ver Figura 24-1).

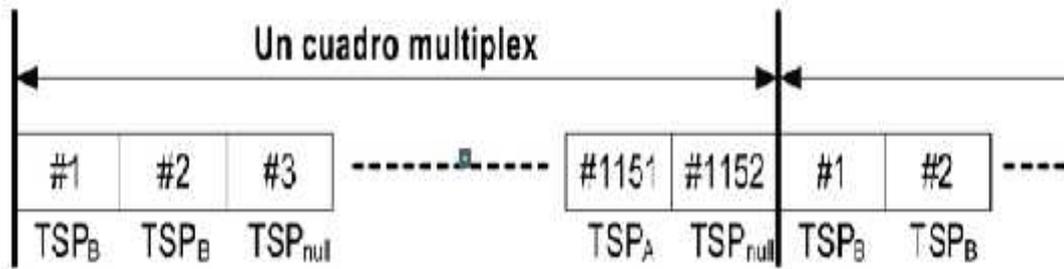


Figura 23-1. TS remultiplexado (modo 1, intervalo de guarda 1/8).
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

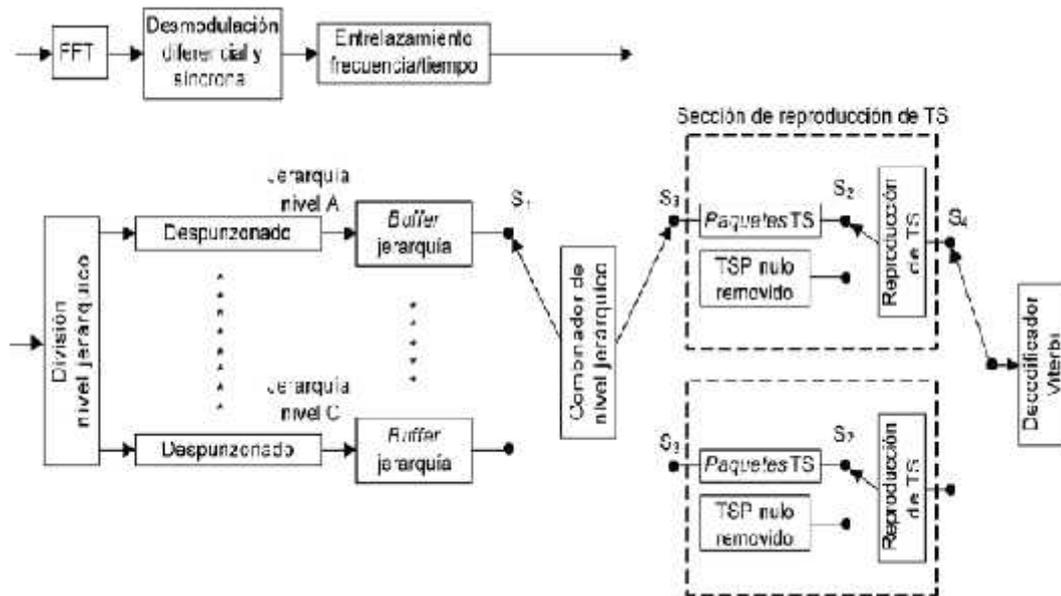


Figura 24-1. Modelo de receptor para referencia de cuadro multiplex.
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Generalmente no es posible concluir la consistencia entre el TSP de entrada del remultiplexador y una única TS de salida del mismo, pues el número de paquetes de haz de transporte que puede ser transpuesto por unidad de tiempo varía sustancialmente, dependiendo de los parámetros especificados para cada capa jerárquica.

Sin embargo, la adición de un número apropiado de paquetes nulos permite el interfaceado entre el transmisor y el receptor durante la transmisión del haz de transporte en una consistente tasa de clock, independientemente de cuáles parámetros de transmisión se especifican.

Debido a que la longitud del cuadro multiplex es la misma de la longitud del cuadro OFDM, el receptor puede reproducir la sincronización del *transport stream* con base en la sincronización del cuadro OFDM, asegurando así el desempeño mejorado de sincronización.

La correlación entre el arreglo del TSP dentro de un cuadro multiplex con división del TS en múltiples capas jerárquicas y combinación de esas capas debe obligatoriamente permitir, en el lado del receptor, seleccionar el mismo TS como uno de los transmitidos, entre múltiples señales de diferentes capas, y reproducir ese TS.

El receptor modelo debe definir obligatoriamente el arreglo de los TSP. Los receptores pueden reproducir el TS sin cualquier información de la posición del TSP, si opera del mismo modo que el receptor modelo definido en esta Norma.

1.9.6.2. DIVISIÓN DEL TS EN CAPA JERÁRQUICA.

El divisor jerárquico debe obligatoriamente dividir el TS remultiplexado en porciones (transmisión TSP, cada cual con 204 bytes de largo, conteniendo todos los bytes, desde el byte próximo al de sincronización TS hasta el byte de sincronización siguiente) y asociar cada parte a la capa jerárquica específica.

Al mismo tiempo, el divisor debe remover obligatoriamente los paquetes nulos. La capa jerárquica a que pertenece la transmisión TSP debe ser especificada obligatoriamente por la información de la capa jerárquica basada en la organización.

El número máximo de capas jerárquicas debe ser obligatoriamente tres. La sincronización del cuadro OFDM debe desplazar obligatoriamente en un byte el comienzo de los bytes de información (ver Figura 25-1).

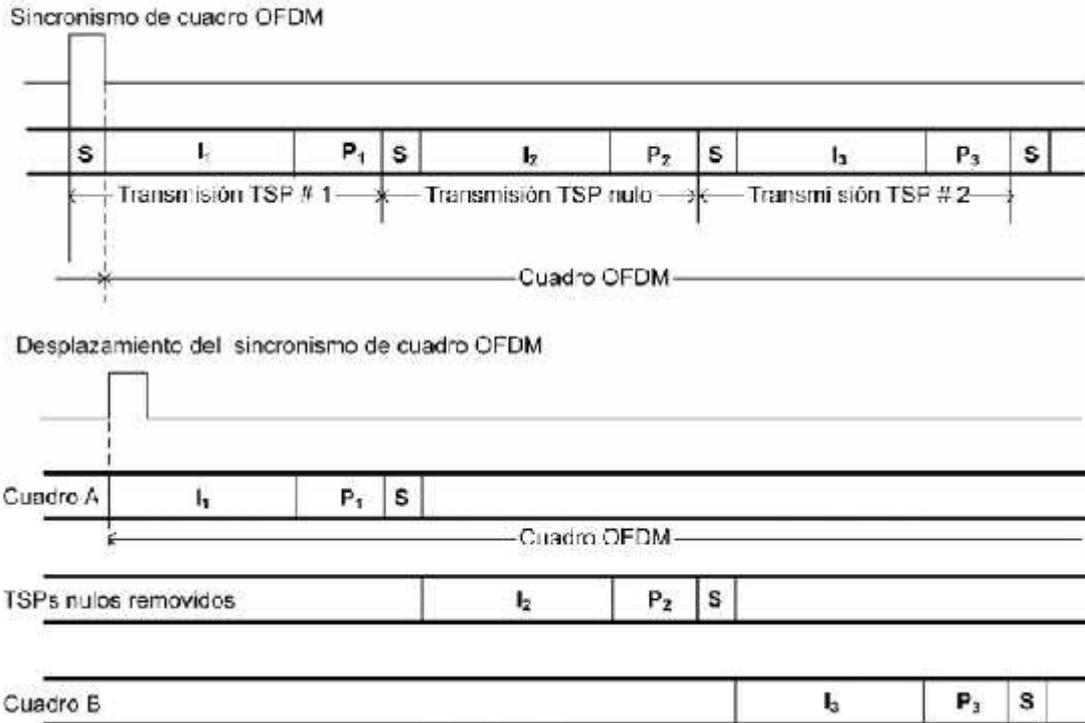


Figura 25-1. División del TS en dos capas jerárquicas
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

1.9.6.3. DISPERSIÓN DE ENERGÍA.

La dispersión de energía se debe realizar obligatoriamente para cada capa jerárquica generada por un PRBS de acuerdo con el esquema presentado en la figura 26-1.

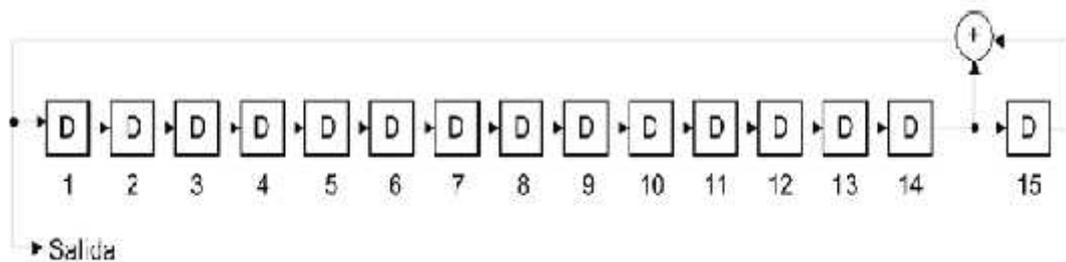


Figura 26-1. Generación del polinomio PBRS y circuito.
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Todas las señales que no son de sincronismo de byte en cada transmisión TSP en las diferentes capas jerárquicas deben ser obligatoriamente Exclusive OR, usando PRBS en la base de bit a bit. El valor inicial del PRBS debe obligatoriamente ser 100101010000000 (organizado en orden ascendente de bits, de izquierda a derecha) y este valor debe obligatoriamente ser inicializado a cada cuadro OFDM.

1.9.6.4. AJUSTE DE ATRASO.

El ajuste de atraso, asociado al byte interleaving con el objeto de proveer el tiempo de atraso idéntico para transmisión y recepción en todas las capas jerárquicas, el cual debe ser obligatoriamente realizado por el lado de la transmisión y adoptar un valor de ajuste apropiado para cada capa jerárquica entre aquellos mostrados en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Ajuste de atraso requerido como resultado del entrelazamiento de byte.

Modulación de portadora	Código convolucional	Valor de ajuste del atraso (número de transmisión de TSP)		
		Modo 1	Modo 2	Modo 3
DQPSK QPSK	1/2	$12 \times N - 11$	$24 \times N - 11$	$48 \times N - 11$
	2/3	$16 \times N - 11$	$32 \times N - 11$	$64 \times N - 11$
	3/4	$18 \times N - 11$	$36 \times N - 11$	$72 \times N - 11$
	5/6	$20 \times N - 11$	$40 \times N - 11$	$80 \times N - 11$
	7/8	$21 \times N - 11$	$42 \times N - 11$	$84 \times N - 11$
16-QAM	1/2	$24 \times N - 11$	$48 \times N - 11$	$96 \times N - 11$
	2/3	$32 \times N - 11$	$64 \times N - 11$	$128 \times N - 11$
	3/4	$36 \times N - 11$	$72 \times N - 11$	$144 \times N - 11$
	5/6	$40 \times N - 11$	$80 \times N - 11$	$160 \times N - 11$
	7/8	$42 \times N - 11$	$84 \times N - 11$	$168 \times N - 11$
64-QAM	1/2	$36 \times N - 11$	$72 \times N - 11$	$144 \times N - 11$
	2/3	$48 \times N - 11$	$96 \times N - 11$	$192 \times N - 11$
	3/4	$54 \times N - 11$	$108 \times N - 11$	$216 \times N - 11$
	5/6	$60 \times N - 11$	$120 \times N - 11$	$240 \times N - 11$
	7/8	$63 \times N - 11$	$126 \times N - 11$	$252 \times N - 11$

N representa el número de segmentos usados en la capa jerárquica.

Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Con la transmisión jerárquica, se pueden especificar diferentes conjuntos de parámetros de transmisión (número de segmentos, tasa de codificación interna, esquema de modulación) para diferentes capas jerárquicas. (ABNT NBR 15601, 2007, p 25)

1.9.6.5. BYTE INTERLEAVING.

La transmisión TSP con 204 bytes, que es protegida por medio de la codificación RS y por la dispersión de energía, sufre el byte interleaving por la codificación convolucional. El interleaving debe ser obligatoriamente de 12 bytes.

Sin embargo, el byte siguiente al byte de sincronización debe obligatoriamente pasar por un camino de referencia que no cause atraso (ver Figura 27-1).

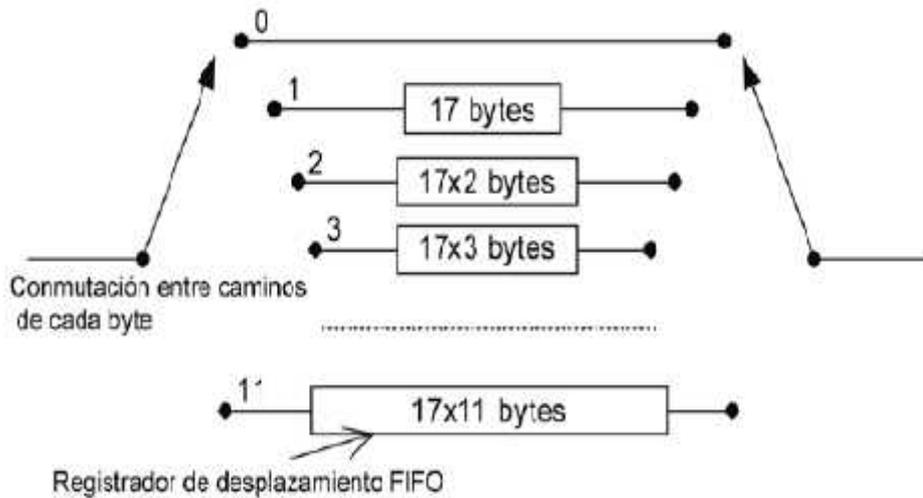


Figura 27-1. Circuito de byte interleaving.
Fuente: (ABNT NBR 15601,2007).

Una de las principales ventajas de ISDB-Tb en relación a otros estándares de TV Digital: La tecnología de time interleaving (literalmente, aleatorización) hace aleatorios los errores de secuencia (burst errors) en la recepción, reduciendo su visibilidad. Esto se logra codificando los datos en la transmisión y decodificando los mismos en la recepción.

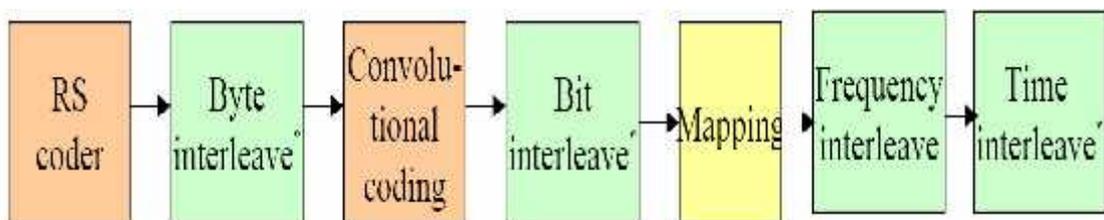


Figura 28-1. Diagrama byte interleaving.
Fuente: (HITACHI, 2011).

Byte Interleaver: Ubicado entre el outer coder y el inner coder. Randomiza el error en la salida del decodificador Viterbi.

Bit Interleaver: Ubicado entre el Convolutional encoder y el mapeado. Randomiza el error de secuencia antes de entrar al decoder Viterbi.

Frequency Interleaver: Ubicado en la salida del Mapeado. Randomiza el error de secuencia en el dominio de la frecuencia, que es causado mayormente por multitrayectos, interferencia en las portadoras, etc.

Time Interleaver: A la salida del Frequency Interleaver. Randomiza el error en el dominio del tiempo, cuyo origen es el ruido impulsivo, desvanecimiento en los receptores móviles, etc.

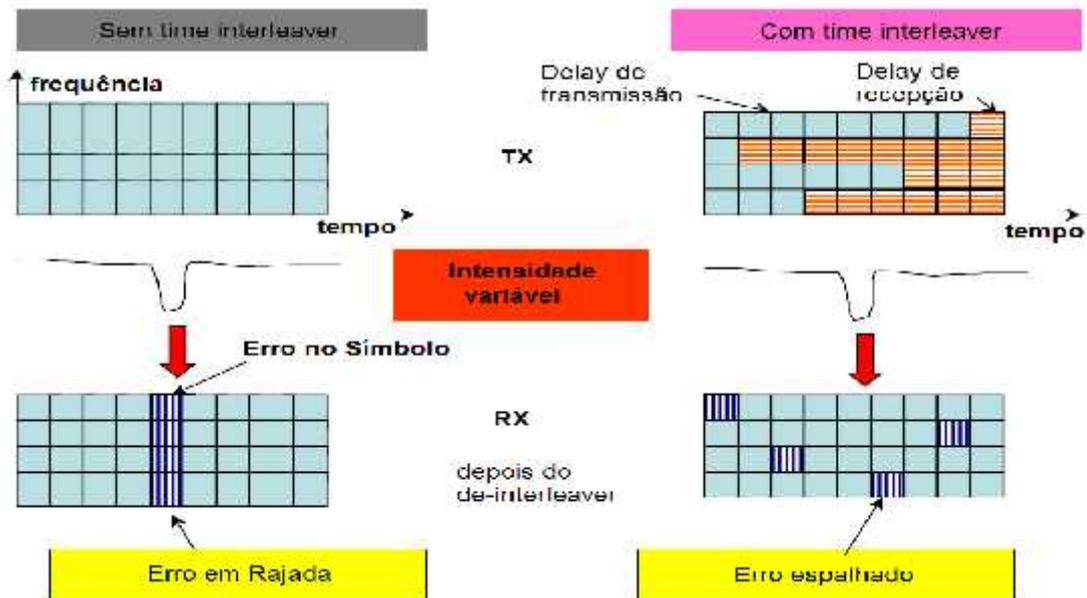


Figura 29-1. Time Interleaver.
Fuente: (HITACHI, 2011).

1.9.7. OFDM (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING).

OFDM (frecuencia de multiplexación por división ortogonal), también conocida como modulación multitono discreto (DMT) es una técnica de modulación basado en la idea de multiplexación por división de frecuencia (FDM), donde múltiples señales se envían a diferentes frecuencias.

Normalmente, cada estación se asocia con una determinada frecuencia (o canal) y debe utilizar para hacer sus emisiones. OFDM parte de este concepto, pero va más allá, se divide una sola transmisión de múltiples señales con menor ocupación espectral (decenas de miles).

Esto, añadido con el uso de técnicas de modulación avanzadas para cada componente, da lugar a una señal con una gran resistencia a las interferencias. OFDM se utiliza casi siempre en conjunción con la codificación de canal (técnica de corrección de error), lo que resulta en la llamada COFDM. (HITACHI, 2011, p 13)

Es una tecnología muy compleja en su aplicación, pero se utiliza ampliamente en las telecomunicaciones, el uso de sistemas digitales para facilitar el proceso de codificación y decodificación de señales.

Una señal de OFDM de banda de base es la suma de múltiples subportadoras ortogonales con los datos de cada subportadora modulada de forma independiente mediante alguna forma de PSK o QAM. Esta señal de banda base se utiliza para modular una portadora principal, que se utiliza para la frecuencia de transmisión de radio.

El uso del OFDM son varias ventajas, incluyendo una alta eficiencia espectral, inmunidad a multitrayectoria y filtrado de ruido simple. La modulación OFDM y demodulación se realizan típicamente utilizando la transformada rápida de Fourier (FFT). Algunos sistemas OFDM usan algunos sub-portadoras para transportar señales piloto, que se utilizan para la sincronización.

El concepto principal de OFDM es la ortogonalidad entre subportadoras. Dado que todos los portadores son senoidales o cosenoidales, sabemos el área en un período completo es cero.

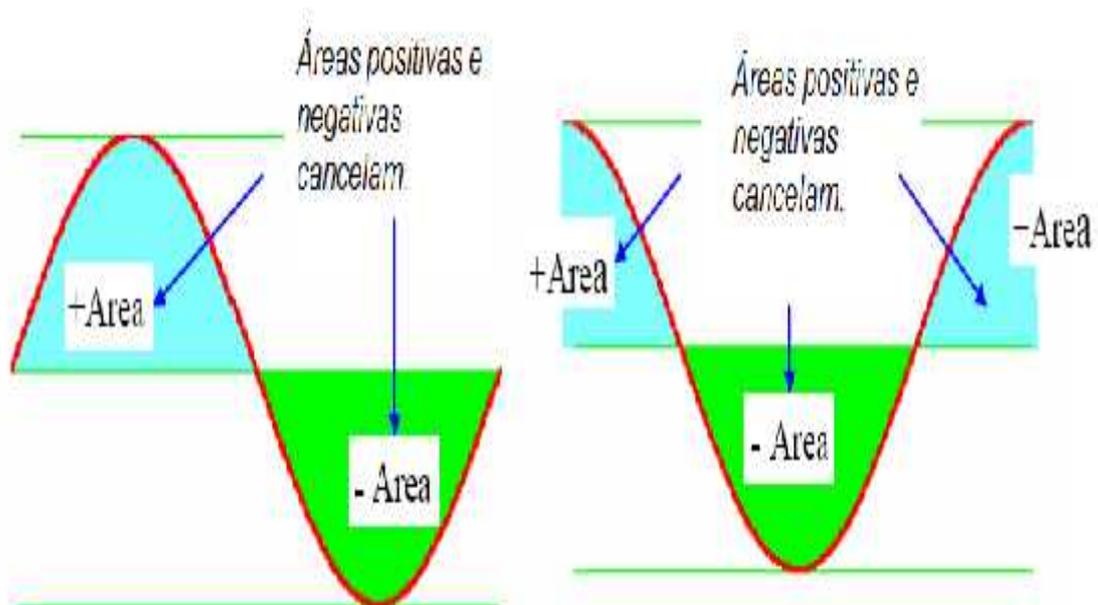


Figura 30-1. Ortogonalidad entre Portadoras en OFDM.
Fuente: (HITACHI, 2011).

1.9.7.1. MODULACIÓN QPSK / DQPSK.

Representa cuatro estados posibles, cambiando sólo la fase de la señal. Por lo tanto, es más robusto frente al ruido (informaciones más distantes unas de otras), pero menor capacidad de transmisión. Adecuado para las señales 1-Seg.

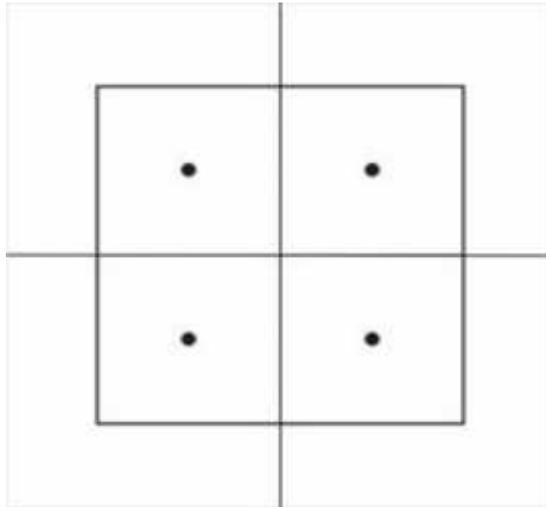


Figura 31-1. Estados de modulación QPSK/DQPSK.
Fuente: (HITACHI, 2011)

1.9.7.2. MODULACIÓN 16-QAM.

Representa hasta 16 estados posibles con el cambio de fase y amplitud de la señal. Logra transmitir palabras de 4 bits, con robustez y tasa de transmisión medianas, adecuada para señales SD.

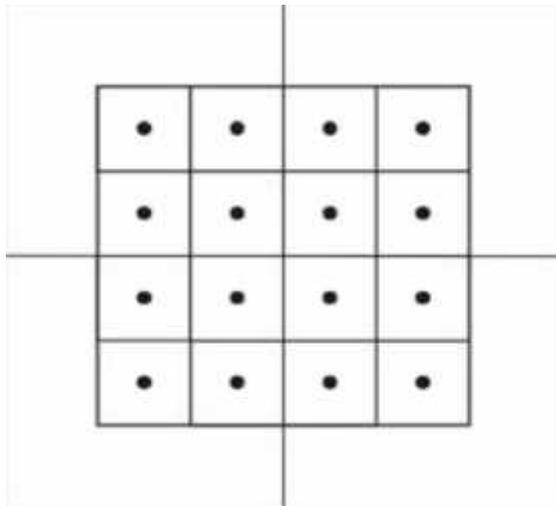


Figura 32-1. Estados de modulación 16-QAM.
Fuente: (HITACHI, 2011)

1.9.7.3. MODULACIÓN 64-QAM.

Representa hasta 64 estados posibles con el cambio de amplitud y fase. Es una señal poco robusta, pero capaz de transportar altas tasas de información, adecuada para señales HD.

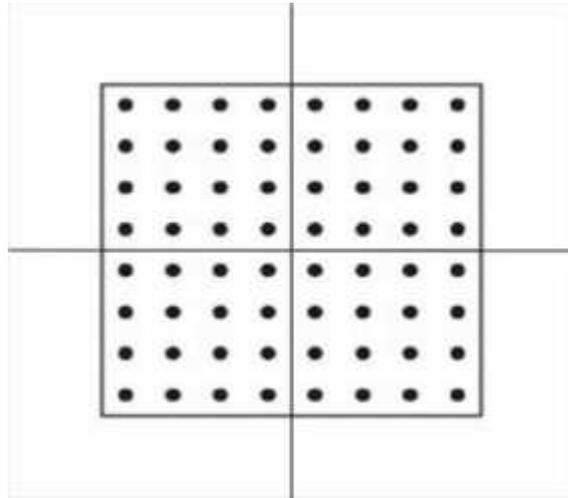


Figura 33-1. Estados de modulación 64 QAM.
Fuente: (HITACHI, 2011).

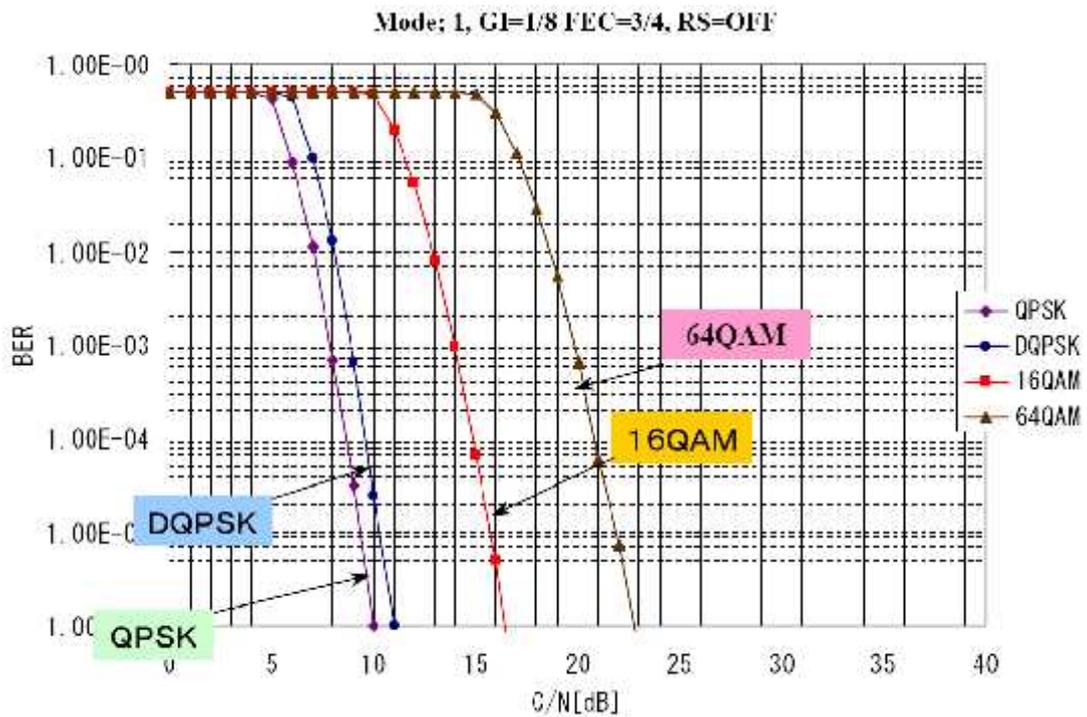


Figura 34-1. Comparación entre Modulaciones.
Fuente: (HITACHI, 2011).

En resumen, se forma la señal OFDM final a partir de la suma de n subportadoras, cada modulada por 1 / n de la tasa de bits total. La fórmula genérica es:

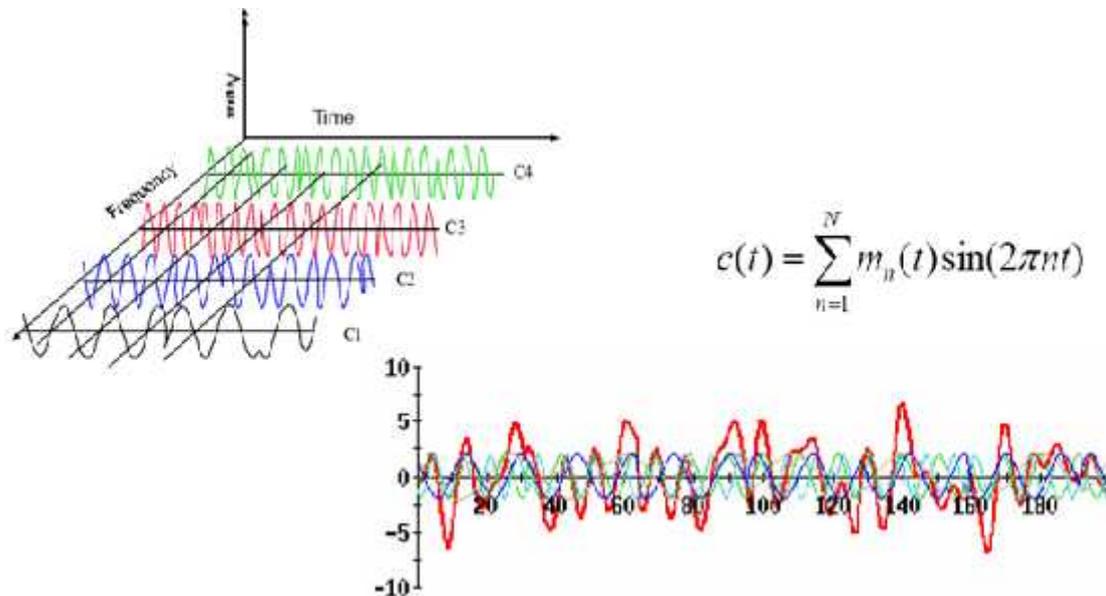


Figura 35-1. Espectro OFDM.
Fuente: (HITACHI, 2011).

1.9.8. TASA DE CODIFICACIÓN.

1.9.8.1. FEC – FORWARD ERROR CORRECTION.

Principal factor de inmunidad al ruido, asegura la corrección de errores en la recepción de la señal transmitida, por la adición de bits de redundancia.

- ✓ La tasa de bit en ISDB-Tb es siempre de 1/2, pero puede ser ajustado para 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 o 7/8.

Los números de ajuste representan cuántos de los bits duplicados serán aprovechados. A mayor redundancia, más inmunidad al ruido pero menor tasa de transferencia. (HITACHI, 2011, p 22)

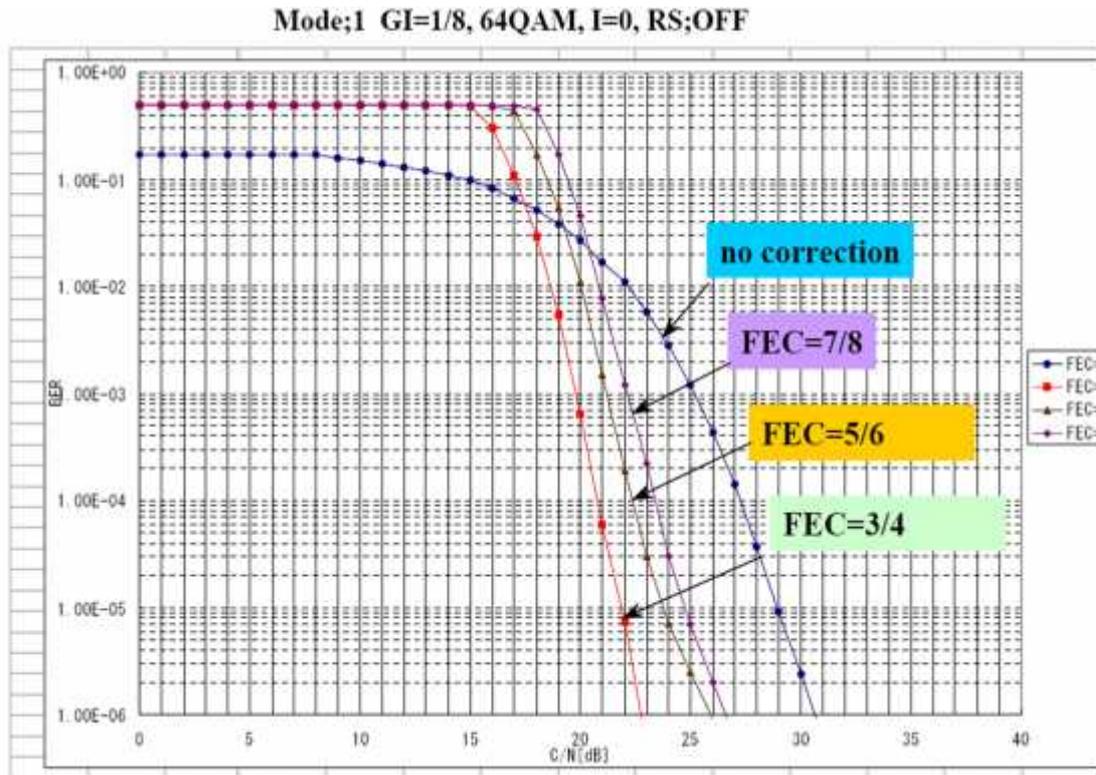


Figura 36-1. Desempeño Codificador Convolutivo.
Fuente: (HITACHI, 2011).

1.9.9. INTERVALO DE GUARDA.

Se caracteriza por la inmunidad a interferencia por multitrayecto; lo que generaba “fantasmas” en la TV Analógica, en ISDB-Tb se cancelan por la adición de una muestra del símbolo.

- ✓ El tamaño de esta muestra puede ser 1/4, 1/8, 1/16 o 1/32 de los símbolos.

El tamaño de la muestra influye en la inmunidad a multitrayecto y en la tasa de transmisión útil.

1.9.10. SP – SCATTERED PILOTS.

Varios portadores de la trama OFDM son moduladas con información de referencia conocida por el receptor. Estos portadores se transmiten con una mayor potencia de las portadoras de datos. La información transmitida en estas compañías se llaman los pilotos continuos o dispersas.

Cada piloto continua coincide con los transportistas pilotos dispersos cada cuatro símbolos.

El número de portadoras utilizadas para los datos es constante para cada segmento: 96 para el modo 2k, 192 para el modo 4k y 384 para el modo 8k. (HITACHI, 2011, p 33)

La información para modular las portadoras pilotos continuos o dispersos son causadas por un polinomio $X + Y$ PRBS 1. Cada símbolo OFDM tiene información de datos y de referencia.

En resumen, además de los datos portadoras, una trama OFDM también tiene portadoras piloto:

- ✓ Spread (SP).
- ✓ Continua (CP).
- ✓ Parámetros auxiliares (AC).
- ✓ Parámetros de transmisión, multiplexación, control y configuración (TMCC).

Los pilotos de soporte se utilizan para la sincronización de trama, sincronización de frecuencia, la sincronización de tiempo, la estimación de canal, la identificación modo de transmisión y corrección de ruido de fase al igual que en el sistema europeo.

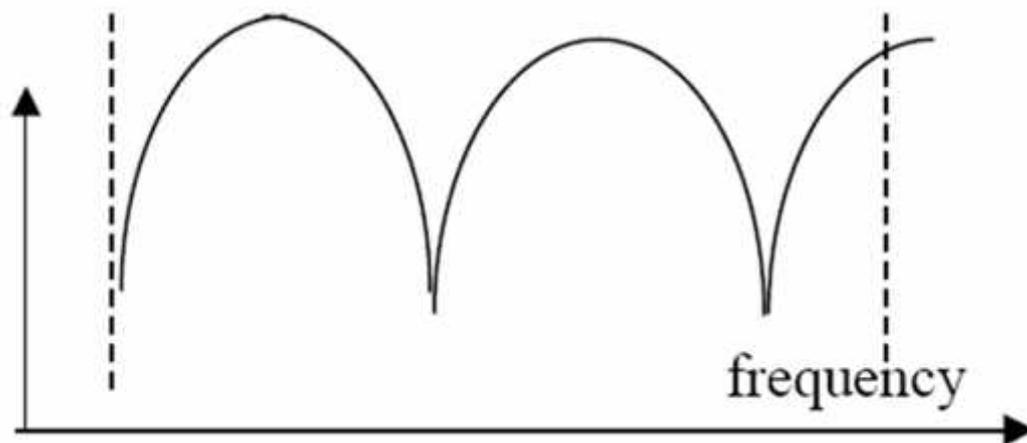


Figura 37-1. Pilotos continuos o dispersos.

Fuente: (HITACHI, 2011).

1.9.11. FADING.

Si la ruta desde el transmisor al receptor tiene reflexiones u obstrucciones, tenemos efecto de desvanecimiento. En este caso, la señal llega al transmisor a través de diferentes rutas, siendo cada uno una copia de la señal original. Cada uno de los haces tiene un pequeño retardo entre ellos, y una pequeña diferencia de ganancia entre ellos.

Este retardo de tiempo se traduce en un desplazamiento de fase que se agrega a la señal principal de la degradación causando los mismos. En la decoloración, se añaden las señales reflejadas que se retrasan a la señal principal que causa tanto la ganancia de amplitud que se añaden o grandes depresiones causadas por las señales que quedan fuera de los llamados desvanecimientos profundos. (HITACHI, 2011, pp 35-36)

Cuando ocurren los desvanecimientos profundos, la señal desaparece prácticamente. La señal llega a ser tan baja que el receptor no puede demodular nada.

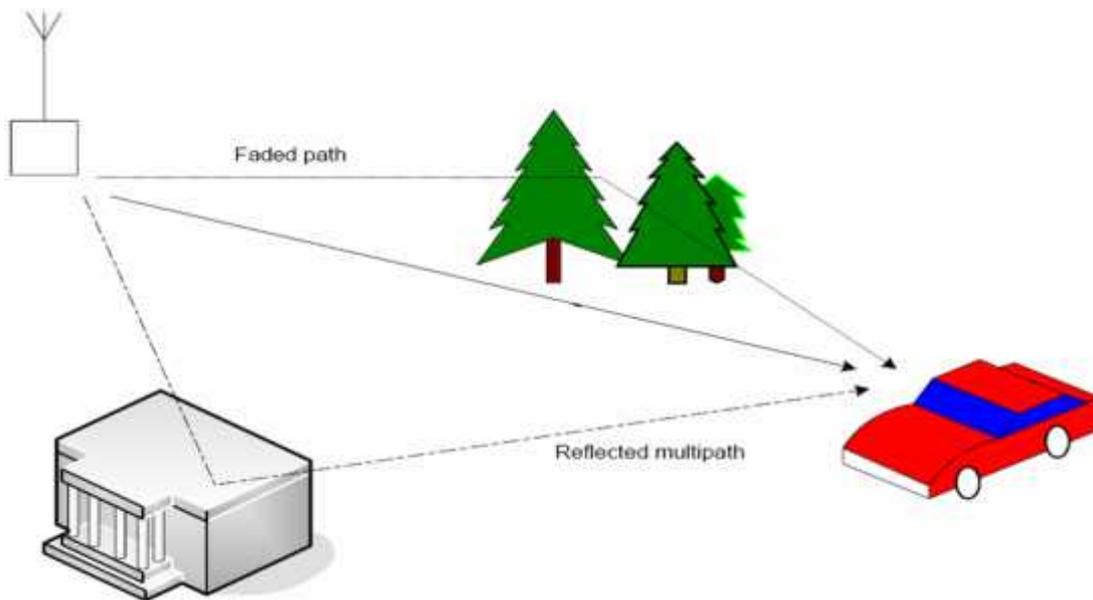


Figura 38-1. Reflexiones u Obstrucciones (Fading).

Fuente: (HITACHI, 2011).

El tiempo máximo de retardo de tiempo que se produce se denomina dispersión de retardo de la señal. Cambia dependiendo de las condiciones ambientales en todo el receptor. En general, cuando la dispersión del retardo es más pequeño que un símbolo tener desvanecimiento plano que afecta a todas las frecuencias en la misma forma. Es como si la señal sólo se había atenuado.

Cuando la dispersión del retardo es mucho más grande que un desvanecimiento selectivo símbolo tiempo en la frecuencia, es decir, dentro de las regiones no degradados y regiones sin cambio de señal BW. Para un solo medio ambiente en función de la señal de la tasa, o desvanecimiento selectivo puede ser plana, es decir, que depende de la señal BW.

Si hay un desvanecimiento selectivo en frecuencia y la señal es todo en una sola portadora, se pierde por completo.

Ahora, si la señal se transmite en varios pequeños transportistas, solamente los que lleven el desvanecimiento de la región se verán afectados y perder sólo una parte de la información, que incluso podría ser corregida en función de la codificación de canal utilizado.

El ancho de banda de cada subportadora es tan pequeño que es como ellos sufrieron de un desvanecimiento plan, cambiando sólo su amplitud.

El sistema ATSC no permite la movilidad ya que la información es de una sola portadora y entorno de radio móvil está siempre cambiando y por lo tanto, siempre sujetas a desvanecimiento selectivo. Pero el DVB-T e ISDB-T permiten la movilidad

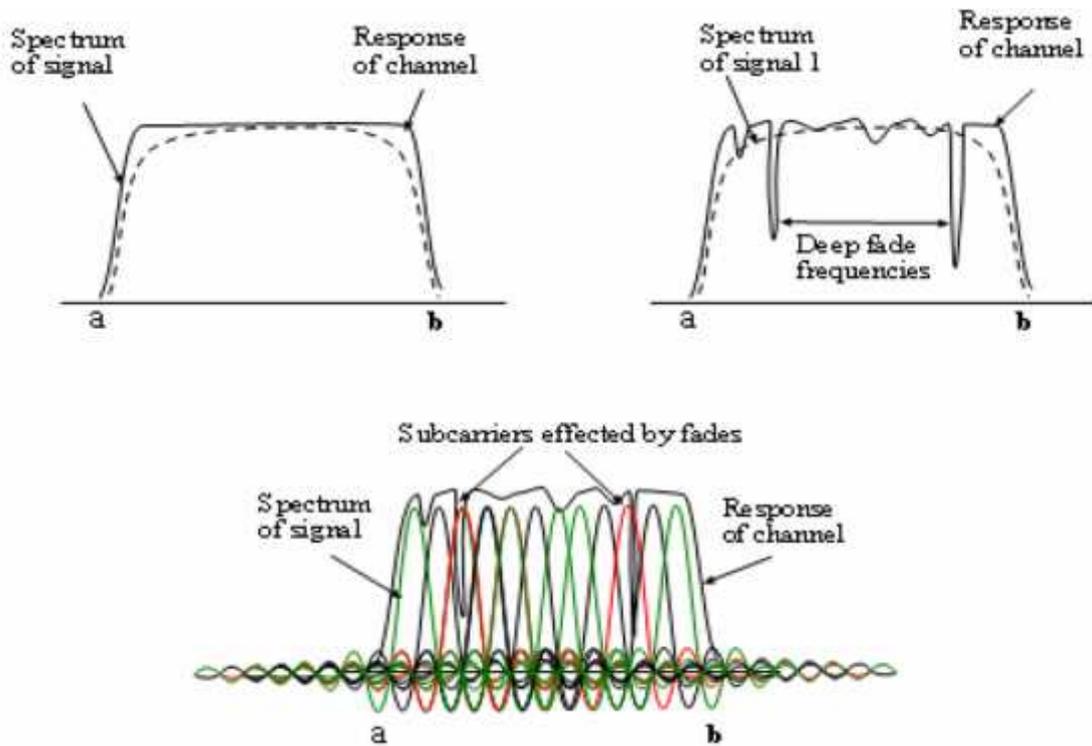


Figura 39-1. Fading, desvanecimiento de señales portadoras.
Fuente: (HITACHI, 2011).

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE CANAL MUNICIPAL GUARANDA 5TV EN LA CIUDAD DE GUARANDA.

2.1. INTRODUCCIÓN.

La estación GUARANDA 5Tv, inició su transmisión el 5 de agosto de 2005 coincidentemente la señal a través de la cual sale al aire también corresponde al número 5. Desde su creación el 5TV Municipal se ha caracterizado por ser un canal cultural e informativo. En enero de 2006 se firmó la concesión de la frecuencia en señal abierta. El transmisor está en la caseta que está ubicada en el cerro de Cashca Totoras.

El funcionamiento técnico de este canal se ha realizado de acuerdo a las especificaciones técnicas emitidas por el CONARTEL y la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES, ver tabla 6-2.

Con la implementación de la televisión digital terrestre, las estaciones de radiodifusión han ido incorporando equipos digitales; como cámaras, mezcladores, controles maestros, y procesadores de video y audio, compatibles para el futuro sistema que acogerán la estaciones de televisión del Ecuador.

Tabla 6-2. Guaranda 5Tv datos generales.

Parámetros	Autorizado
Nombre del concesionario.	Ilustre Municipio del Cantón Guaranda.
Nombre de la estación.	Canal Cultural Municipal (Guaranda 5Tv)
Tipo de servicio.	Televisión Abierta.
Dirección de estudio	Convención de 1884 y García Moreno.
Fecha de contrato de la concesión	5 de Agosto del 2005
Vigencia de la Renovación	6 de Enero del 2006 hasta el 6 de Enero del 2016

Fuente: (SUPERTEL, 2005)

Tabla 7-2. Guaranda 5Tv datos técnicos.

Cobertura y Ubicación Geográfica	
Cobertura Principal	Guaranda
Ubicación Transmisor	Cerro CashcaTotoras
Coordenadas Geográficas	01°47'52'' S 78°58'30'' 0
Tipo de estación	Matriz
Frecuencia Principal	5 VHF
Sistema Radiante	
Altura de la antena	40 m.
Tipo de antena	Arreglo de 2 Diedros VHF.
Ganancia	8 dBd
Polarización	Horizontal.
Azimut.	45°/135°
Sistema de Transmisión	
Potencia PER	1Kw.
Perdidas	174 dB

Fuente: (SUPERTEL, 2005).

2.1.1. INFRAESTRUCTURA INTERNA.

Guaranda 5Tv cuenta con diferentes áreas, para la producción y postproducción son las siguientes:

2.1.1.1. ÁREA DE ESTUDIO O SET.

El estudio o set de televisión, es el lugar donde se ubica la escenografía y el decorado para ambientar determinado programa, esta área dispone de un sistema de iluminación artificial así como un buen sonido acústico que impida que el ruido del exterior entre en el estudio y afecte a los micrófonos.

Además cuenta con un sistema de cámaras de televisión que pueda registrar simultáneamente la captura de imágenes desde distintos puntos de vista, que permitan una mejor visibilidad a los televidentes de la distinta programación.



Figura 40-2. Área de estudio o set.
Fuente:(Guaranda 5Tv, 2015)

Tabla 8-2. Equipos usados en el Área de estudio o Set.

Área	Equipo	Uso	Figura
ESTUDIO O SET	Cámara de Video Profesional: LEICA DICOMAR	Producción y Postproducción.	
	Cámara de Video Profesional: SONY NXCAM	Producción y Postproducción	
	Teleprompter: HITACHI	Refleja el texto de la noticia, previamente cargado visualizado en la parte frontal de una cámara.	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015)

Realizado: PEÑA, David, 2016

2.1.1.2. ÁREA DE DIRECCIÓN DE CÁMARAS.

Es un área muy importante, una vez registrada la imagen por las cámaras de estudio, esta información se envía a una consola mezcladora (mixer), operada por un técnico el cual observa las imágenes en los monitores de referencia, las selecciona y las mezcla, estableciendo el orden en que serán grabadas o enviadas al control para su grabación o emisión, al aire.

Además el técnico, es el encargado de dar las respectivas indicaciones a los camarógrafos de cómo y cuándo emplazar las cámaras y efectuar los encuadres precisos. En el área de dirección de cámaras también se tiene control de la iluminación, inserción de fotografías fijas, videos que complementan la transmisión de la programación.

Tabla 9-2. Equipos usados en el Área de dirección de cámaras.

Área	Equipo	Uso	Figura
DIRECCIÓN DE CÁMARAS	Mezcladora y sincronizador de video: SONY SWITCHER	Mezclador de video para producción y postproducción de programas pregrabados en vivo	
	Intercomunicador PANASONIC	Permite comunicar con otra frecuencia, para transmitir eventos fuera del estudio.	
	Monitor: TV RIVERA 14P	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Referencia de cámaras de estudio. ✓ Referencia de señal de programa. ✓ Referencia previa. 	
	Reproductor de DVD: LG / DV457.	Reproduce formatos Como DVD, VCD, MP3.	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015)

Realizado: PEÑA, David, 2016

2.1.1.3. ÁREA DE AUDIO O SONIDO.

En esta área, el operador de audio controla la consola principal donde el audio se puede modificar (distorsionar, amplificar o mezclar), o añadirle un fondo musical a las producciones para conferirle un carácter particular. También encontramos micrófonos sensibles colocados en pedestales, y tipo corbateros que se pueden colocar en vestidos de los actores.



Figura 41-2. Área de audio y sonido.
Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015)

Tabla 10-2. Equipos usados en el Área de audio y sonido.

Área	Equipo	Uso	Figura
ÁREA DE AUDIO Y SONIDO	Consola de audio: AMERICAN SOUNDCRAFT EMP 6	Mezclador de Audio para producción y preproducción.	
	Consola de audio: YAMAHA MG166 CX USB	Mezclador de Audio para producción y preproducción.	
	Micrófonos inalámbricos de corbata: SONY	Utilizados en producción y postproducción de programas en vivo y pregrabados.	
	Micrófonos de mano: SHURE SM58.	Utilizados en producción y postproducción de programas en vivo y pregrabados.	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).

Realizado: PEÑA, David, 2016.

2.1.1.4. ÁREA DE EDICIÓN Y POSTPRODUCCIÓN.

Es el área en donde se efectúa la respectiva postproducción del video, e inicia cuando se completa la grabación hasta que el programa quede listo para que el Control Master la emita.

La característica más importante de esta área es la edición, montaje en la señal de video y la inserción de un conjunto de sonidos, teniendo en cuenta que la edición puede comenzar durante la producción, cuando las tomas son con una sola cámara.

La filmación y grabación es supervisada por el Director y Productor, la cual sus escenas pueden ser modificadas y revisadas antes de salir al aire. Finalmente es entregada al departamento de sonido, el mismo que se encarga de preparar las pistas de sonido, efectos de sonido, diálogos

para obtener en una sola pista la mezcla final y adición de efectos ópticos tales como: títulos de crédito, efectos especiales, animaciones y correcciones de color.



Figura 42-2. Área de edición y postproducción.
Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015)

Tabla 11-2. Equipos usados en el Área de edición y postproducción.

Área	Equipo	Uso	Figura
ÁREA DE EDICIÓN Y POSTPRODUCCIÓN	MAC: OS X Update 10.11.1 Fixes Office 2016	Para edición de imágenes post producción.	
	LED 42" LG	Visualiza imágenes editadas	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015)
Realizado: PEÑA, David, 2016

2.1.1.5. ÁREA DE CONTROL MASTER.

El área de Control Master es la encargada de que toda la programación vaya ingresando correctamente según la guía de programación previamente preparada, en caso de que ocurra algún inconveniente con la señal, los operadores cortan la programación con algún aviso y la restablecen en el menor tiempo posible. El operador de esta área puede observar en sus monitores las siguientes señales:

- ✓ La acción desarrollada en el estudio.
- ✓ Los spots comerciales.
- ✓ La imagen que en ese momento está al aire.

Finalmente la programación está completa y lista para poder enviarse al transmisor del enlace STL.



Figura 43-2. Área de control master.
Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).

Tabla 12-2. Equipos usados en el Área de control master.

Área	Equipo	Uso	Figura
CONTROL MASTER	Distribuidor de video: ENLACES DE MICROONDAS TV ANALÓGICA MVL & MLP DBBROADCAST.	Distribución de video y audio amplificado.	
	Modulador de: VIDEO/AUDIO PCM55SAW.	Modulación de audio y video analógico	
	Sincronizador de cuadro: FRAME SYNCHRONIZER & TBC FA-115.	Calibración de niveles de video previo ingreso al transmisor.	
	Regulador de Voltaje UPS	Se usa para mantener un nivel de tensión constante	

Fuente: (Guaranda 5TV, 2015).

Realizado: PEÑA, David, 2016.

2.1.2. INFRAESTRUCTURA EXTERNA.

Las señales de audio y video finales provenientes de los procesadores respectivos ingresan al transmisor el cual se conecta al cerro Cashca Totoras mediante un enlace STL (Microondas). Los parámetros autorizados en la tabla 13-2, por la SUPERTEL para este enlace de transmisión de la estación de televisión Guaranda 5TV son los siguientes:

Tabla 13-2. Parámetros del enlace STL autorizados por la SUPERTEL.

Nombre de la estación	GUARANDA 5TV.
Tipo de estación	Matriz
Ubicación del transmisor	Cerro Cashca Totoras 01°47'52'' S 78°58'30'' O 3200 m
Forma de recepción de la señal	Estudio Radioeléctrico
Trayecto	Estudio - Cerro Cashca Totoras
Frecuencia	12737.5 MHz
Tipo de antenas	Parabólica
Potencia	1 W
Distancia Estudio hasta la antena.	23.09 Km

Fuente: (Guaranda 5TV, 2015)

El tipo de equipo usado para el enlace de Microondas es el MVL & MLP (Enlaces de microondas portátiles) DBBroadcast, el mismo que posee una entrada de video y hasta cuatro de audio. El cable de interconexión entre el equipo y la antena es tipo coaxial de baja potencia.

Cabe indicar que en este equipo los canales de audio son totalmente compatibles con los códecs de audio digitales DB TD/16 y RD/16. Además el enlace microonda MVL & MLP DBBroadcast está diseñado para transportar señales analógicas de alta calidad.



Figura 44-2. Transmisor UHF ubicado en el Guaranda-5Tv.
Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).

2.1.3. DIGITALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE GUARANDA 5TV.

A continuación se analizan diversas opciones para la digitalización de la infraestructura tanto interna como externa de GUARANDA-5TV, realizando previamente un análisis de los equipos que se encuentran operando actualmente, y de esta forma, determinar su reutilización en la nueva etapa digital.

2.1.3.1. INFRAESTRUCTURA INTERNA.

Tabla 14-2. Análisis de los equipos usados en el Área de Estudio o Set.

Equipo	Uso TDT	Razón	Figura
Cámara de Video Profesional: LEICA DICOMAR	No	características analógicas	
Cámara de Video Profesional: SONY NXCAM	No	características analógicas	
Teleprompter: HITACHI	Si	características analógicas y digitales	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).
Realizado: PEÑA, David, 2016.

Tabla 15-2. Análisis de los equipos usados en el Área de dirección de cámaras.

Equipo	Uso TDT	Razón	Figura
Mezcladora y de sincronizador video: SONY SWITCHER	No	Características Analógicas.	
Intercomunicador PANASONIC	Si	Características analógicas y digitales.	
Monitor: TV RIVERA 14P	Si	Características analógicas y digitales	
Reproductor de DVD: LG / DV457.	No	Es un equipo de características Analógicas.	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).
Realizado: PEÑA, David, 2016.

Tabla 16-2. Análisis de los equipos usados en el Área de audio y sonido.

Equipo	Uso TDT	Razón	Figura
Consola de audio: AMERICAN SOUNDCRAFT EMP 6	SI	Puede ser usado operando conjuntamente la interface ASD-771p.	
Consola de audio: YAMAHA MG166 CX USB	SI	Puede ser usado operando conjuntamente la interface ASD-771p.	
Micrófonos inalámbricos de corbata: SONY	SI	La salida del micrófono ingresa a la consola donde se hace respectiva conversión a digital.	
Micrófonos de mano: SHURE SM58.	SI	La salida del micrófono ingresa a la consola donde se hace respectiva conversión a digital.	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).
Realizado: PEÑA, David, 2016.

Tabla 17-2. Análisis de los equipos usados en el Área de edición y postproducción.

Equipo	Uso TDT	Razón	Figura
MAC: OS X Update 10.11.1 Fixes Office 2016	SI	Características analógicas y digitales	
LED 42" LG	SI	Características analógicas y digitales	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).
Realizado: PEÑA, David, 2016.

Tabla 18-2. Análisis de los equipos usados en el Área de control master.

Equipo	Uso TDT	Razón	Figura
Distribuidor de video: ENLACES DE MICROONDAS TV ANALÓGICA MVL & MLP DBBROADCAST.	NO	Es un equipo análogo. (Solo compatible con audio digital. Debe ser reemplazado por un equipo digital.	
Modulador de VIDEO/AUDIO PCM55SAW.	NO	Características analógicas	
Sincronizador de cuadro: FRAME SYNCHRONIZER & TBC FA-115.	NO	Características analógicas	
Regulador de Voltaje UPS	SI	Características analógicas y digitales	

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2015).
Realizado: PEÑA, David, 2016.

2.2. NORMATIVA APLICABLE A RADIODIFUSIÓN Y TELEVISIÓN.

La UTDT (Unidad para la implementación de la TDT) deberá presentar al MINTEL el proyecto de reformas a la Ley de Radiodifusión y Televisión, que se consideren necesarias para la introducción de la televisión digital principalmente en lo relacionado a otorgar la concesión de más de un sistema de televisión a una persona natural o jurídica, por el tiempo que dure la operación simultánea de la televisión analógica y digital (Simulcast), así como permitir la bidireccionalidad en la televisión digital, la asociación de operadores y la compartición de infraestructura.

El MINTEL será el responsable de someter el proyecto de Reformas a la Ley de Radiodifusión, y Televisión para que se presente a la Asamblea Nacional y se dé trámite correspondiente hasta su aprobación y publicación.

Mediante resolución RTV-681-24-CONATEL-2012, se consideró lo siguiente:

Que, el Art. 313 de la Constitución de la República del Ecuador ordena 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 naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determina la Ley”.

Que, el Art. 2 de la Ley de Radiodifusión y Televisión dispone que: “El Estado, a través del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL), otorgara frecuencias o canales para radiodifusión y televisión, así como regulara y autorizara estos servicios en todo el territorio nacional de conformidad con esta Ley, los convenios internacionales sobre la materia ratificados por el Gobierno ecuatoriano, y los Reglamentos”.

Que, el Art. 1 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión establece que: “Los medios, sistemas o servicios de radiodifusión y televisión se registrarán por las disposiciones de la Ley de Radiodifusión y Televisión, el Convenio Internacional de Telecomunicaciones vigente, el presente Reglamento, los demás Reglamentos y las Normas Técnicas y Administrativas que expida el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión sobre la materia, los que tendrán el carácter de obligatorios”.

Que, mediante Resolución 5734-CONARTEL-09 de 01 de abril de 2009, publicada en el Registro Oficial No. 588 de 12 de mayo de 2009, se emitió el Reglamento de Políticas Institucionales y Procedimientos para la Concesión de Frecuencias para la Operación de Estaciones de Radiodifusión, Televisión y Sistemas de Audio y Video por Suscripción.

Que, el Art. 2 de esta Resolución señala que: “El consejo fomentara la pluralidad ya la diversidad en la comunicación, garantizando la asignación, en igualdad de condiciones, de las frecuencias de radiodifusión y televisión, para la operación de estaciones de radiodifusión y televisión públicas, privadas y comunitarias, buscando precautelar que en su utilización prevalezca el interés colectivo, propiciando porcentajes equitativos de asignación en el caso que existan solicitudes de tipo público, comunitario o privado.”

Que, el Art. 3 íbidem indica que: “En forma previa a las concesiones que pueden efectuarse en todas y cada una de las zonas geográficas y/o áreas de cobertura independientes del territorio nacional definidas con anterioridad por el Consejo, se dispondrá que con anticipación se anuncie por la prensa y/u otros medios de comunicación la presentación de requisitos para la concesión de frecuencias en base a la disponibilidad existente.”

Que, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones a través de la Resolución 084-05-CONATEL-2010 de 25 de marzo de 2010, resolvió:

Art. 1 Acoger el Informe presentado por la Superintendencia de Telecomunicaciones para la Definición e Implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador.

Art. 2.- Adoptar el estándar de televisión digital ISDB-T INTERNACIONAL (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil y las que hubieran al momento de su implementación, para la transmisión y recepción de señales de televisión digital terrestre.

Art. 5.- Recomendar al Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información en representación del Estado ecuatoriano, la suscripción de los documentos correspondientes con el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones del Japón y el Ministerio de Comunicaciones de la República Federativa de Brasil, a fin de viabilizar la implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador.

Que, en Resolución RTV-596-16-CONATEL-2011 de 29 de julio de 2011, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resolvió:

Art. 1.- Delegar al Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la información, a fin de que sea el organismo que lidere y coordine el proceso de la implementación de la Televisión

Digital Terrestre en el Ecuador, para lo cual realizara todas las actividades que sean necesarias acorde con la normativa aplicable.

Art. 2.- Trasladar el proyecto del Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador presentado con oficio No. CE-TDT-2011-001 de 08 de enero 2011, al Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, a fin de que las propuestas incluidas en ese documento sirvan de referencia para las actividades que al respecto efectuó esa Institución.”

Que, el Comité Técnico de Implementación de la televisión Digital Terrestre, a través de la Resolución CITDT-2012-05-023 de 23 de agosto de 2012, resolvió:

Art. 1.- Acoger la propuesta de Plan Maestro remitida con oficio No. Asnt-2012-065 del 13 de agosto de 2012, y disponer al Secretario Técnico del CITDT su envío al CONATEL, a fin que dicho organismo conozca y realice el procedimiento de aprobación respectivo de acuerdo con sus competencias.”

Que, mediante memorando DGGER-2012-1159 de 25 de septiembre de 2012, la Dirección General de Gestión del Espectro Radioeléctrico de la SENATEL remite el informe que contiene el análisis técnico realizado por esa Dirección.

2.2.1. ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

2.2.1.1. BANDA DE FRECUENCIAS.

La banda de frecuencias que se usara para la transmisión de TDT es la banda UHF del espectro radioeléctrico, atribuida para el Servicio de Radiodifusión con emisiones de Televisión.

Se identifica la banda de VHF correspondiente a los canales del 7 al 13 para la transmisión de TDT y su uso estará sujeto a los desarrollos futuros que se realicen sobre la norma ISDB-T INTERNACIONAL. (CONATEL, 2012)

Durante el periodo de simulcast se utilizaran los canales adyacentes y los canales principales del servicio de TV Abierta Analógica, en la banda de canales del 21 al 51, dependiendo de la disponibilidad existente.

La asignación de canales virtuales se realizara de acuerdo a la normativa correspondiente que se emita para el efecto. Los canales 14 y 15 serán considerados para la operación de la TDT en las zonas que le CONATEL determine. No obstante, la operación de la TDT, se enmarcara dentro de lo dispuesto en el Plan Nacional de Frecuencias en vigencia, ver tabla 19-2.

Tabla 19-2. Bandas de frecuencias a ser utilizadas en TDT.

BANDA (MHz)	Canales
174 – 216	7 – 13
470 – 482	14 – 15
512 – 608	21 – 36
614 – 682	38 – 49
686 – 698	50 – 51
698 – 806	52 – 69

Fuente: (CONATEL, 2012).

Las bandas 470 – 482 MHz y 686 – 698 MHz, están siendo analizadas y despejadas de acuerdo a los procedimientos establecidos en la leyes y reglamentos, para el servicio de radiodifusión de TDT.

Las bandas 512 – 608 MHz (canales 21 al 36) y 614 – 686 MHz (canales del 38 al 49), atribuidas para el servicio de radiodifusión con emisiones de televisión abierta en el PNF (Plan Nacional de Frecuencias), podrían ser usadas para la operación temporal de estaciones de TDT, dependiendo de la disponibilidad y los grupos de canales UHF asignados en cada zona geográfica en la Norma de TV abierta analógica.

La banda 686 – 806 MHz que actualmente se encuentra asignada para servicios de audio y video por suscripción bajo la modalidad de televisión codificada terrestre (UHF Codificado), se encuentra ocupada de la siguiente manera:

2.2.2. CANALIZACIÓN.

Para la transmisión de Televisión Digital Terrestre se utilizaran canales de 6 MHz de ancho de banda.

Se autorizara la concesión de canales de 6 MHz de ancho de banda, a concesionarios o poseedores de títulos habilitantes de televisión abierta y a nuevos peticionarios de frecuencias de TDT de acuerdo a la reglamentación vigente.

2.2.2.1. COMPARTICIÓN.

En caso de existir una solicitud expresa de frecuencias para la operación de TDT de un nuevo peticionario debidamente justificada, por escasez de recursos de espectro radioeléctrico o cuando por motivos de interés general el CONATEL lo disponga y en donde sea técnicamente

factible, el concesionario estará en la obligación de compartición del canal de 6 MHz a través de su propia infraestructura, de conformidad a la normativa que para el efecto emita el CONATEL.

2.2.2.2. ASIGNACIÓN DE CANALES.

Se propenderá a la implementación de redes de frecuencia única (SFN) de acuerdo con las condiciones técnicas que permitan esta operación. (RTV-681-24-CONATEL, 2012)

Las asignaciones de frecuencia para Televisión Digital Terrestre TDT se realizarán en canal adyacente, en las ciudades donde no exista disponibilidad de frecuencia principales y de acuerdo con las condiciones geográficas que así lo permitan.

Para el caso de las zonas geográficas donde existe disponibilidad de canales principales, los mismos serán asignados de acuerdo a la canalización establecida en dicha zona o ciudad u podrán ser asignados a canal seguido, de acuerdo con la demanda existente y donde sea técnicamente factible.

2.2.2.3. ZONAS GEOGRÁFICAS.

La Norma Técnica que para efecto de implementación de la Televisión Digital Terrestre emita el Organismo de regulación, deberá incluir la zonificación del país para las concesiones de televisión digital, hasta tanto se considerara la zonificación de la actual “Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de distribución de Canales”.

Tabla 20-2. Norma Técnica para el Servicio de Tv Analógica y Distribución de Canales.

ZONA GEOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA GEOGRÁFICA
A	Provincia del Azuay excepto zona norte (cantones Sigsig, Chordeleg, Gualaceo, Paute, Guachapala, El Pan y Sevilla de Oro), y zona occidental de la cordillera occidental de la provincia de Azuay.
B	Provincia de Bolívar, excepto la zona occidental de la cordillera occidental de Los Andes de la provincia de Bolívar.
C	Provincia del Carchi, incluye las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del Chota y Batallón Yaguachi de la provincia de Imbabura.
D	Provincias de Orellana y Sucumbíos.
E	Provincia de Esmeraldas, excepto Rosa Zarate y Muisne.
G	Provincia de Guayas, excepto Gral. Villamil, El Empalme, Palestina y Balao, se incluye la Troncal, Suscal y zona occidental de la Cordillera Occidental de provincias de Cañar y Azuay.

F	Provincia de Santa Elena y Gral. Villamil.
H	Provincia de Chimborazo, excepto las estribaciones occidentales de la cordillera occidental de la provincia de Chimborazo
J	Provincia de Imbabura, excepto las poblaciones de Pimampiro, Juncal, Valle del chota Batallón Yaguachi
L1	Provincia de Loja, excepto cantones de Loja, Catamayo, Saraguro, Amaluza, y zona occidental de la Cordillera Occidental.
L2	Provincia de Loja, cantones de Loja, Catamayo y Saraguro.
M1	Provincia de Manabí, zona norte (desde Bahía de Caráquez hacia el norte), excepto El Carmen y Flavio Alfaro, se incluye Muisne
M2	Provincia de Manabí, zona sur, comprende poblaciones localizadas al sur de la ciudad de Bahía de Caráquez, excepto el cantón Pichincha
N	Provincia de Napo.
Ñ	Provincia del Cañar, excepto zona occidental Cordillera Occidental (Suscal, La troncal) e incluye zona norte provincia de Azuay.
O	Provincia de El Oro y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Loja e incluye Balao de la provincia del Guayas.
P	Provincia de Pichincha, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental de la provincia de Pichincha (Los Bancos, P.V. Maldonado).
K	Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, incluye El Carmen, Rosa Zarate, Flavio Alfaro, Pedro Vicente Maldonado y Los Bancos.
R1	Provincia de los Ríos, excepto Quevedo, Buena Fe, Mocache, y Valencia e incluye Balzar, Colimes, Palestina y zona occidental Cordillera Occidental de las provincias de Bolívar y Chimborazo.
R2	Provincia de los Ríos, Quevedo, Buena Fe, Mocache, Valencia, La Maná, El corazón y zona occidental de la Cordillera Occidental de la Provincia de Cotopaxi.
S1	Provincia de Morona Santiago, excepto Pálora y cantón Gral. Plaza al sur
S2	Provincia de Morona Santiago, cantón Gral. Plaza sur
T	Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, excepto zona occidental de la Cordillera Occidental.
X	Provincia de Pastaza, incluye Palora de la provincia de Morona Santiago
Y	Provincia de Galápagos
Z	Provincia de Zamora Chinchipe, incluye cantón Amaluza.

Fuente: (RTV-681-24-CONATEL, 2012).

2.2.2.4. ENLACES AUXILIARES.

Los enlaces auxiliares para la operación de la TDT se realizarán a través de frecuencias auxiliares, medios físicos de transmisión (se incluyen líneas de transmisión de par trenzado de cable, cable coaxial, fibra óptica o nuevos medios de transmisión que permita el desarrollo tecnológico) o, enlaces satelitales, para lo cual deberán contar con la respectiva concesión y autorización.

2.2.2.5. CANAL FÍSICO Y VIRTUAL.

Se define como Canal Físico (CF) a la frecuencia real de la portadora con todos los servicios complementarios dentro de la banda de frecuencia de 6 MHz.

Se entiende como Canal Virtual (CV) al número del canal en el cual el receptor muestra la programación de una estación TDT, independientemente del canal físico en el cual se transmite. La configuración de CV se encuentra embebida en el Transport Stream (TS) que se transmite a todas las estaciones repetidoras del sistema.

Una falta de planificación en la asignación de CV podría ocasionar que el TS que se recibe en una estación repetidora, con un determinado CV, cause interferencia con otro CV configurado con un mismo número para atender a la misma zona. En la Figura 46-3. Se tiene una interferencia de este tipo.

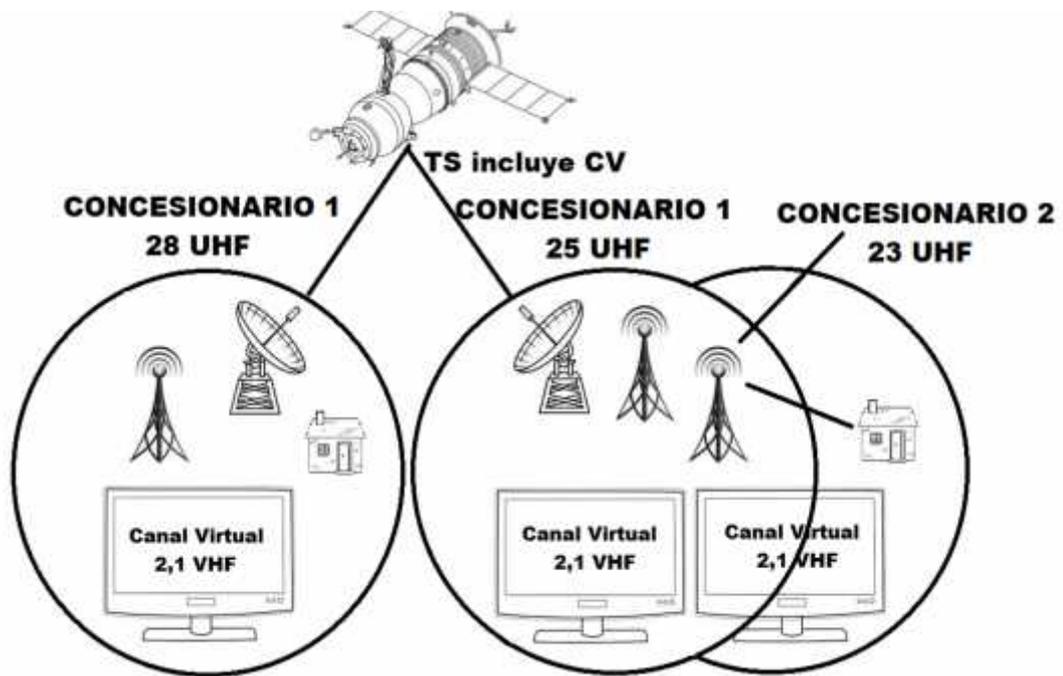


Figura 45-2. Interferencia en canal virtual.

Fuente: (RTV-681-24-CONATEL, 2012).

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TDT DE CARÁCTER TEMPORAL.

Durante las autorizaciones de carácter temporal, los concesionarios operan con la misma programación emitida en el canal analógico, podrán utilizar la totalidad del ancho de banda de un canal de 6 MHz y se realizarán transmisiones con las configuraciones que a efectos de pruebas de la tecnología se disponga por parte de las instituciones encargadas.

2.2.4. CONCESIONES PARA TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE TDT DEFINITIVAS.

Los concesionarios de radiodifusión de Televisión Digital Terrestre efectuarán las transmisiones de acuerdo con las condiciones técnicas y de programación establecidas en los respectivos títulos habilitantes.

- ✓ **Operadores que poseen concesiones exclusivas:** Deberán transmitir como mínimo una señal digital en HD, una señal digital en SD, señal de datos y una señal para recepción portátil, que retransmitirá una programación de la recepción fija; o los formatos que el CONATEL establezca para el futuro.
- ✓ **Operadores con concesiones compartidas:** Deberán transmitir como mínimo tres señales digitales en formato SD, o dos señales en formato HD, servicio de datos y una señal para recepción portátil que retransmitirá una programación de la recepción fija, o los formatos que el CONATEL establezca para el futuro.

2.3. TRANSMISIÓN SIMULTÁNEA DE TELEVISIÓN (SIMULCAST).

Este es un periodo de larga duración, durante esta etapa los canales deberán transmitir en analógico y digital. Este periodo implica un gasto adicional para las operadoras debido a que deben mantener sus emisiones antiguas, además, trabajar por el cambio de tecnología y emitir las primeras señales digitales. (RTV-681-24-CONATEL, 2012)

Los concesionarios de televisión abierta podrán acceder a concesiones para televisión digital terrestre en la misma área de cobertura autorizada para sus estaciones que transmiten señales de televisión analógica. Los cuales garantizarán la continuidad del servicio de televisión abierta de su concesión analógica, hasta la fecha del apagón.

Las transmisiones simultáneas de televisión analógica y digital, se realizarán con ajuste a las disposiciones que el organismo de regulación CONATEL determine para cada zona geográfica y no podrán exceder del plazo establecido para el apagón analógico.

Los concesionarios garantizarán que a la fecha del apagón analógico, todas sus estaciones, ofrezcan el servicio de televisión abierta digital, para lo cual deberán haber cumplido con todos los requisitos técnicos y legales que les sean aplicables.

2.3.1. INICIO DE LAS TRANSMISIONES DE TDT Y PERIODO DE SIMULCAST.

Se podrán otorgar autorizaciones de carácter temporal para operaciones de televisión digital, de acuerdo con la normativa aplicable para el efecto, cuya operación bajo este esquema se realizara de acuerdo con las disposiciones que al efecto emita el CONATEL.

Las estaciones que operen simultáneamente señales analógicas y digitales de televisión (Simulcast), deberán sujetarse a lo establecido en el Plan Maestro.

2.3.2. OBLIGACIONES EN EL PERIODO DE SIMULCAST.

Los actuales concesionarios de televisión analógica, que soliciten concesiones para TDT cumplirán lo siguiente:

1. Presentaran un proyecto para la implementación de transmisión de radiodifusión de televisión digital, de acuerdo a los formatos y condiciones que para el efecto establezca el CONATEL, en el que se incluirá la fecha de inicio de su transmisión digital.
2. Mantener las obligaciones respecto de la continuidad, la calidad y la cobertura de las transmisiones analógicas, así como las que se determinen en sus contratos y normativa aplicable a las concesiones analógicas y digitales.
3. Incorporar las actualizaciones tecnológicas que se desarrollen en el futuro, de acuerdo con el procedimiento que se establezca para el efecto.
4. Comunicar a los televidentes el inicio de las transmisiones de TDT.
5. Comunicar a los televidentes durante un año de manera periódica, durante su programación la fecha en la que dejara de transmitir en señal analógica.

2.3.3. APAGÓN ANALÓGICO (CRONOGRAMA).

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) estima que a finales del año 2016 se inicie el apagón analógico, es decir, el cese de emisiones de televisión analógica para dar paso a la Televisión Digital Terrestre (TDT).

El apagón analógico en Ecuador se realizará de manera progresiva, para lo cual se desarrollaran de acuerdo al siguiente cronograma, tabla 21-2:

Tabla 21-2. Cronograma del Apagón Analógico.

FASES	LOCALIDADES	APAGÓN ANALÓGICO
Fase 1	Áreas de Cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes.	31 de diciembre de 2016.
Fase 2	Áreas de Cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes.	31 de diciembre de 2017
Fase 3	Áreas de Cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.000 habitantes.	31 de diciembre de 2018

Fuente: (RTV-681-24-CONATEL, 2012).

Los actuales concesionarios de televisión analógica, que no hubieren solicitado una concesión para televisión digital de acuerdo con el cronograma anterior, podrán obtenerla de manera posterior, participando en procesos públicos competitivos; adicionalmente, deberán mantener sus transmisiones analógicas hasta la fecha establecida para el apagón análogo, conforme la fase respectiva o el contrato de concesión correspondiente, lo que sucediere primero.

2.4. INCIDENCIA DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN CANAL MUNICIPAL GUARANDA 5TV.

La Televisión Digital Terrestre, es una tecnología con codificación de señales y otros datos, por medio del espectro radioeléctrico atribuido al servicio de radiodifusión de televisión.

La implementación de televisión digital en el Ecuador, genera oportunidades a las estaciones de televisión permitiéndoles realizar cambios o actualizaciones tecnológicas, por lo tanto se debe considerar las altas inversiones que se van a realizar, con el fin de generar oportunidades de supervivencia frente a las actuales alternativas de difusión

El cambio de los sistemas analógicos a digitales ha sido uno de los avances más importantes surgidos en los últimos años en el sector de las telecomunicaciones, permitiendo no sólo un gran avance en la calidad de los servicios, además un aumento espectacular en la diversidad tanto de programación como de contenidos.

Para la implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador se asignado toda la banda UHF, en donde las frecuencias 512 – 608 MHz (canales 21 al 36) y 614 – 686 MHz (canales del 38 al 49), atribuidas para el servicio de radiodifusión con emisiones de televisión abierta en el PNF (Plan Nacional de Frecuencias), podrían ser usadas para la operación temporal de

estaciones de TDT, dependiendo de la disponibilidad y los grupos de canales UHF asignados en cada zona geográfica en la Norma de TV abierta analógica.

En el caso de la estación Guaranda 5TV de la banda VHF canal 5, para la implementación y operación de la TDT se usara los canales UHF asignados para la zona geográfica B que en este caso son el grupo de canales G1 Y G4, para mediante canales virtuales poder brindar las señales de TDT en la estación Guaranda 5TV

Tabla 22-2. Canales UHF asignados para la zona geográfica B.

GRUPO	CANAL	GRUPO	CANAL
G1	14	G4	38
	21		40
	23		42
	25		44
	27		46
	29		48
	31		50
	33		
	35		

Fuente: (ARCOTEL-0036, 2015).

Este nuevo sistema de televisión digital brindara:

- ✓ Mejor calidad de audio y video, permitiendo una mejor perspectiva al televidente en la reproducción de imágenes con mayor definición.
- ✓ La transmisión digital ofrece una mejor calidad técnica, permitiendo que los sistemas de televisión sean robustos e inmunes a ruidos.
- ✓ Con su implementación se brinda la posibilidad de reorganizar la porción del espectro radioeléctrico destinada para televisión dando la posibilidad que estos se reutilizados para brindar otros servicios.
- ✓ Su compresión hace posible la transmisión de señales de audio y video en el mismo ancho de banda por canal usado en televisión analógica.
- ✓ El mantenimiento de un sistema digital va ser menor que de un sistema analógico siendo beneficioso para la economía de las estaciones de televisión.

2.5. IMPACTO ECONÓMICO DEL SIMULCASTING EN GUARANDA 5TV.

Con la implementación de la Televisión Digital terrestre al país, las emisoras tendrán que adquirir nuevos equipos tecnológicos para que las mismas se consoliden y logren tener la misma acogida que su sistema antecesor analógico, factores que se tendrá que llevar a cabo con un proceso económico rentable y al alcance de todos los dueños de las estaciones de televisión del Ecuador.

Debido a que nuestro estudio se basa en el diseño del enlace de televisión digital terrestre para la estación Guaranda 5TV, nos vamos enfocar en el análisis económico que tendría que afrontar la estación para mantenimiento de su sistema analógico y digital mediante la etapa de simulcast, hasta la fecha determinada para el apagón analógico.

De acuerdo al personal encargado del área técnica de la estación Guaranda 5TV se indicó que el mantenimiento del sistema analógico, se lo realiza bimensual es decir 6 veces al año. Mientras que una vez implementado el sistema digital la estación tendría cuando es sistema requiera el mantenimiento lo realizaría solo 2 veces al año es decir semestral.

El sistema digital en sus primeros años de funcionamiento no tendría un alto costo para su mantenimiento debido a que es un sistema nuevo en la estación Guaranda 5TV.

Mediante la etapa de simulcast cuando la estación, transmita las dos señales tanto analógica como digital, hasta la fecha del apagón analógica en el Ecuador durante este tiempo implicaría un doble gasto de mantener las dos señales al mismo tiempo.

Por eso motivo el proceso del cronograma del apagón analógico, debe cumplirse en todos los tiempos establecidos. Si no se cumple el cronograma establecido el costo del simulcasting sería muy elevado para la operadora y con el tiempo este proceso sería insostenible, por ese motivo es importante tener en cuenta este análisis económico.

En base al departamento técnico de Guaranda 5Tv, el mantenimiento del sistema analógico actual de la operadora se lo realiza bimensual, es decir 6 veces al año con un costo de 650 dólares cada dos meses, tabla 23-2.

Tabla 23-2. Costo del mantenimiento del sistema analógico.

MANTENIMIENTO SISTEMA ANALÓGICO DE LA ESTACIÓN GUARANDA 5TV	
Bimensual	Monto
1	650
2	650
3	650
4	650
5	650
6	650
TOTAL	3900

Fuente: (Guaranda 5Tv, 2005).

En base de otras operadoras de televisión que ya tienen implementado el sistema digital, se pudo considerar el gasto q implica mantener el sistema de televisión digital en donde su costo es de 750 dólares cada 6 meses, es decir su mantenimiento se lo realiza dos veces al año.

Tabla 24-2. Costo anual del mantenimiento del sistema de TDT.

MANTENIMIENTO SISTEMA DIGITAL DE LA ESTACIÓN GUARANDA 5TV	
Semestral	Monto
1	750
2	750
TOTAL	1500

Fuente: PEÑA, David, 2016.

En la tabla 24-2 se refleja los costos de mantenimiento del sistema digital durante los primeros 2 años, el cual su valor ira aumentando en consideración a medida que pase los años. Según los técnicos que trabajan dentro de la operadora indican que el valor de mantenimiento del sistema digital va aumentado \$ 500 dólares por año después de los dos primeros años.

Tabla 25-2. Mantenimiento en la Etapa de Simulcast.

MANTENIMIENTO SISTEMA DIGITAL Y ANALÓGICO DE LA ESTACIÓN GUARANDA 5TV		
Sistema	Anual	Monto
Analógico	1	3900
Digital	1	1500
TOTAL		5400

Fuente: PEÑA, David, 2016.

Considerando el cronograma del apagón analógico y la etapa de simulcast que debe afrontar la estación Guaranda 5TV, la figura 46-2 se realiza una variación anual de los costos de mantenimiento durante la etapa de simulcast.

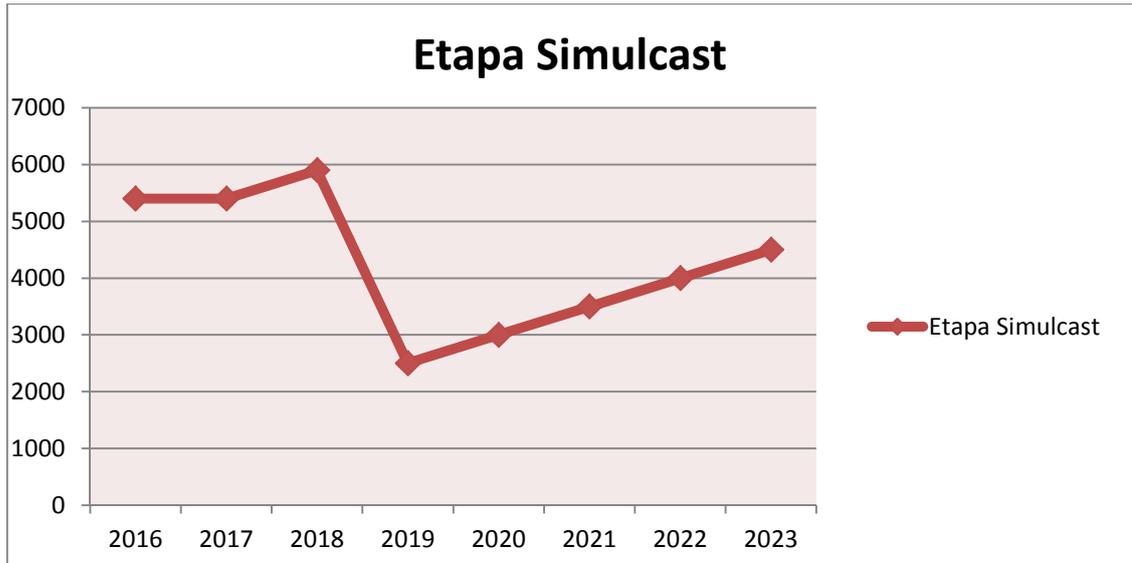


Figura 46-2. Análisis del costo del mantenimiento anual.

Fuente: PEÑA, David, 2016.

En la figura 47-2 se considera la alternativa de que el apagón analógico no se cumple como está establecido en el cronograma del plan maestro y se puede observar que el proceso de simulcasting para la operadora tiene un costo mayor a medida que se mantenga este proceso.

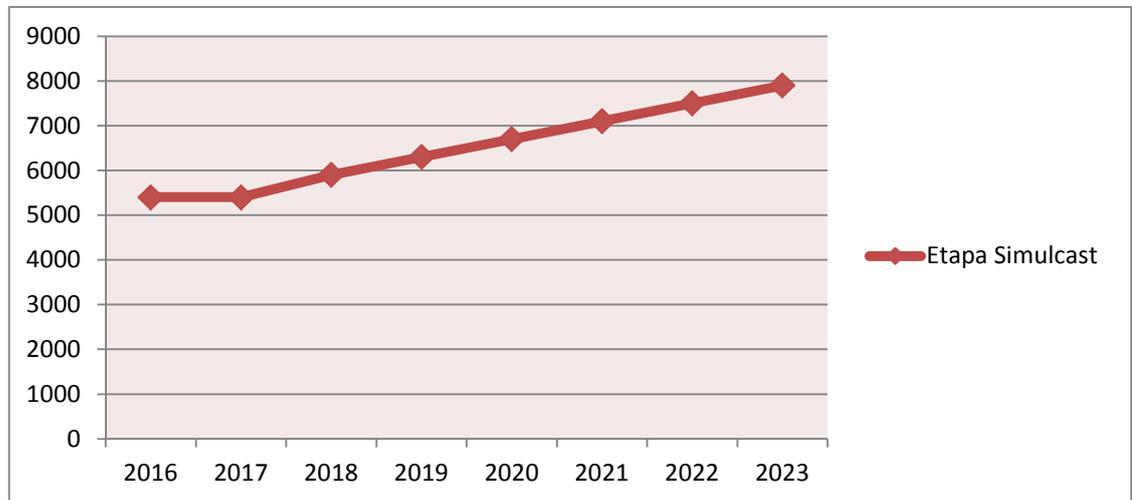


Figura 47-2. Análisis del costo del mantenimiento anual si no se cumple el Plan Maestro.

Fuente: PEÑA, David, 2016.

2.6. EQUIPOS UTILIZADOS PARA EL DISEÑO DEL ENLACE DE TDT.

La radiodifusión de la televisión digital, permite transmitir imágenes fijas en movimiento con el respectivo audio asociado a través de una señal digital, la cual es transmitida por una estación matriz o en ocasiones por varias estaciones repetidoras y así poder llegar con la señal adecuada a una zona geográfica determinada.

2.6.1. INFRAESTRUCTURA EXTERNA.

La infraestructura externa es aquella que hace posible la transmisión (enlace STL Microondas) y la difusión (Broadcast) de toda la programación que ha sido generada en el Estudio.

A continuación se hace una sugerencia de marcas de equipos en base a los requerimientos de nuestro diseño y que sean compatibles con el estándar ISDB-Tb.

La etapa de transmisión y difusión está conformada por los siguientes equipos:

Tabla 26-2. Equipos a utilizar para el sistema de TDT.

TRANSMISIÓN Y DIFUSIÓN			
Ubicación	Equipo	Marca	Modelo
Estudio	Convertidor analógico/digital	Blackmagic Desing	CONVMAAS2
	Encoder	Desing	NDS3211A
	Multiplexador ISDB-T	Hitachi	ISMUX-004
	Transmisor Microondas	Hitachi	IS7G50P5
	Antena Parabólica	Andrew	P14-65-D7A/F
Planta	Antena Parabólica	Andrew	P14-65-D7A/F
	Receptor Microondas	Hitachi	ISR7G5000
	Transmisor ISDB-Tb	Rohde Schwarz	VH8301C1
	Antena sistema radiante	Ryma	DVM4-L00
	Línea de Transmisión	Helias	EW63

Fuente: PEÑA, David, 2016.

La descripción técnica de todos y cada uno de los equipos que conforman la infraestructura externa se encuentra detallada en la parte final correspondiente a los **ANEXOS**

CAPITULO III

MARCO DE RESULTADOS.

3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TDT.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENLACE STL.

El enlace STL Microondas se realizara desde el Estudio de televisión, el que es el encargado de producir toda la programación, hasta el cerro de difusión Cashca Totoras, donde se hará la respectiva distribución de la señal digital.

3.1.1. PUNTOS DE ENLACE.

Para la simulación de nuestro estudio se usarán dos ubicaciones o coordenadas principales, la primera corresponde a los Estudios de GUARANDA 5TV en la ciudad de Guaranda, y la segunda a las instalaciones del Cerro Cashca Totoras. Este enlace será del tipo punto-punto, el mismo que permitirá transmitir todos los contenidos generados en el Estudio hasta el cerro donde se hará el Broadcast de la señal.

Tabla 27-3. Coordenadas geográficas para el enlace STL.

PUNTO DE ENLACE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
ESTUDIOS GUARANDA 5TV	01° 35' 29.88" S	79° 0' 3.53" W	2620 m
TRANSMISOR	01° 47' 52" S	78° 58' 30" W	3200 m

Fuente: (SUPATEL, 2005).



Figura 48-3. Enlace topográfico Estudio Guaranda 5TV – Cerro Cashca Totoras.

Fuente: Google Earth.

3.2. PROPONER UN DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE RADIO MOBILE PARA LA INTERACTIVIDAD DE TDT.

3.2.1. PARÁMETROS DEL ENLACE.

Usando los equipos de microondas marca HITACHI con sus modelos IST7G50P5/ISR7G5000, trabajaremos nuestro enlace en la frecuencia de 7000 – 7500 MHz, con una potencia de transmisión de 30 dBm y un umbral de recepción de -78 dBm, esto, para obtener un valor de BER de 10^{-6} que garantice la correcta transmisión.

Las principales características del sistema HITACHI IST7G50P5/ISR7G5000 se las describe a continuación

Tabla 28-3. Características del sistema HITACHI IS7G50P5 / ISR7G5000.

TRANSMISOR IS7G50P5	
Banda de frecuencia de Operación	7,425 a 7,725 GHz
Estabilidad de frecuencia	±30 ppm
Conector de salida	N hembra o CPR13
Conector de entrada	1,0 a 1,5 GHz / N hembra
Ancho de banda	7 MHz
Nivel de entrada	-15 a +5 dBm
RECEPTOR ISR7G5000	
Rango de frecuencia	7,425 a 7,725 GHz
Conector de salida	1,0 a 1,5 GHz / N hembra
Conector de entrada	N hembra o CPR137
Ruido	< 4 dB
Umbral de recepción	-78 dBm

Fuente: DATASHEET TRANSMISOR IS7G50P5.

3.2.2. MODELO DE ANTENAS.

Las antenas a usar en nuestro enlace son del tipo parabólicas marca ANDREW PL4-65-D7A/F de características estándar de plato solido de aluminio de 4 pies de diámetro. Las especificaciones más importantes se detallan a continuación:

Tabla 29-3. Parámetros antena ANDREW PL4-65-D7A/F.

ANTENA ANDREW PL4-65-D7A/F	
Banda de frecuencia	6,425 -7,125 GHz
Diámetro	4 pies
Ganancia dBi	36,3 ± 0,2
Ancho lóbulo Principal.	2.5°
Relación delante/atrás	43 dB

Fuente: DATASHEET ANDREW PL4-65-D7A/F

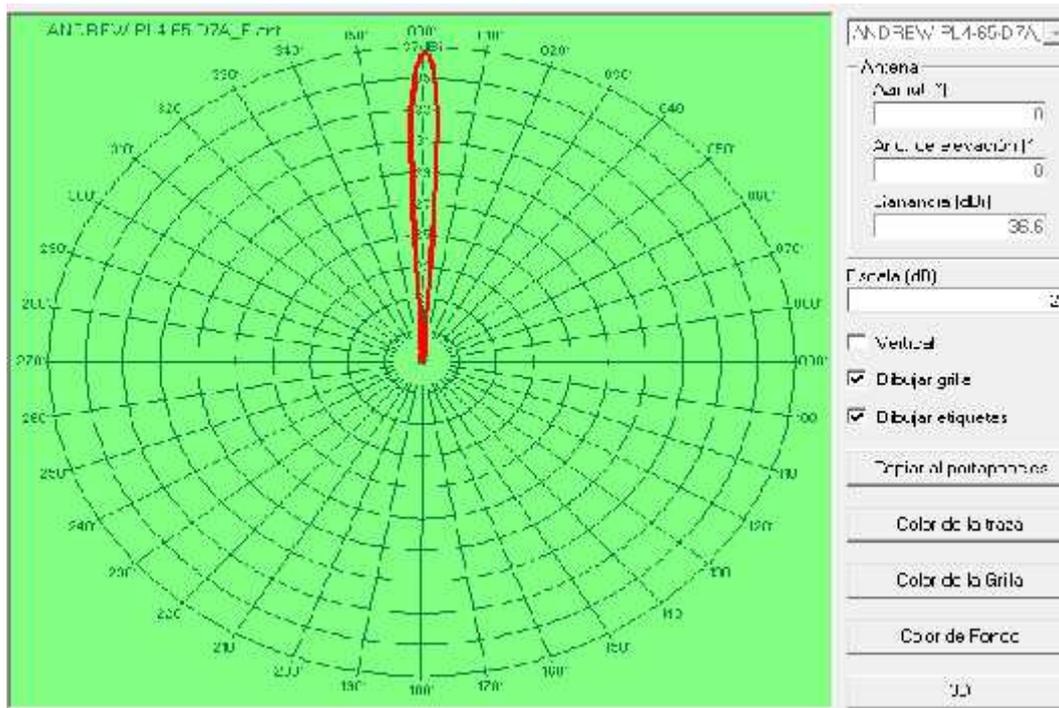


Figura 49-3. Patrón de Radiación Antena ANDREW PL4-65-D7A/F.
Fuente: Software Radio Mobile.

En base al software Radio Mobile, las características obtenidas del patrón de radiación de nuestra antena parabólica, es muy directiva, lo cual permitirá un enlace robusto y un flujo de datos constante, sin pérdidas por dispersión.

3.2.3. SIMULACIÓN DEL ENLACE MICROONDAS.

Para simular del enlace Microondas utilizaremos la herramienta de software Radio Mobile en su versión 11.4.4.

Mediante este programa de cálculo podremos ubicar cada uno de los nodos o puntos del enlace con sus respectivas coordenadas WGS84.

Se procede a crear sistemas en cada nodo donde se podrán configurar los distintos parámetros de transmisión como de recepción. Las antenas serán ubicadas en cada uno de los nodos con dirección de vista frontal entre las mismas, esto con el objetivo de obtener un enlace óptimo entre las dos ubicaciones. En la siguiente tabla se resumen algunas características:

Tabla 30-3. Datos del Enlace STL.

Transmisor STL	Azimuth	Receptor STL	Distancia	Potencia/Ganancia	Elevación
Estudios Guaranda 5TV	172,82°	Cashca Totoras	23,09 Km	1 W / 30 dBm	1,296°

Fuente: PEÑA, David, 2016.

En la Figura 50-3 se muestra una captura de pantalla del software Radio Mobile donde se pueden apreciar los dos puntos de interés que forman nuestro enlace STL Microondas, las antenas se encuentran alineadas y en direcciones frontales respectivamente.

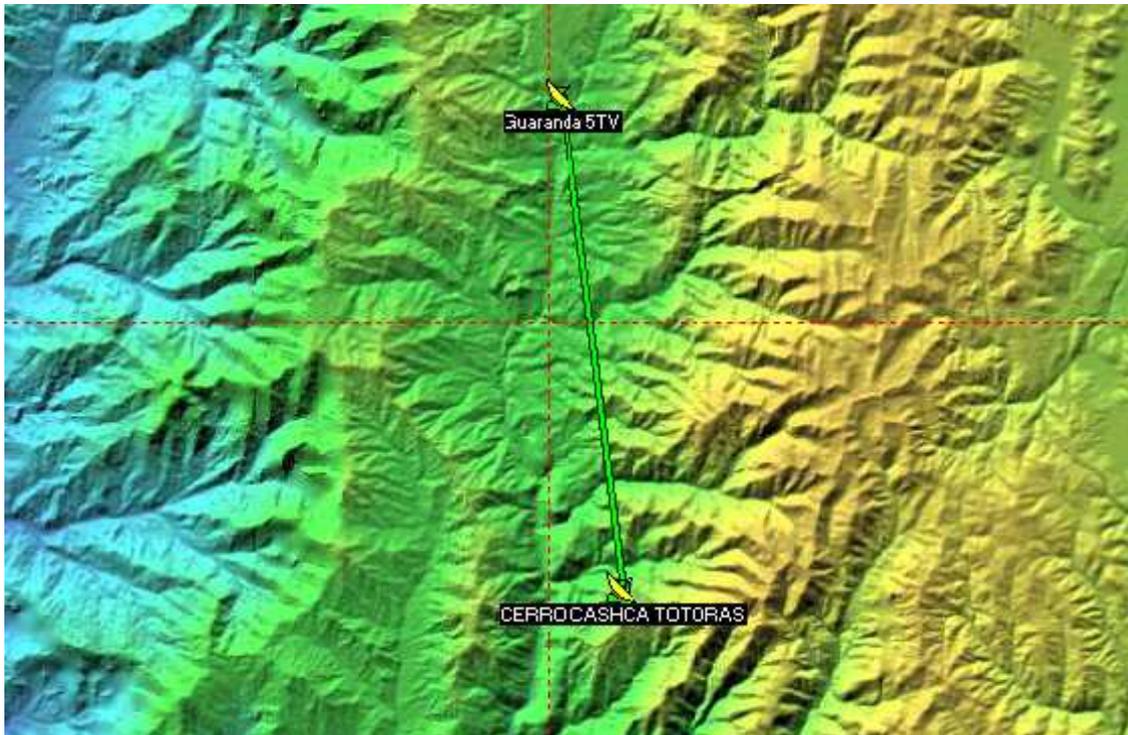


Figura 50-3. Ubicación del enlace microonda de la estación Guaranda 5TV.

Fuente: Software Radio Mobile.

Mediante la ubicación geográfica del enlace STL podemos decir que se trata de una zona que cubre casi al 80%, donde se pueden producir atenuaciones debido a la infraestructura de la ciudad, pérdidas por espacio libre y desvanecimiento y difracción en las zonas de Fresnel.

Dentro de la configuración otro parámetro a tomar en cuenta es la frecuencia de operación y las pérdidas debido al clima que en este caso es de tipo Ecuatorial. Todos estos factores deben ser considerados para poder determinar si nuestro enlace cumple con todos los requerimientos de transmisión.

3.2.4. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN RADIO MOBILE.

3.2.4.1. SOFTWARE RADIO MOBILE.

Radio Mobile es un programa de simulación de radio propagación gratuito desarrollado por Roger Coudé para predecir el comportamiento de sistemas radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones.

El software trabaja en el rango de frecuencias entre 20 MHz y 20 GHz y está basado en el modelo de propagación ITM (Irregular Terrain Model) o modelo Longley-Rice.

Radio Mobile utiliza datos de elevación del terreno que se descargan gratuitamente de Internet para crear mapas virtuales del área de interés, vistas estereoscópicas, vistas en 3-D y animaciones de vuelo.

Los datos de elevación se pueden obtener de diversas fuentes, entre ellas del proyecto de la NASA Shuttle Terrain Radar Mapping Misión (SRTM) que provee datos de altitud con una precisión de 3 segundos de arco (100m). Los mapas con información de elevaciones pueden ser superpuestos a imágenes con mapas topográficos, mapas de carreteras o imágenes satélites.

3.2.4.2. SIMULACIONES.

En los resultados obtenidos de la simulación se debe tener en cuenta un aspecto muy importante, que es, el valor de la región elíptica de Fresnel, la cual se debe considerar que al menos un 60% de la región de Fresnel debe permanecer sin obstrucción para obtener niveles de recepción y BER adecuados de la señal.

The screenshot shows the 'Sistemas' configuration window in Radio Mobile. The window has a title bar with buttons for 'Parámetros por defecto', 'Copiar Red', 'Pegar Red', 'Cancelar', and 'OK'. Below the title bar are tabs for 'Parámetros', 'Topología', 'Miembros', 'Sistemas', and 'Estilo'. The 'Sistemas' tab is active. The main area contains the following fields and controls:

- A dropdown menu with '01' selected and a button 'Seleccionar desde VIIF ... UIIF ...'.
- 'Nombre del sistema' text box containing 'MW ENLACE'.
- 'Potencia del Transmisor (Watt)' text box with '1' and '(dBm)' text box with '30'.
- 'Umbral del receptor (µV)' text box with '1' and '(dBm)' text box with '-107'.
- 'Pérdida de la línea (dB)' text box with '0.5' and a blue link '(Cable+cavidades+conectores)'.
- 'Tipo de antena' dropdown menu with 'yagi.ant' selected and a 'Ver' button.
- 'Ganancia de antena (dBi)' text box with '36.6' and '(dBd)' text box with '34.45'.
- 'Altura de antena (m)' text box with '50' and '(Sobre el suelo)' text.
- 'Pérdida adicional cable (dB/m)' text box with '0' and '(Si la altura de la antena difiere)' text.
- Buttons at the bottom: 'Agregar a Radiosys01.dat' and 'Remover del Radiosys01.dat'.

Figura 51-3. Configuración del sistema Estudio Guaranda 5TV.

Fuente: Software Radio Mobile

Parámetros por defecto	Copiar Ped	Pegar Ped	Cancelar	OK
Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 01 Seleccionar desde VHF ... UHF ... </div> <p>Nombre del sistema: CERRO CASHCA TOTORAS</p> <p>Potencia del Transmisor (Watt): 1 (dBm): 30</p> <p>Umbral del receptor (µV): 1 (dBm): 107</p> <p>Pérdida de la línea (dB): 0.5 (Cable+cavidades+conectores)</p> <p>Tipo de antena: yagi.ant Ver</p> <p>Ganancia de antena (dBi): 36.6 (dBd): 34.45</p> <p>Altura de antena (m): 40 (Sobre el suelo)</p> <p>Pérdida adicional cable (dB/m): 0 (Si la altura de la antena difiere)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> Agregar a Radiosys01.dat Remover del Radiosys01.dat </div> </div>				

Figura 52-3. Configuración del sistema Cerro Cashca Totoras.
Fuente: Software Radio Mobile

Una vez establecidos los parámetros de nuestro sistema a emplear para el diseño de nuestro enlace ESTACIÓN – CERRO, procedemos a simular nuestro enlace STL. La Figura 53-3 nos muestra el perfil topográfico y los valores calculados para el enlace Microondas



Figura 53-3. Resultados de la simulación del enlace Microondas.

Fuente: Software Radio Mobile.

El software Radio Mobile nos brinda información importante acerca de todos los parámetros obtenidos en el diseño del enlace entre el Estudio de Guaranda 5TV y el Cerro Chasca Totoras, tabla 31-3.

Tabla 31-3. Resultados obtenidos para el enlace Microonda.

Parámetros enlace STL	
Azimut Estudio Guaranda 5TV	172,82°
Azimut Cerro Cashca Totoras	352,82°
Distancia	23,09 Km
Recepción Relativa	34,5 dB
Mínimo Despeje	16,36 Km
Perdidas de espacio libre	136,9 dB
Perdidas por obstrucción	0,7 dB
Perdidas por urbanismo	33,3 dB
Perdidas por trayecto	174,7 dB

Fuente: Software Radio Mobile.

Con los siguientes resultados podemos concluir que el enlace es lo suficientemente apto y robusto, donde el remultiplexor va generar los 32,5 Mbps (BTS) para poder transmitirla hacia la Planta donde la información modulada en OFDM de acuerdo al estándar ISDB-Tb.

3.2.4.3. PARÁMETROS DE RADIODIFUSIÓN.

El proceso que cumple al ingresar la señal de audio y video a un convertidor de analógico/digital de las señales de entradas para luego por medio de un encoder para cada señal de entrada se crea un señal para HD, SD, LD servicios que brinda la televisión digital terrestre.

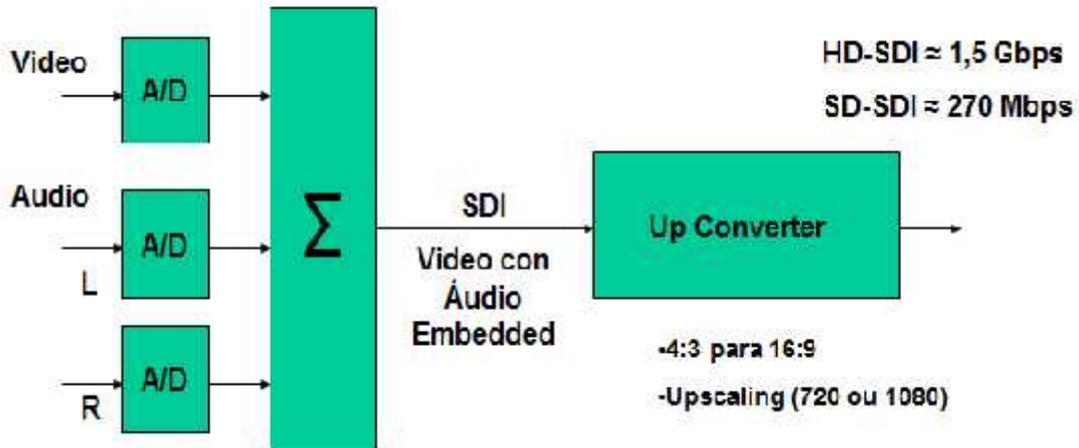


Figura 54-3. Conversión de la entrada de señales.
Fuente: (HITACHI, 2011).

Para luego ingresar a un mezclador en donde va generar una BTS de 32,5 Mbps y una entrada de datos adicionales

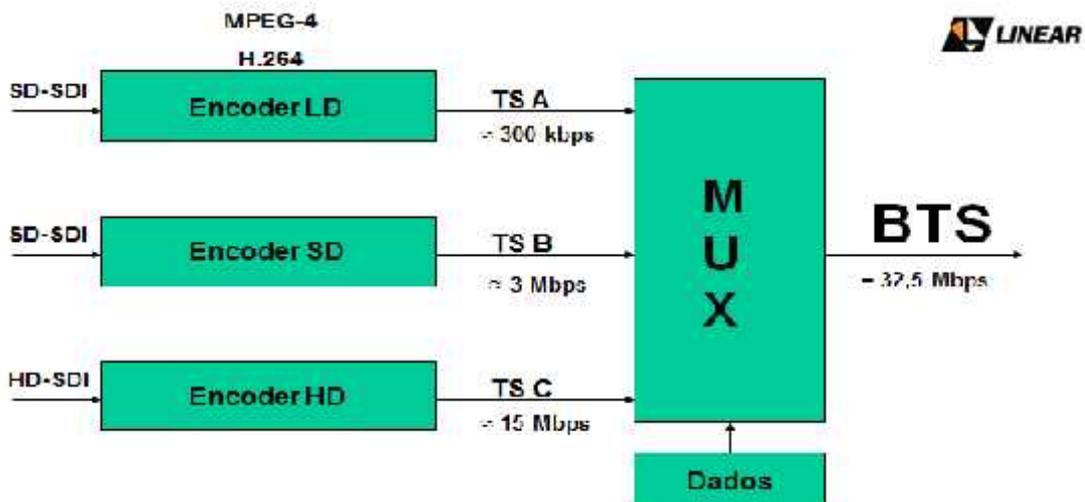


Figura 55-3. Pasos de una BTS.
Fuente: (HITACHI, 2011)

Una vez obtenida la señal generada por remultiplexor va generar los 32,5 Mbps (BTS), se inicia el proceso de difusión de la señal digital desde la Planta transmisora la cual tiene que pasar por dos etapas:

- ✓ La primera que consiste en la modulación OFDM y
- ✓ La segunda que corresponde a la amplificación o excitación de la señal deseada, con el objetivo de ser distribuida por el Sistema Radiante y lograr la cobertura deseada.

El Sistema Radiante debe tener un lóbulo o patrón de radiación resultante que se relacione con el área a cubrir.

Teniendo en cuenta la ubicación del transmisor se debe generar lóbulos máximos de radiación principal con un ancho de haz significativo para generar la cobertura deseada para nuestro sistema.

Para lograr esto se va a considerar un sistema de antenas que operan en Banda V con un arreglo de referencia de dipolo / 2 con una ganancia de 10.5 dB aproximadamente, y así lograr una cobertura igual o similar a la generada por el sistema actual analógico.

Como ya lo habíamos especificado anteriormente se va a usar el canal 5 en VHF para la respectiva transmisión. Por lo cual vamos a trabajar entre las frecuencias de 7 – 7.5 GHz, para mediante la creación de canales virtuales poder brindar los servicios HD, SD, H. 264 que brinda la televisión digital.

De acuerdo a las especificaciones de la norma ISDB-Tb, sabemos que la máxima potencia emitida sobre un HAAT (Height Above Average Terrain) mayor a 150 metros está entre los 0,08 y 80 KW.

Para nuestro estudio se ha definido usar una potencia de 1W (PER) para la difusión de la TDT ya que se tiene una zona de mediana cobertura. Además el transmisor sugerido para nuestro estudio es de marca Rohde Schwarz VH8301C1 que va desde los 1-6 KW, equipo que brinda aplicaciones de mediana capacidad y que abarca extensas áreas de cobertura.

3.2.4.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RADIANTE.

El Sistema Radiante a utilizar con un arreglo referencia de dipolo / 2 marca RYMSA (DVM4-L00). La elección de este arreglo de paneles es debido a que los mismos cumplen con los requerimientos de frecuencia y patrones de radiación. Las características principales se las detalla en la Tabla 32-3.

Tabla 32-3. Características del sistema marca RYMSA (DVM4-L00).

Parámetros del sistema radiante		
Rango de frecuencia.	750-862 MHz	
Pico de ganancia.	10.5 dB	
Ancho de haz	Plano E: 62°	Plano H: 28°
Polarización.	Horizontal	
Impedancia	50 ohm	
Potencia máxima.	1 KW	

Fuente: Software Radio Mobile.

Al arreglo de antenas se le suministra un porcentaje de potencia del respectivo transmisor ISDB-Tb con el objetivo de optimizar el PER generado por el arreglo de antenas.

Para nuestro estudio se diseñó un sistema con un patrón de radiación, tomando como referencia nuestra antena RYMSA (DVM4-L00), que nos da la posibilidad de usar varias combinaciones dependiendo el diagrama de radiación requerido. Para nuestro sistema de radiación es el mismo que brinda tanto en el campo H Y E la antena de RYMSA (DVM4-L00).

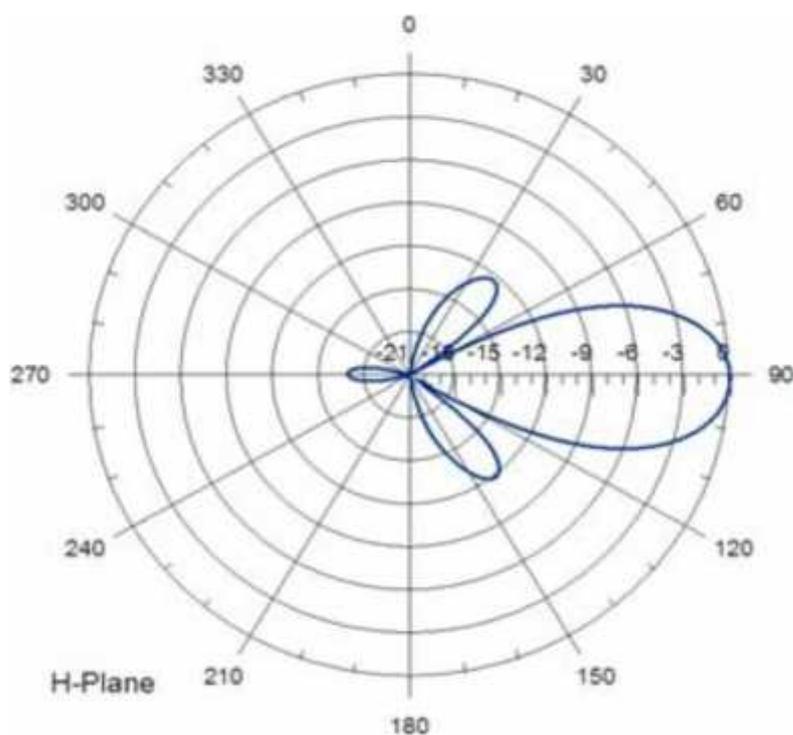


Figura 56-3. Patrón de Radiación antena RYMSA (DVM4-L00).

Fuente: Software Radio Mobile

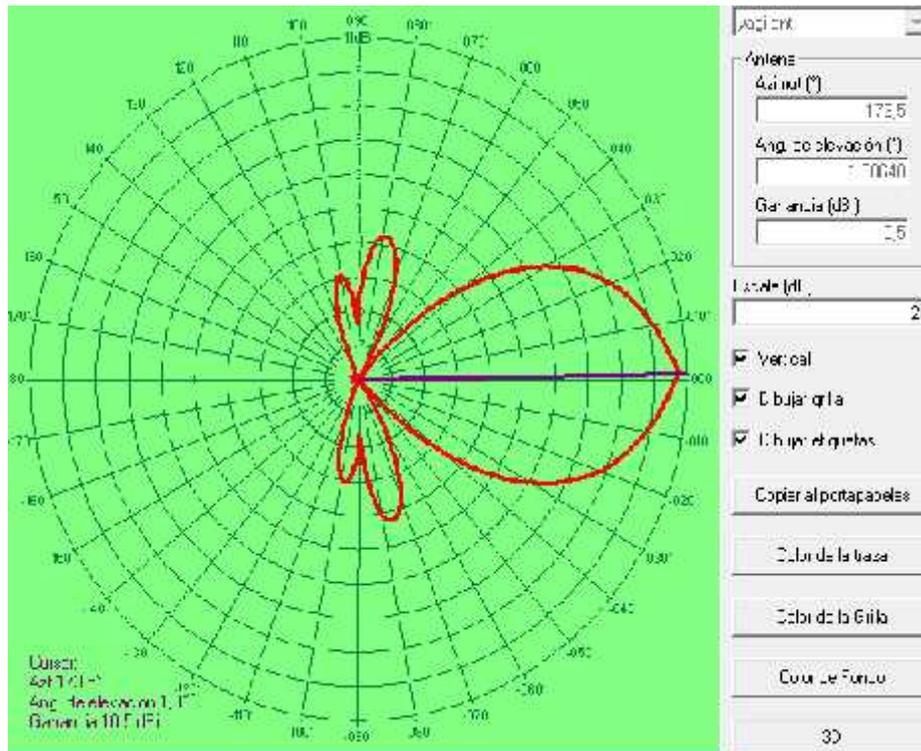


Figura 57-3. Patrón de Radiación de nuestro sistema.
Fuente: Software Radio Mobile.

3.2.4.5. SIMULACIÓN Y DETERMINACIÓN DE COBERTURA.

A continuación se analiza la radiodifusión digital de nuestra red SFN dentro del área de cobertura, así como el comportamiento de la señal transmitida.

Una vez diseñado el enlace de nuestro sistema de televisión digital, vamos a realizar la simulación de nuestra red denominada ESTUDIO-CERRO para analizar la cobertura y alcance de la señal transmitida por Guaranda 5TV para medir la factibilidad del diseño.

Para lo cual para su simulación, tomaremos en cuenta las siguientes características,

Canal de radiodifusión, será el 5 banda VHF, para lo cual vamos a operar en las frecuencias entre 7 y 7,5 GHz por lo que vamos a crear canales virtuales para el servicio de televisión digital en canal 5.

- ✓ Sistema radiante con polarización Horizontal.
- ✓ Pérdidas estadísticas (modo de Variabilidad) en la opción Difusión (Broadcast).
- ✓ Pérdidas por fenómenos climáticos en la opción Ecuatorial.
- ✓ Pérdidas por posibles obstrucciones al 80% debido a su perfil topográfico.

Parámetros por defecto Copiar Red Pegar Red Cancelar OK

Parámetros Topología Miembros Sistemas Estilo

Nombre de la red: ESTUDIC - CERRO

Frecuencia mínima (MHz): 7000

Frecuencia máxima (MHz): 7500

Polarización: Vertical Horizontal

Modo estadístico: Intento (% de tiempo: 50) Accidental (% de ubicaciones: 50) Móvil (% de situaciones: 70) Difusión

Pérdida adicional: Ciudad Bosque (%: 80)

Refractividad de la superficie (Unidades-N): 301

Conductividad del suelo (S/m): 0,005

Permitividad relativa al suelo: 1E

Clima: Ecuatorial Continental sub-tropical Marítimo sub-tropical Desierto Continental templado Marítimo templado sobre la tierra Marítimo templado sobre el mar

Figura 58-3. Configuración de la red Radiodifusión Estudio-Cerro.
Fuente: Software Radio Mobile.

Una vez obtenido el patrón de radiación resultante del Sistema Radiante propuesto con sus valores de ganancia normalizados en coordenadas polares, procedemos a configurar el nuevo sistema llamado Microonda Transmisor, tabla 33-3.

Tabla 33-3. Parámetros del sistema Microonda Transmisor.

Características Microonda Transmisor	
Potencia de Transmisión.	1 W
Perdidas de línea de Tx	0,5 dB
Tipo de antena	ANDREW_ant
Ganancia de la antena	36,6 dB
Altura de la antena	40

Fuente: PEÑA, David, 2016.

Los datos anteriores los parámetros más importantes a configurar es el correspondiente a la potencia de transmisor conjuntamente con la ganancia de su antena.

Parámetros por defecto	Copiar Red	Pegar Red	Cancelar	OK
Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 01 ▼ Seleccionar desde VHF ... UHF ... ▼ </div> <p>Nombre del sistema: <input type="text" value="Mw ENLACE"/></p> <p>Potencia del Transmisor (Watt) <input type="text" value="1"/> (dBm) <input type="text" value="30"/></p> <p>Umbral del receptor (µV) <input type="text" value="1"/> (dBm) <input type="text" value="-107"/></p> <p>Pérdida de la línea (dB) <input type="text" value="0,5"/> (Cable+cavidades+conectores)</p> <p>Tipo de antena: <input type="text" value="yagi.ant"/> <input type="button" value="Ver"/></p> <p>Ganancia de antena (dBi) <input type="text" value="36,6"/> (dBd) <input type="text" value="34,45"/></p> <p>Altura de antena (m) <input type="text" value="40"/> (Sobre el suelo)</p> <p>Pérdida adicional cable (dB/m) <input type="text" value="0"/> (Si la altura de la antena difiere)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="Agregar a Radiosys01.dat"/> <input type="button" value="Remover del Radiosys01.dat"/> </div> </div>				

Figura 59-3. Parámetros del sistema Microonda Transmisor.
Fuente: Software Radio Mobile.

Ahora procedemos a configurar el sistema receptor denominado Microonda Receptor, el mismo que tendrá en consideración los siguientes parámetros, tabla 34-3.

Tabla 34-3. Parámetros del sistema Microonda Receptor.

Características Microonda Receptor	
Potencia de Transmisión.	1W
Perdidas de línea de Tx	0,5 dB
Tipo de antena	ANDREW_ant
Ganancia de la antena	36,6 dB
Altura de la antena	50

Fuente: PEÑA, David, 2016.

Parámetros por defecto	Copiar Red	Pegar Red	Cancelar	OK
Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
01	Seleccionar desde VHF ... UHF ...			
Nombre del sistema	MW ENLACE			
Potencia del Transmisor (Watt)	1	(dBm)	30	
Umbral del receptor (μ V)	1	(dBm)	-107	
Pérdida de la línea (dB)	0,5	(Cable+cavidades+conectores)		
Tipo de antena	yagi.ant	Ver		
Ganancia de antena (dBi)	36,6	(dBd)	34,45	
Altura de antena (m)	50	(Sobre el suelo)		
Pérdida adicional cable (dB/m)	0	(Si la altura de la antena difiere)		
Agregar a Radiosys01.dat		Remover del Radiosys01.dat		

Figura 60-3. Parámetros del sistema Microonda Receptor.
Fuente: Software Radio Mobile.

Luego generamos un gráfico de cobertura de radio polar el mismo que nos dará una perspectiva de los niveles a recibir en todo el territorio en cuestión. Esta opción permite graficar los niveles de señal que se obtendrían de acuerdo a una gama de colores, lo cual nos permite determinar los límites geográficos en donde la señal será transmitida.



Figura 61-3. Configuración de la Cobertura del Enlace.
Fuente: Software Radio Mobile.

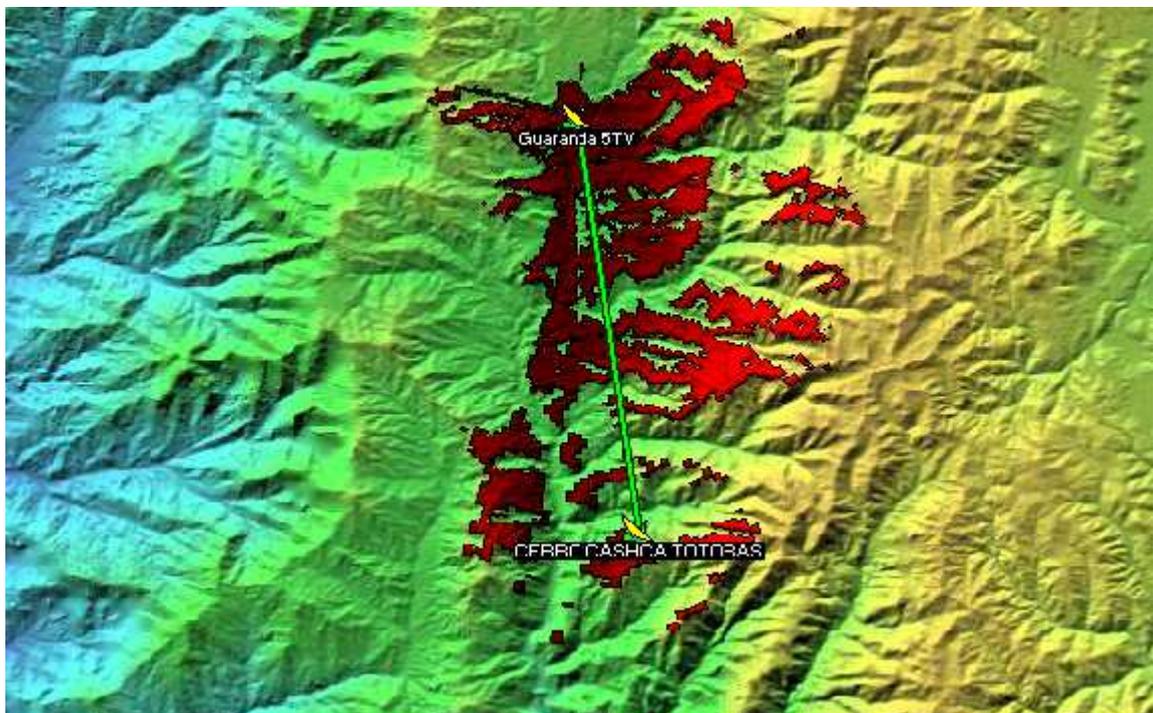


Figura 62-3. Cobertura de Radiación del Sistema.
Fuente: Software Radio Mobile.



Figura 63-3. Cobertura del Enlace TDT.
Fuente: Google Earth.

Para la cobertura de nuestro sistema de televisión digital nos basaremos en los parámetros de cobertura y principal establecidos por la SUPERTEL.

Tabla 35-3. Parámetros de cobertura primaria y secundaria.

CANALES	COBERTURA PRINCIPAL dBuV/m	COBERTURA SECUNDARIA dBuV/m
2 – 6	68	47
7 - 13	71	56
UHF	74	64

Fuente: SUPERTEL

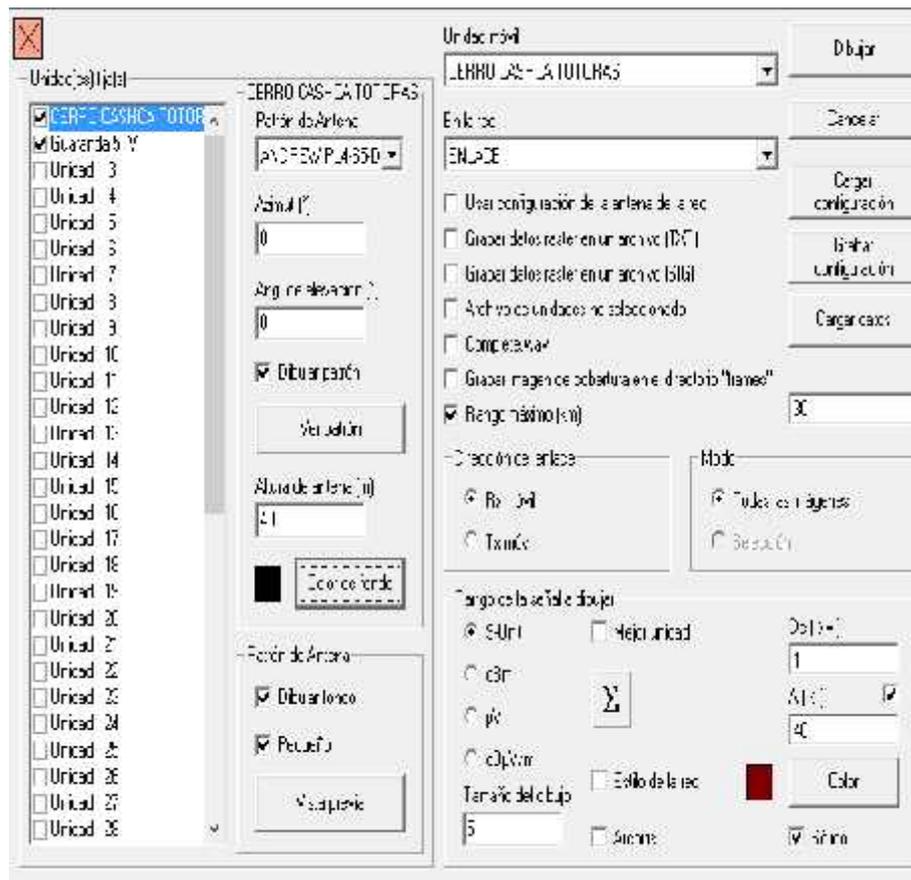


Figura 65-3. Configuración cobertura de la antena ANDREW PL4-65-D7A_F.
Fuente: Radio Mobile.

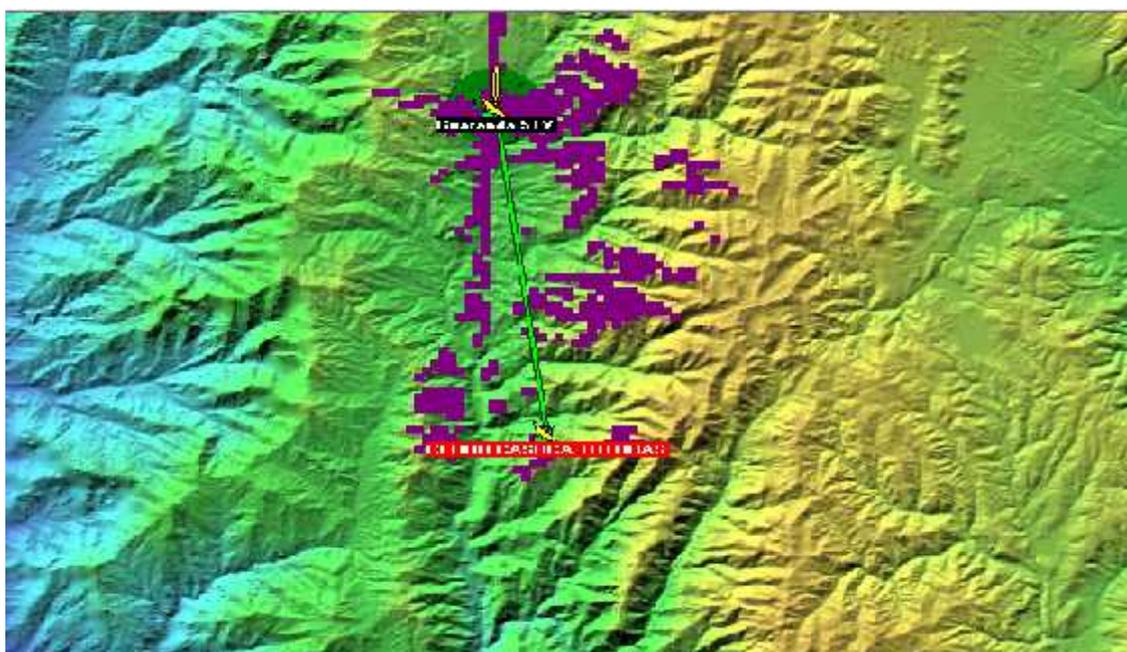


Figura 66-3. Simulación cobertura de la antena ANDREW PL4-65-D7A_F.
Fuente: Radio Mobile.

Considerando los parámetros de nuestro sistema de televisión digital, para la estación Guaranda 5TV procedemos a realizar los siguientes cálculos.

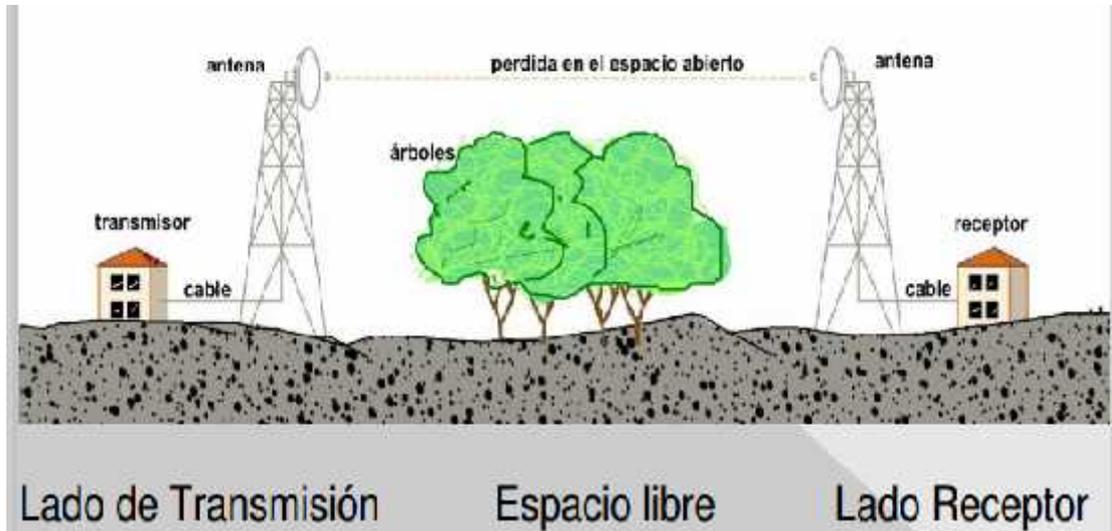


Figura 67-3. Diagrama Radioenlace.

Fuente: <http://www.dd-wrt.com/phpBB2/download.php?id=4292&sid=43c863797029cd9b65f5f19e482dd603>

Perdidas en el espacio libre.

$$FSL = 32.4 + 20 \log \left(\frac{d}{km} \right) + 20 \log \left(\frac{f}{MHz} \right)$$

Ecuación 1-3. Perdidas en el espacio libre.

Fuente: <http://www.dd-wrt.com/phpBB2/download.php?id=4292&sid=43c863797029cd9b65f5f19e482dd603>

Tabla 36-3. Sistema enlace STL.

DATOS DEL SISTEMA DE ENLACE STL.	
Distancia (Km)	23,09 Km
Frecuencia (MHz)	7000 -7500 MHz

Fuente: Radio Mobile

Con los datos proporcionados por el software Radio Mobile, tabla 36-3 procedemos a realizar el cálculo de las pérdidas en el espacio libre del sistema de televisión digital para estación Guaranda 5TV mediante la ecuación 1-3.

$$FSL = 32.4 + 20 \log (23,09) + 20 \log (7500)$$

$$FSL = 137,12 \text{ dB}$$

Tabla 37-3. Datos Radioenlace

DATOS DEL RADIOENLACE DEL SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL	
Potencia Transmisor (dBm)	30 dBm
Perdida cable Tx (dB)	0,5 dB
Ganancia antena Tx (dBi)	36,6 dBi
Perdidas en el espacio libre.	137,12 dB
Ganancia antena Rx (dBi)	36,6 dBi
Perdida cable Rx (dB)	0,5 dB
Sensibilidad del Receptor (dBm)	-107 dBm

Fuente: PEÑA, David, 2016.

Ecuación de un Radioenlace.

$$P_{Tx}(dBm) - P_{cTx}(dB) + G_{Tx}(dBi) - FSL(dB) + G_{Rx}(dBi) - P_{cRx}(dB) = Sensb\ Receptor + Margen$$

Ecuación 2-3. Radioenlace.

Fuente: <http://www.dd-wrt.com/phpBB2/download.php?id=4292&sid=43c863797029cd9b65f5f19e482dd603>

Considerando los datos de la Tabla 36-4 procedemos a calcular el margen reemplazando los datos en la ecuación 2-3.

$$30 - 0.5 + 36,6 - 137,12 + 36,6 - 0,5 = -107 + Margen$$

$$-34,92 = -107 + Margen$$

$$Margen = -34,92 + 107$$

$$Margen = 72,08 \text{ dB}$$

CONCLUSIONES.

- ✓ Se estableció que los sistemas de transmisión actuales de la estación Guaranda 5TV, requieren un cambio tecnológico total para la futura implementación de la Televisión Digital Terrestre, en los cuales se priorizara sus características técnicas en base al diseño del nuevo sistema de televisión digital.
- ✓ Se realizó un estudio del funcionamiento de la arquitectura funcional de la TDT basado en el estándar ISDB-Tb, el cual cumple un proceso mediante una señal de audio y video la cual con la ayuda de un encoder para cada señal de entrada se genera los tres tipos de señales HD, SD, LD para luego mediante un mezclador se genera los 32,5 Mbps de la BTS para iniciar la difusión de la TDT.
- ✓ Mediante google earth se ubicó las coordenadas geográficas de los puntos, para el diseño de la red SFN del enlace de transmisión de televisión digital terrestre de la operadora de televisión Guaranda 5Tv, para el cual se consideró algunos parámetros como por ejemplo la reutilización de la frecuencia del transmisor matriz o a su vez trabajar en el rango de frecuencias para la operación de la TDT en la Banda UHF y tener la posibilidad de crear canales virtuales como es el caso de estación Guaranda 5Tv q tiene su señal en la banda VHF canal 5.
- ✓ Se evaluó la factibilidad del diseño del sistema de televisión digital para la operadora de televisión Guaranda 5TV, realizando un análisis de las simulaciones de los parámetros de transmisión, potencia, obstrucción, perdidas de propagación y alcance de cobertura generados en el enlace mediante software radio Mobile.
- ✓ La televisión digital permite ampliar la variedad de programación en beneficio de la operadora de televisión Guaranda 5TV generando nuevas alternativas de ingresos para la misma y la posibilidad de generar nuevos contenidos e incrementar los servicios recibidos por los usuarios.
- ✓ Una vez realizado el estudio del enlace STL de televisión digital para la estación Guaranda 5TV, es factible el cambio tecnológico de señal análoga a digital, respetando el debido proceso en la que ambas señales tienen que ser transmitidas simultáneamente (simulcast) determinado en el Plan Maestro.

- ✓ El estándar ISDB-Tb permite la transmisión de múltiples programas en el ancho de banda de los 6 MHz los cuales pueden ser de hasta cuatro o seis programas dependiendo de la calidad de video a la cual se los vayan a transmitir, ya sea en SD, HD o LD.

- ✓ El estándar ISDB-Tb con su modulación OFDM permite superar los problemas actuales en la recepción de señal de televisión analógica, tales como: ruido impulsivo, distorsión de la señal debido a la multitrayectoria y efectos presentes en medios de transmisión muy selectivos o variantes, como el aire.

- ✓ El intervalo de guarda es fundamental en el diseño de redes SFN, los mismos que deben ser acorde al tiempo que tarda la señal reflejada más lejana en llegar al receptor, de lo contrario si se toma un intervalo de guarda muy pequeño se tendrán señales interferentes y si se toma un intervalo de guarda muy grande, se tiene una menor eficiencia espectral.

RECOMENDACIONES.

- ✓ Para la implementación de la televisión digital se recomienda a las estación Guaranda 5TV, al momento de elegir los equipos necesarios priorizar las características técnicas en lugar del costo, ya que podría resultar un gasto en lugar de una inversión.
- ✓ Es recomendable tener personal capacitado para la área técnica en las estación Guaranda 5TV con el objetivo de proteger y prolongar la vida útil de los nuevos equipos TDT, tanto del Estudio como de la caseta del cerro de radiodifusión.
- ✓ Al momento de diseñar una red SFN se recomienda tomar en cuenta su área geográfica a cubrir y la posición del modulador OFDM, y su topología para determinar el tipo de señal que se enviara en el enlace microondas.
- ✓ Al evaluar la factibilidad del diseño del enlace punto a punto de televisión digital , mediante software Radio Mobile se recomienda tomar en cuenta los parámetros del estudio del enlace, de los equipos y de las antenas direccionales y omnidireccionales para la simulación de los resultados.
- ✓ Es recomendable implementar el presente diseño con el objetivo de realizar las respectivas pruebas de campo y comprobar si las predicciones de cobertura calculados con el software Radio Mobile se acercan al resultado de las mediciones para el sistema de televisión digital de la estación Guaranda 5TV.
- ✓ Es recomendable informarse del aspecto legal y normativas decretadas por los organismos de control y regulación del país al momento de adquirir una concesión de televisión digital terrestre.
- ✓ Se recomienda a la estación Guaranda 5TV configurar los equipos digitales de transmisión en canales de frecuencia adyacentes a los concesionados, esto mientras dure el período de Simulcast.

BIBLIOGRAFÍA.

BRASIL. NORMA TÉCNICA. NBR 15601. *Televisión digital terrestre – Sistemas de transmisión ISDB-Tb*: Norma 30.11. Brasilia - Brasil. 2007. pp 1- 63.

CALERO GUERRERO, Antonio Neptalí, & VILLACRES RAMOS, Carlos Rolando. *Análisis y estudio de Ingeniería para la selección del Estándar de Televisión Digital más apropiado para Ecuador bajo la supervisión de la SUPERTEL (TESIS).* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Informática y Electrónica. Escuela de Ingeniería Electrónica. Riobamba- Ecuador 2009. pp 1-158.

CÁLCULO DE COBERTURA DE LA SEÑAL DE TDT (ISDB-TB)

http://departamento.pucp.edu.pe/ingenieria/images/documentos/Curso_Calculo_de_cobertura_TDT_4de4.pdf

2012-11

[Consulta: 6 diciembre 2015].

ECUADOR. CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONATEL). *Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador.* RTV-681-24. Quito-Ecuador. CONATEL. 2012. pp 1-13.

ECUADOR. CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONATEL). *Modificaciones del Plan Nacional de Frecuencias de septiembre de 2008.* Aprobó mediante Resolución No. TEL-391-15. Quito-Ecuador. CONATEL. 2012. pp 1-10.

ECUADOR. CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (CONATEL). *Adoptar la televisión digital terrestre en el Ecuador:* RTV-596-16. Quito-Ecuador. CONATEL-2011. pp 1-10.

HITACHI. *Tv digital ISDB-Tb.* Brasil, 2011.

https://www.dropbox.com/s/ahbw64qs50yqhy7/Digital_ESP.ppt?dl=0

[Consulta: 16 diciembre 2015].

LOYALA ARROYO, Luis A. *Televisión Digital al alcance de Todos*. 1ª.ed. Madrid - España. Bubok Publishing S.L., 2011, pp 1- 111.

MANUAL DE USO DE RADIO MOBILE

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6989/anexos/Anexo%2016.pdf>

2006-06

[Consulta: 16 enero 2016].

http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12046/fichero/3_Capitulo3.pdf

2015-12

[Consulta: 16 enero 2016].

MINISTERIO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (MINTEL). *Coordinación del proceso de implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador*: RTV-596-16. Quito-Ecuador. CONATEL. 2011. pp 1-3.

PALACIOS ALBÁN, José Ángel. *Estudio técnico, económico y legal para la implementación práctica del canal de Televisión Digital Terrestre Ecotel-Tv de la ciudad de Loja, bajo el estándar ISDB-T/SBTVD adoptado en el Ecuador (TESIS)*. Universidad Nacional de Loja. Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones. Loja- Ecuador 2014. pp 1- 225.

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL EN EL ECUADOR

http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/PRESENTACION%CC%81N_TDT_MINTEL-Febrero-2015.pdf

2015-02-02

[Consulta: 20 noviembre 2015].

SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES (SUPERTEL). *Informe para la definición e implementación de la televisión digital terrestre en Ecuador*. Quito-Ecuador. SUPERTEL. 2010. pp 1-5.

SOFTWARE RADIO MOBILE

<http://www.cplus.org/rmw/download/download.html>

[Descarga: 1 noviembre 2015].

TENESACA CONCHA, Luis Willam. *Estudio de factibilidad para la implementación del servicio de Televisión DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial) en el Ecuador (TESIS).* Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ingeniería Electrónica. Quito- Ecuador 2005. Pp 1-60.

ZAIDAN ALBUJA, María Cristina. *Análisis del Dividendo Digital resultante de la migración de la Televisión analógica a digital en el Ecuador (TESIS).* Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Quito-Ecuador 2010. Pp 1- 65.

ANEXOS

EQUIPOS DE ENLACE

Micro-ondas ISDB-T

IS7G50P5 / ISR7G5000



O Link de Micro-ondas ISDB-T foi desenvolvido através de vasta experiência e capacidade tecnológica da Hitachi Kokusai Linear, tornando-o uma solução completa para micro-ondas digital com uma excelente relação custo benefício.

O projeto da micro-ondas digital possui CAGs escalonados para suportar níveis de recepção muito altos e muito baixos, possui LNA de entrada com baixa figura de ruído para excelente limiar de recepção.

Todas as funções são controladas por micro controlador possibilitando a leitura dos níveis de transmissão e recepção digital através do painel frontal.

Seu projeto modular e sua tecnologia possibilitam soluções para várias faixas de frequência.

Características:

- Equipamento robusto
- Fácil instalação e operação
- Níveis e alarmes no painel frontal
- Entrada de TS/BTS - ASI com conector BNC
- Alimentação AC 110/220 V ou DC 12 V
- Sistema de monitoramento via Ethernet Web Server



Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

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

REV03-PO-06/2014 | 1

Microondas ISDB-Tb IS7G50P5 / ISR7G5000

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Geral

Sistema de gerenciamento:	Ethernet Web Server
Tensões de entrada:	AC 90 a 240 V
Consumo transmissor:	65 W
Consumo receptor:	45 W
Dissipação no ambiente:	<985 BTU
Faixa de temperatura ambiente:	de 0° C até 45° C
Faixa de umidade ambiente:	de 0 a 95% até 40° C
Altitude de operação:	até 2.000 m acima nível do mar
Dimensões (mm):	Main Frame: 88(A) x 483(L) x 498(P) Conv. de TX ou RX p/ torre: 602(A) x 195(L) x 248(P) Conv. de TX ou RX p/ rack 19": 176(A) x 483(L) x 355(P)
Peso (kg):	

Entradas de TS/BTS

Tipo de sinal:	ASI 188 ou 290 bytes Modo de transmissão contínua ou em rajadas
Nível:	de 200 mVpp até 880 mVpp
Taxa de TS:	Até 23,234 Mbps
Taxa de BTS:	32,5 Mbps
Impedância:	75 Ω
Conector:	BNC
Sincronismo:	Entrada de 10MHz externa

Conversores de Transmissão **IS7G50P5**

Faixa de frequência:	7,425 até 7,725 GHz
Estabilidade de frequência:	±30 ppm
Emissão de espúrios:	<-50 dBm
BW ocupada:	7 MHz
Potência:	0,5 W
Conector de saída:	N Fêmea ou CPR137
Entrada / Conector:	1,0 a 1,5 GHz / N Fêmea
Nível de entrada:	-15 a +5 dBm

Conversor de Recepção **ISR7G5000**

Faixa de frequência:	7,425 até 7,725 GHz
Figura de ruído:	<4 dB
Limite (TEB=10°):	-78 dBm
Conector de entrada:	N Fêmea ou CPR137
Saída / Conector:	1,0 a 1,5 GHz / N Fêmea
Nível máximo de entrada:	-35 dBm

Main Frame Transmissão

Modelo:	ISM9901
Tipo:	TX
Entradas digitais:	1 BTS (188 a 204 bytes)
Saídas analógicas:	1000 - 1500 MHz

Main Frame Recepção

Modelo:	ISM9902
Tipo:	RX
Entradas analógicas:	1000 - 1500 MHz
Saídas digitais:	1 BTS (188 a 204 bytes)

Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

Sede Matriz
Praça Linear, 100 - Centro
Santa Rita do Sapucaí - MG - Brasil, CEP: 37540-000
Tel: +55 (35) 3473-3473
www.hitachi-linear.com.br

Escritórios Comerciais
São Paulo-SP: Tel: +55 (11) 3541-3244 - Avenida Paulista 1159 - 3º Andar - Conj. 304 - CEP: 01311-200
Belo Horizonte-MG: Tel: +55 (31) 3212-4899 - Rua dos Timbiras, 1940, Setor 006/106 - CEP: 30140-061

Atendimento Internacional: Tel: +55 (35) 3473-3476 / +55 (31) 3212-4899 ou e-mail: exportacao@linear.com.br

© Copyright 2014 Hitachi Kokusai Linear, todos os direitos reservados. Os produtos apresentados neste catálogo são marca registrada de Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A. As especificações dos produtos estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio. As imagens são apenas ilustrativas e não representam produtos reais.

REV00-PO-04/2014 | 2

The R&S®SCx 8000 family of UHF transmitters for TV: a new dimension in compactness

The R&S®SCx8000 is the most compact and efficient low- to medium-power TV transmitter on the market. It was developed specifically with an eye toward digital TV standards like ATSC, ATSC Mobile DTV, DVB-T, DVB-H, and MediaFLO™, but is also well suited for analog TV. In addition to offering innovative redundancy concepts, its large-scale integration design reduces infrastructure, leasing, and installation costs, and its high efficiency saves energy. All this makes it the ideal transmitter for broadcasting and mobile radio network operators who want to build or expand networks cost-effectively.

Most compact transmitter in its power class

The R&S®SCx8000 TV transmitter (FIG 1) achieves its compact design by integrating components that have so far been required as external devices. The new R&S®SX801 exciter, for example, allows the transmitter to be controlled and monitored directly from the instrument display without any additional components (see also page 58 of this issue). The base amplifier also includes an exciter switch and a signal splitter. In systems with two amplifiers, an expansion amplifier

with an internal power combiner is added. Both the base and the expansion amplifier come with an integrated stand-alone cooling system, each featuring two fans mounted on the rear of the amplifier (FIG 2). The ultracompact system with one amplifier requires only four 19" height units. This makes it possible to install multiple transmitters in a single rack, or even into unused space in existing racks. Due to its compact design, the transmitter can also be installed in outdoor racks that are available from Rohde & Schwarz (see cover page).

FIG 1 The R&S®SCx8000 TV transmitter configured as R&S®SCV8001EA with the R&S®SX801 exciter and the R&S®VHS001C1 base amplifier.



66



FIG 2: The integrated cooling system features two fans (the R&S®SCx8000 transmitter configured as R&S®SCV8302EA with the R&S®SX801 exciter, the R&S®VH8301C1 base amplifier, and the R&S®VH8301C2 expansion amplifier).

New redundancy concepts increase availability and save space

The new backup exciter system design allows complete RF redundancy of the exciters in minimal space. The master exciter serves as the signal source and the backup exciter as the transmitter control unit. If the master exciter fails, the backup exciter automatically takes over signal transmission. This design not only opens up more space, but because of the reduced number of components, it also increases system availability and reduces the number of spare parts.

An intelligent power supply concept ensures reliable power supply for the amplifiers. Each amplifier contains two power supplies as standard, each supplying one half of the transistors in the amplifier output stage. The power for the remaining amplifier components is provided by both power supplies redundantly, helping to reduce the risk of interruptions during transmission. An optional third power supply can be integrated for a full 2+1 power supply redundancy, ensuring uninterrupted transmission without power loss even if one of the two power supplies fails.

Efficiency in power and operation

With an efficiency of up to 22 %, the new family of transmitters significantly decreases energy costs over the lifetime of the system and is therefore considered the benchmark in its power class. The power output stage of the R&S®SCx8000 comes equipped with the set & go feature, a broadband pre-correction for the customer's preferred digital standard. This eliminates the need for manual pre-correction on-site and allows the transmitter to be put into operation faster. If the output power is reduced at a later time (up to 6 dB) or the frequency changed, the system automatically loads the appropriate pre-correction curves, thus ensuring an MER of at least 33 dB.

The R&S®SCx8000 base amplifier provides output power levels of up to 300 W for DVB-T, DVB-H, and MediaFLO™, up to 450 W for ATSC and ATSC Mobile DTV, and up to 700 W for ATV. Adding the expansion amplifier and its integrated combiner provides up to 600 W for DVB-T, DVB-H, and MediaFLO™, up to 900 W for ATSC and ATSC Mobile DTV, and up to 1400 W for ATV.

Analog to digital in no time

The transmitters offer intelligent concepts for network operators planning the transition from analog to digital transmission. A combined ATV/DTV coder board in the R&S®SX801 with the respective physical interfaces allows both analog and digital input signals to be delivered. The desired input signal and the corresponding analog or digital modulation standard can be selected at any time, either locally or remotely.

The MPEG decoder option allows digital input signals to be fed as transport streams. These streams are converted into analog signals by the FPGA in the exciter, and then modulated and transmitted as analog signals. If digital transmission is desired at a later date, switchover from analog to digital transmission can be made easily and without any hardware modifications, even remotely. This is a definite advantage during the transition phase to digital.

In spite of its compact design, the exciter can be expanded to include various options, including a GPS receiver for synchronization in single-frequency networks or a DVB-T/DVB-H receiver for monitoring or retransmitter purposes.

The transmitter is described in detail on the Rohde & Schwarz website.

Christian Wachter

ANTENAS



Band V Horizontal Polarization Panel Especially Designed For Upper Band V Model: DVM4-L00

Electrical Specifications

Frequency range	750-862 MHz	
Peak gain	10,5 dB (ref. $\lambda/2$ dipole)	
3 dB beam width	E-plane: 62°	H-plane: 28°
Polarization	Horizontal	
Impedance	50 Ohm	
VSWR	$\leq 1,1:1$	
Maximum power handling RMS	1 kW	3 kW
Connector type	DIN 7/16	DIN 13/30
Pressurization	Non pressurized	Gas barrier on input connector

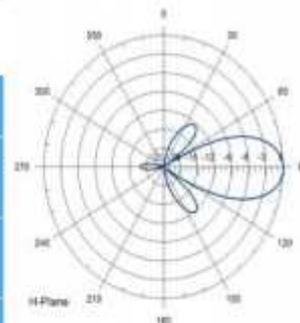
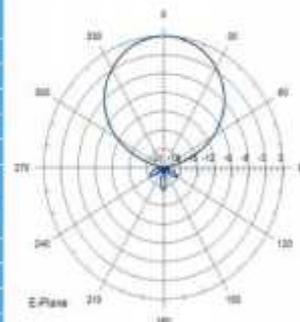


Mechanical & Environmental Specifications

Materials	Reflector & radiating elements Radome Radome colour	Aluminium Polycarbonate Red or white on request
Dimensions (W x D x H)	310 x 155 x 730 mm	
Maximum wind speed	200 Km/h	
Wind load (front)	360 N (@160 Km/h)	
Wind load (lateral)	125 N (@150 Km/h)	
Weight	7 Kg	
Typical mounting	Several combinations depending on the radiation pattern required (square typical)	
Vertical spacing	730 mm	
Grounding	DC grounded	
Temperature range	-40°C to +80°C	
Humidity	100%	

Antenna System Characteristics

Number of Bays	Number ant. per bay	Peak gain (dBd)	Weight (Kg)	Wind load (@160 Km/h)	System height (mm)
1	2	7,5	14	0,5 kN	730
	3	5,7	21	0,7 kN	
	4	4,5	28	0,7 kN	
2	2	10,5	28	1,0 kN	1460
	3	8,7	42	1,4 kN	
	4	7,5	56	1,4 kN	
4	2	13,5	42	1,9 kN	2920
	3	11,7	84	2,9 kN	
	4	10,5	112	2,8 kN	
6	2	15,3	84	2,8 kN	4380
	3	13,5	126	4,2 kN	
	4	12,3	168	4,2 kN	
8	2	16,5	112	3,8 kN	5840
	3	14,7	168	5,8 kN	
	4	13,5	224	5,5 kN	



NOTES:
 - Table supplies data up to 8 bays only for simplification purposes; systems with more bays are available.
 - Null fill, beam tilt, harness & feeder losses NOT INCLUDED.
 - Wind load & weight figures without considering cables, spitters & hardware

RYMSA will reserve the right to make any changes without notice.

RYMSA Radiación y Microondas, S.A.U.
 Ctra. Campo Real km. 2,100
 28500 Arganda del Rey (Madrid - Spain)

Phone: 34 91 876 06 80
 Fax: 34 91 876 07 09
 e-mail: broadcast.commercial@rymsa.com
 web: www.rymsa.com



PL4-65-D7A/F

1.2 m | 4 ft Standard Parabolic, Low VSWR Unshielded Antenna, single-polarized, 6.425–7.125 GHz, PDR70, gray antenna, with flash, standard pack—one-piece reflector

General Specifications

Antenna Type	PL - Standard Parabolic, Low VSWR Unshielded Antenna, single-polarized
Diameter, nominal	1.2 m 4 ft
Packing	Standard pack
Reflector Construction	One-piece reflector
Antenna Input	PDR70
Antenna Color	Gray
Antenna Type	PL - Standard Parabolic, Low VSWR Unshielded Antenna, single-polarized
Diameter, nominal	1.2 m 4 ft
Flash Included	Yes
Polarization	Single

Electrical Specifications

Operating Frequency Band	6.425 – 7.125 GHz
Beamwidth, Horizontal	2.5 °
Beamwidth, Vertical	2.5 °
Cross Polarization Discrimination (XPD)	30 dB
Electrical Compliance	ETSI Class 1
Front-to-Back Ratio	43 dB
Gain, Low Band	35.8 dBi
Gain, Mid Band	36.3 dBi
Gain, Top Band	36.7 dBi
Operating Frequency Band	6.425 – 7.125 GHz
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	2622E
Return Loss	28.3 dB
VSWR	1.08

Mechanical Specifications

Fine Azimuth Adjustment	±15°
Fine Elevation Adjustment	±20°
Mounting Pipe Diameter	115 mm 4.5 in
Net Weight	54 kg 119 lb
Side Struts, Included	1 inboard
Side Struts, Optional	1 inboard
Wind Velocity Operational	110 km/h 68 mph

Product Specifications

COMMSCOPE®

PL465-D7A/F

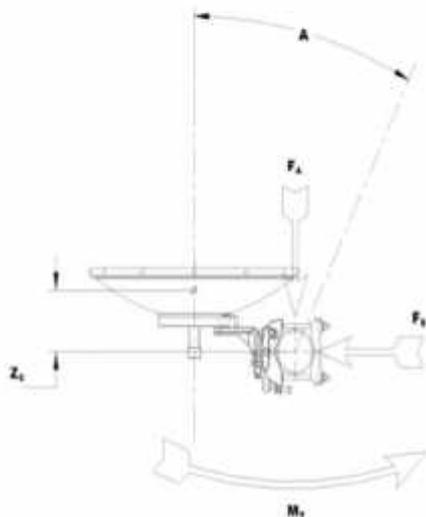
Wind Velocity Survival Rating 200 km/h | 124 mph

Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating

Angle α for MT Max	-130 °
Axial Force (FA)	3881 N 872 lbf
Side Force (FS)	552 N 124 lbf
Twisting Moment (MT)	1236 N•m
Weight with 1/2 in (12 mm) Radial Ice	130 kg 287 lb
Zcg with 1/2 in (12 mm) Radial Ice	346 mm 14 in
Zcg without Ice	203 mm 8 in

PL465-D7A/F

Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating Image

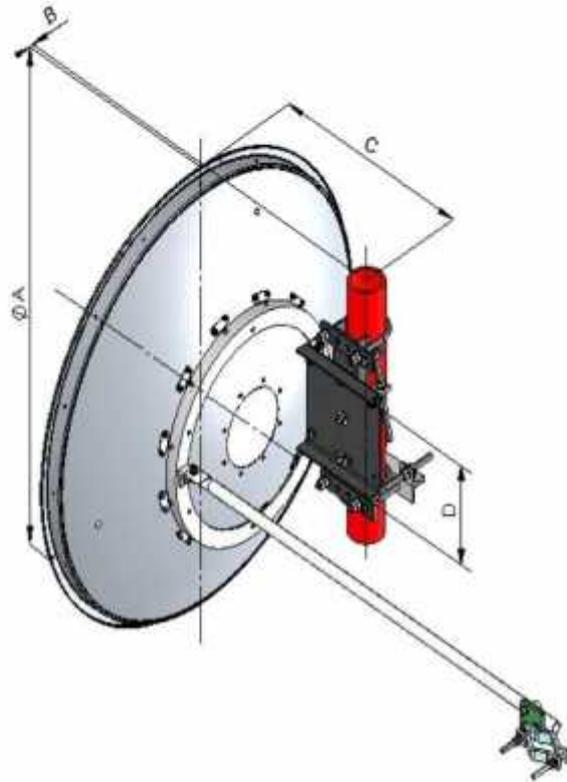


Packed Dimensions

Gross Weight, Packed Antenna	152.0 kg 335.1 lb
Height	840.0 mm 33.1 in
Length	1430.0 mm 56.3 in
Volume	1.7 m ³
Width	1430.0 mm 56.3 in

PI46SD7A/F

Antenna Dimensions And Mounting Information



Dimensions in Inches (mm)				
Antenna Size, ft (m)	A	B	C	D
4 (1.2)	50.8 (1291)	12.5 (318)	16.2 (411)	11.8 (299)

Regulatory Compliance/Certifications

Agency	Classification
ISO 9001:2008	Designed, manufactured and/or distributed under this quality management system

* Footnotes

Axial Force (FA)	Maximum forces exerted on a supporting structure as a result of wind from the most critical direction for this parameter. The individual maximums specified may not occur simultaneously. All forces are referenced to the mounting pipe.
Cross Polarization Discrimination (XPD)	The difference between the peak of the co-polarized main beam and the maximum cross-polarized signal over an angle twice the 3 dB beamwidth of the co-polarized main beam.

Product Specifications

COMMSCOPE®

PL465-D7A/F

Front-to-Back Ratio	Denotes highest radiation relative to the main beam, at 180° ±40°, across the band. Production antennas do not exceed rated values by more than 2 dB unless stated otherwise.
Gain, Mid Band	For a given frequency band, gain is primarily a function of antenna size. The gain of Andrew antennas is determined by either gain by comparison or by computer integration of the measured antenna patterns.
Operating Frequency Band	Bands correspond with CCIR recommendations or common allocations used throughout the world. Other ranges can be accommodated on special order.
Packing	Andrew standard packing is suitable for export. Antennas are shipped as standard in totally recyclable cardboard or wire-bound crates (dependent on product). For your convenience, Andrew offers heavy duty export packing options.
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	Radiation patterns determine an antenna's ability to discriminate against unwanted signals under conditions of radio congestion. Radiation patterns are dependent on antenna series, size, and frequency.
Return Loss	The figure that indicates the proportion of radio waves incident upon the antenna that are rejected as a ratio of those that are accepted.
Side Force (FS)	Maximum side force exerted on the mounting pipe as a result of wind from the most critical direction for this parameter. The individual maximums specified may not occur simultaneously. All forces are referenced to the mounting pipe.
Twisting Moment (MT)	Maximum forces exerted on a supporting structure as a result of wind from the most critical direction for this parameter. The individual maximums specified may not occur simultaneously. All forces are referenced to the mounting pipe.
VSWR	Maximum; is the guaranteed Peak Voltage-Standing-Wave-Ratio within the operating band.
Wind Velocity Operational	The wind speed where the antenna deflection is equal to or less than 0.1 degrees. In the case of ValuLine antennas, it is defined as a maximum deflection of 0.3 x the 3 dB beam width of the antenna.
Wind Velocity Survival Rating	The maximum wind speed the antenna, including mounts and radomes, where applicable, will withstand without permanent deformation. Realignment may be required. This wind speed is applicable to antenna with the specified amount of radial ice.

LÍNEA DE TRANSMISIÓN.



EW63

EW63, HELIAX® Standard Elliptical Waveguide, 5.925–7.125 GHz, black PE jacket

Construction Materials

Jacket Material	PE
Conductor Material	Corrugated copper
Jacket Color	Black

Dimensions

Cable Volume	855.0 L/km 9.2 ft ³ /kft
Cable Weight	0.76 kg/m 0.51 lb/ft
Diameter Over Jacket (E Plane)	51.10 mm 2.01 in
Diameter Over Jacket (H Plane)	29.50 mm 1.16 in

Electrical Specifications

Operating Frequency Band	5.925 – 7.125 GHz
eTE11 Mode Cutoff	4.001 GHz
Group Delay	126 ns/100 ft @ 6.775 GHz 413 ns/100 m @ 6.775 GHz

Environmental Specifications

Installation Temperature	-40 °C to +60 °C (-40 °F to +140 °F)
Operating Temperature	-55 °C to +85 °C (-67 °F to +185 °F)
Storage Temperature	-70 °C to +85 °C (-94 °F to +185 °F)

General Specifications

Brand	HELIAX®
-------	---------

Mechanical Specifications

Maximum Twist	3.00 °/m 1.00 °/ft
Minimum Bend Radius, Multiple Bends (E Plane)	260.00 mm 10.00 in
Minimum Bend Radius, Multiple Bends (H Plane)	740.00 mm 29.00 in
Minimum Bend Radius, Single Bend (E Plane)	180.00 mm 7.00 in
Minimum Bend Radius, Single Bend (H Plane)	510.00 mm 20.00 in

Note

Performance Note	Values typical, unless otherwise stated
------------------	---

Standard Conditions

Attenuation, Ambient Temperature	24 °C 75 °F
Average Power, Ambient Temperature	40 °C 104 °F
Average Power, Temperature Rise	42 °C 76 °F

Product Specifications

COMMSCOPE®

EW63

Return Loss/VSWR

Frequency Band	VSWR	Return Loss (dB)
5.925–7.125 GHz	1.15	23.10

* VSWR/Return Loss indicated is for lengths up to 300 ft (91.4 m)

* VSWR/Return Loss is guaranteed for factory-fit and typical for field-fit assemblies

* Custom length performance: Call 828-324-2200 or 1-800-982-1708 (toll free), or your local CommScope representative

Attenuation

Frequency (GHz)	Attenuation (dB/100 ft)	Attenuation (dB/100 m)	Average Power (kW)	Group Velocity %
5.9	1.487	4.878	4.45	73.8
6.1	1.446	4.745	4.575	75.7
6.3	1.412	4.632	4.687	77.4
6.5	1.383	4.537	4.784	79
6.7	1.359	4.458	4.869	80.3
6.9	1.338	4.39	4.944	81.6
7.1	1.32	4.332	5.011	82.7

Regulatory Compliance/Certifications

Agency	Classification
RoHS 2011/65/EU	Compliant
China RoHS SJ/T 11364-2006	Below Maximum Concentration Value (MCV)
ISO 9001:2008	Designed, manufactured and/or distributed under this quality management system



OTROS



MPEG-4/H.264 MPEG-2 HD/SD Encoder

NDS3211A

- MPEG-4/H.264, MPEG-2 encoding supported.
- Digital video input via HD/SD-SDI, HDMI.
- Analog video input via Component, Composite.
- Digital audio input via HD/SD-SDI, AES/EBU, HDMI.
- Analog audio input via XLR (balanced), RCA (unbalanced)
- TS over IP transmission. (UDP/RTP; Unicast/Multicast)
- Various HD input supported. (720p:50/60p, 1080i:50i/60i, 1080:50p/60p)
- SD video supported. (NTSC 480i, PAL 576i)
- Front panel operation.
- Remote operation over LAN. (Web interface and dedicated software¹)

¹ Requires a PC running a Windows OS.

WARD
株式会社ワード

1-3-7-109 Mayumi, Ikoma, Nara, Japan 630-0122
TEL: +81 743 72 0456 / FAX: +81 743 72 0457
e-mail: mail@ward.co.jp

MPEG-4/H.264 MPEG-2 HD/SD Encoder NDS3211A

Overview

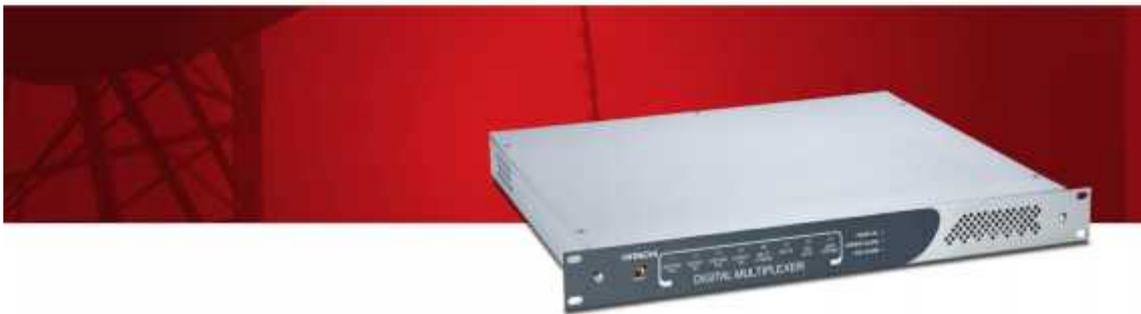
NDS3211A MPEG4/H.264 MPEG-2 HD/SD encoder is the new broadcast quality video and audio encoder. It adopts the most advanced encoding algorithm and can encode and transmit high-quality video and audio even under circumstances with prohibitively low data rates. Also, it has multiple digital and analog video input interfaces (SDI, HDMI, YPbPr, CVBS), and audio input interfaces (SDI, HDMI, AES/EBU, XLR, RCA) to suit all applications. Its highly integrated features and cost-effective design gives users an excellent digital video encoding solution, widely usable for satellite communication, CATV/Terrestrial TV headends, remote monitoring and more.

Input	Video: HD/SD-SDI, HDMI, Component, Composite Audio: HD/SD-SDI Embedded, HDMI, AES/EBU, Analog (balanced and unbalanced)
Output	ASI TS over IP (UDP/RTP, Unicast/Multicast)
Video	Resolution 1920 x 1080, 1440 x 1080, 1280 x 1080 (60/59.94/50) 1280 x 720, 960 x 720 (59.94p/50p) 720 x 480, 704 x 480, 640 x 480, 544 x 480, 528 x 480, 352 x 480 (NTSC 480) 720 x 576, 704 x 576, 640 x 576, 544 x 576, 528 x 576, 352 x 576 (PAL 576) Encoding MPEG-4 AVC/H.264 HD/SD MPEG-2 HD/SD Bit rate : 0.25Mbps ~ 60.5Mbps Rate control : CBR/VBR GOP structure : Auto, IP, IPB, IPBB, IPBBBB, IPBBBBB Aspect ratio : 4:3, 16:9, 1:1, 2.35:1 Chroma : 4:2:0, 4:2:2 (Only when encoding MPEG-2)
Audio	Encoding : MPEG-1 Layer 2, HE-AAC(v1&v2), LC-AAC Sample rate : 48kHz Bit depth : 24bit Bit rate : 32 ~ 384 kbps
Connectors	Video input : HD/SD-SDI(BNC) x1, HDMI x1, Component (BNC) x1, Composite(BNC) x1 Audio input : SDI Embedded(BNC) x1, AES/EBU(XLR) x1, Balanced (XLR) x1pair, Unbalanced(BNC) x1pair TS Output : ASI (BNC) x2, TS over IP(RJ45-10/100Base-T) x1
Delay	1,400 ~ 5,000 ms
Others	Dimensions (W x D x H): 482mm x 405mm x 44.5mm Weight : 4.5kg Operating temperature : 0 ~ 45°C (Operation), -20 ~ 80°C (Storage) Power supply : 110V ± 10%, 50Hz-60Hz / 220V ± 10%, 50Hz-60Hz Power consumption : 25W

WARD
株式会社ワード

1-3-7-109 Mayumi, Ikoma, Nara, Japan 630-0122
TEL: +81 743 72 0456 / FAX: +81 743 72 0457
e-mail: mail@ward.co.jp

Multiplexador ISDB-T
ISMUX-004



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

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

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

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



Características e Inovações:

- **Exclusivo Compressor e Descompressor de BTS integrado:** Sistema de Compressão e Descompressão de BTS, que possibilita o transporte do BTS sem perda de informações úteis, utilizando menos banda de transmissão e fazendo uso de pacotes de 188 bytes.
- **Receptor de satélite integrado:** Este equipamento pode ser integrado a um receptor de satélite (opcional), banda L, padrão DVB-S/S2, que possibilita a recepção do sinal de satélite, sendo ele um TS ou BTS comprimido. O sinal recebido pode ser multiplexado com outros fluxos ou encaminhado diretamente para a saída.
- **SFN:** Possibilita operação e gerenciamento em redes SFN (Single Frequency Network). Gera e transmite as informações necessárias de controle de até 29 transmissores pertencentes à rede.



Cópia da tela do software gerador de tabelas.

Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

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



Multiplexador ISDB-T ISMUX-004

ESPECIFICAÇÕES GERAIS

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

OPCIONAS

- Receptor terrestre padrão ISDB-T
- Receptor de satélite padrão DVB-S/S2
- GPS

Obs: Acompanha manual em português.

IMPORTANTE

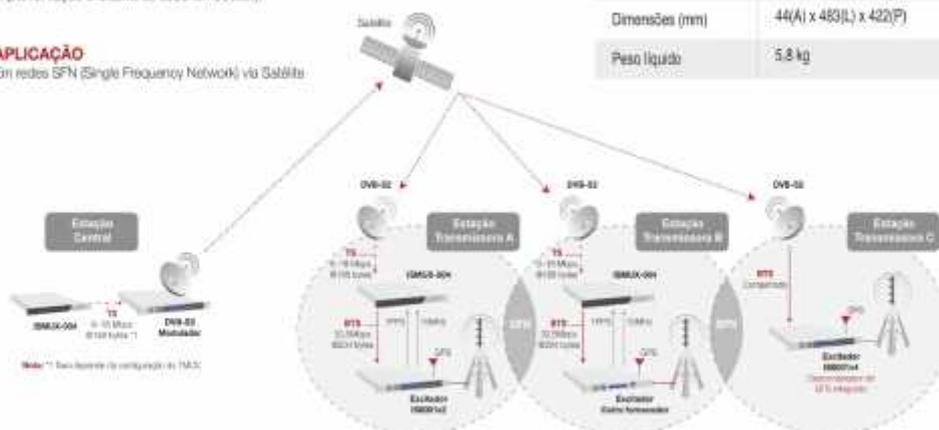
- A taxa de entrada deve obedecer as configurações das camadas hierárquicas ou layers (ARIB STD-B31)
- ** operação com EPG, Closed Caption e GINGA somente é possível com implementador de funções (opcional)

NOTA

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

APLICAÇÃO

Em redes SFN (Single Frequency Network) via Satélite



Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A.

Sede Matriz

Praça Linear, 100 - Centro
Santa Rita do Sapucaí - MG - Brasil, CEP: 37540-000
Tel: +55 (35) 3473-3473
www.hitachi-linear.com.br

Escritórios Comerciais

São Paulo-SP: Tel: +55 (35) 3541-3204 - Avenida Paulista 1158 - 3ª Andar - Conj. 304 - CEP: 01311-200
Belo Horizonte-MG: Tel: +55 (31) 3212-4899 - Rua dos Tinteiros, 1940, Sabão 608-809 - CEP: 30140-081

Atendimento Internacional: Tel: +55 (35) 3473-3473 / +55 (31) 3212-4899 ou e-mail: exportacao@linear.com.br

© Copyright 2014 Hitachi Kokusai Linear. Todos os direitos reservados. Os produtos apresentados neste catálogo são marca registrada da Hitachi Kokusai Linear Equipamentos Eletrônicos S/A. As especificações dos produtos estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio. As imagens aqui apresentadas têm apenas propósitos ilustrativos.

9828-PO-12/014 | 2

ENTRADAS CONECTOR BNC - TS	
Formato	DVB-ASI 188/204 bytes Modo de transmissão em rajadas ou contínuo
Taxa de entrada	Até 23,294 Mbps*
Impedância	75 Ω
ENTRADAS CONECTOR F - RF	
Frequência	Banda L -950 a 2250 MHz
Padrão	DVB-S / DVB-S2
Modulação	QPSK (DVB-S) QPSK-8PSK (DVB-S2)
Alimentação LNB	+13 / +18 V
SAÍDA DE BTS	
Tipo de sinal	DVB-ASI / TSIP
Especificações do BTS	Estrutura de dados com base na norma ARIB STD-B31 e ABNT NBR 15601:2007
Taxa de bits	512x483 Mbps (-32,508 Mbps)
Impedância	75 Ω
Conector	BNC
Número de saídas	02 ASI / 01 IP
GERAL	
Alimentação (43-53Hz)	90-240 Vac
Consumo	20 W
Dimensões (mm)	44(A) x 483(L) x 422(P)
Peso líquido	5,8 kg



CONVMAAS2

Blackmagic Design Mini Converter - Analog to SDI

Blackmagic Design's Analog to SDI Mini Converter includes everything you need to convert from analog HD/SD component, NTSC, PAL or S-Video to SDI out with balanced jack AES/EBU and analog audio embedding. Now you can convert analog devices such as Betacam SP, VHS, set top boxes, gaming consoles and HDV cameras to incredible quality SD/HD-SDI video.

- Auto SD/HD switching
- Redundant SDI output
- AES/EBU and analog audio on standard 1/4 inch jack connections
- Advanced 3 Gb/s SDI technology.

Price \$305.00

Delivery: 5-7 business days or pickup from our Adelaide store

Technical specifications

CONNECTIONS	
SDI Video Output	Automatically matches the SD, HD and 3 Gb/s SDI video input.
SDI Video Input	None
Analog Video	Component SD/HD, NTSC, PAL and S-Video.
HDMI	None
Optical Fiber Video Input	None
Optical Fiber Video Output	None
Optical Fiber Audio Input	None
Optical Fiber Audio Output	None
Analog Audio	2 channels of professional balanced analog audio with standard 1/4 inch jack connections.
AES/EBU Digital Audio	2 channels of professional balanced digital with standard 1/4 inch jack connections.

<http://www.proavsolutions.com.au/store/product/1185/pro-video/signal-processing/mini-converters/convmaas2-blackmagic-design-mini-converter-analog-to-sdi>

SDI Redundant Input	None
Reference Input	None
Multi Rate Support	Auto detection of HD or standard definition SDI inputs.
Updates and Configuration	Via USB 2.0 high speed. (480 Mb/s)
Re-clocking	Yes
STANDARDS	
SDI Format Support	625/25 PAL, 525/29.97 NTSC, 1080PsF23.98, 1080PsF24, 1080PsF25, 1080i50, 1080i59.94, 1080i60, 720p50, 720p59.94 and 720p60.
SDI Compliance	SMPTE 259M, SMPTE 292M, SMPTE 298M, ITU-R BT.656, ITU-R BT.601 and SMPTE 297M for Optical Fiber SDI.
SDI Video Rates	SDI video connections are switchable between standard definition and high definition.
SDI Video Sampling	4:2:2
SDI Audio Sampling	Television standard sample rate of 48 kHz and 24 bit.
SDI Color Precision	4:2:2
SDI Color Space	YUV
SDI Auto Switching	Automatically selects between SD SDI, HD-SDI and 3 Gb/s SDI.
ASI Support	None
Analog Format Support	625/25 PAL, 525/29.97 NTSC, 1080PsF23.98, 1080PsF24, 1080i50, 1080i59.94, 1080i60, 720p50, 720p59.94 and 720p60.
Analog Color Space	YUV
Analog Color Precision	4:2:2
HDMI Format Support	None
HDMI Color Precision	None
HDMI Color Space	None
Copy Protection	For legal reasons, capture devices from Blackmagic Design are designed not to capture, convert or transmit video or audio from copy-protected sources, e.g. video devices using HDCP.
EXTRAS	
Software Control	Mac OS X™ and Windows™ software upgrade via USB.
Settings Control	Mini Switches or USB software.

6/3/2015

Pro AV Solutions - Products - CONVMAAS2 Blackmagic Design Mini Converter - Analog to SDI

Firmware Upgrade	Via included firmware updater application.
Format Conversion	None
Power Supply	+12V universal power supply included with international socket adapters for all countries. Cable tie point.
110 Volt Power Consumption	67 mA
220 Volt Power Consumption	34 mA
Operational Voltage Range	12 - 31 Vdc
Product Warranty	3 Year Limited Manufacturer's Warranty.

Customer reviews
