



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y REDES

**“MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN LA
RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN DIGITAL VÍA SATÉLITE
FUNDAMENTADO EN EL ESTÁNDAR DVB-S, MEDIANTE EL EQUIPO TV
EXPLORER HD”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES
Y REDES**

AUTORAS: MYRIAN ELENA VEGA GUADALUPE

TATIANA FERNANDA PADILLA CURISACA

TUTOR: ING. OSWALDO GEOVANNY MARTINEZ MSc.

Riobamba-Ecuador

2017

©2017, Myrian Elena Vega Guadalupe y Tatiana Fernanda Padilla Curisaca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

MYRIAN ELENA VEGA GUADALUPE

TATIANA FERNANDA PADILLA CURISACA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que la: “MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN LA RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN DIGITAL VÍA SATÉLITE FUNDAMENTADO EN EL ESTÁNDAR DVB-S, MEDIANTE EL EQUIPO TV EXPLORER HD”, de responsabilidad de las señoritas Myrian Elena Vega Guadalupe y Tatiana Fernanda Padilla Curisaca, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

ING. WASHINGTON LUNA
DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ING. FRANKLIN MORENO
DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE ELECTRÓNICA
TELECOMUNICACIONES Y REDES

ING. OSWALDO MARTINEZ
DIRECTOR DE TRABAJO DE
TITULACIÓN

ING. JEFFERSON RIBADENEIRA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

“Nosotras, MYRIAN ELENA VEGA GUADALUPE Y TATIANA FERNANDA PADILLA CURISACA, somos responsables de las ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación; y, el patrimonio de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

MYRIAN ELENA VEGA GUADALUPE

TATIANA FERNANDA PADILLA CURISACA

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a nuestros padres por ser la base fundamental de nuestras vidas, pues ellos han sabido guiarnos, levantarnos y sostenernos sin importar el camino, dándonos el ejemplo de que todo lo que nos propongamos se puede lograr con esfuerzo y perseverancia sin importar el tiempo que conlleve. Recalcándonos día a día que << **Esta carrera no es de velocidad, sino de resistencia** >>.

A nuestros demás familiares, en especial a nuestros hermanos, por la ayuda desinteresada brindada en cada obstáculo que se nos presentó y que nos han sabido orientar por el sendero de la superación.

A nuestros amigos electrónicos por su ayuda en cada instante y por compartir con nosotras gratos momentos, a todas las personas que de una u otra manera siempre nos han apoyado.

Myrian E. Vega G., Tatiana F. Padilla C.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por permitirnos haber logrado una importante meta más en nuestras vidas, dándonos constancias, sabiduría y fortaleza para culminar este trabajo de titulación. A nuestras familias quienes confiaron en nosotras y nos brindaron un apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a los docentes de la Carrera Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, quienes supieron impartir los conocimientos necesarios para nuestra formación ética y académica. De igual manera a nuestros amigos con los que compartimos experiencias por ser un soporte y refuerzo a lo largo de nuestra vida estudiantil.

Y en especial gradecemos a nuestro Director de trabajo de titulación, Ing. Oswaldo Martínez, quien atreves de su experiencia profesional, con su aceptada guía y apoyo nos ha sabido orientar en la elaboración de nuestro trabajo de investigación.

Myrian E. Vega G, Tatiana F. Padilla C.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Televisión Analógica	5
1.1.1. Formatos/ Sistemas de Televisión Analógica.....	5
1.1.1.1. PAL (Phase Alternation Line).....	5
1.1.1.2. SECAM (Séquentiel Couleur à Mémoire).	5
1.1.1.3. NTSC (National Television System Committee).	6
1.1.2. Transmisión de video y audio.	6
1.2. Televisión Digital (TVD).....	7
1.2.1. Medios de transmisión	8
1.2.1.1. Televisión Digital Terrestre (TDT)	8
1.2.1.2. Televisión Digital por Cable	9
1.2.1.3. Televisión Digital por Satélite	10
1.2.1.3.1. Parámetros de televisión Digital por Satélite	10
1.2.2. Estándares de transmisión	13

1.2.2.1.	<i>ATSC. (Advanced Television Systems Committee)</i>	13
1.2.2.2.	<i>DVB (Digital Video Broadcasting)</i>	13
1.2.2.3.	<i>ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting)</i>	14
1.2.2.4.	<i>DTMB (Digital Terrestrial/Television Multimedia Broadcasting)</i>	14
1.3.1	<i>Digital Video Broadcasting by Satellite (DVB-S)</i>	14
1.3.2.	<i>MPG-2 Systems</i>	15
1.3.2.1.	<i>Trama Elemental (Elementary Stream o ES)</i>	15
1.3.2.2.	<i>Estructura del Paquete Elemental (Packetized Elementary Stream)</i>	16
1.3.2.3.	<i>Trama de transporte (Transport Stream o TS)</i>	17
1.3.3.	<i>Sistema de Difusión de TV Digital (DVB-S)</i>	19
1.3.3.1.	<i>Inversión de los bits de sincronismos</i>	20
1.3.3.2.	<i>Aleatorización de la trama resultante</i>	21
1.3.3.3.	<i>Adición de un código de detección y corrección de errores de Reed-Solomon.</i>	21
1.3.3.4.	<i>Aplicación de un entrelazado convolucional.</i>	22
1.3.3.5.	<i>Inserción de un segundo código protector de errores.</i>	22
1.3.3.6.	<i>Filtrado de Nyquist</i>	23
1.3.3.7.	<i>Modulación de la portadora mediante QPSK</i>	23
1.3.3.8.	<i>Relación entre Bitrate, Symbol Rate y Ancho de Banda.</i>	24

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	25
2.1.	Metodología de la Investigación	25
2.1.1.	<i>Tipo de investigación</i>	25
2.1.2.	<i>Método de investigación</i>	25
2.1.3.	<i>Técnicas de investigación</i>	26
2.2.	Herramientas/Instrumentos	27
2.2.1.	<i>Satélite Amazon 2</i>	27
2.2.2.	<i>Sistema de Recepción DVB-S</i>	28
2.2.2.1.	<i>Unidad de control</i>	28

2.2.2.2.	<i>Control LNB</i>	28
2.2.2.3.	<i>Fuente de alimentación</i>	29
2.2.3.	<i>Instalación de la Unidad Externa</i>.....	30
2.2.3.1.	<i>Antena parabólica off-set</i>	30
2.2.3.2.	<i>LNB Universal TWIN</i>	31
2.2.3.3.	<i>Cable RG6</i>	32
2.2.3.4.	<i>Conectores GILBERT 6</i>	33
2.2.4.	<i>Instalación Unidad interna</i>.....	34
2.2.4.1.	<i>Equipo TV Explorer HD</i>	34
2.2.4.1.1.	Receptor de TV Digital Universal.....	36
2.2.4.1.2.	Medidor de Campo Profesional.....	37
2.2.4.1.3.	Pantalla Grafica TFT-LCD.....	37
2.2.4.1.4.	Diagrama de Bloques.....	38
2.2.4.2.	<i>Módulo Cam y Smart Card</i>	38
2.3.	<i>Metodología de Medición y Evaluación</i>.....	39
CAPITULO III		
3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....	40
3.1.	Análisis del diseño de Recepción.....	40
3.1.1.	<i>Evaluación de la Unidad Externa</i>.....	40
3.1.1.1.	<i>Determinación del Satélite Amazon 2</i>	40
3.1.1.2.	<i>Valoración del LNB y Antena Parabólica</i>	40
3.1.2.	<i>Evaluación de la Unidad Interna</i>.....	40
3.1.2.1.	<i>Configuración del equipo TV-EXPLORER HD</i>	40
3.1.2.2.	<i>Valoración del módulo CAM y la SMART CARD</i>	43
3.1.3.	<i>Obtención e interpretación de Datos de los parámetros en Transport Stream</i>.....	44
3.1.3.1.	<i>Espectro de la señal</i>	44
3.1.3.1.1.	Canal Digital.....	44
3.1.3.1.2.	Servicios de un Canal Digital.....	44

3.1.3.2.	<i>Parámetros del canal</i>	45
3.1.3.2.1.	Potencia del Canal.....	45
3.1.3.2.2.	Ancho de Banda	46
3.1.3.2.3.	Relación canal a ruido (C/N).....	47
3.1.3.3.	<i>Parámetros de Corrección de errores</i>	48
3.1.3.3.1.	BER (Bit Error Rate).....	48
3.1.3.3.2.	CBER	49
3.1.3.3.3.	VBER.....	50
3.1.3.3.4.	Diagrama de Constelación QPSK.....	51
3.1.3.3.5.	MER.....	50
3.1.3.4.	<i>Flujos Binarios</i>	52
3.1.3.4.1.	Resultados Ideales.....	52
3.1.3.4.2.	Resultados Reales	55
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2 Especificaciones técnicas Satélite Amazon 2	27
Tabla 2-2 Características técnicas Antena Off-Set.....	30
Tabla 3-2 Alimentación del LNB.....	31
Tabla 4-2 Especificaciones técnicas LNB TWIN	31
Tabla 1-3 Servicios del Canal Digital	44
Tabla 2-3 Comparativa Valores Reales e Ideales.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ancho de banda de un Canal Analógico.....	7
Figura 2-1 Codificación de las señales de Televisión Digital.....	8
Figura 3-1 Transmisión de señal de TDT.....	9
Figura 4-1 Televisión Digital por Cable.....	9
Figura 5-1 Componentes de un Sistema de Televisión Satelital.....	10
Figura 6-1 Satélites en la Órbita Geoestacionario.....	11
Figura 7-1 Polarización Lineal.....	12
Figura 8-1 Trama elemental (ES) mediante la codificación de la fuente.....	15
Figura 9-1 Conversión de una ES en un PES.....	16
Figura 10-1 Estructura paquete elemental o paquete PES.....	16
Figura 11-1 Estructura Simplificada de un Paquete de Transporte.....	17
Figura 12-1 Conformación de la trama de transporte.....	18
Figura 13-1 información de cabecera Paquete de Transporte.....	18
Figura 14-1 Trama de Transporte.....	19
Figura 15-1 Etapas de bloques Transmisión DVB-S.....	20
Figura 16-1 Etapas de bloques Recepción DVB-S.....	20
Figura 17-1 Codificación Reed-Salomon.....	21
Figura 18-1 Codificación Convolutiva.....	22
Figura 19-1 Espectro individual de un impulso rectangular.....	23
Figura 20-1 Limitación de la banda de paso.....	23
Figura 21-1 Modulación Q-PSK y Representación de la Constelación.....	24
Figura 1-2 Microcontrolador receptor DVB-S.....	28
Figura 2-2 Bloque de Bajo Ruido.....	29
Figura 3-2 Control LNB.....	29
Figura 4-2 Antena Parabólica Off-Set.....	30
Figura 5-2 Convertidor LNB.....	31
Figura 6-2 Equipo TV Explorer HD.....	34
Figura 7-2 Smart Card.....	38
Figura 8-2 Módulo Cam.....	38
Figura 1-3 Conexión del Sistema de Recepción.....	41
Figura 2-3 Activación de Bandas.....	41
Figura 3-3 Alimentación Exterior.....	42
Figura 4-3 Canalización.....	42
Figura 5-3 Frecuencias OSC. LNB.....	42

Figura 6-3 Localización Satélite por Espectro.....	43
Figura 7-3 Canal Libre Sintonizado.....	43
Figura 8-3 Espectro Total del Satélite (Equipo)	44
Figura 10-3 Espectro Canal Digital (Equipo)	44
Figura 12-3 Potencia del Canal (Equipo).....	46
Figura 13-3 Potencia del Canal (Equipo).....	46
Figura 14-3 Ancho de Banda (Equipo).....	47
Figura 15-3 Relación Canal a Ruido (Equipo).....	48
Figura 16-3 Medidas BER	49
Figura 17-3 CBER (Equipo)	49
Figura 18-3 VBER (Equipo).....	50
Figura 19-3 Constelación-Criba 0 (Equipo).....	51
Figura 20-3 Constelación-Criba 9(Equipo).....	51
Figura 21-3 Constelación-Criba 16 (Equipo).....	51
Figura 22-3 Constelación-Criba 16 (Equipo).....	51
Figura 23-3 Diagrama vectorial MER	52
Figura 24-3 Diagrama de Flujo Binario después de los Procesos.....	52
Figura 24-3 Datos transpondedor 11302 H.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3 Espectro Total del Satélite (Matlab)	43
Gráfico 2-3 Espectro Canal Digital (Matlab).....	43

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3 Ancho de Banda [Hz].....	47
Ecuación 2-3 MER (dB).....	50
Ecuación 3-3 Potencia de señal de error (dB)	50
Ecuación 4-3 Symbol Rate.....	53
Ecuación 5-3 Bit Rate QPSK [Mb/seg].....	53
Ecuación 6-3 Bit Rate Viterbi [Mb/seg]	54
Ecuación 7-3 Bit Rate de Redundancia de Reed-Solomon [Mb/seg].....	54
Ecuación 8-3 Bit Rate Reed-Solomon [Mb/seg]	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE PRÁCTICAS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TDT	TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
DVB	DIGITAL VIDEO BRODCASTING
DVB-T	DIGITAL VIDEO BRODCASTING – TERRESTRIAL
DVB-C	DIGITAL VIDEO BRODCASTING – CABLE
DVB-S	DIGITAL VIDEO BRODCASTING – SATELLITE
TVD	TELEVISIÓN DIGITAL
ATSC	ADVANCE TELEVISION SYSTEM COMMITTEE
ISDB-T	INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING TERRESTRIAL
PAL	LÍNEA ALTERNADA EN FASE - PHASE ALTERNATION LINE
SECAM	COLOR SECUENCIAL CON MEMORIA - SÉQUENTIEL COULEUR À MÉMOIRE
NTSC	COMISIÓN NACIONAL DE SISTEMAS DE TELEVISIÓN - NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE
ISDB	INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING
DTMB	DIGITAL TERRESTRIAL/TELEVISION MULTIMEDIA BROADCASTING
COFDM	CODED ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING
OFDM	MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIAS ORTOGONALES
QPSK	MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE EN CUADRATURA
TS	TRANSPORT STREAM
BTS	FLUJOS DE TRANSPORTE DE BROADCASTING
FEC	FORWARD ERROR CORRECTION
ISI	INTERSYMBOL INTERFERENCE
TFT-LCD	PANTALLA GRÁFICA
HD	ALTA DEFINICIÓN
FI	FRECUENCIA INTERMEDIA
RS	REED SOLOMON
V	VOLTAGE
RF	FRECUENCIA DE REFERENCIA
W	VATIO
MHz	MEGA HERTZ

Db	DECIBELIO
FIFO	FIRST INPUT FIRST OUTPUT
C/N	RELACIÓN CANAL RUIDO
GND	TIERRA
LNB	BLOQUE DE BAJO RUIDO
CLK	CLOCK
PSYNC	SINCRONIZAR
BER	BIT ERROR RATE
CBER	BIT ERROR RATE AFTER FEC
VBER	BIT ERROR RATE LATER VITERBI
MER	MODULATION ERROR RATE
CAM	MÓDULO DE ACCESO CONDICIONAL
Mb	MEGA BITS
LM	LIMK MARGIN
QEF	QUASI ERROR FREE
BW	ANCHO DE BANDA
SR	SYMBOL RATE
BR	BIT RATE

RESUMEN

El objetivo principal del trabajo de titulación fue medir y evaluar parámetros de calidad en la recepción de señales en televisión digital satelital, fundamentado en el estándar DVB-S, definida para la trama de transporte MPEG-2. Debido a la insuficiente información y escasos estudios en esta área. Para el estudio se trabajó con el satélite Amazon 2, posee frecuencias en las bandas C, Ku y Ka, ubicado a 61° W, el transpondedor utilizado fue 11302H con polarización horizontal a una frecuencia central de 1552.97 MHz. El presente trabajo fue considerado una propuesta tecnológica, la misma que requirió de un estudio a través de la aplicación de métodos y técnicas de investigación básica/aplicativa. Respecto a la recolección de información sobre los materiales y equipos utilizados para el desarrollo del manual, fue imprescindible abordar la investigación descriptiva, ya que se detallaron los procesos a seguir. Se desarrolló un sistema de recepción en el cual se manipulo el equipo de última tecnología TV Explorer HD, acogiéndose a los valores establecidos para los parámetros de recepción para poder evaluar la calidad de la señal del canal digital en estudio. En la evaluación de parámetros se persiguió un estudio no experimental, identificando cada una de las características de dichos parámetros a través de la observación y las pruebas respectivas. Para la extracción de datos del equipo se utilizó el programa NetUpdate4, posteriormente fueron generadas ilustraciones en el software Matlab para una mayor comprensión. Concluyendo así que el canal digital escogido y el desarrollo del manual de prácticas permitieron evaluar y visualizar una satisfactoria calidad en la recepción de señales de televisión digital vía satélite. Se recomienda que a través de esta investigación se fomenten estudios más profundos sobre alguno de los temas aquí tratados y que facilite la comprensión de uno de los sistemas de comunicaciones más importantes "Tv Digital Satelital".

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <TELEVISIÓN DIGITAL>, <TRANSMISIÓN DE DATOS>, <CALIDAD DE SEÑAL DIGITAL>, <TV EXPLORER HD (HADWARE)>.

ABSTRACT

This research was developed for measuring and evaluating the quality parameters of the signals reception in digital satellite television based on digital video broadcasting -satellite (DVB-S) the same which was defined for the MPEG-2 transport frame due to lack of information and few studies in this area. It was applied the satellite Amazon 2 which has frequencies in the bands C, Ku and Ka located at 61 ° W. An 11302H transponder was also used with horizontal polarization at a central frequency of 1552.97 MHz. This research was considered as a technological proposal the same which required a study through the application of methods and techniques of a basic/application research. Regarding the data collection about the materials and equipment used for developing the manual, it was necessary to take into account the descriptive research for listing some processes to be followed. A receiving system was developed for which a TV Explorer High Definition (HD) of the latest technology was handled using the established values for reception parameters and thus evaluate the signal quality of the digital channel the same which is being studied. A non- experimental study was developed for the evaluation of parameters identifying its characteristic through the observation and tests. A NetUpdate4 program was applied for gathering data in order to generate illustrations in the Matlab software to gain a better understanding. Finally, it is concluded that the studied channel and the development of the practices manual allowed to evaluate and visualize an acceptable quality in the signals perceptions of digital television via satellite. It is recommended to foster further studies based on any of the topics discussed in this research and encourage a better understanding in one of the most important communications systems which is known as digital satellite television.

KEYWORDS: <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCE>, <TELECOMMUNICATIONS>, <DIGITAL VIDEO BROADCASTING-SATELLITE (DVB-S)>, <MOVING PICTURES EXPERT GROUP (MPEG-2)>, <MATLAB (SOFTWARE)>, <NETUPDATE4 (SOFTWARE)>, <DIGITAL TELEVISION VIA SATELLITE>, <TV EXPLORER HD (HADWARE)>.

INTRODUCCION

ANTECEDENTES

Los sistemas de televisión aparecieron a inicios del siglo XX, en 1925 el inventor escocés John Logie Baird efectúa la primera experiencia real utilizando dos discos, uno en el emisor y otro en el receptor, que estaban unidos al mismo eje para que su giro fuera sincrónico y separados por 2 mm (Tv mecánica). Las primeras emisiones públicas de televisión las efectuó la BBC en Inglaterra en 1927 y la CBS y NBC en Estados Unidos en 1930. En ambos casos se utilizaron sistemas mecánicos y los programas no se emitían con un horario regular. Las emisiones con programación se iniciaron en Inglaterra en 1936, y en Estados Unidos el día 30 de abril de 1939. Poco a poco la industria televisa se desarrolló rápidamente y con ella el aumento de los telespectadores, a pesar que los televisores en aquella época eran de pantalla pequeña y muy caros. Fue así que en 1937 comenzaron las transmisiones regulares de TV electrónica en Francia y en el Reino Unido, imponiéndose a la televisión mecánica debido al nivel de superioridad técnica. Estas emisiones fueron posibles por el desarrollo de los elementos en cada extremo de la cadena: el tubo de rayos catódicos y el iconoscopio.

En poco tiempo la televisión pasó de ser un invento de laboratorio a convertirse en un medio al alcance del público, a pesar de la paralización de su desarrollo y producción durante la primera guerra mundial, se retomó inmediatamente al finalizar la misma, permitiéndole ocupar un lugar entre los medios de comunicación masivos como la prensa y la radio.

Continúa su evolución con la época del color y tras ella la internalización del medio y sus contenidos, lo que impulsó el lanzamiento de los primeros satélites de comunicación y otras tecnologías como la distribución por cable.

La generalización de los satélites, unida a la digitalización de las señales, ha producido la multiplicación exponencial de canales, la fragmentación de audiencias y el surgimiento de nuevas formas de financiación: el abono mensual y el pago por visión. A este nuevo escenario se vino a añadir, desde la segunda mitad de los años 90, los cambios que traería aparejados la televisión digital terrestre (TDT).

Actualmente la televisión es el principal medio de comunicación masivo en el país y en el mundo entero, caracterizado por las telenovelas, series y noticieros. Se ha venido utilizando la tv

analógica en todos estos años, sin embargo con la aparición de la Tv vía satélite y por cable, hoy podemos gozar de las transmisiones que cada vez van evolucionando más.

La tv vía satélite es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla a una amplia zona geográfica por medio de satélites de comunicaciones, en contraste con la televisión terrestre, cuyas ondas no salen de la atmósfera, o la televisión por cable, basada en la transmisión a través de redes de fibra óptica y cable coaxial. Debido a la demanda de los usuarios de calidad, movilidad, interactividad, portabilidad y multiservicios, implica en que cada día sean más los telespectadores que se unen al uso de los servicios de la televisión vía satélite. Para ello se crearon los sistemas de Difusión de Video Digital DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) DVB-C (Digital Video Broadcasting-Cable) y DVB-S(Digital Video Broadcasting- Satellite).

Se prevé en un futuro no muy lejano el llamado “apagón analógico” en el todo el país y en el mundo entero, que consiste en el cese de las emisiones analógicas de los operadores de televisión alrededor del mundo, proceso que permitirá optimizar el espectro radioeléctrico e implementar nuevos servicios audiovisuales e interactivos con una programación diversa a través de este medio de comunicación. Muy pronto la población, empezará a acoger el lenguaje audiovisual como el modo de comunicación interpersonal, resultado de la convergencia de las telecomunicaciones.

Sin embargo, existe un aspecto de tipo económico que ha preocupado a casi todos los países que están trabajando en esta dirección, y es que el apagón analógico forzosamente implica el cambio de viejos receptores de televisión analógica por nuevos receptores de televisión digital, lo que significa una erogación económica que puede ser difícil en el caso de las familias con menos recursos en cada país. Una manera de resolver este problema para la población más necesitada sería el subsidio en la compra y distribución de decodificadores.

Tras el apagón analógico se hará una redistribución del espectro en cada región del país, agrupando de manera más eficiente los nuevos canales digitales en una porción del espectro y liberando las viejas frecuencias de canales analógicos para un uso diferente en otra porción del espectro que aún está en proceso de definición. Esta nueva porción del espectro liberado en cada región del país se considera una ganancia de espectro para otros usos y se conoce como dividendo digital, dado que puede apoyar nuevos servicios digitales y generar una fuerte suma de ingresos extra para toda administración pública, en nuestro país.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es necesario realizar un estudio a los procesos de medición y consecuentemente una evaluación de parámetros de calidad en la recepción de la señal de Televisión digital vía satélite?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

El problema nace de la insuficiente información y escasos estudios que se han presentado durante los procesos de medición en la señal de recepción enfocada a la TV Digital vía satélite. Se realizará un análisis de los parámetros de recepción basados en el estándar DVB-S, a la vez que se favorecerá con el desarrollo del manual para futuras prácticas e investigaciones en esta área.

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

❖ JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Desde el punto de vista teórico y basado en los conocimientos adquiridos, este proyecto se justifica; por cuanto a su realización enriquecerá la parte técnica referente a una correcta medición de los parámetros a estudiar en la señal de televisión digital vía satélite y su respectiva evaluación, además del desarrollo de un manual detallando cada uno de los procesos realizados.

❖ JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

El presente trabajo se realizará debido a que nos encontramos en un mundo globalizado, donde la tecnología nos abre grandes campos y con ella la innovación, los retos que se nos presentan como ingenieros son precisamente esos; buscar estrategias que nos permitan articular la tecnología con los diferentes campos de la vida, para nuestro caso nos hemos enfocado en la Recepción de Televisión digital vía Satélite, para obtener correctas mediciones de los parámetros de recepción

de señal. Así como el desarrollo de un manual en el cual se podrían basar los interesados en realizar estudios que abarcan esta área.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Medir y evaluar parámetros de calidad en la recepción de señales de televisión digital vía satélite fundamentado en el estándar DVB-S, utilizando el equipo TV Explorer HD.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Realizar una revisión bibliográfica de los conceptos relacionados con la recepción de Televisión digital vía satélite, constitución del sistema receptor y las operaciones que involucra el estándar DVB-S.
- ❖ Manipular el equipo TV Explorer HD, para la comprensión de su funcionamiento mediante el análisis de las señales que intervienen en los diferentes procesos.
- ❖ Medir y evaluar los parámetros de calidad en la recepción de televisión digital vía satélite, basados en el estándar DVB-S.
- ❖ Desarrollar un manual especificando detalladamente cada uno de los procesos a seguir para la correcta medición de los parámetros de recepción.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Televisión Analógica

La televisión analógica (TVA) es el método tradicional de transmitir y sintonizar las señales de televisión, consiste en la radiodifusión unilateral de programas de televisión a partir de una estación televisiva ubicada en la tierra. “La transmisión puede ser efectuada por medio de ondas de radio, por cable, por satélite o IPTV.” (García, 2013, p.4)

1.1.1. *Formatos/ Sistemas de Televisión Analógica.*

1.1.1.1. *PAL (Phase Alternation Line).*

Línea Alternada en Fase, surgió con el fin de mejorar la calidad y reducir los defectos en los tonos de color que presentaba el sistema NTSC. PAL utiliza un formato de vídeo de 625 líneas por cuadro (un cuadro es una imagen completa, compuesta de dos campos entrelazados) y una frecuencia de actualización de 25 imágenes completas por segundo, entrelazadas.

La mayoría de los países europeos eligieron el sistema PAL por ser más robusto que el formato NTSC. El único aspecto en el que NTSC es mejor al PAL es en evitar la sensación de parpadeo que se puede apreciar en la zona de visión periférica cuando se mira la TV en una pantalla grande (superior a 21 pulgadas), porque la frecuencia de actualización es mayor (30Hz en NTSC frente a 25Hz en PAL). (Caiza, D. y Pérez, J., 2011, p.20)

1.1.1.2. *SECAM (Séquentiel Couleur à Mémoire).*

Color secuencial con memoria es un sistema para la codificación de televisión en color analógica, utilizado por primera vez en Francia. Se basa en la transmisión de una señal monocromática que transmite la luminancia complementada con una segunda señal que porta la información del color.

1.1.1.3. NTSC (National Television System Committee).

Comisión Nacional de Sistemas de Televisión es el sistema de codificación y transmisión de televisión a color analógica, desarrollado en Estados Unidos (EE.UU) en 1940, este formato se emplea por la mayor parte de América, Japón entre otros países.

En 1953 el estándar es modificado dando lugar a un nuevo formato denominado: NTSC-M, el cual es usado por Ecuador para brindar el servicio de televisión terrestre, este estándar trabaja con una resolución de 525 líneas, frecuencia de actualización de 30 imágenes completas por segundo, 6 MHz de ancho de banda, garantizando la compatibilidad entre sistemas B/N (blanco y negro) y a color.

1.1.2. Transmisión de video y audio.

Una señal de televisión analógica está compuesta por una señal portadora de vídeo y una de audio, la señal de imagen contiene a las componentes de color RGB (Red, Green, Blue), que por razones de compatibilidad con la televisión a Blanco y Negro, se encuentran en la Luminancia (Y), la misma que representa el brillo de la escena que se transmite.

Un valor mínimo “0” equivale a un color negro y un valor máximo “1” representa una imagen totalmente blanca. En cuanto a la señal de audio es montada sobre una portadora a 4.5 MHz de la portadora de video, además de ser modulada en FM, puede ser de tipo estéreo/bilingüe analógico (dos portadoras) o de tipo estéreo/bilingüe digital con modulación QPSK.

La Figura 1-1 muestra los componentes de la señal de audio y video de televisión dentro de los 6 MHz de ancho de banda de un canal de televisión analógico.

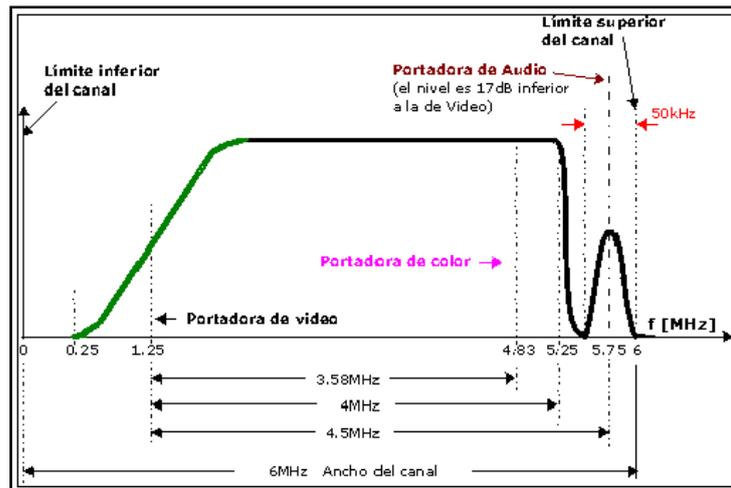


Figura 1-1 Ancho de banda de un Canal Analógico.

Fuente: Recuperado de http://www.oocities.org/ar/raggio_tv/01TV-sintesis_Ex1.htm

En un canal de 6 MHz, la portadora de video principal está a 1.25 MHz del límite inferior con dos bandas laterales, una vestigial de 0.75 MHz y otra completa de 4.25 MHz, La portadora de sonido a 0.25 MHz abajo del límite inferior, las portadoras de video y audio siempre tienen una separación de 4.5MHz. La subportadora de color está ubicada a 3.57 MHz por encima de la portadora de video.

1.2. Televisión Digital (TVD).

La televisión digital es un conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. En contraste con la televisión tradicional que codifica los datos de manera analógica, con la TVD señales se codifican de forma binaria, habilitando la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, de crear aplicaciones interactivas y de la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes.

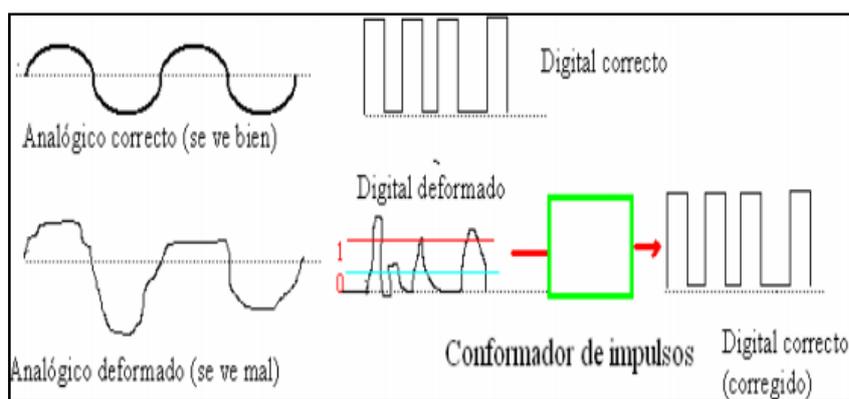


Figura 2-1 Codificación de las señales de Televisión Digital

Fuente: Televisión Analógica a Digital. 2011, p.28

TVD puede ser utilizada para proporcionar múltiples opciones de programación, denominada “multidifusión”, servicios interactivos de vídeo y datos, también permite la transmisión de varios programas de la TV al mismo tiempo llamado "multicasting."

Existen diferentes formas de TVD, que dependen del medio y el modo de transmisión, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Televisión digital terrestre (TDT)
- Televisión digital por Cable
- Televisión digital por Satélite

1.2.1. Medios de transmisión

1.2.1.1. Televisión Digital Terrestre (TDT)

Se la define como un formato televisivo que utiliza la codificación binaria para la emisión, transmisión y recepción de señales televisivas, habilitando beneficios tales como una mejor calidad de video y sonido, interactividad, conectividad, multiprogramación, movilidad, etc.

La TDT es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego ser transmitida por medio de ondas hertzianas terrestres. Éstas se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben a través de antenas UHF convencionales, que se ubican

en las edificaciones y visualizado por medio de televisores preparados para recibir la señal digital o mediante cajas decodificadores acoplados a televisores analógicos. (Naranjo. et al., 2002, p.30)



Figura 3-1 Transmisión de señal de TDT.

Fuente: Pérez, Marta. 2013.

1.2.1.2. *Televisión Digital por Cable*

La infraestructura que se encuentra actualmente implementada para las redes de televisión por cable (CATV) o redes HFC (Red Híbrida Fibra-Coaxial) como son las de TV CABLE en nuestro país, las cuales están impulsadas por la necesidad de transmitir volúmenes más grandes de información. Debido al interés de integrar voz y datos, mayor interoperabilidad, el logro de soluciones efectivas y la expansión del mercado es que las compañías actuales tienden a la integración de estos servicios.

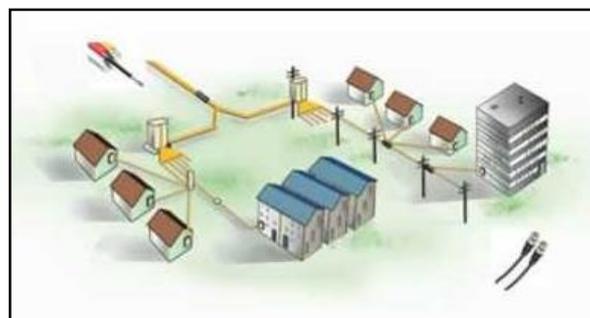


Figura 4-1 Televisión Digital por Cable

Fuente: Sistema de Televisión por Cable. 2010, p.6

1.2.1.3. Televisión Digital por Satélite

Es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal de televisión, para luego transmitirla a una amplia zona geográfica por medio de satélites de comunicaciones, cuyas ondas no salen de la atmósfera, basada en la transmisión a través de redes de fibra óptica y cable coaxial. Se divide en dos tramos claramente diferenciados:

- Enlace ascendente o *uplink*: el centro emisor envía las señales de televisión al satélite utilizando grandes antenas parabólicas.
- Enlace descendente, o *downlink*: el satélite retransmite la señal de televisión recibida hacia su zona de cobertura sobre la superficie de la tierra, utilizando una banda de frecuencias diferente a la del enlace ascendente, para evitar interferencias.

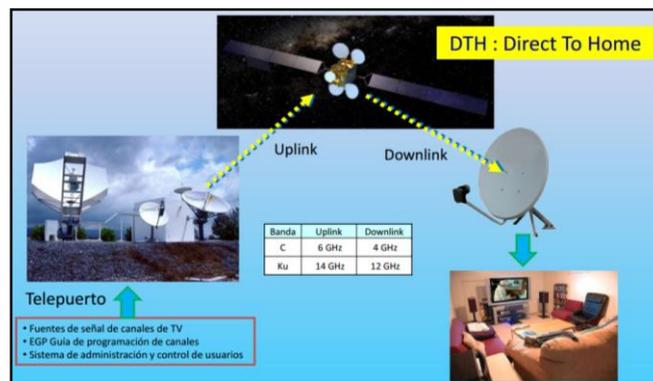


Figura 5-1 Componentes de un Sistema de Televisión Satelital

Fuente: DTH (Direct To Home) televisión satelital 2011, p. 9.

1.2.1.3.1. Parámetros de televisión Digital por Satélite

Los parámetros más importantes para la recepción de TV por satélite son los siguientes:

- Posición orbital
- Banda de frecuencias
- Polarización

- Potencia emitida (PIRE)
- Modulación

Posición orbital

Los satélites de teledifusión son geoestacionarios respecto a cualquier punto de la tierra. Esta condición la consiguen al estar posicionados a lo largo de la órbita de Clarke. La órbita de Clarke es paralela al ecuador de la tierra y se encuentra a una distancia de 35.806 Km de la misma.

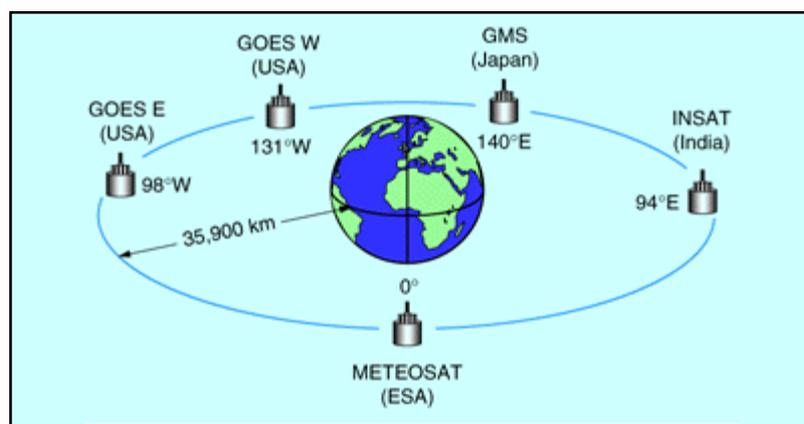


Figura 6-1 Satélites en la Órbita Geoestacionario

Fuente: Eduspace, 2017. Recuperado de:
http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEMXM3E3GXF_0.html.

Dado que un satélite es estacionario respecto a cualquier punto de la tierra, puede definirse su posición orbital como el ángulo subtendido en el centro de la tierra, entre un punto de referencia en el ecuador y el satélite. Este ángulo se mide como la diferencia de longitud entre el punto de referencia (meridiano de Greenwich) y el punto donde la línea recta que une el centro de la tierra y el satélite corta al ecuador.

Banda de frecuencias

Aunque los primeros satélites de comunicaciones que se utilizaron en Estados Unidos para transmitir señales de TV emplearon la banda C, hoy en día los satélites con cobertura Europea utilizan parte de la banda Ku, concretamente desde 10,7 GHz a 12,75 GHz.

Polarización

Para ampliar la capacidad de canales que se pueden transmitir por cada una de estas bandas, se recurre al concepto de polarización. La polarización es una característica intrínseca de las ondas electromagnéticas y se define como la trayectoria descrita por el vector de campo eléctrico asociado a la onda en propagación.

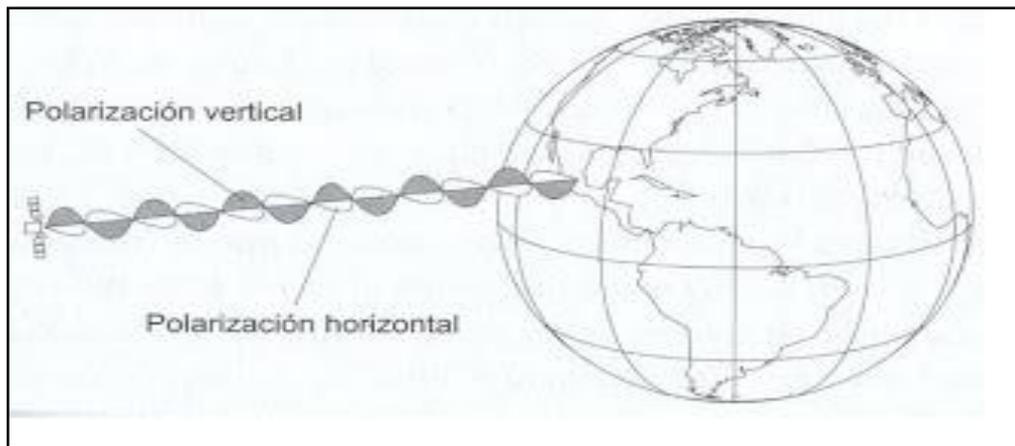


Figura 7-1 Polarización Lineal

Fuente: Propagación de Ondas, 2012 Recuperado de:
<http://propagaciondeondascom1.blogspot.com/2012/11/polarizacion-electromagnetica.html>

Potencia emitida (PIRE)

La potencia emitida por el satélite siempre se da en términos de PIRE o Potencia Isotrópica Radiada Efectiva. La PIRE representa la potencia que debería radiar una antena isotrópica para obtener en un punto determinado del espacio, la misma excitación que conseguimos con la antena del satélite.

Como la señal emitida por la antena del satélite, debe recorrer un largo camino hasta llegar a la antena receptora sufre una atenuación muy importante. Las principales pérdidas son debidas al espacio libre y dependen de la distancia recorrida y de la frecuencia.

Modulación

Para poder visualizar un canal cualquiera de la señal de TV procedente de un satélite en un televisor convencional ésta ha de ser previamente demodulada, mediante el receptor

correspondiente. Es importante destacar que gran parte de los programas transmitidos por los satélites utilizan un sistema de encriptación y para poder acceder a éstos es necesario pagar una cuota mensual y poseer el decodificador alquilado por la empresa operadora.

1.2.2. Estándares de transmisión

1.2.2.1. ATSC. (Advanced Television Systems Committee)

Designado también como DTV (Digital Televisión). Fue el primer sistema de televisión digital y fue adoptado por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de los Estados Unidos en noviembre de 1993. A la fecha de escribir esto ha sido adoptado en los Estados Unidos, Canadá, México y Corea del Sur. (Constantino Pérez, 2007, p.1)

1.2.2.2. DVB (Digital Video Broadcasting)

Es un organismo que fue desarrollado en Europa, regula y propone los procedimientos para la transmisión de señales de televisión digital compatibles. Ha elaborado distintos estándares en función de las características del medio de transmisión. Los estándares utilizados en la actualidad son: por cable es DVB-C el cual fue adoptado en 1994, por satélite será DVB-S adoptado en 1995 y la terrestre cuyo estándar es DVB-T adoptado en 1994.

Recientemente se han desarrollado DVB-S2, para transmisión más eficiente por satélite que su antecesor y DVB-H, para transmisión terrestre, más robusta, con el que pretende que la recepción por equipos portátiles de “bolsillo” y móviles con reducida capacidad de procesador. También está en desarrollo una versión mejorada de DVB-T (DVB-T2). El estándar DVB-T ha sido adoptado en más de cuarenta países en el mundo de los que en buena parte se mantienen ya transmisiones regulares de televisión digital, paralelamente con las de televisión analógica.

Estas versiones distintas de estándares adoptan el modelo MPEG-2 para los procedimientos de codificación de las fuentes de vídeo y audio, y también para los procedimientos de multiplexación y sincronización de las señales comprimidas en tramas de transporte.

1.2.2.3. ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting)

Desarrollado en Japón y similar, en algunos aspectos a DVB. Contempla también versiones para satélite (ISDB-S), cable (ISDB-C) y terrestre (ISDB-T). Las transmisiones en este estándar comenzaron en diciembre de 2003 y tiene ciertas características que lo hacen más flexible que DVB. (Constantino Pérez, 2007, p.1)

1.2.2.4. DTMB (Digital Terrestrial/Television Multimedia Broadcasting)

Desarrollado en la República Popular China, aprobado en agosto de 2007, con características diferentes a los otros estándares tanto en el sistema de modulación como de codificación de canal y en el que se funden dos estándares previos también desarrollados en China, ADTB-T, similar al ATSC y desarrollado en la Universidad de Jiaotong de Shanghai y el DMB-T en la Universidad Tsinghua de Beijing. (Constantino Pérez, 2007, p.1)

1.3.1 Digial Video Broadcasting by Satellite (DVB-S) .

Es la norma de primera generación para la radiodifusión de video digital por satélite y fue introducido como estándar en 1994. Su modulación específica es QPSK, la codificación de canal Reed-Solomon y actualmente es usado por la mayoría de operadores mundiales de satélite para servicios de televisión y radiodifusión de datos.

Especifica la adaptación de la trama de transporte (MPEG-2 TS), básicamente por medio de la codificación de canal, permitiendo incorporar protecciones frente a errores de transmisión y el empleo de un sistema de modulación adecuado a las características del medio utilizado en este caso satélite.

El sistema DVB-S, parte de la trama de transporte proporcionada por el módulo de multiplexación (MPEG-2 Systems).

1.3.2. *MPG-2 Systems*

Es un estándar que realiza procedimientos de codificación de las fuentes de vídeo y audio, y también para los procedimientos de multiplexación y sincronización de las señales comprimidas en tramas de transporte.

1.3.2.1. *Trama Elemental (Elementary Stream o ES).*

Es una trama de bits continua, es decir flujos de datos digitales que resultan de los principios generales de los proceso de compresión de la secuencia de vídeo digital, se le denomina trama elemental. Un programa ya comprimido de televisión constará de varias ES como:

- ES Audio, Elementary Stream Audio,
- ES Video, Elementary Stream Video,
- ES Data, Elementary Stream Data: datos de usuario

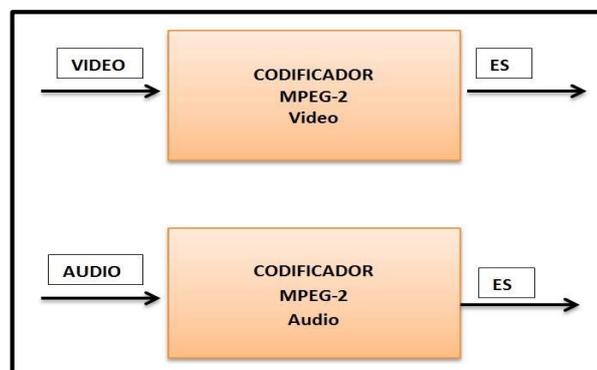


Figura 8-1 Trama elemental (ES) mediante la codificación de la fuente.

Fuente: Padilla. T.,Vega. M. 2017

La trama elemental contiene la información relativa a cómo se ha realizado la codificación del vídeo, pero no posee información precisa de cómo sincronizar el vídeo con el audio y con los datos adicionales.

Es una trama de bits continua, que sólo aporta información sobre las imágenes de un determinado programa y que, por lo tanto, debe intercalarse con datos de audio y, en el caso de difusión digital, también deberá multiplexarse con otros programas.

1.3.2.2. Estructura del Paquete Elemental (Packetized Elementary Stream)

La agrupación de los paquetes elementales, convierten el flujo continuo de información de la ES en bloques discretos, que permiten un mejor control de transmisión o almacenamiento. A esta agrupación de paquetes ES se denomina PES (Packetized Elementary Stream) y se define para cada uno de los posibles tipos de señal, es decir, vídeo, audio y datos.

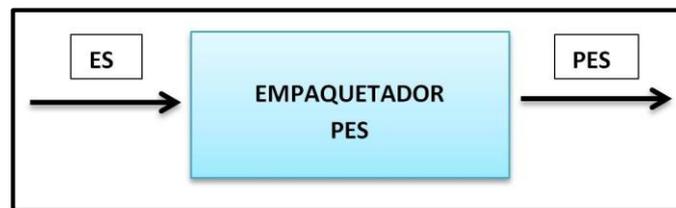


Figura 9-1 Conversión de una ES en un PES.

Fuente: Padilla. T.,Vega. M. 2017

Cada paquete elemental se compone de una cabecera y los datos (payload). La cabecera consta de un código de inicio de paquete y un código que identifica si la información del paquete corresponde a señal de vídeo, audio o datos.



Figura 10-1 Estructura paquete elemental o paquete PES

Fuente: Padilla. T.,Vega. M. 2017

- **Código de inicio** es una palabra fija de 24 bits (3 bytes) que toma el valor “00 00 01” en hexadecimal.
- **Identificador de la trama** es una palabra de 8 bits (1 byte), de los cuales los 4 primeros bits indican si se trata de una trama de vídeo, audio o datos; y los otros 4 bits asignan un número entero para identificar cada una de las secuencias.

El tamaño total del paquete PES es variable y depende de la aplicación a la que se destina, la cabecera nos indica la longitud del paquete en bytes mediante un campo de 16 bytes a 64 kbytes.

En algunos paquetes se envía una cabecera opcional que contiene diversos tipos de datos como los códigos o identificadores PTS y DTS, aunque por lo general no se encuentran en todos los paquetes, son de suma importancia ya que se utilizan como unidades de sincronización entre la información de vídeo y de audio. Sin ellos, sería imposible obtener un buen sincronismo entre el sonido y movimiento de los labios de la fuente de vídeo.

- El **PTS** (*Presentation Time Stamp*), es una referencia temporal del orden de presentación de los fotogramas
- El **DTS** es una referencia del orden de decodificación. Cuando se trata de PES de audio o datos, ambos índices coinciden.

1.3.2.3. Trama de transporte (*Transport Stream o TS*)

Es una secuencia de paquetes de 188 bytes de longitud que transportan información de vídeo, audio o datos. Cada uno de los paquetes lleva una cabecera que identifica la información que transporta y su posición en la secuencia original, los paquetes no tienen que transmitirse en orden sino que pueden estar mezclados.

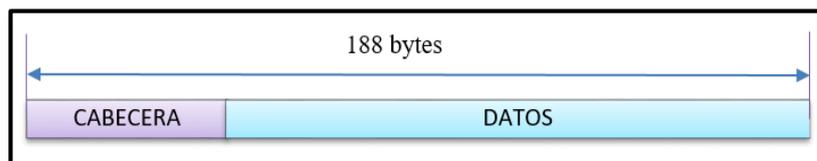


Figura 11-1 Estructura Simplificada de un Paquete de Transporte

Fuente: Padilla. T., Vega. M. 2017

Los paquetes de transporte son más cortos en referencia a los paquetes PES, se utilizan para transportar toda la información de los PES de audio, vídeo y datos de los programas contenidos en la trama de transporte.

No existe un orden específico en que los paquetes de transporte, tan solo debe respetarse el orden cronológico de los paquetes de transporte pertenecientes a un mismo flujo elemental.

En la trama de transporte también se incorporan paquetes de transporte que contienen información sobre el servicio, así como paquetes de transporte nulos que se emplean para mantener un flujo de datos constante en la trama de transporte.

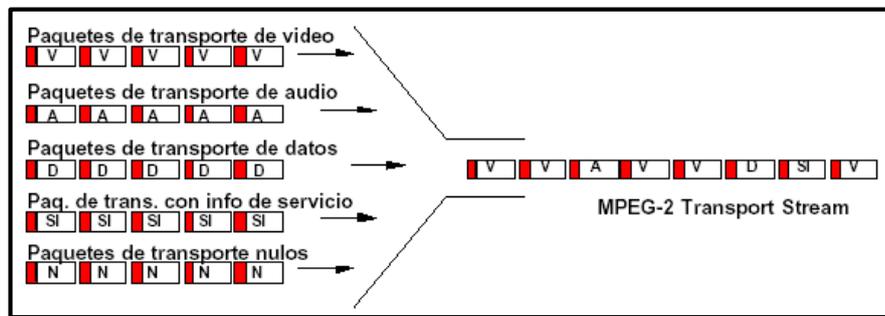


Figura 12-1 Conformación de la trama de transporte

Fuente: Sistemas de telecomunicación, (STEL) 2007 Recuperado de: http://ocw.upm.es/teoria-de-lasenal-y-comunicaciones-1/sistemas-de-telecomunicacion/Contenidos/Apuntes/6_distribucion_video_por_satelite.pdf

Para aumentar la flexibilidad los paquetes de transporte pueden utilizarse la cabecera extendida, que permite proporcionar información adicional, este reduce la carga de datos PES del paquete de transporte, manteniendo siempre su longitud total constante.

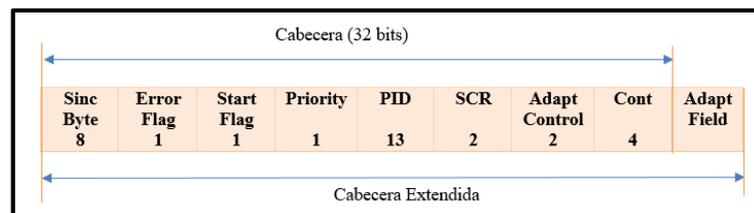


Figura 13-1 información de cabecera Paquete de Transporte

Realizado por: Padilla. T.,Vega. M. 2017

- **Byte de inicio** o sincronismo, de paquete contiene el código hexadecimal 47.
- **Flag de error** se activa cuando se ha producido un error en las etapas previas.
- **Flag de inicio** se utiliza para indicar que este paquete contiene el inicio de un paquete PES.
- **Prioridad** de la trama de transporte únicamente admite los valores altos y bajos (1 bit).
- **PID** (*Packet Identification code*) para identificar cada una de las secuencias PES que componen la trama de transporte, mediante un código de 13 bits. En el receptor un demultiplexor deberá examinar este código en las cabeceras de entrada y proporcionar al decodificador todos los paquetes que correspondan a la trama PES que se pretende decodificar.
- **Contador secuencial** (*Continuity Counter*) ayuda al decodificador se incluye un código de 4 bits que se incrementa para cada nuevo paquete con un mismo PID, de forma que pueden detectarse pérdidas de paquetes, repeticiones o alteraciones del orden.
- **Control de adaptación** (*Adaptation Control*) se utiliza en la cabecera extendida se indica mediante los bits de que la cabecera tiene una longitud más larga de lo normal.

1.3.3. Sistema de Difusión de TV Digital (DVB-S)

Define la adaptación de la trama de transporte, fundamentalmente mediante la codificación de canal que permite incorporar protecciones frente a errores de transmisión y el empleo de un sistema de modulación adecuado a las características del medio utilizado en este caso satelital.



Figura 14-1 Trama de Transporte

Realizado por: Padilla. T., Vega M. 2017

Sobre la trama de transporte se efectúan diversas operaciones cuyo objetivo es proteger a la señal y adecuarla a las características del medio de transmisión en este caso vía satélite, mediante las siguientes etapas:

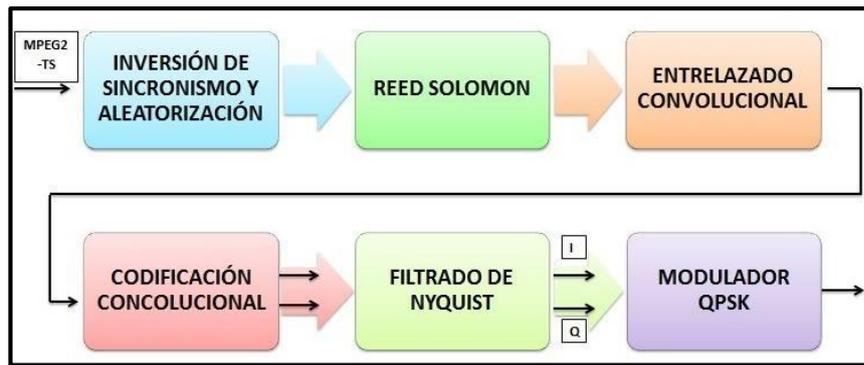


Figura 15-1 Etapas de bloques Transmisión DVB-S

Realizado por: Padilla. T., Vega. M. 2017

Para poder recuperar la trama de transporte que soporta la información de los programas de televisión en formato MPEG-2 y el resto de servicios digitales, en el receptor se efectúan de forma inversa las operaciones como se muestra en la figura.



Figura 16-1 Etapas de bloques Recepción DVB-S

Realizado por: Padilla. T., Vega. M. 2017

1.3.3.1. Inversión de los bits de sincronismos.

En uno de cada ocho paquetes de la trama de transporte. Cada paquete de la trama de transporte es de 188 bytes, lo que significa que la inversión de signo en los bits de sincronismo se repite cada 1.504 bytes.

1.3.3.2. Aleatorización de la trama resultante

Garantiza que las características estadísticas de los datos sean prácticamente aleatorias. La aleatorización es adquirida mediante una suma OR exclusiva entre la secuencia de datos y una secuencia obtenida mediante un generador por registros de desplazamiento. La secuencia aleatoria se reinicializa cada 8 paquetes de la trama de transporte.

1.3.3.3. Adición de un código de detección y corrección de errores de Reed-Solomon.

Denominado también como código externo²⁸, es común en los diversos estándares del DVB. Introduce 16 bytes de redundancia para cada paquete de 188 bytes.

Codificación Reed-Solomon

Para un alto porcentaje en la corrección de errores introducidos por el medio de transmisión, es necesario introducir una redundancia en la estructura de los paquetes de transporte permitiendo la detección y, en cierto punto, el corregir estos errores; este proceso se conoce como “codificación”.

La codificación externa empleada es la **Reed-Solomon**, mediante la cual se añaden 16 bytes de paridad a los 188 bytes de cada paquete de transporte, resultando un total de 204 bytes. En estas condiciones pueden corregirse hasta un total de 8 bytes erróneos. Por encima de 8 bytes erróneos, el paquete de transporte se marcará como erróneo e incorregible por el decodificador de canal.

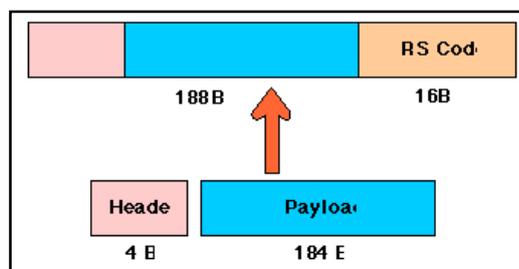


Figura 17-1 Codificación Reed-Salomon

Fuente: MPG-2 Transmissions 2001, p.5.

1.3.3.4. Aplicación de un entrelazado convolucional.

Su objetivo es dispersar las ráfagas de errores de canal. Por medio del entrelazado externo, al producirse una ráfaga de errores, debido a un desvanecimiento del canal, estos errores afectarán a distintos paquetes y, probablemente podrán eliminarse usando las propiedades correctoras de los códigos interno y externo.

Entrelazado Convolutional

Este entrelazado permite aumentar la eficacia de la codificación Reed-Solomon. A fin de repartir en el tiempo los errores introducidos por el medio de transmisión, que a menudo es producido por medio de ráfagas que afectan a varios bytes consecutivos, excediendo de esta forma la capacidad de corrección del código Reed-Solomon (8 bytes por paquete), se procede a un “entrelazado” temporal de los bytes afectando su orden de transmisión.

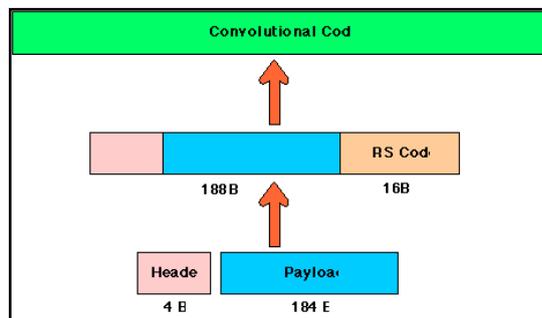


Figura 18-1 Codificación Convolutional

Fuente: MPG-2 Transmissions 2001, p.5.

1.3.3.5. Inserción de un segundo código protector de errores.

Este código, denominado código interno, es de naturaleza convolutional. No está fijado de antemano el grado de redundancia que introduce éste código y puede ser configurado por el operador para adaptarse a las características del sistema que desee utilizar ya sea para potencia de transmisión, tamaño de las antenas transmisoras y receptoras, tasa de datos disponible, etc.

1.3.3.6. Filtrado de Nyquist

Tiene como objetivo limitar el ancho de banda de las señales aplicadas al modulador y reducir la interferencia intersimbólica (ISI). Cuyos flujos digitales, evidentemente, son una distribución de impulsos rectangulares que representan “0” y “1”. Sin un filtrado previo, el espectro de los flujos de datos es infinito, lo que implica teóricamente una banda de paso infinita para su transmisión, lo cual, no es viable.

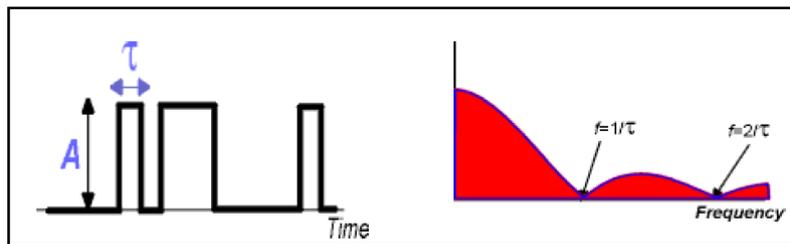


Figura 19-1 Espectro individual de un impulso rectangular

Fuente: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting 2005, p. 100.

Por lo cual conviene aplicar un filtrado, para limitar la banda de paso, el cual se escoge de modo que optimice las características del medio de transmisión.

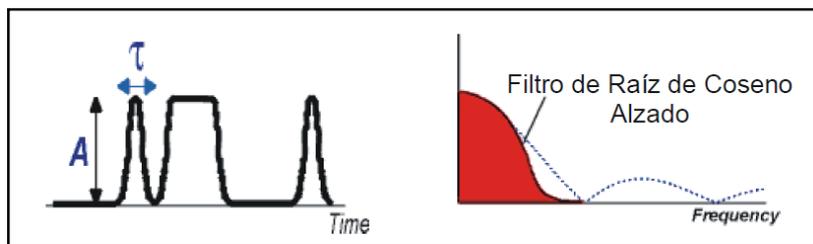


Figura 20-1 Limitación de la banda de paso

Fuente: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting 2005, p. 101.

1.3.3.7. Modulación de la portadora mediante QPSK

En la modulación Quadrature Phase Shift Keying, las diferentes fases que puede tomar las portadoras conocidas como símbolos, están determinadas por dos bits, por lo que cada dos bits generan un símbolo, como las combinaciones posibles de dos bits son cuatro se originarán cuatro símbolos posibles. Debido a que cada símbolo contiene 2 bits la velocidad de símbolo denominado symbol rate, el cual es expresado en baudios o símbolos/segundo, será la mitad de la velocidad del flujo de datos (bitrate).

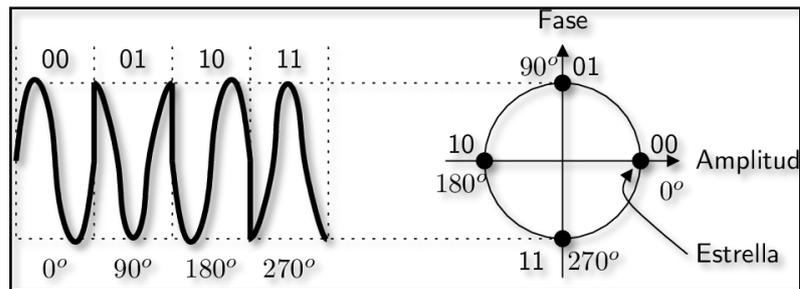


Figura 21-1 Modulación Q-PSK y Representación de la Constelación

Fuente: The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting 2005, p. 84.

1.3.3.8. Relación entre Bitrate, Symbol Rate y Ancho de Banda.

Según el modo a utilizar consta de un número estandarizado de portadoras en cada símbolo OFDM, no todas las portadoras están moduladas por los datos procedentes de la codificación de canal. Llamando BRT al flujo binario total transportado por las portadoras útiles para datos, éste estará dado por:

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Metodología de la Investigación

2.1.1. *Tipo de investigación.*

La presente investigación es considerada una propuesta tecnológica, la misma que requiere además de un estudio a través de la aplicación de métodos y técnicas de investigación básica/aplicativa.

Para recolectar información sobre los materiales y equipos a utilizar para el desarrollo del diseño del manual, fue imprescindible abordar la investigación descriptiva, ya que se describió detalladamente los procesos a seguir para una correcta medición de los parámetros de la señal de TV digital vía satélite.

Para la evaluación de parámetros de recepción de la señal satelital, se persiguió un estudio no experimental, puesto que se detalló sobre un sistema; identificando cada una de las características a través de la observación y las pruebas respectivas, además de servir como análisis y documentación.

2.1.2. *Método de investigación.*

El método que se empleó para el presente estudio fue el Método de la Medición, ya que fue necesaria la atribución de valores numéricos a los parámetros de calidad en la recepción de la señal de televisión vía satélite para posteriormente evaluarlas y representarlas adecuadamente. A través del cual se aplica y desarrolla una serie de pasos como:

- a. Manipulación del equipo TV Explorer HD, para la comprensión de su funcionamiento mediante el análisis de las señales que intervienen en los diferentes procesos.
- b. Descripción de los mandos, elementos, conexiones y ajustes necesarios de los parámetros del monitor y de volumen, así como la selección y configuración del modo de operación y tipo de señal.
- c. Constatación de la frecuencia de sintonía o frecuencia central del canal para luego efectuar las diversas operaciones con la finalidad de proteger a la señal y adecuarla a las características del medio de transmisión que se utilizará (satélite), mediante las siguientes etapas: Comprensión audio/video MPEG-2, Multiplexación y entramado, Inversión de los bytes de sincronismo, Codificador Reed Solomon, Entrelazado, Codificador convolucional, Modulador QPSK, Etapa de potencia.
- d. Obtención de los datos de medición de los parámetros de calidad en la recepción de televisión digital vía satélite.
- e. En base a la información obtenida se evaluó y analizó los parámetros de calidad, basados en el estándar DVB-S.
- f. Por último se procedió a desarrollar el manual especificando detalladamente cada uno de los procesos a seguir para la correcta medición de los parámetros de recepción.

2.1.3. Técnicas de investigación.

Con el fin de recopilar información necesaria para conocer los fundamentos en los parámetros de calidad en las señales de recepción de televisión satelital, se hará uso de las siguientes técnicas de investigación:

- ✓ **Observación:** Para la medición y recolección de datos nos trasladamos a un área libre de obstrucciones, permitiendo localizar la óptima posición del satélite por medio de la antena y conjuntamente el correcto funcionamiento del equipo.

Dejando así la observación como la primera técnica que se ejecutó.

- ✓ **Fichaje:** Consistió en registrar los valores medidos que se fueron obteniendo, mediante fichas pre-elaboradas donde se detallaron los campos de los parámetros, los cuales fueron evaluados y analizados.

A través de la búsqueda bibliográfica, se realizó la revisión y manipulación del equipo TV Explorer HD, sus características y modos de funcionamiento. La información en la cual se sustenta la investigación, fue recopilada mediante la documentación a partir de material bibliográfico de tesis, normas, publicaciones entre otros.

2.2. Herramientas/Instrumentos.

2.2.1. *Satélite Amazon 2*

El satélite Amazon 2 fue lanzado el 01 de Octubre de 2009, con perspectiva de vida de 15 años se encuentra ubicado en la posición orbital 61° al Oeste ofreciendo cobertura a todo el continente americano, y es utilizado en Ecuador por la empresa estatal Cnt TV y Claro TV Satelital.

Para definición estándar emplea modulación QPSK y para codificación emplea MPEG- 2, mientras que el estándar de transmisión empleado es el DVB-S. Para alta definición emplea modulación 8PSK y para codificación emplea MPEG-4, mientras que el estándar de transmisión empleado es el DVBS2.

Tabla 1-2 Especificaciones técnicas Satélite Amazon 2

DESCRIPCIÓN	AMAZON 2
<i>Posición Orbital</i>	61° Oeste
<i>Cobertura</i>	Continente Americano entero
<i>Los Transpondedores</i>	64 Transpondedores (54 Ku, 10C)
<i>Ancho de Banda</i>	36 MHz (Ku) y 54 (C)
<i>Potencia Disponible</i>	15,1 KW
<i>Modulación</i>	QPSK (SD) – 8PSK(HD)
<i>Codificación</i>	MPEG2 (SD) – MPEG4 (HD)
<i>Estándar</i>	DVB-S (SD) – DVB-S2 (HD)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

2.2.2. Sistema de Recepción DVB-S

2.2.2.1. Unidad de control

El funcionamiento de los componentes en la estructura del receptor de DVB-S está coordinado por un microcontrolador. Este es el “cerebro” del equipo, debido a que gestiona todos los bloques del equipo mediante una serie de señales de control generadas a partir de las órdenes provistas por el usuario, por medio del teclado o el mando a distancia.

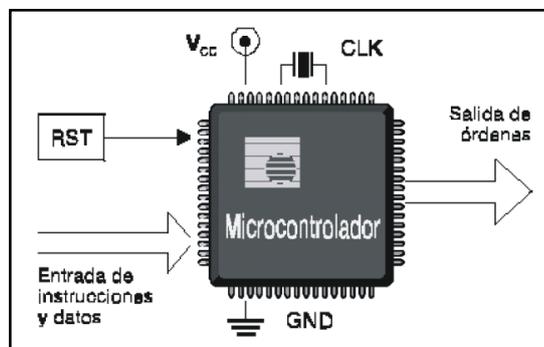


Figura 1-2 Microcontrolador receptor DVB-S

Fuente: Entrenador Universal de Televisión Digital 2012, p.280.

2.2.2.2. Control LNB

El LNB permite recibir la señal satelital de cada transponedor, amplificarla y convertirla en una señal de menor frecuencia para después ser enviada al decodificador.

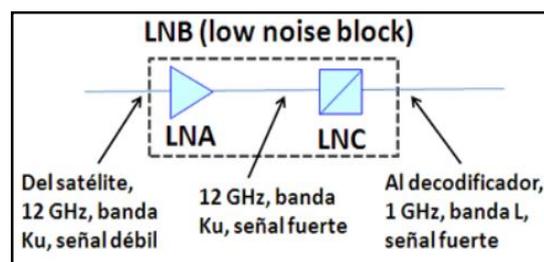


Figura 2-2 Bloque de Bajo Ruido

Fuente: DTH(Direct To Home)Televisión Satelital 2011, p31.

Dentro de esta etapa se delega, en base a las órdenes recibidas de la unidad de control o microcontrolador, permite controlar el LNB utilizando el cable coaxial de la antena como vehículo. Por lo general, la selección de la polaridad se efectúa modificando la tensión de alimentación del LNB. Al inyectar 13 V en el cable de antena se indica al LNB que seleccione la polaridad vertical (o circular a derechas) y con 18 V que será una polaridad horizontal (o circular a izquierdas).

Normalmente, la selección de la banda, se realiza incorporando un tono de 22 kHz en el cable de antena. En ausencia del tono el LNB traslada a la frecuencia intermedia la banda baja (10,700 a 11,750 GHz) y en presencia del tono la banda alta (11,750 a 12,750 GHz)

La Figura 24-2 muestra los circuitos de sintonización, demodulación y control LNB.

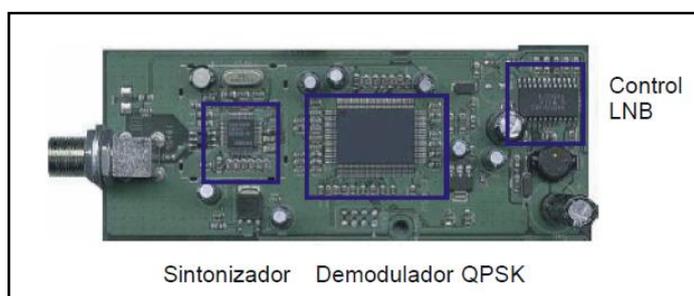


Figura 3-2 Control LNB

Fuente: Entrenador Universal de Televisión Digital 2012, p.282

2.2.2.3. Fuente de alimentación

El voltaje suministrado mediante la línea de alimentación de 230 VAC, no es el adecuado para los circuitos del receptor de DVB-S. Para ello es necesario adicionar una etapa, conocida como fuente de alimentación, encargada de recibir la energía de la línea y de suministrar los niveles adecuados, y perfectamente regulados, para los circuitos del equipo. Esta etapa también es encargada de generar las tensiones de alimentación del LNB, que oscila entre los 13 y 18 V.

2.2.3. *Instalación de la Unidad Externa*

2.2.3.1. *Antena parabólica off-set*



Figura 4-2 Antena Parabolica Off-Set

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Antena parabólica off-set de 80Cm Televes. Fabricada en acero galvanizado y lacado en blanco, cuenta con una ganancia de 38dBis. Soporte para LNB con cuello de bocina de 40mm, resistentes a los rayos ultra violeta.

Tabla 2-2 Características técnicas Antena Off-Set

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CARACTERÍSTICAS
Tamaño	800mm
Ganancia	39 dB
Ancho de banda	10.7-12.75 Ghz
Ángulo offset	26.5°
Espesor	0.6 mm
Ángulo de elevación	10-60°
Presión de viento	800-1100 N/m ²
Velocidad de viento	130-150 km/h

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

2.2.3.2. LNB Universal TWIN



Figura 5-2 Coversor LNB

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

LNB Twin Televes se utiliza para la recepción de todos los satélites, trabaja conjuntamente con antenas parabólicas Off-set, incluye dos salidas para 2 receptores diferentes. Posee bajo ruido y elevada ganancia; la alimentación es independiente por cada salida para las cuatro polaridades Horizontal y Vertical, alta y baja como se muestra en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2 Alimentación del LNB

ALIMENTACIÓN	CONFIGURACIÓN
13 V	Banda baja y polaridad vertical
18 V	Banda baja y polaridad horizontal
13 V+ 22 kHz	Banda alta y polaridad vertical
18 V+ 22 kHz	Banda alta y polaridad horizontal

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Tabla 4-2 Especificaciones técnicas LNB TWIN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CARACTERÍSTICAS	
Conector	Hembra	
Impedancia de Salida	75Ω	
Control Polar	12-14 x Vert.	15-20 x hor.

<i>Alimentación</i>	+12-20V	170mA max.
<i>Frecuencia de Salida</i>	B-I: 950-1950 Mhz	B-II: 1100-2150 Mhz
<i>Frecuencia de Entrada</i>	10700-12700 Mhz	
<i>Figura de Ruido</i>	0,3 dB	
<i>Frecuencia Osc. Local</i>	O.L.1 (0khz)= 9,75Ghz	
	O.L.2(22Khz)=10,6 Ghz	
<i>Estabilidad Osc. Local</i>	±2 Mhz	
<i>Ruido Fase</i>	-75 max dBc/Hz	
<i>Ganancia</i>	57 dB	
<i>Discriminación Polaridad</i>	>18 dB	
<i>Dimensiones</i>	150x60x112 mm	
<i>Peso</i>	275 g	

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

2.2.3.3. Cable RG6

Conductor de cobre, aislamiento de polietileno celular, cinta de poliéster aluminizado, malla de aluminio, cubierta de PVC.



Figura 6-2 Cable RG6

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Tabla 5-2 Especificaciones técnicas Cable RG6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CARACTERÍSTICAS
Impedancia	75 Ω
Frecuencia	Hasta 2150Mhz
Longitud	90 m
Peso	47 Kg
Velocidad de propagación	82 %
Diámetro aislamiento	4.50 mm
Diámetro exterior	6.7 mm
Cubrimiento de la malla	52 pF/m
Atenuación a 5Mhz	2.7 dB/100m

Fuente: Condumex Cables, 2017

2.2.3.4. Conectores GILBERT 6

Estos conectores de compresión combinan su facilidad de instalación con un rendimiento superior, está hecho de una sola pieza, lo que elimina los componentes perdidos o no coincidentes.

- Conector de puro cobre amarillo.
- 360° de compresión.
- Sellado completamente - Hermético



Figura 7-2 Conector GILBERT 6

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

2.2.4. Instalación Unidad interna

2.2.4.1. Equipo TV Explorer HD

Es un equipo didáctico encaminado al aprendizaje de los aspectos teóricos y prácticos de los receptores de televisión digital bajo la norma DVB, así como la comprensión de su funcionamiento y de sus fundamentos, mediante el análisis de las señales que intervienen en los diferentes procesos.



Figura 8-2 Equipo TV Explorer HD

Realizador por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Este equipo está conformado por un receptor de TV Digital Universal interconectado al diagrama de bloques, un medidor de campo profesional y una pantalla gráfica TFT-LCD de 5” que permite la visualización de los canales digitales sintonizados como también de los canales analógicos en recepción terrestre, de las medidas efectuadas y del espectro.

El equipo dispone de tres modos de operación básicos:

- Modo TV (demodulación de la señal)

- Modo Analizador de Espectros
- Modo de Medidas

Modo TV: Despliega la señal de televisión demodulada y las señales del diagrama de bloques se encuentran activadas, en la pantalla gráfica TFT-LCD.

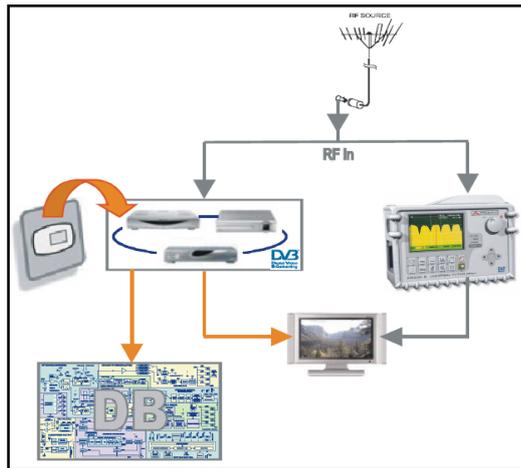


Ilustración 1-2 Modo TV

Fuente: Minstrucciones_EU-850,2007, p.4

Modo Analizador de Espectros: Permite la visualización del espectro de la banda activa la cual será terrestre o vía satélite en la pantalla, indicando los niveles de referencia y el spam.

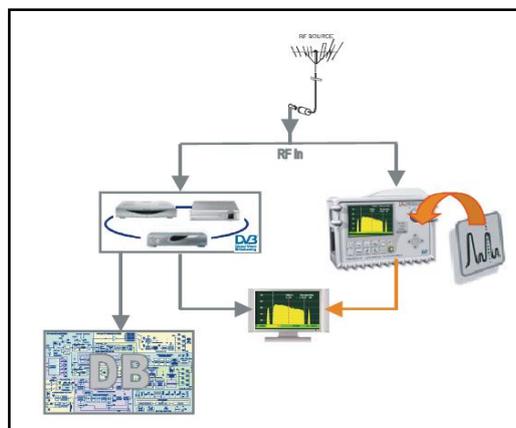


Ilustración 2-2 Modo Analizador de Espectros

Fuente: Minstrucciones_EU-850,2007, p.5

Modo de Medidas: Se indican las medidas disponibles en función del tipo de señal seleccionada en la pantalla. Específicamente pueden efectuarse las siguientes medidas:

Bandas Terrestres

- Canales Analógicos:

Nivel, Relación Vídeo-Audio y Relación Portadora-Ruido

- Canales Digitales:

DVB-T: Potencia del canal, Relación Portadora-Ruido, CBER, VBER y MER

DVB-C: Potencia del canal, Relación Portadora-Ruido, BER y MER

Banda Satélite

- Canales Analógicos:

Nivel y Relación Portadora-Ruido

- Canales Digitales:

DVB-S: Potencia del canal, Relación Portadora-Ruido, CBER, VBER y MER

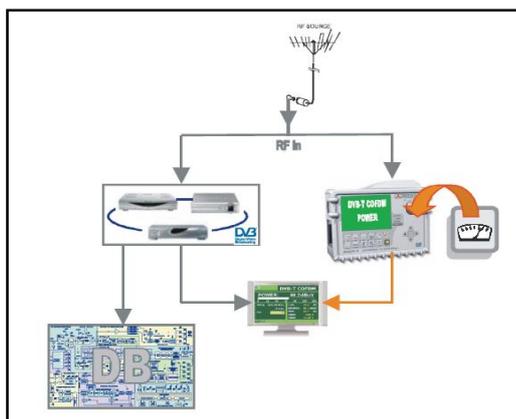


Ilustración 3-2 Modo de Medidas

Fuente: Minstrucciones_EU-850,2007, p.6

2.2.4.1.1. Receptor de TV Digital Universal

El equipo incorpora un receptor de TV Digital Universal de última generación que permite la recepción de las transmisiones digitales en sistemas terrestres (DVB-T), satélite (DVB-S) y cable (DVB-C). También permite la recepción de transmisiones analógicas en sistemas terrestres, aceptando cualquier sistema de codificación de color y los principales estándares. Además el receptor comparte con el Medidor de Campo un generador de comandos DiSEqC, el módulo de alimentación que permite suministrar diversas tensiones a la unidad externa o a las antenas DVB-T y una interfaz RS-232C que facilita la actualización del software del receptor.

A partir del selector rotativo y el teclado del entrenador se controlan todas las funciones del receptor. También se ha provisto al equipo de un Euro conector con salida de vídeo y audio monofónico.

2.2.4.1.2. Medidor de Campo Profesional

El equipo incluye un avanzado medidor de campo profesional que proporciona de forma automática toda la información relativa a los canales disponibles en la red y su calidad, sin necesidad de requerir ninguna información preliminar sobre las señales a medir, pudiendo detectar por sí mismo el tipo de señal, el estándar, el tipo de modulación, la velocidad de transmisión, etc.

Para una mayor comodidad de uso, dispone de memorias para almacenar adquisiciones de medidas automáticamente, registrando: nombre de la adquisición, punto de la medida, frecuencia, tabla de canales, etc. Desde el selector rotativo y el teclado del entrenador se controlan todas las funciones del medidor de campo.

2.2.4.1.3. Pantalla Grafica TFT-LCD

El equipo incluye una pantalla gráfica TFT-LCD de color de 5" que permite la visualización de los canales digitales sintonizados (en recepción terrestre, por satélite y por cable) y de los canales analógicos (en recepción terrestre). Además, sobre la misma pantalla se visualizan los parámetros asociados al canal seleccionado, las medidas efectuadas y el espectro de la banda escogida.

Desde el selector rotativo y el teclado del entrenador se controlan todos los ajustes de la pantalla gráfica. Hay que tener en cuenta que la pantalla de TFT-LCD del equipo es muy frágil, por lo que debe prestarse una especial atención en no golpear, ni arañar la pantalla, ni ejercer presión sobre la pantalla, ya que podrían originarse daños irreparables. (Minstrucciones_EU-850,2007, p.8)

2.2.4.1.4. Diagrama de Bloques

El entrenador incorpora un diagrama de bloques genérico que representa cualquier tipo de receptor universal de TV digital de última generación, y no necesariamente el del receptor que incorpora el entrenador, que permite el análisis intuitivo del funcionamiento de los receptores de televisión digital en todas sus posibilidades (DVB-T, DVB-S y DVB-C).

En el diagrama de bloques se encuentran los puntos de test que permiten la fijación de las sondas de los osciloscopios, sin necesidad de sujetarlas manualmente, consiguiendo el alumno un mayor grado de libertad. (Minstrucciones_EU-850,2007, p.9)

2.2.4.2. Módulo Cam y Smart Card

El módulo Cam es un módulo de acceso condicional, que conjuntamente con la Smart card permiten la visualización de los programas gratuitos y codificados encriptados directamente desde su televisor o decodificador equipado con ranura CI y sintonizador de satélite. Permite acceder a los canales de definición estándar (SD - Standard Definition) y alta definición (HD - HIGH DEFINITION).



Figura 9-2 Smart Card

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017



Figura 10-2 Modulo Cam

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

2.3. Metodología de Medición y Evaluación

En base a la información adquirida a través de las técnicas de investigación y con la ayuda del material bibliográfico se procedió a desarrollar el principal objetivo, el cual es la medición y evaluación de los parámetros de calidad en la recepción de señales de tv vía satélite, para su cumplimiento se realizaron los siguientes procesos:

- Elegir las herramientas con las características adecuadas para la toma de señal satelital.
- Medición de cada uno de los parámetros de calidad de recepción satelital, mediante el equipo TV Explorer HD.
- Obtención de datos mediante el programa NetUpDate
- Representación gráfica de los datos obtenidos a través del proceso de medición, utilizando el software Matlab.
- Evaluación de los contenidos alcanzados sobre los procesos de medición y análisis de las gráficas simuladas por el software.
- Desarrollo secuencial de los procesos, para las prácticas que se incluirá en el manual.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.

3.1. Análisis del diseño de Recepción

3.1.1. Evaluación de la Unidad Externa

3.1.1.1. Determinación del Satélite Amazon 2

Previo a la revisión bibliográfica de las características estudiadas del satélite, siendo la cobertura una particularidad esencial, porque cubre en su totalidad el continente Americano. Además posee 180 canales de entre los cuales algunos son libres, permitiéndonos evaluar la señal, la misma que trabaja con el estándar DVB-S y está fundamentado en el formato MPEG-2.

3.1.1.2. Valoración del LNB y Antena Parabólica

Al ser un LNB universal permite la recepción de todos los satélites (tómese en cuenta que la cobertura del satélite cubra el área donde se realice el estudio), mediante las especificaciones técnicas se pudo comprobar la compatibilidad entre los rangos de frecuencias de la banda Ku (10.7 – 12.75 GHz) y la polarización (Horizontal-Baja) del dispositivo y el satélite. Además nos facilitó elegir la antena que cumpla con las características afines con el LNB.

3.1.2. Evaluación de la Unidad Interna

3.1.2.1. Configuración del equipo TV-EXPLORER HD

Previo a una investigación y exploración realizada para las configuraciones del equipo detectamos la necesidad de usar un atenuador de 10 dB a la entrada RF para su protección y la obtención de una mejor calidad de señal.



Figura 1-3 Conexión del Sistema de Recepción.

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla

Una vez establecida la conexión entre la Unidad Externa con el equipo, los parámetros principales a configurar fueron:

- 1) Activación la banda satelital en modo de señal digital.

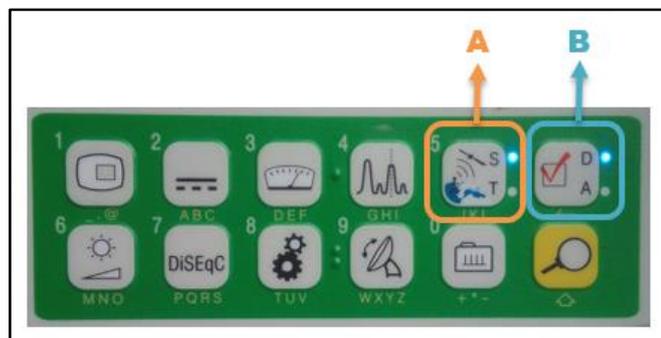


Figura 2-3 Activación de Bandas

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla

- A. Selección de banda Satelital
 - B. Selección modo Digital
- 2) Establecer adecuadamente la alimentación de la unidad exterior.

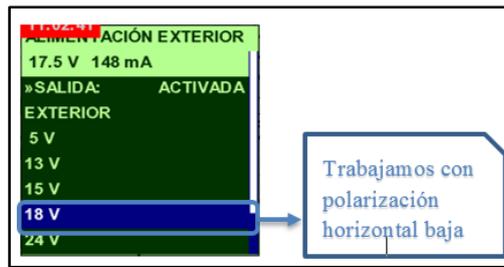


Figura 3-3 Alimentación Exterior

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

- 3) Escoger la canalización según la orientación del satélite, conjuntamente se modifican algunos parámetros de acuerdo al proceso realizado (Ancho de Banda, Symbol Rate, Tasa de Código).

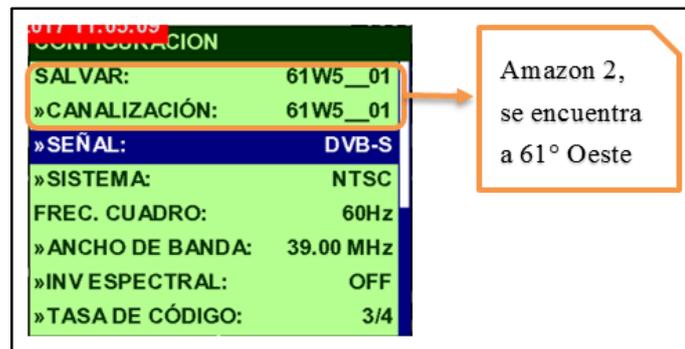


Figura 4-3 Canalización

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

- 4) Se ingresa las frecuencias del OSC LNB ALTO/BAJO, características propias del LNB usado en la unidad externa.



Figura 5-3 Frecuencias OSC. LNB

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla.2017

Fijadas las configuraciones correctas, por medio del botón 9 del equipo se procedió a buscar el satélite, para ello tuvimos la ayuda de un sonido que al ser localizado este aumenta su intensidad. Después de dicho proceso se pudo observar el espectro de la señal captada por el satélite, ingresando al modo TV se sintonizó un canal libre.

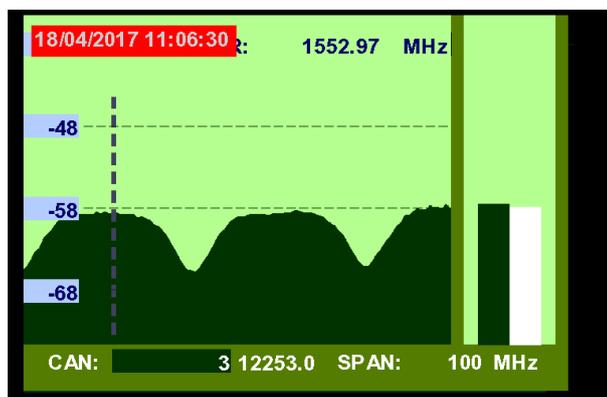


Figura 6-3 Localización Satélite por Espectro

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017



Figura 7-3 Canal Libre Sintonizado

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

3.1.2.2. Valoración del módulo CAM y la SMART CARD

El módulo CAM fue adquirido según las características adaptables al equipo. La tarjeta inteligente fue proporcionada por la empresa CNT-Tv, en su paquete prepago que mediante recargas a partir de \$5+impuestos nos permite ver los canales que se encuentran codificados.

3.1.3. Obtención e interpretación de Datos de los parámetros en Transport Stream

3.1.3.1. Espectro de la señal

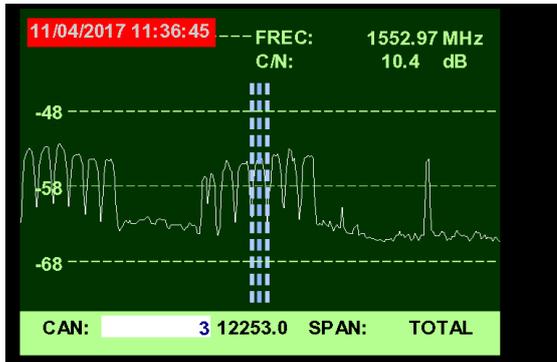


Figura 8-3 Espectro Total del Satélite (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

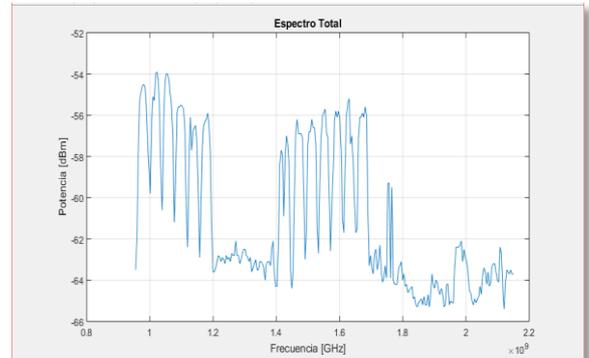


Gráfico 1-3 Espectro Total del Satélite (Matlab)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

En la Figura 8-3 y la Gráfico 1-3, se observa el Espectro total de la señal demodulada del satélite, donde fueron obtenidos dos canales digitales, el canal 3 trabaja con el estándar DVB-S a diferencia del canal 6 el cual trabaja con DVB-S2 y el resto son canales analógicos; percibiendo una relación señal a ruido (C/N) de 10.4 dB, provocados por desvanecimientos de la señal debido a factores físicos y climáticos durante su trayectoria hasta su recepción.

3.1.3.1.1. Canal Digital



Figura 9-3 Espectro Canal Digital (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

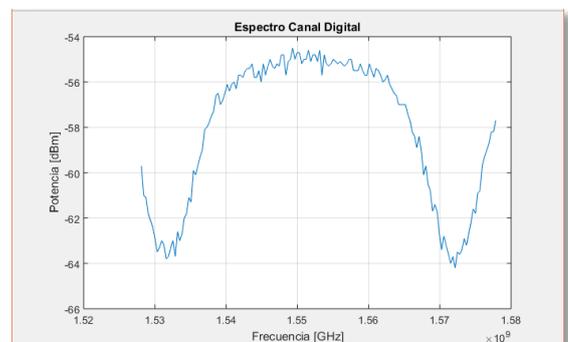


Gráfico 2-3 Espectro Canal Digital (Matlab)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Para nuestro estudio tomamos en cuenta el canal 3, que se puede ver con mayor precisión en la Figura 10-3 y la Gráfico 2-3, ya que este cumple con las características necesarias para su evaluación, siendo la frecuencia central de este 1552,97 MHz y trabajando con un ancho de banda de 39 MHz, delimitando así al canal desde la frecuencia 1534.47 MHz hasta los 1571.47 MHz.

Un aspecto muy importante es centrar el canal en el proceso de la decodificación en la señal digital, debido a que la modulación COFDM reserva un número de portadoras para señalización y justo en el centro del canal se encuentran las portadoras TPS, que contienen información necesaria para la sincronización temporal de flujo de datos, sin la cual es imposible realizar la decodificación.

3.1.3.1.2. Servicios de un Canal Digital

Un canal digital puede incluir varios servicios llamándose así canal digital multiplex, debido al aprovechamiento de su ancho de banda. Es decir que cada servicio trabaja a la misma frecuencia central del canal 1552,97 MHz, y con la misma calidad. En el canal estudiado presentó los siguientes servicios: 12 de Audio digital y 27 de televisión Digital dándonos un total de 39 servicios digitales.

Tabla 1-3 Servicios del Canal Digital

Nombre Servicio	Tipo Servicio
<i>Movistar TV</i>	Televisión Digital
<i>Televen</i>	Televisión Digital
<i>Canal Institucional</i>	Televisión Digital (Canal Libre)
<i>Caracol</i>	Televisión Digital
<i>Telecaribe</i>	Televisión Digital
<i>Canal TRO</i>	Televisión Digital
<i>Telecafe</i>	Televisión Digital
<i>Canal Capital</i>	Televisión Digital
<i>Discovery Kids</i>	Televisión Digital
<i>Animal Planet</i>	Televisión Digital
<i>Discovery Channel</i>	Televisión Digital
<i>Film&Arts</i>	Televisión Digital
<i>Fox Life</i>	Televisión Digital
<i>Hola TV</i>	Televisión Digital
<i>VH1 Megahits</i>	Televisión Digital
<i>Enlace</i>	Televisión Digital
<i>FOX Sports</i>	Televisión Digital

<i>CDF Basico</i>	Televisión Digital
<i>Win Sports</i>	Televisión Digital
<i>Mundo Fox</i>	Televisión Digital
<i>Comedy Central</i>	Televisión Digital
<i>BBC Entertainment</i>	Televisión Digital
<i>Canal Fox</i>	Televisión Digital
<i>TNT</i>	Televisión Digital
<i>AMC</i>	Televisión Digital
<i>Europa Europa</i>	Televisión Digital
<i>Fox Family</i>	Televisión Digital
<i>Pop Classics</i>	Audio Digital
<i>Reggeton</i>	Audio Digital
<i>Tango</i>	Audio Digital
<i>The Chile Lounge</i>	Audio Digital
<i>Romance Latino</i>	Audio Digital
<i>Latino Tropical</i>	Audio Digital
<i>Poolside</i>	Audio Digital
<i>FlashBack 70s</i>	Audio Digital
<i>Y2K</i>	Audio Digital
<i>Rock en Español</i>	Audio Digital
<i>Test 1725</i>	Audio Digital
<i>Test 1726</i>	Audio Digital

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Servicios que pueden ser verificados en el siguiente link, ingresando al transpondedor 11302 H.

<http://www.portaleds.com/espanol/listar.php?sat=2990&cod=fta&sis=DVB-S>

3.1.3.2. *Parámetros del canal*

3.1.3.2.1. Potencia del Canal

Tomando en cuenta que la potencia es un parametro indispensable en la recepcion y consecuentemente en la calidad de la señal, existe un rango definido para television digital satelital entre los 45 a 70 dBuV lo que equivale a -37 y -62 dBm. Mediante el equipo se establece una potencia minima para poder captar la señal del satelite, como se puede observar en la figura 12-3.



Figura 10-3 Potencia del Canal (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Una vez que seleccionamos la banda de trabajo y frecuencia a analizar, el equipo nos informa del valor de la potencia de la señal, con una barra deslizante sobre la pantalla, o bien numéricamente. La potencia obtenida para nuestro estudio es de -46,9 dBm, la cual se encuentra en el rango establecido para una buena recepción.



Figura 11-3 Potencia del Canal (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

3.1.3.2.2. Ancho de Banda

La selección de este parámetro es imprescindible para el correcto funcionamiento del sintonizador, debido a que afecta a la separación en frecuencia de las portadoras. El equipo nos permite seleccionar el ancho de banda del canal desde 1,3 MHz hasta 60,75 MHz. Si se cambia el ancho de banda se cambia proporcionalmente el Symbol Rate y viceversa.

CONFIGURACION	
»SEÑAL:	DVB-S
»SISTEMA:	NTSC
FREC. CUADRO:	60Hz
»ANCHO DE BANDA:	39.00 MHz
»INV ESPECTRAL:	OFF
»TASA DE CÓDIGO:	3/4
»SYMBOL RATE:	28890 kSymb
ROLL OFF	0.35

Figura 12-3 Ancho de Banda (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Hemos tratado de usar el ancho de banda de la forma más eficiente, tratando de lograr la máxima velocidad para un límite de tasa de error. Su valor teórico está dado por el producto entre la tasa de símbolos o Symbol Rate (SR) y el factor roll off (α), los mismos que se encuentran seguidamente del BW, como se muestra en la ecuación 1-3:

$$BW = SR * (1 + \alpha)$$

Ecuación 1-3 Ancho de Banda [Hz]

Resolución:

$$BW = 28890e3 * (1 + 0.35)$$

$$BW = 39e6 \text{ Hz} = 39 \text{ MHz}$$

Como se puede comprobar el valor teórico es igual al valor configurado según la canalización establecida en el equipo y que a su vez cumple con las especificaciones técnicas del satélite en estudio.

3.1.3.2.3. Relación canal a ruido (C/N)

DVB-S puede operar en relaciones de canal a ruido (C/N) con la modulación QPSK desde 3,1 y hasta 16,3 dB, siendo este rango el umbral. Una vez superado el umbral mínimo de C/N, necesario para la decodificación, la señal no sufre ningún tipo de interferencia. Si en algún momento de la transmisión la C/N baja del umbral mínimo, la señal no sufre deterioro: simplemente, se pierde por completo. Es decir, la televisión digital, o se ve perfecta, o no se ve nada.

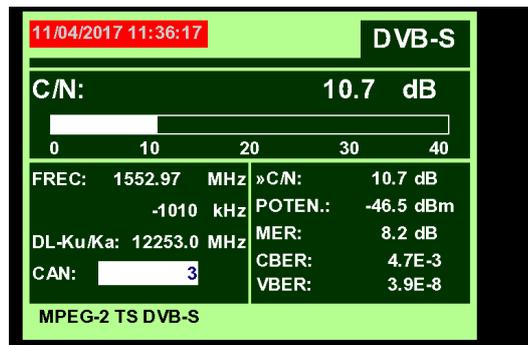


Figura 13-3 Relación Canal a Ruido (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Sin embargo, el valor de C/N ha de ser superior a un valor en torno a los 10 dB, para que se manifieste el efecto de mejora, como podemos observar el C/N en la Figura 15-3 es de 10,7 dB cumpliendo con lo expuesto anteriormente y así obteniendo una buena calidad de señal, caso contrario la degradación en la calidad resultante sería muy rápida.

3.1.3.3. Parámetros de Corrección de errores

3.1.3.3.1. BER (Bit Error Rate)

Se define como el número de errores en los datos binarios de una transmisión digital. Permitiendo definir la calidad de una señal digital. Existen dos medidas de BER:

- CBER, que es la Medida del BER de la señal digital antes de la corrección de errores mediante el Algoritmo de Viterbi (Corrector de Viterbi).
- VBER, que es la Medida del BER de la señal digital después de la corrección de errores mediante el Algoritmo de Viterbi

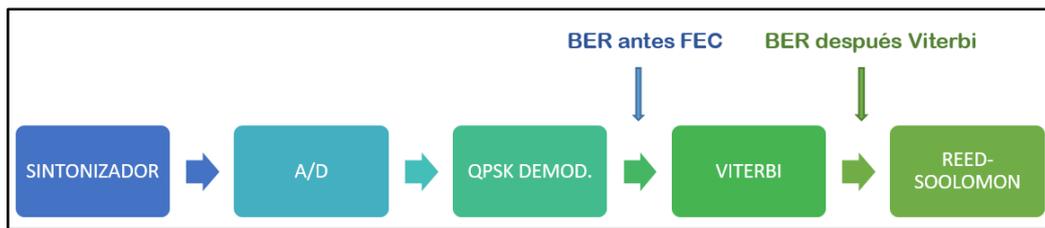


Figura 14-3 Medidas BER

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

3.1.3.3.2. CBER

Es el número de errores que existen a la entrada del Receptor o Decodificador es decir son errores a ser corregidos. La medida ideal del CBER es del orden de $1.0E-4$ (1bit erróneo por cada 10.000 bits) pero se admite 1 bit erróneo por cada 100 bits recibidos (un valor límite de $1.0E-2$).

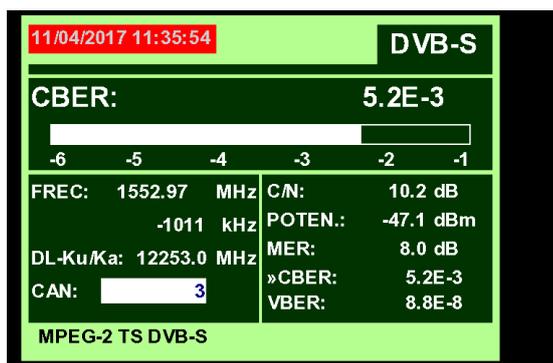


Figura 15-3 CBER (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Mediante la información binaria receptada obtuvimos un valor de CBER de $5,2E-3$, lo que quiere decir que por cada 5000 bits existirán 26 bits erróneos, tomando en cuenta como valor aceptable de $1.0E-2$ lo que corresponde a 50 bits erróneos por cada 5000 bits.

Tras la demodulación QPSK, se observa que tenemos una tasa de bits erróneos mínima con respecto al valor límite aceptable, asegurando de esta manera; que mediante un buen decodificador se logrará a su salida una mínima tasa de bits que no serán corregidos.

Conviene que este sea lo más pequeño posible, ya que si se producen muchos errores CBER, no podrían ser corregidos todos sus errores.

3.1.3.3.3. VBER

Es el número de errores a la salida del Corrector de Viterbi es decir los Errores que no fueron corregidos. Se admite un límite VBER del orden de $2.0E-4$ (2-bits de error por cada 10.000bits) El valor ideal del VBER es del orden de $1.0E-7$

Una señal con un VBER de $2.0E-4$ (2 bit erróneos por cada 10.000 bits) se define como casi-libre de errores (QEF = Quasi Error Free)

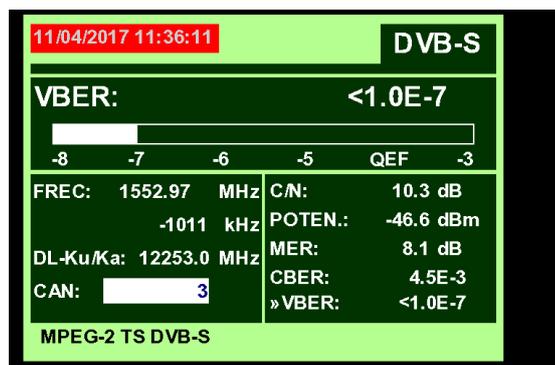


Figura 16-3 VBER (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Dentro de los parámetros de nuestra señal receptada obtuvimos un valor de VBER de $1,0E-7$, lo que equivale que por cada 10.000.000 bits existirá 1 bit erróneo. Si tomamos como referencia el valor máximo de QEF de $2.0E-4$ es decir que existen 2000 bits de errores por cada 10.000.000 bits.

Es decir nuestra información binaria que al pasar por el decodificador de Viterbi, da como resultado una cantidad extremadamente mínima de bits erróneos, garantizando así una buena calidad de imagen en el televisor, ya que este es dos mil veces mejor que un QEF normal.

En el caso de no respetar el máximo de QEF se apreciaría efectos en la imagen como pixelaciones, congelaciones y hasta pérdidas de señal.

3.1.3.3.4. Diagrama de Constelación QPSK

Es la representación gráfica de los símbolos digitales recibidos en un periodo de tiempo. Si el canal de transmisión es ideal, sin ruido ni interferencias, todos los símbolos son reconocidos por el demodulador sin errores y son representados en el diagrama de constelación como puntos bien definidos que impactan en la misma zona formando un punto muy concentrado.

El ruido y las interferencias provocan que el demodulador no siempre lea los símbolos de forma correcta. En este caso los impactos se dispersan y crean diferentes formas que permiten determinar visualmente el tipo de problema en la señal.

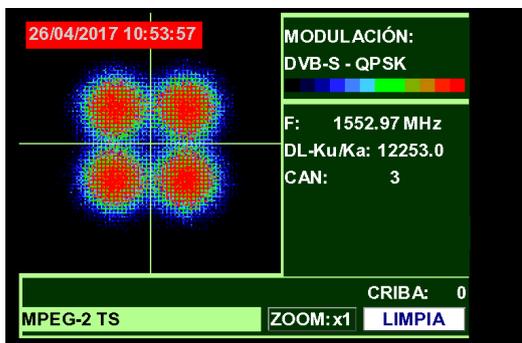


Figura 17-3 Constelación-Criba 0 (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

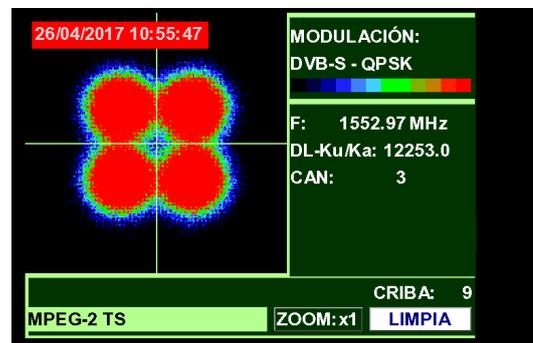


Figura 18-3 Constelación-Criba 9(Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

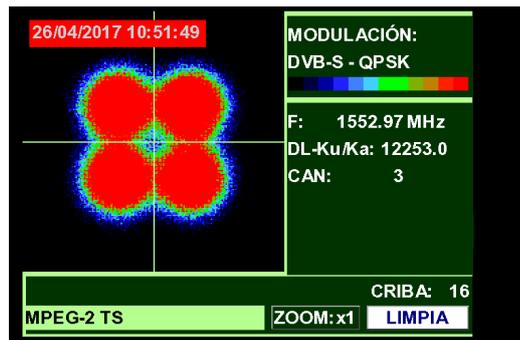


Figura 19-3 Constelación-Criba 16 (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Al recibir la señal el demodulador examina los símbolos recibidos y a la vez la calidad de transmisión se visualiza de manera cualitativa mediante una gradación de colores proporcional a la densidad de símbolos concentrados en una zona determinada. Esta escala de colores va desde

el negro que representa la ausencia de símbolos, hasta el rojo que simboliza la máxima densidad pasando por el azul y el amarillo en orden ascendente.

En la figura 19-3 se puede apreciar la dispersión de los símbolos la cual indica mayor nivel de ruido o peor calidad de la señal con respecto a la figura 20-3 y la figura 21-3 que existe mayor concentración de símbolos que es un indicativo de buena relación señal/ruido o ausencia de problemas como ruido de fase (I) y cuadratura (Q).

En la figura 19-3, figura 20-3 y figura 21-3 esta establecidos valores de Criba de 0, 9 y 16 respectivamente, siendo la criba la persistencia de visualización de los impactos de pantalla entre 0 que es el valor mínimo y 16 que es valor máximo. Todas las muestras de constelación fueron obtenidas en el mismo intervalo de tiempo de un minuto y treinta segundos, pudiendo apreciar la diferencia entre cada muestra.

3.1.3.3.5. MER

La Relación de Error de la Modulación o Modulation Error Ratio se define como un factor que nos informa de la exactitud de una constelación digital, es decir cuantifica el error que tienen los vectores de la constelación, respecto a la posición teórica que deberían tener. Permittiéndonos valorar cómo es de buena una señal digital modulada, esta puede ser expresado en dB.

$$MER(dB) = \frac{\text{Potencia de señal recibida}}{\text{Potencia de señal de error}}$$

Ecuación 2-3 MER (dB)

$$Pe = Ps - C/N$$

Ecuación 3-3 Potencia de señal de error (dB)

Resolución:

$$\frac{C}{N} = 10.3 \text{ dB}$$

$$\text{Potencia Recibida}(Ps) = -46.7 \text{ dBm} = -46.7 - 30 = -76.7 \text{ dB}$$

$$P_s = 10^{\frac{-76.7}{10}} = 2.14 \times 10^{-8}$$

$$P_e = -76.7\text{dB} - 10.3\text{dB} = -87\text{dB}$$

$$= 10^{\frac{-87}{10}} = 1.99 \times 10^{-9}$$

$$\text{MER}(\text{dB}) = 10 \log_{10} \left(\frac{2.14 \times 10^{-8}}{1.99 \times 10^{-9}} \right) = 10.3\text{dB}$$

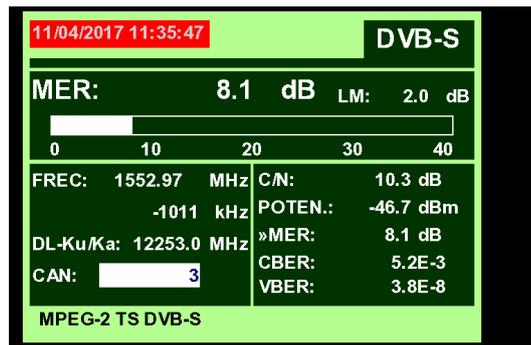


Figura 20-3 Constelación-Criba 16 (Equipo)

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

Por medio de la señal receptada se obtuvo como resultado un MER de 8,1 dB, según los valores establecidos para la demodulación QPSK deberán superar los 8 dB, en nuestro caso existe una variación depreciable con respecto a esta.

Teniendo nuestro MER con valores altos es también un indicativo de que existe poca dispersión de símbolos que se visualiza en la constelación mencionada en el apéndice anterior. En caso de que el MER tenga valores por debajo de los 8 dB existirá una elevada dispersión de símbolos, por consiguiente una pobre señal de recepción.

Es imprescindible conocer la distancia que nos separa del punto de fallo y el QEF. Para ello analizamos el margen de ruido que en señales satelitales es el Link Margin (LM) con valor de 2 dB, este puede empeorar o mejorar el MER antes de que llegue al QEF, es decir nuestros 8,1 dB de MER puede aumentar 2 dB dando como resultado 10,1 dB; similar al valor teórico-matemático hallado, siendo el límite para visualización de fallos de forma evidente.

Si un LM llegara a tener un valor 0 (cero) permitirá visualizar un servicio y ocasionalmente errores en el vídeo o el audio, con valores negativos esto implicaría la ausencia de recepción. Entonces mientras mayor sea el LM mejor será la calidad de señal.

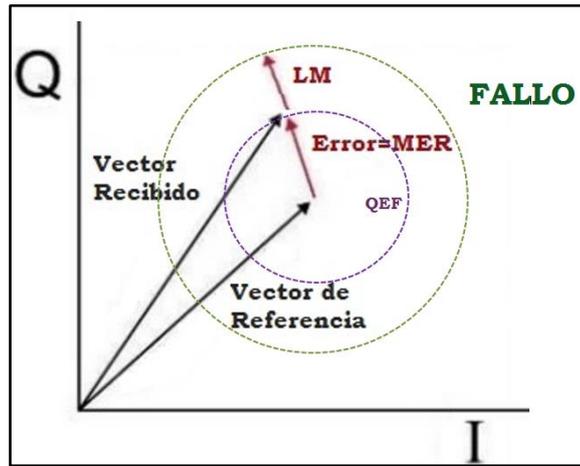


Figura 21-3 Diagrama vectorial MER

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

3.1.3.4. Flujos Binarios

3.1.3.4.1. Resultados Ideales

Los flujos binarios son el resultado de cada proceso realizado en la recepción de la señal DVB-S los cuales se muestran en la figura 24-3.

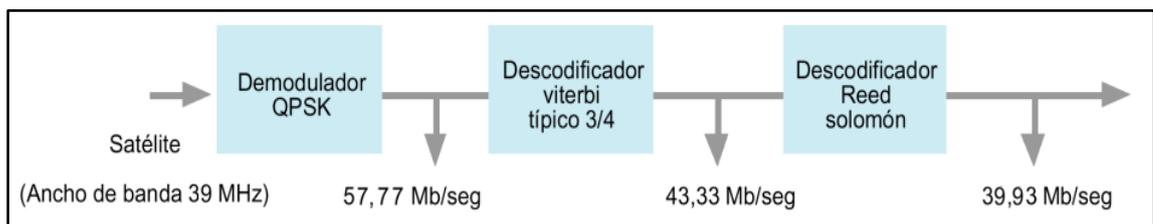


Figura 22-3 Diagrama de Flujo Binario después de los Procesos

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla

Según el transpondedor 11302 H perteneciente al Satélite Amazon 2. Se muestra en la Figura 25-3 el Symbol Rate (SR) de 28888e3 Símbolos y un FEC o Code Rate de 3/4.

Banda Ku				
10728 H SR 28887 FEC 3/4	Medio America del Sur 2	DVB-S	TV Perú Foto	Abierto - MPEG2 SD / 4.3 / NTSC
10888 H SR 28888 FEC 3/4	Medio America del Sur 2	DVB-S	UCV TV Foto	Abierto - MPEG2 SD / 4.3 / NTSC
10928 H SR 28888 FEC 3/4	Medio America del Sur 2	DVB-S	Canal Informativo (Movistar)	Abierto - MPEG2 SD / 4.3 / NTSC
11015 H SR 28888 FEC 3/4	Medio Brasil	DVB-S	TV NBR	Abierto - MPEG2 SD / 4.3 / NTSC
			TV Aparecida	Abierto - MPEG2 SD / 4.3 / NTSC
11095 H SR 30000 FEC 3/4	Medio Brasil	DVB-S	Guia Vivo TV	Abierto - MPEG2 SD / 4.3 / NTSC
11302 H SR 28888 FEC 3/4	Medio America del Sur 2	DVB-S	Canal Institucional (Bogotá) Foto	Abierto - MPEG2 SD / 16.9 / NTSC

Figura 23-3 Datos transpondedor 11302 H

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

- **Tasa de Bits después del Demodulador QPSK**

Debido a que cada símbolo contiene 2 bits, la velocidad de símbolo será la mitad de la velocidad del flujo de datos (Bitrate).

$$SR = \frac{BR}{2}$$

Ecuación 4-3 Symbol Rate

[Baudios o símbolos/segundo]

Despejando obtenemos:

$$BR_{QPSK} = SR * 2$$

Ecuación 5-3 Bit Rate QPSK [Mb/seg]

Resolución:

$$BR_{QPSK} = 28888 * 2$$

$$BR_{QPSK} = 57,77 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

- **Tasa de Bits después del Descodificador de Viterbi**

$$BR_{VITERBI} = BR_{QPSK} * Code Rate$$

Ecuación 6-3 Bit Rate Viterbi [Mb/seg]

$$BR_{VITERBI} = 57,77 * \frac{3}{4}$$

$$BR_{VITERBI} = 43,33 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

- **Tasa de Bits después del Descodificador de Reed-Solomon**

Debido a que la trama de transporte está formada por 188 bytes y en el proceso de codificación de Reed Solomon se añade 16 bytes de redundancia nos da un total de 204 bytes. Proceso contrario a este es la decodificación, por lo cual se debe hallar la tasa de codificación de los bytes que fueron añadidos.

$$BR_R = \frac{BR_{VITERBI}}{204 \text{ bytes}} * 16 \text{ bytes}$$

Ecuación 7-3 Bit Rate de Redundancia de Reed-Solomon [Mb/seg]

$$BR_R = \frac{43,33 \frac{Mb}{seg}}{204 \text{ bytes}} * 16 \text{ bytes}$$

$$BR_R = 3,40 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

Por ende, para encontrar el valor de la tasa de bits final se debera restar al bit rate del proceso anterior el valor hallado.

$$BR_{R-S} = BR_{VITERBI} - BR_R$$

Ecuación 8-3 Bit Rate Reed-Solomon [Mb/seg]

$$BR_{R-S} = 43,33 - 3,40$$

$$BR_{R-S} = 39,93 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

3.1.3.4.2. Resultados Reales

Según los resultados expuestos en la Figura 14-3 para la recepción satelital mediante el equipo, se tiene como valor de 28890 KSimbolos en el Symbol Rate y una Tasa de Código o Code Rate de 3/4.

- **Tasa de Bits después del Demodulador QPSK**

$$BR = 28890e3 * 2$$

$$BR_{QPSK} = 57,78 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

- **Tasa de Bits después del Decodificador de Viterbi**

$$BR_{VITERBI} = 57,78 * \frac{3}{4}$$

$$BR_{VITERBI} = 43,34 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

- **Tasa de Bits después del Decodificador de Reed-Solomon**

$$BR_R = \frac{43,34 \frac{Mb}{seg}}{204 \text{ bytes}} * 16 \text{ bytes}$$

$$BR_R = 3,40 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

$$BR_{R-S} = 43,34 - 3,40$$

$$BR_{R-S} = 39,94 \left[\frac{Mb}{seg} \right]$$

- **Comparativa valores Reales e Ideales**

En la tabla 2-3 se puede apreciar que los flujos de bits después de cada proceso no difieren entre los valores esperados y los obtenidos, por lo que se puede deducir que fue una recepción exitosa en cuanto a la calidad de la señal donde las medidas fueron satisfactorias y visualmente evidentes.

Tabla 2-3 Comparativa Valores Reales e Ideales

Tasa de Bits(BitRate)	Valores Ideales [Mb/seg]	Valores Reales [Mb/seg]
<i>Demodulador QPSK</i>	57,77	57,78
<i>Descodificador Viterbi</i>	43,33	43,34
<i>Descodificador Reed-solomon</i>	39,93	39,94

Realizado por: Myrian Vega, Tatiana Padilla. 2017

CONCLUSIONES

Cumpliendo con los objetivos del tema propuesto y la evaluación de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Mediante el análisis y estudio del equipo tv Explorer HD se concluye fue una herramienta muy útil para alcanzar una recepción satisfactoria, de manera que se pudo realizar la correcta medición de los parámetros estudiados y su respectiva evaluación.
2. La instalación del sistema de recepción el LNB constituyó un factor importante dado que las frecuencias de transmisión del enlace descendente del satélite son imposibles de distribuir por los cables coaxiales, permitiendo convertir la señal de alta a menor frecuencia tomando en cuenta su polarización.
3. Es necesario colocar el atenuador para proteger la entrada RF ya que el nivel de señal de entrada satelital supera los 130 dBuV (3.16 V).
4. Del espectro satelital mostrado en el equipo, el canal digital tres fue elegido porque cumple con las características necesarias para nuestro estudio. Evidenciando que este trabaja con múltiples servicios dentro del mismo ancho de banda, tomando así el nombre de canal múltiple digital.
5. Entre los parámetros del canal, la potencia adquirida cumple con los niveles de señal necesario para tv digital satelital, un ancho de banda eficiente y con la relación canal a ruido en torno a un umbral ideal, se recibe una buena calidad de recepción; caso contrario su degradación será de manera rápida.
6. Para las correcciones de errores se analizó los valores del BER antes FEC llamado CBER el cual obtuvo una tasa de bits erróneos mínima a ser corregidos y el VBER, proceso después del FEC con una cantidad extremadamente mínima de bits erróneos que no lograron ser corregidos.
7. Para poder corregir la mayor parte de los errores introducidos por el canal de transmisión es necesario añadir una redundancia en el flujo binario que permita detectar y hasta cierto punto corregir estos errores, proceso que se realiza en las etapas de la trama de transporte MPG-2.

8. El valor de MER alcanzado fue alto, con una variación despreciable respecto al definido, siendo un indicativo de que existe poca dispersión de símbolos, la cual se apreció en el diagrama de constelación. Para mejorar esta medida se tomó en cuenta Link Margin, el cual aumenta su valor enriqueciendo la calidad de señal tanto en audio como video.
9. El code rate permite optimizar el flujo binario en función de la potencia transmitida por el satélite, y los objetivos de disponibilidad de los servicios incluidos en la trama de transporte.
10. Después de cada proceso de la trama de transporte, se recabó las tasas de bits en valores esperados y obtenidos, deduciendo así que fue una recepción exitosa en cuanto a la calidad de la señal donde las medidas evaluadas son satisfactorias.

RECOMENDACIONES

1. Antes de realizar la instalación de una antena se debe escoger correctamente el lugar, ubicación para asegurar que no exista ningún tipo de obstáculo entre la antena y el satélite del que se desea recibir la señal.
2. La polarización del LNB debe ser la misma configurada dentro del equipo para evitar un corto circuito. Al igual que la canalización debe ser la misma a la que trabaja el satélite caso contrario no se lograra obtener ninguna recepción satelital.
3. La evolución tecnológica es inevitable por lo que se recomienda la facultad brindar una mayor difusión sobre los beneficios que ofrecerá esta nueva tecnología debido a que este año se efectuara el apagón analógico.

BIBLIOGRAFÍA

1. **EDS.** *Transmisiones en DVB-S con transmisiones abierta.* [En línea]. (España). Disponible en: <http://www.portaleds.com/espanol/listar.php?sat=2990&cod=fta&sis=DVB-S>
2. **GARCIA, José.** *Los satélites de comunicaciones.* [En línea]. Barcelona-España. BOIXAREU EDITORS. 1989. [Consulta: 30 de mayo 2017]. Disponible en : https://books.google.com.ec/books?id=_4vApljJBzMC&pg=PA101&lpg=PA101&dq=demoduladores+modernos+de+umbral+extendido&source=bl&ots=oQosj0DGcs&sig=6lMb7Y9qWDaXFy_cfS0aWz9Tx3w&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi2zti5qbvUAhWIMyYKHfozAIUQ6AEIIDA#v=onepage&q=demoduladores%20modernos%20de%20umbral%20extendido&f=false.
3. **GUERRA, Danny.** *DESARROLLO DE UN PROGRAMA QUE PERMITA CALCULAR LOS PARAMETROS DE TRANSMISION FORWARD EN ENLACES SATELITALES UTILIZANDO EL ESTANDAR DVB-S2 (DIGITAL VIDEO BROADCASTING BY SATELLITE 2).*[En línea](tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito – Ecuador. 2007. pp. 22, 23, 43, 52, 53, 54, 60, 62, 70. [Consulta 2017-04-24]. Disponible en : <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/536/1/CD-1036.pdf>
4. **ITU-R BO 1211.** *Methods for objective reception quality assessment of digital terrestrial television broadcasting signals of System B specified in Recommendation ITU-R BT.1306.*
5. **ITU-R-REC-BT.1735.** Digital multi-programme emission systems for television, sound and data services for satellites operating in the 11/12 GHz frequency range
6. **MAR, José.** *Medir la señal DVB-T/ Analizador Transport Stream (DVB-T).*[blog]. 09 de Febrero, 2013. [Consulta: 28 de mayo 2017]. Disponible en: <http://tdtdvb-t.blogspot.com/2013/02/medir-la-senal-dvb-t.html?m=1>.
7. **MARTINEZ, José.** *Análisis de Señales de Televisión en Recepción.* [En línea]. 2012 (Madrid–España). pp.1-12. [Consulta: 09 de abril 2017]. Disponible en: http://arantxa.ii.uam.es/~jms/tvd/12p1-3/2012_Guion_1_Recepcion.pdf.

8. **OLIVARES, Jorge.** *DTH (Direct to Home) Televisión Satelital.*[En línea]. 2011. pp. 9-32. [Consulta: 2017-03-14]. Disponible en: <http://www.spw.cl/inalambrico/dth3.pdf>
9. **PÉREZ, Constantino.** *Transmisión de Televisión Digital.*[En línea].2007. (Cantabria – España). [En línea] Universidad de Cantabria. Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones. [Consulta: 18 de marzo 2017]. pp. 1. Disponible en: <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Estandares%20de%20transmision%20digital.pdf>
10. **PROMAX.** *Medidor de Campo.*[En línea]. 2016. (Madrid – España) [Consulta: 07 de abril 2017]. Disponible en: http://ieslaurona.edu.gva.es/file.php/161/MEDIDOR_DE_CAMPO.pdf
11. **TELEVÉS.** *Televisión Digital.* 2016. (España). [Consulta: 14 de marzo 2017]. pp. 14-17. Disponible en: http://electronica.ugr.es/~amroldan/cursos/2012/ict_granada/modulos/bibliografia/ManualTV_Digital.pdf.
12. **ULRICH, Reimers.** *DVB The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting.* Segunda Edición. Verlag Berlin Heidelber.2005(New York). [Consulta: 16 de marzo del 2017]. pp. 60-101. Disponible en: [ttp://www.img.lx.it.pt/~fp/Klagenfurt/Study%20Material/DVB-The%20Family%20of%20International%20Standards.pdf](http://www.img.lx.it.pt/~fp/Klagenfurt/Study%20Material/DVB-The%20Family%20of%20International%20Standards.pdf).

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE PRÁCTICAS