

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DIRECT TO HOME (DTH)
PARA UNA COBERTURA A NIVEL NACIONAL Y SUSTITUCION DE
CABECERAS CATV EXISTENTES PARA REDUCIR GASTOS LOGISTICOS EN
LA EMPRESA ECONOCABLE.SAC”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

QUISPE BOBADILLA, PAUL RICARDO

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis
padres y familia quienes me apoyaron
en todo momento para formarme como
persona y profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores y asesor
por brindarme el conocimiento
base y el apoyo de la elaboración
de mi presente trabajo.

INDICE

1. CAPITULO I: Planteamiento del problema	2
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Delimitación del proyecto	4
1.3.1 Teórica:.....	4
1.3.2 Temporal:	4
1.3.3 Espacial:.....	4
1.4 Formulación del problema.....	4
1.4.1 Problema general	4
1.4.2 Problema específicos	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
2. CAPITULO II: Marco teórico	6
2.1 Antecedentes	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	8
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1 Diseño de enlace satelital	9
2.2.2 Modelo ascendente.....	9
2.2.3.1 Ecuación de enlace de subida	10
2.2.3 Transponder	11
2.2.4 Modelo descendente.....	11
2.2.5 Ecuación de enlace downlink.....	12
2.2.6 Definición de sistema direct to home (dth).....	13
2.2.7 Características principales de un satélite.....	14
2.2.8 Tipo de satélite geoestacionario para DTH.....	15
2.2.9 Angulo de elevación.....	15
2.2.10 Angulo de azimut	16
2.2.11 Señales digitales.....	16
2.2.12 Ventajas de tratamiento de señales digital	17

2.2.13 Formato DVB-S.....	17
2.2.14 Formato DVB-S2.....	18
2.2.15 Aplicaciones diferentes para formato DVB-S2.....	18
2.2.16 Modulación de señales digitales	18
2.2.16.1 Modulación QPSK	18
2.2.16.2 Codificación gray en QPSK	19
2.2.16.3 Modulación QAM	19
2.2.16.4 Modulación 8-QAM	20
2.2.16.5 Modulación 64-256QAM	20
2.2.17 Banda de frecuencias satelitales.....	22
2.2.17.1 Banda C.....	22
2.2.17.2 Banda KU	22
2.2.17.3 <i>Banda L</i>	22
2.3 Definición de términos básicos.....	23
<input type="checkbox"/> Cabecera (Headend)	23
<input type="checkbox"/> Cabecera digital.....	23
<input type="checkbox"/> Receptor satelital.....	24
<input type="checkbox"/> Moduladores.....	24
<input type="checkbox"/> Modulación	24
<input type="checkbox"/> Transport Stream.....	25
<input type="checkbox"/> Encoders	25
<input type="checkbox"/> Mer	25
<input type="checkbox"/> Symbol Rate	26
<input type="checkbox"/> Fec	26
CAPITULO III: Desarrollo del trabajo de suficiencia profesional	27
3.1 Modelo de solución propuesto	27
3.1.1 Solución de la propuesta de Direct To Home a nivel nacional.....	27
3.1.1.1 Recepción de señales	28
3.1.1.2 Cabecera Lima	30
3.1.1.3 Lista de canales.....	31
3.1.1.4 Receptores satelitales.....	33

3.1.1.5	Encoder hdmi av	34
3.1.1.6	Distribución de señales SD y HD en los encoders.....	35
3.1.1.7	Switch de distribución de stream de video.....	37
3.1.1.8	Switch de distribución de gestión de equipos	37
3.1.1.9	Netprocessor 9030	38
3.1.1.10	Modulador newtec M6100.....	39
3.1.1.11	Características principales del modulador NEWTEC M6100...	39
3.1.1.12	Equipo High Power Amplifier (HPA)	40
3.1.1.13	Antena transmisora.....	40
3.1.1.14	Satélite amazonas 2	41
3.1.1.15	Arquitectura de un sistema uplink.....	42
3.1.1.16	Equipos de recepción satelital al usuario.....	42
3.1.1.17	Recepción en banda L.....	43
3.1.1.18	Decodificador domiciliario	44
3.1.2	Sistema Uplink y Downlink de Direct To Home eliminando amplificadores y nodos de CATV	44
3.1.2.1	Sistema uplink	44
3.1.3	Enlace uplink-downlink para la cabecera central de Lima	45
3.1.4	Creación de Transport Stream en Netprocessor	46
3.1.4.1	Modo: DVB-S / DVB-S2.....	47
3.1.5	Eliminación de cabeceras digitales y analógicas	48
3.1.6	Presupuesto evaluado de equipos del sistema Direct To Home.....	49
3.1.6.1	Presupuesto de digitalización de 7 cabeceras analógica en Red HFC	49
3.1.6.2	Presupuesto de propuesta Direct To Home para cabecera central.....	49
3.1.7	Referencia y muestras a seguir de frecuencia trabajado con satélite amazonas 2	50
3.1.7.1	Frecuencia SD y HD de AMAZONAS 2	50
3.1.7.2	Simulación de pruebas en laboratorio	50

3.1.7.3 Simulación de recepción y medición de potencia para un decodificador	51
3.1.7.4 Simulación y Medición de potencia.....	51
3.1.7.5 Simulación del espectro de frecuencia con ganancia de -20dBm	52
3.1.7.6 Simulación de intensidad de la señal.....	53
3.1.7.7 Constelación de frecuencia -20dBm	53
3.1.7.8 Simulación del espectro de frecuencia -70dBm.....	54
3.1.7.9 Intensidad de señal -70dBm	54
3.1.7.10 Constelación -70dBm.....	55
3.1.7.11 Constelación mayor a -70dBm.....	56
3.1.7.12 Pruebas de potencia en diferentes niveles de atenuación.....	56
3.1.7.13 Maqueta para la medición de MER.....	57
3.1.7.14 Simulación de medición del MER en 17 dBm	58
3.1.7.15 Simulación del espectro de frecuencia con MER de: 5dB	59
3.1.7.16 Pruebas de MER aplicando ruido	59
3.1.7.17 Modulación para una señal HD.....	60
3.1.7.18 Espectro de una señal HD	60
3.1.7.19 Constelación 8PSK.....	61
3.2 Resultados	62
3.2.1 Resultados esperados	62
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFIA	65
ANEXO.....	66

TABLA DE FIGURA

Figura 1 Diseño de enlace satelital.-----	9
Figura 2 Diagrama de bloques de un sistema Uplink. -----	10
Figura 3 Ecuación matemática de enlace de subida. -----	10
Figura 4 Diagrama de bloques de un transponder para uso Direct To home.-----	11
Figura 5 Diseño de bloques de recepción satelital.-----	12
Figura 6 Ecuación matemática de enlace de bajada. -----	12
Figura 7 Sistema de funcionamiento de la red Direct to Home. -----	14
Figura 8 Satélites Geoestacionarios girando a la misma velocidad de la tierra. -----	15
Figura 9 La imagen muestra el apuntamiento del LNB hacia el satélite para obtener ganancia de recepción.-----	16
Figura 10 Azimut es la posición de giro horizontal para apuntar al satélite. -----	16
Figura 11 Reconstrucción de señal digital desde una señal analógica.-----	17
Figura 12 Modulación QPSK.-----	19
Figura 13 Diagrama de bloques para una configuración de modulación 8 QAM. ----	20
Figura 14 Diagrama de bloques para la modulación 64QAM. -----	21
Figura 15 Muestra de todas las constelaciones para cada Modulación. -----	21
Figura 16 Esquema DTH propuesto para solución de mayor cobertura. -----	27
Figura 17 Local y patio de antenas de recepción Econocable.SAC. -----	28
Figura 18 Patio de antenas de recepción en banda C. -----	28
Figura 19 Cabeceras digitalizadas Econocable.SAC -----	29
Figura 20 Cabeceras digital Econocable.SAC -----	29
Figura 21 Conexión de cabeceras-----	30
Figura 22 Esquema de cabecera digital en Villa Salvador. -----	31
Figura 23 Equipos receptores satelitales. -----	33
Figura 24 Equipos receptores satelitales. -----	34
Figura 25 Equipos encoder PBI. -----	35
Figura 26 Switch Cisco de procesamiento de TS.-----	37
Figura 27 Switch Cisco para gestión de equipos. -----	38
Figura 28 Modelo netProcessor 9030. -----	38
Figura 29 Modelo del equipo a utilizar.-----	39
Figura 30 El modelo HPA XTD-400C/X/Ku/-Band diseñado para implementar-----	40
Figura 31 Antena en banda Ku a utilizar para la transmisión. -----	41
Figura 32 Propuesta de implementación Direct To Home. -----	42
Figura 33 LNB a usar para la recepción. -----	43
Figura 34 Diseño de recepción en banda L. -----	43
Figura 35 Decodificador de la empresa Econocable para propuesta DTH. -----	44
Figura 36 Diagrama de bloques del sistema DTH. -----	45
Figura 37 Diagrama de sistema uplink-Downlink. -----	46
Figura 38 Creación de TS para él netprocessor. -----	46
Figura 39 Multiplexación de servicios. -----	47
<i>Figura 40 Plataforma del equipo Newtec M6100 a configurar para transmisión. -----</i>	<i>47</i>

Figura 41 Parámetros de Modulador Newtec.-----	48
Figura 42 Sistema DTH con eliminación de cabeceras digitales y analógicas. -----	48
Figura 43 Maqueta lógica para medición de potencia.-----	51
Figura 44 Maqueta para medición de potencia. -----	51
Figura 45 Espectro de frecuencia con ganancia de -20dBm-----	52
Figura 46 Medición de intensidad de señal. -----	53
Figura 47 Constelación de la frecuencia.-----	53
Figura 48 Espectro de frecuencia con ganancia de -70dBm.-----	54
Figura 49 Intensidad de señal con ganancia de -70dBm.-----	55
Figura 50 Constelación con -70dBm.-----	55
Figura 51 Constelación de la frecuencia mayor de -70 dBm.-----	56
Figura 52 Maqueta lógica para medición Mer.-----	57
Figura 53 Pruebas de medición de MER. -----	58
Figura 54 Espectro de frecuencia con 17 dB de MER. -----	58
Figura 55 Espectro de frecuencia con 5 dB de MER.-----	59
Figura 56 parámetros de una señal HD-----	60
Figura 57 Frecuencia 10808.05 señal HD-----	61
Figura 58 Constelación 8PSK -----	61

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Lista de señales en recepción. -----	32
Tabla 2 Distribución de direcciones por equipo.-----	36
Tabla 3 Especificaciones del Satélite Amazonas 2. -----	41
Tabla 4 Presupuesto de digitalización de cabecera analógica -----	49
Tabla 5 Presupuesto de Direct To Home-----	50
Tabla 6 Tabla de medición de potencia.-----	57
Tabla 7 Tabla de mediciones de Mer. -----	59

Introducción

La televisión y la tecnología de comunicaciones han llegado a gran escala, que cada vez más tecnologías se pueden interconectar y hacerlo más sofisticado para mayor accesibilidad a más aplicaciones. Las tecnologías de la televisión han surgido a tal punto que en la actualidad se dispone de televisores con acceso a Internet y diferentes programaciones en línea lo que sucede en el mundo en tiempo real, debido a la era de la información que todo el mundo puede estar conectado.

El presente trabajo titulado “Propuesta de implementación de un sistema Direct To Home (DTH) para una cobertura a nivel nacional y sustitución de cabeceras CATV existentes, para reducir gastos logísticos en la empresa ECONOCABLE S.A.C” consta de 3 partes de un proceso de mejoría de un sistema de televisión digital para su expansión de territorio nacional.

El primer capítulo detalla la problemática general y específicos, objetivos y justificación que presenta la empresa Econocable.SAC. para su expansión de la red para brindar cobertura a nivel nacional con un sistema moderno de Direct To Home.

En la capítulo II detalla las bases teóricas que se necesita para realizar dicho proyecto de sistema de comunicaciones satelitales y definición de algunos equipos necesarios para la implementación.

En el capítulo III explica el funcionamiento actual de las cabeceras digitales en diferentes puntos a nivel nacional, y el correcto agregado de equipos para su función principal que será transmitir la red Econocable.SAC. por un sistema de Direct to Home y abarcar más área geográfica seguido de los resultados.

1. CAPITULO I: Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la realidad problemática

El presente trabajo interceptara la evolución de la televisión digital Direct to Home (DTH) en las personas que no tienen acceso a una señal televisiva, sea de carácter informativo, educativo, entretenimiento, realidad nacional y sucesos en el mundo. Existe gran número de personas que sus viviendas están alejadas de las ciudades céntricas donde el servicio de la información es más accesible. Actualmente existen empresas de telecomunicaciones alternativas, que prestan servicios de televisión, pero la accesibilidad económica de las personas no les permite adquirir una contratación de televisión de paga. Entre los más resaltantes y están en la vanguardia de la televisión digital son, movistar, claro, Direct TV. Pero estas empresas manejan un precio estándar para su beneficio propio de cómo manipular el mercado.

Las empresas y competencias de Telecomunicaciones promueven a promociones para mayor adquisición de clientes a su mercado. Salvo que el cliente final es el que decide a que empresa contratar, no estaría de más que una nueva empresa peruana decida entrar al mercado de las telecomunicaciones para entregar servicio de Direct to Home (DTH) para competir y balancear los precios en el mercado para mayor accesibilidad a las personas.

Esta nueva empresa actualmente dispone con 8 cabeceras principales en diferentes provincias nacionales. Pero con la digitalización y tecnologías de seguridad, quiere expandir su mercado a nivel nacional para competir y tener mayor número de clientes suscritos y solo contar con una sola cabecera principal que estará situada en Lima y a su vez eliminar las cabeceras en provincias que generan gastos innecesarios en equipamiento cableado y extensión de la red en diferentes ciudades.

Con la tecnología de Direct To Home dará una solución tecnológica para la recepción de mayor número de decodificadores instalados en todos los clientes suscritos. Para

ello esta solución tecnología se realizará con la investigación que compromete ser lo más detallado y específico para su previa propuesta de implementación como solución y crecimiento de la empresa Econocable.SAC.

1.2 Justificación del problema

Dejando de usar las señales analógicas y con la aplicación de la señal digital, se puede aprovechar al máximo un canal analógico para dejar pasar hasta 8 canales en la misma frecuencia. Es por ello que este estudio y esta innovación digital debe ser compartida para todos por igual. Pero no todas las personas cuentan al alcance de una señal digital, ya sea por el territorio o la lejanía de la ciudad central. Es por ello que este estudio se basa en la implementación de un sistema Direct to Home (DTH), para expansión de la red y que las personas que viven alejadas a las ciudades adquieran un servicio de televisión de manera inalámbrica. El mundo digital mantiene a todos interconectados en diferentes puntos de ubicaciones, queda claro que el mundo de la televisión digital seguirá innovando y por ello se necesitará nuevas aplicaciones y tecnologías posteriores para siempre estar a la vanguardia lo que demanda el mundo. Por ello este estudio se realiza con el fin de proponer una mejoría en la empresa y mejor aprovechamiento de sistemas tecnológicos nuevos existentes y ya usados por otras empresas que cuentan con mayor cobertura, la finalidad de toda empresa es siempre estar innovando en sus sistemas para una mayor rentabilidad, si esta empresa nacional entra a la competencia y mejores servicios, captarán mayor número de clientes suscritos y no de forma limitada o obligara a otras empresas de competencia entrar en precios que la oferta y la demanda ofrezcan con la decisión de los clientes, y así poder tener precios estabilizados, mayor rentabilidad en la empresa y reducción de gastos operativos.

1.3 Delimitación del proyecto

1.3.1 Teórica:

El siguiente trabajo de implementación se basa en las comunicaciones satelitales, la recepción de una óptima señal recibida con el estudio de LNB, Sistemas Eléctricos para el proceso y funcionamiento del Sistema Direct To Home desde la señal Base a la señal UpLink, Sistemas Electrónicos para el estudio, funcionamiento y recepción del decodificador que se instalara en cada usuario.

1.3.2 Temporal:

El estudio tendrá una duración de 2 meses, iniciará el 01 de octubre hasta el 08 de diciembre del año 2019.

1.3.3 Espacial:

El trabajo es una propuesta de implementación con el sistema Direct To Home (DTH) que se realizaría en el patio de antenas que se encuentra en el distrito de Villa salvador, que actualmente es su ubicación principal de Lima.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cómo diseñar un sistema Direct To Home (DTH) para una cobertura a nivel nacional y sustitución de cabeceras CATV existentes para reducir gastos logísticos en la empresa Econocable.SAC?

1.4.2 Problema específicos

¿Cómo diseñar una red Direct To Home, para expandir la red de tv digital sin tener que usar amplificadores y nodos?

¿Cómo diseñar la implementación de la cabecera central de Lima, para un sistema Direct To Home?

¿Cómo diseñar un Transport Stream de señales digitales para un enlace satelital?

¿Cómo eliminar el costo en instalaciones de equipos de cabecera analógicas y acometida para la expansión de la red Tv digital a nivel nacional?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un sistema Direct To Home (DTH) para una cobertura a nivel nacional y sustitución de cabeceras CATV existentes para reducir gastos logísticos en la empresa Econocable.SAC

1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar una red Direct To Home, para expandir la red de tv digital sin tener que usar amplificadores y nodos.
- Diseñar la implementación de la cabecera central de Lima, para un sistema Direct To Home.
- Diseñar un Transport Stream de señales digitales para un enlace satelital.
- Eliminar el costo en instalaciones de equipos de cabecera analógica y acometida para la expansión de la red Tv digital a nivel nacional.

2. CAPITULO II: Marco teórico

2.1 Antecedentes

Para la presente investigación se realizó un estudio de proyectos realizados en diferentes ciudades apuntando el mismo objetivo a desarrollar.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Carvajal, Bermúdez (2014), en su trabajo de seminario de graduación para optar al título de Ingeniero en Electrónica: Uso de la tecnología DTH (direct to home) como alternativa para brindar servicio de recepción de televisión satelital en Nicaragua, de la universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, el cual se detalla lo siguiente:

- Se optó en usar frecuencias ortogonales en su plan de frecuencias, para aprovechar la polarización en una misma frecuencia.
- Se determina el ángulo de elevación y ángulo de azimut de cada antena parabólica domiciliaria para recepcionar la señal satelital, previa configuración básica junto al LNB con ecuaciones matemáticas de dichas pruebas.
- En este artículo el autor rescata que, en su País Nicaragua, en las zonas del pacífico si cuentan con una gran cobertura para televisión TDT u CATV, pero para las zonas central y del Atlántico, porque son zonas con relieve y de no fácil acceso al terreno de dichas áreas. Por ello menciona que empresas de CATV no desean invertir en una infraestructura mayor, o implementar sistema de microondas porque en la mayoría de casos la ubicación geográfica no permite tener una vista microondas, en el cual se tendrá que implementar también repetidoras para su transmisión.

Mejía (2016), en su trabajo de artículo técnico: Diseño de un sistema codificado satelital (DTH) que permita brindar el servicio de televisión por suscripción en la comunidad de Carabuela, para AIRMAXTELECOM SOLUCIONES TECNOLOGICAS S.A, de la Universidad Técnica del Norte, el cual se detalla lo siguiente:

- El trabajo muestra los resultados de MER, CBER, VBER, donde muestra valores óptimos del satélite Amazonas 4 para la localidad de Carabuela.
- La empresa AIRMAXTELECOM dedicado a distribución de internet inalámbrico diseña la propuesta para la implementación de televisión digital y distribución en Carabuela, realizando un estudio económico que muestra la factibilidad que tiene la implementación, mostrando resultados de potencia recibida del analizador de espectro SATHUNDER.

Román (2016), en su trabajo de previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones: Implementación de un prototipo de antena receptora de televisión satelital, utilizando arreglos de antenas parabólicas tipo offset para el incremento de ganancia, de la Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, el cual se detalla lo siguiente:

- Se trabajó con materiales conductivos eléctricos, la reflexión de ondas electromagnéticas es lo mismo que trabajar con haces de luz en superficies tipo espejo, para ello se usa la óptica geométrica para el arreglo de antenas.
- Teóricamente el diseño del prototipo puede mejorar una ganancia de una antena offset en 2.9 dB que en porcentaje es equivalente a decir un 95% aproximadamente.
- Contribuyo al uso de diámetros de platos más grandes para captar la portadora del satélite, aunque maniobrar estas dimensiones es complejo para las personas, teniendo en cuenta que el mínimo grado de movimiento en la antena, podría alterar la recepción de la portadora del satélite.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Tuesta (2009), en su informe de suficiencia: Instalación y puesta en marcha del servicio Direct To Home para Cable Mágico, de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual se detalla lo siguiente:

- El sistema Direct To Home comprende una serie de secuencias de equipos para la recepción de señales y el tratamiento de señales con equipos codificadores de video MPEG-2 para un contraste de alta definición con el objetivo de transmitir una tasa de 2Mbps en video, audio, subtítulos.
- La relación de este proyecto realizado en la estación terrena de Lurín de telefónica hace referencia en la implementación y el sistema de funcionamiento Direct To Home (DTH) para una cobertura a nivel nacional, y competencia con la operadora Direct Tv, frente a esto la empresa Econocable se le sugiere la propuesta de implementación Direct To Home para su expansión de su red digital a nivel nacional.

Carhuamaca (2011), en su Tesis para optar el Título de Ingeniero de Telecomunicaciones: Diseño del sistema de transmisión satelital para el transporte de la señal ISDB-T BTS, de la universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, el cual se detalla lo siguiente:

- Los costos de equipamiento, usando el método de TS/BTS Adapter se logra reducir los costos de alquiler de un espectro de frecuencia satelital hasta de 64% comparando los costos de alquiler del espectro sin usar el método de remultiplexaje, enviando la señal ISDB-T BTS DE 32.507 Mbps al satélite.
- En este proyecto la reducción de costos de alquiler de un satélite, se hace referencia al método de TS/BTS Adapter, al igual que el método que se usa en esta propuesta de investigación, es de no digitalizar las 8 cabeceras, y solo

centralizar la de Lima, para su implementación del nuevo sistema Direct To Home, y reducir los costos del sistema frente a la digitalización.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Diseño de enlace satelital

El enlace de comunicaciones satelitales está conformado con tecnologías de comunicaciones tradicionales, que forzosamente las comunicaciones eran muy limitadas y la única expansión del radio electromagnético fuera de la curva terrestre era realizar una comunicación satelital, tomando en consideración 3 partes fundamentales para una comunicación satelital: un enlace de uplink, un satélite transpondedor y un enlace downlink. (Tomasi, 2003, p.815)

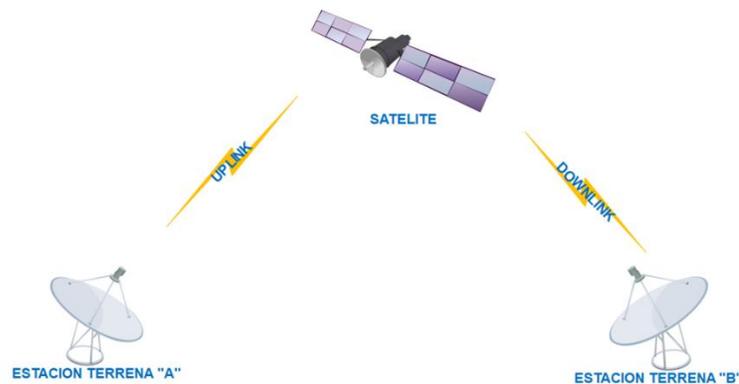


Figura 1 Diseño de enlace satelital.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Modelo ascendente

El modelo ascendente de una comunicación satelital consta de un conjunto de equipos que hacen logar el enlace. Entre ellos un modulador de frecuencia intermedia, un equipo conversor de la frecuencia intermedia a RF, también cuenta con un convertidor

ascendente que este equipo se encarga de darle una portadora a la señal banda base con ayuda de un oscilador local interno, pasando por un High Power Amplifier (HPA) este equipo último es el que ayudara a hacer posible la transmisión generando la transmisión Uplink al satélite. (Cesar Hernández, Oscar F. Corredor, Luis F. Pedraza, 2010, p.103).

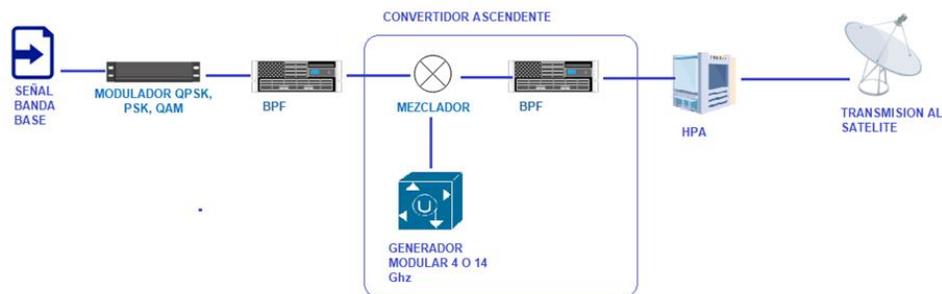


Figura 2 Diagrama de bloques de un sistema Uplink.

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.1 Ecuación de enlace de subida

Se usan las ecuaciones para determinar las pérdidas que sufre un enlace satelital en su trayectoria hasta el satélite y regresar a otro punto de antena receptora.

$$\frac{C}{N_0} = \underbrace{10 \log A_t P_{ent}}_{\text{EIRP estación terrestre}} - \underbrace{20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)}_{\text{pérdidas en la trayectoria por espacio libre } L_p} + \underbrace{10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right)}_{\text{G/T}_e \text{ de satélite}} - \underbrace{10 \log L_u}_{\text{pérdidas atmosféricas adicionales}} - \underbrace{10 \log K}_{\text{constante de Boltzmann}}$$

$$= \text{EIRP (dBW)} - L_p \text{ (dB)} + \frac{G}{T_e} \text{ (dBK}^{-1}\text{)} - L_u \text{ (dB)} - K \text{ (dBWK)}$$

Figura 3 Ecuación matemática de enlace de subida.

Fuente: Sistema de comunicaciones electrónicas pag.826

Donde L_d y L_u son las pérdidas adicionales atmosféricas de un enlace de subida y bajada. Estas pérdidas son influidas por la humedad, oxígeno y partículas en el aire. La relación G/T_e es la ganancia de la antena receptora más la del LNA, dividida entre la temperatura equivalente al ruido de entrada. (Tomasi, 2003, p.815)

2.2.3 Transponder

Las señales emitidas desde un punto de la tierra son recibidas por los transponder del satélite, que estos diseños cuentan con una Amplificador de bajo ruido (LNA). Que después de la recepción, pasa a la siguiente fase del tratamiento de la señal por un traslador de frecuencia que convierte las frecuencias de banda alta a bandas de frecuencias banda baja, después la señal es recuperada con un amplificador de bajo ruido que será regresado la señal en una baja frecuencia, cumpliendo las normas del sistema de comunicación en banda C, Ku o Ka en todo sistema satelital. Cesar (Hernández, Oscar F. Corredor, Luis F. Pedraza, 2010, p.103).

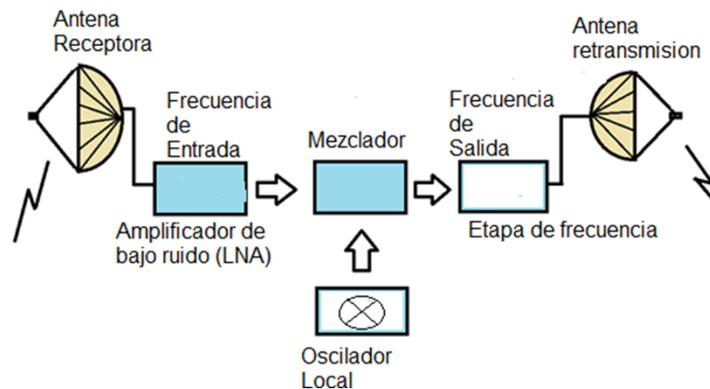


Figura 4 Diagrama de bloques de un transponder para uso Direct To home.

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Modelo descendente

La etapa final de un sistema DTH termina en una pequeña antena de 60 cm de diámetro el cual tiene incorporado un LNB que trabaja en banda L. Esta banda no es más que la banda de frecuencia intermedia que operan los transmisores y dispositivos de transmisión, el LNB convierte señales de alta frecuencia a frecuencias del rango de

trabajo de la banda L, internamente el Low Noise Block contiene un filtro pasa banda y por medio del oscilador local recrea una onda equivalente a la onda de alta frecuencia determinado por la frecuencia de corte que viene a ser una escala comparativa de la señal de alta frecuencia. (Cesar Hernández, Oscar F. Corredor, Luis F. Pedraza, 2010, p.104).

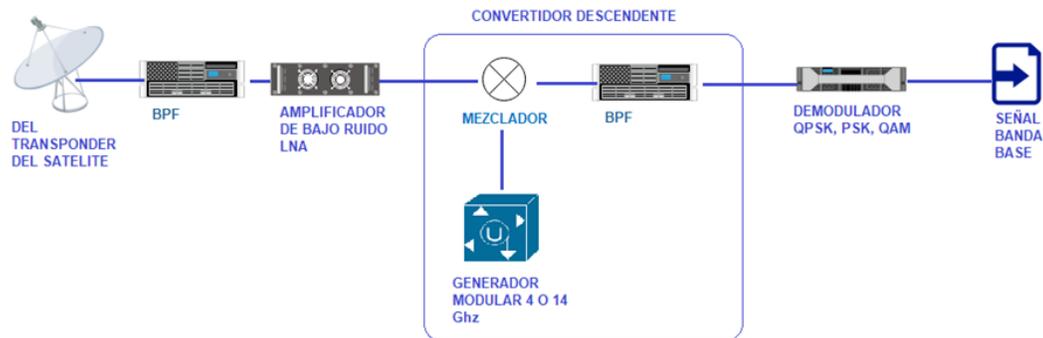


Figura 5 Diseño de bloques de recepción satelital.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5 Ecuación de enlace downlink

Ecuación logarítmica de potencia isotrópica radiada equivalente. Ver figura 6

$$\frac{C}{N_0} = \frac{A_t P_{\text{ent}} (L_p L_d) A_r}{K T_e} = \frac{A_t P_{\text{ent}} (L_p L_d)}{K} \times \frac{G}{T_e}$$

Expresada en logaritmos

$$\begin{aligned} \frac{C}{N_0} &= \underbrace{10 \log A_t P_{\text{ent}}}_{\text{EIRP satélite}} - \underbrace{20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)}_{\text{pérdidas en la trayectoria por espacio libre } L_p} + \underbrace{10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right)}_{\text{G/T}_e \text{ de estación terrestre}} - \underbrace{10 \log L_d}_{\text{pérdidas atmosféricas adicionales}} - \underbrace{10 \log K}_{\text{constante de Boltzmann}} \\ &= \text{EIRP (dBW)} - L_p \text{ (dB)} + \frac{G}{T_e} \text{ (dBK}^{-1}\text{)} - L_d \text{ (dB)} - K \text{ (dBWK)} \end{aligned}$$

Figura 6 Ecuación matemática de enlace de bajada.

Fuente: Sistema de comunicaciones electrónicas pag.827

2.2.6 Definición de sistema direct to home (dth)

Directo To Home equivale a decir televisión directa al hogar, se define como la recepción de señales de un operador que consta de un sistema de comunicación para que las señales emitidas lleguen directamente al usuario.

Después de la implementación y la digitalización de señales analógicas en la televisión, han obtenido muchas ventajas este sistema, debido a la señal digital que es susceptible al ruido, se aprovecha al máximo el ancho de banda de una señal analógica, en el cual se puede incluir hasta 6 o 7 canales digitales en SD o 3-4 canales HD en una sola portadora análoga.

La señal digital es manipulable a conveniencia del operador, este sistema DTH cuenta con la implementación de un CAS que es el administrador de servicios que ayudara a organizar y determinar suscriptores en el operador.

El centro de transmisión del operador provee sus señales digitales en todo un sistema de combinación y encriptación que envía sus señales en banda uplink Ku (13-14 GHz) de una estación terrena hacia el satélite, a su vez este satélite se comportara como un espejo o repetidor, que esta señal lo reenviara de regreso pero con una frecuencia downlink diferente (11-12Ghz) para ser recepcionada en una antena parabólica de 60 cm de diámetro, pero esta antena cuenta con un LNB respectivo que se encargara de convertir la banda Ku en banda L, para ser soportada por el cable coaxial que llegara a su destino el decodificador o SetTopBox.

Por lo general el cliente final que recibe las señales puede visualizar las señales de acuerdo a la suscripción. Este sistema implementa mucho la seguridad y encriptación de señales, y no a la piratería de señal, a comparación que sucedía en las señales analógicas. Ver figura 7. (Matos, 2007, p.65)

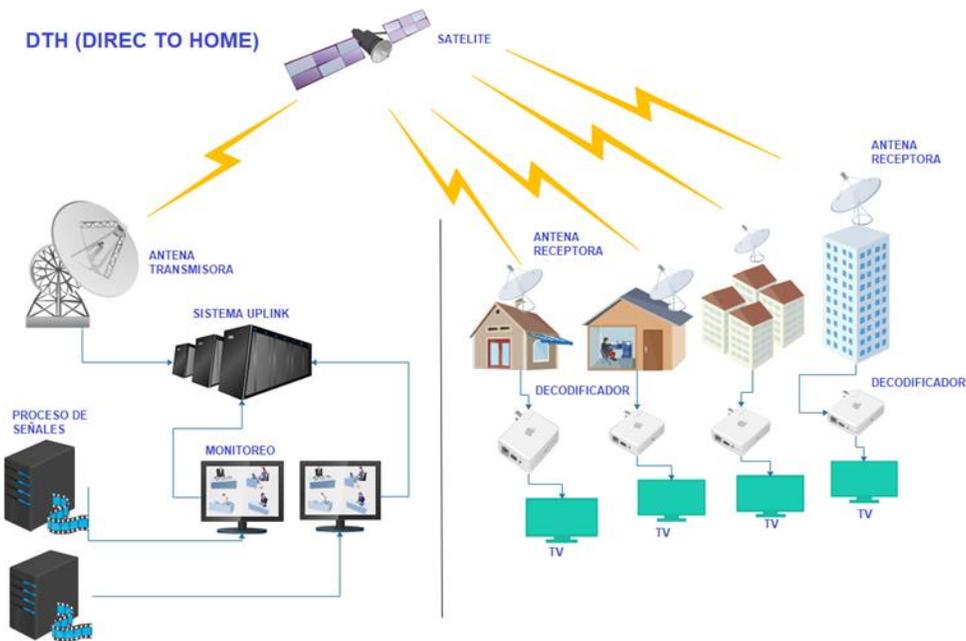


Figura 7 Sistema de funcionamiento de la red Direct to Home.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.7 Características principales de un satélite

Los satélites de comunicación pueden recibir y enviar la señal a cualquier punto del área geográfica que el satélite puede cubrir. Normalmente para emisiones de señales de televisión se utilizan satélites geoestacionarios que están ubicadas a un aproximado de 36000 kilómetros de la tierra, estos satélites permiten retransmitir la señal enviada de la tierra y se comporta como un repetidor de señal, la frecuencia recibida por el satélite y a la que va a reenviar, este sistema de transponder cambia la frecuencia para que en el momento de reenviar no tenga problemas de interferencia en el downlink. Una principal característica de la pisada satelital es que puede cubrir hasta 1/3 de del foco satelital, brindando una mayor cobertura de la señal que se desee aprovechar del satélite en órbita. (Wiley, 2009, p.98)

2.2.8 Tipo de satélite geoestacionario para DTH

Los satélites geoestacionarios son aquellos satélites que están fijos en un punto de la órbita, la fuerza de la gravedad y la fuerza centrífuga del satélite son iguales quedando suspendido en un punto fijo. Este satélite funciona a una altura de 35,786 Kilómetros desde el punto de la tierra. Este sistema se mueve a la misma velocidad de la órbita de la tierra generando un movimiento estático con respecto a la Tierra. Si la velocidad del satélite fuera mayor al de la gravedad este sistema no funcionaría resultando la pérdida del satélite en el espacio. (Guzmán, Hermenegildo, 2013, p.8).

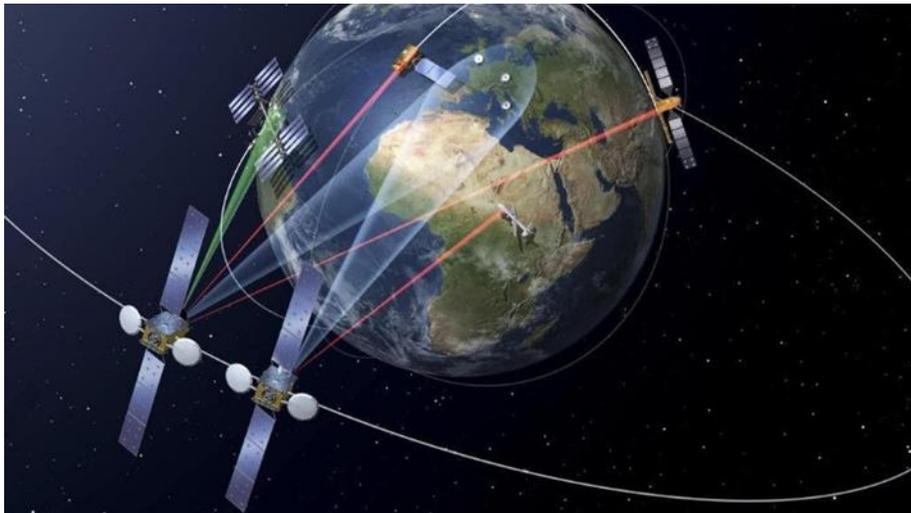


Figura 8 Satélites Geoestacionarios girando a la misma velocidad de la tierra.

Fuente: www.misistemasola.com

2.2.9 Angulo de elevación

El ángulo de elevación de una antena transmisora o receptora, es el ángulo que varía de forma vertical, toma como referencia el plano horizontal, para la transmisión o recepción de ondas electromagnéticas que es enviada o recepcionada de un punto de satélite orbitando a 36000 Km de la superficie de la tierra. (Carreón, 2015, p.17)

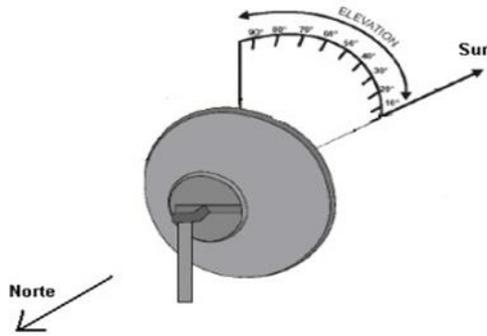


Figura 9 La imagen muestra el apuntamiento del LNB hacia el satélite para obtener ganancia de recepción.

Fuente: www.viasatelite.com

2.2.10 Angulo de azimut

Este ángulo determina la orientación del satélite al igual que el ángulo de elevación, estas 2 funciones influyen para la comunicación electromagnética de punto a punto, desde la estación terrena a la estación espacial. (Carreón, 2015, p.17)

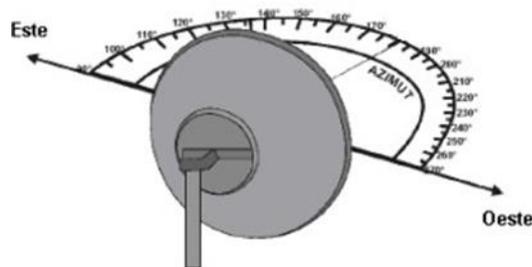


Figura 10 Azimut es la posición de giro horizontal para apuntar al satélite.

Fuente: www.viasatelite.com

2.2.11 Señales digitales

Las señales digitales se definen como propias o que es necesario que cada uno depende del otro. Para una señal analógica y llevarla a digital, existen varios métodos de digitalización que está sujeta a muestras de pulsos o picos de las señales análogas,

para reconstruirla a través de pulsos. (Sistema de telecomunicaciones, Constantino Pérez Vega, 2007, p.11).

2.2.12 Ventajas de tratamiento de señales digital

Las señales digitales son propias de guardar información en una cinta o disco magnético, o en diferentes aplicaciones. Cabe rescatar que todas las señales de naturaleza son de origen analógicas, el tratamiento de las señales digitales nos permite tener un mayor enfoque en mediciones, visualización, y mejor recepción ante perturbaciones de ruido, como es la señal digital en televisión. (Jhon G. Proakis y Dimitri G. Manolakis, 2007, p. 25)

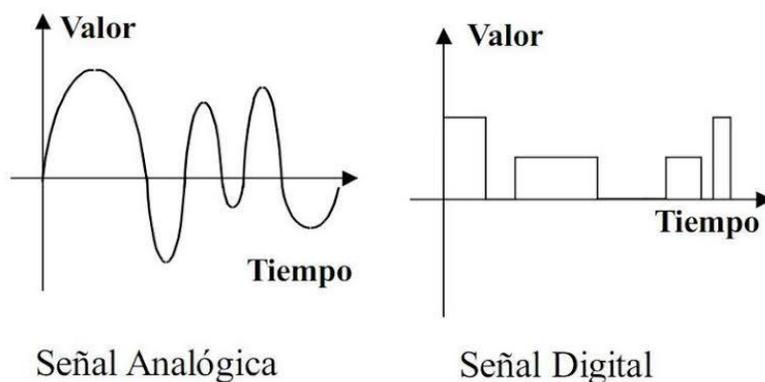


Figura 11 Reconstrucción de señal digital desde una señal analógica.

Fuente: <http://redes.noralemilenio.es/>

2.2.13 Formato DVB-S

Es la primera especificación de televisión por satélite aprobada por el ETSI en el año 1993. Este estándar define las características de radiodifusión de televisión digital y datos mediante satélites FSS o BSS para la banda Ku. Permitiendo la transmisión de varios programas de calidad estándar o HDTV utilizando un multiplex basado en la especificación MPEG-2. (Matos, 2007, p.68)

2.2.14 Formato DVB-S2

El estándar DVB-S2 es la evolución del DVB-S al obtener una mejoría de formato, tiene más capacidad de enviar transmisiones de televisión, y también cuenta con mejor tasa de corrección de errores, por eso en la actualidad es muy usado para enviar señales en HD o UHD. Este formato es y muy usado en sistemas satelitales, ya no solamente para usos de transmisiones televisivos, sino se espera dale más aplicaciones de este formato. (Matos, 2007, p.68)

2.2.15 Aplicaciones diferentes para formato DVB-S2

- Radiodifusión de televisión SDTV y HDTV
- Servicios interactivos, incluyendo acceso a internet, para aplicaciones de consumo.
- Distribución de contenidos de datos y servicio Internet.

2.2.16 Modulación de señales digitales

2.2.16.1 Modulación QPSK

El tipo de modulación QPSK es muy usado en comunicaciones satelitales debido a su doble ancho de banda con respecta al PSK, el beneficio generado por esta nueva modulación es que se puede realizar 4 fases y hacer variar las fases de la frecuencia de la señal, mientras en el PSK solo realiza una sola fase, quedando la amplitud en la misma condición. (Matos, 2007, p.97)

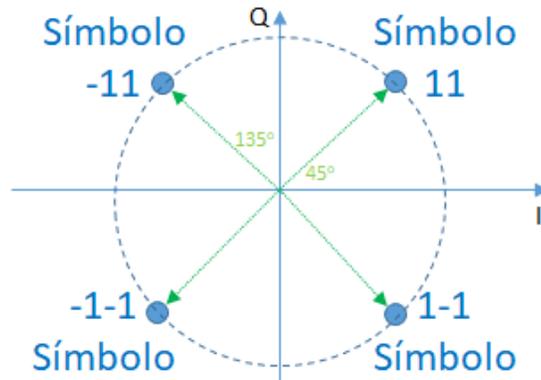


Figura 12 Modulación QPSK.

Fuente: <http://blog.espol.edu.ec/>

2.2.16.2 Codificación gray en QPSK

La modulación QPSK toma bits de entrada, dos a la vez, y crea un símbolo que representa una de las cuatro fases. El rendimiento de la modulación QPSK se puede mejorar mediante el uso de una técnica conocida como codificación Gray. La codificación Gray asigna cada dos bits de entrada a uno de los cuatro símbolos únicos de tal manera que los pares de bits varían por sólo un único bit de símbolo a símbolo. Si se recibe un símbolo de error, contendrá sólo un bit erróneo si fue recibido por error a un símbolo adyacente. (Dunning, 1995, p.75)

2.2.16.3 Modulación QAM

Es un tipo de modulación digital avanzada que transporta datos, el cual la información va a ser modulada tanto en la amplitud como en la fase. La información transportada está contenida tanto en la amplitud y en la fase. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasando 90° la fase y la amplitud. (Matos, 2007, p.150).

2.2.16.4 Modulación 8-QAM

Es una técnica de codificación M-ario, en donde $M=8$. A diferencia del 8-PSK, la señal de salida de un modulador de 8-QAM no es una señal de amplitud constante. Ver figura 13. (Matos, 2007, p.150).

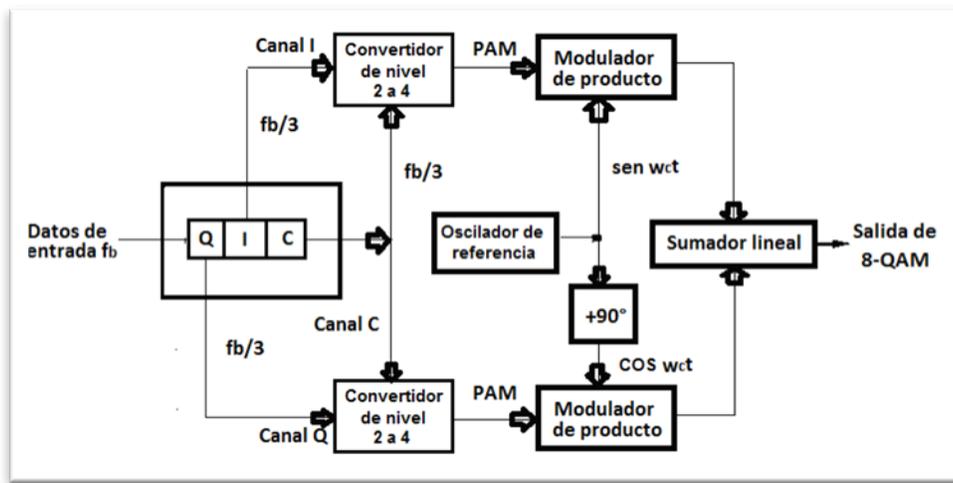


Figura 13 Diagrama de bloques para una configuración de modulación 8 QAM.

Fuente: repositorio de la universidad tecnológica nacional de México

2.2.16.5 Modulación 64-256QAM

- Mediante la adición de más niveles a los canales I y Q, se pueden obtener tasas más altas de modulación de datos.
- Cuanto mayor sea el número de niveles, más efecto habrá de ruido o interferencia.
- 64-QAM utiliza 8 niveles en la dirección I y 8 niveles en la dirección Q para un total de 8^2 o 64 símbolos.

- 256-QAM utiliza 16 niveles en la dirección I y 16 niveles en la dirección Q para un total de 16^2 o 256 símbolos. La figura (12) muestra la configuración.
- Los canales I y Q se modulan AM a la misma frecuencia, pero desfasados 90° . Las dos señales se combinan para formar la señal 64-QAM.

La figura muestra el diagrama de bloques que se lleva a cabo la modulación 64 QAM. (Matos, 2007, p.120)

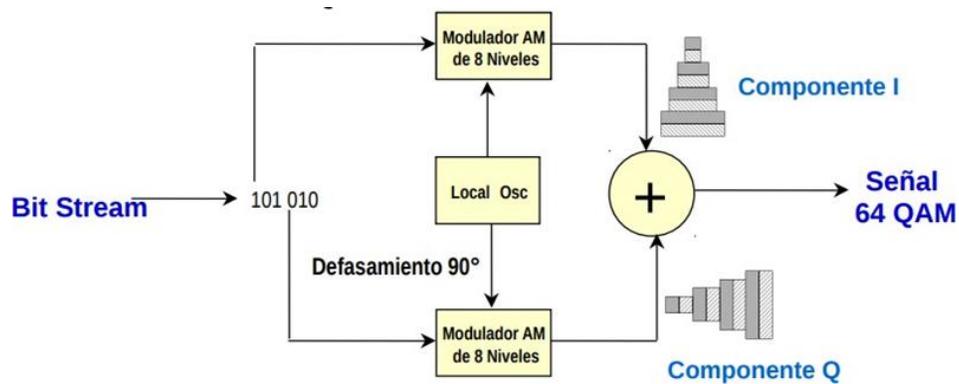


Figura 14 Diagrama de bloques para la modulación 64QAM.

Fuente: repositorio de la universidad tecnológica nacional de México

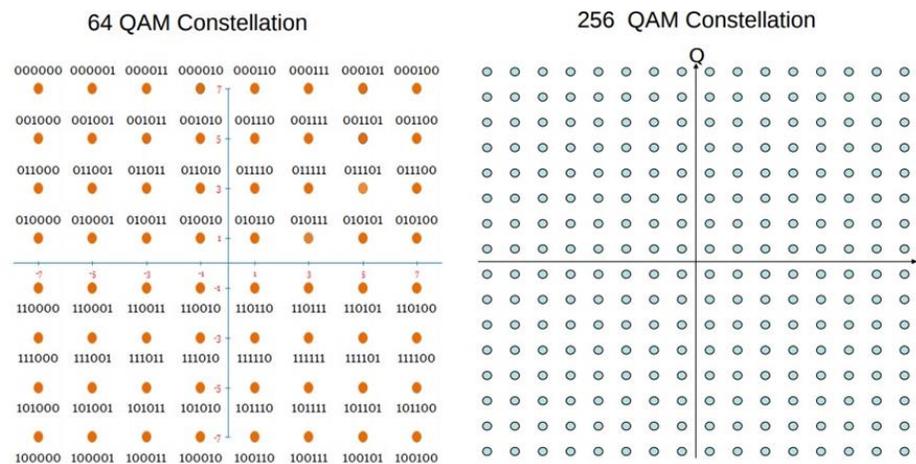


Figura 15 Muestra de todas las constelaciones para cada Modulación.

Fuente: repositorio de la universidad tecnológica nacional de México

2.2.17 Banda de frecuencias satelitales

2.2.17.1 Banda C

La banda C fue el primer rango de frecuencia utilizada en comunicaciones satelitales. Esta banda es un rango del espectro electromagnético de las microondas que comprende frecuencias de entre 3.7 y 4.2 GHz y desde 5.9 hasta 6.4GHz. Básicamente este satélite funciona como repetidos recibiendo la banda alta, y reenviando en banda baja con una diferencia de 2.25 MHz. Normalmente este sistema funciona con sistema horizontal y vertical para duplicar el número de servicios en una misma frecuencia. Si se compara la banda Ku, esta Banda es más confiable gracias su comportamiento cuando se encuentra en climas extremos de lluvias y granizo sin perder atenuación u degradación de la misma. (Ramos, 2007, p.94)

2.2.17.2 Banda KU

Esta banda usualmente se usa en comunicación satelitales de radiodifusión de televisión por satélite. La banda Ku es una porción del espectro electromagnético de microondas, que están en el rango de frecuencias de 11.7 a 12.7GHz (frecuencia de bajada) y 14 a 14.5GHz (frecuencias de subida). (Ramos, 2007, p.61)

2.2.17.3 Banda L

El rango de frecuencias para las telecomunicaciones es de 1.5 a 2.9 GHz que usualmente es usada para recepcionar señales de televisión satelital. El LNB que recibe la señal en banda Ku o C, este transforma en una banda baja L para ser soportada por el cable coaxial y el decodificador. (Ramos, 2007, p.66)

2.3 Definición de términos básicos

➤ **Cabecera (Headend)**

Una estación de televisión es un centro de operaciones donde se recibe señales de diferentes operadores de canal de televisión, este centro de operaciones se encarga de recibir todas las señales y procesarlas con modulaciones para cada canal específico, combinando todas las señales en diferentes frecuencias, respetando valores e indicaciones de acuerdo a las normas de cada equipo o marca que manejan, a su vez cuando se combinan todas las señales por una misma red, este mismo será distribuido a la red de acometida que llevara las señales procesadas a su destino final que serán los usuarios.

➤ **Cabecera digital**

En su mayoría en los inicios de la televisión por cable todas las cabeceras eran de funcionalidad y sistema analógicos, el cual recepcionaban las señales de los proveedores del canal en banda C o Ku y estos equipos receptores satelitales, sus salidas de banda base era en Audio y Video (RCA) en el cual eran procesados por un modulador. En la actualidad esta tecnología no es usable en la mayoría de cableras, debido a la digitalización de señales para una mejor calidad de video y susceptible al ruido, en su mayoría de las cabeceras para no perder el equipo ya instalada, los equipos analógicos se sometían a la digitalización con ayuda de equipos encoder que estos equipos procesaban la señal analógica convirtiéndola en digital o IP, para ser procesada por una plataforma digital o donde se podría administrar las señales y además se podía beneficiar el espectro de una frecuencia para que puedan ingresar 4-5 señales digitales por un mismo canal si tener que interponerse en la misma.

➤ **Receptor satelital**

Un receptor satelital es aquel equipo que es conectado a una antena parabólica, este equipo es configurable y se puede programar la frecuencia de bajada que desee recepcionar de acuerdo a la señal indicada, además puede recibir de manera horizontal y vertical. Anteriormente era muy limitado estos equipos en el sentido que solo se podía recibir señales análogas en el formato DVB-S, pero actualmente con la digitalización existen equipos que reciben las señales digitales en formato DVB-S2, y las salidas de estos equipos puede ser de conexión IP o ASI para mayor tráfico de bits como en algunos contenidos de señales HD o UHD.

➤ **Moduladores**

Este equipo en tecnologías antiguas se usaba mayormente para modular las señales análogas, cada canal tenía una respectiva frecuencia para su modulación con las señales análogas, existen varios tipos de modulares, hasta las moduladoras variables, hoy en sistemas digitalizados se omite estos equipos, pero para un laboratorio de pruebas para una respectiva frecuencia si se usan.

➤ **Modulación**

La modulación esencialmente toma como referencia un canal en específico cuya modulación se realizará con la frecuencia que emite un modulador. Para las señales digital también se modulan con una frecuencia específica, pero para ello se usa un tipo de modulación QAM (Quadrature Amplitude Modulation), el operador de CATV puede colocar hasta 8 canales en un solo canal puesto que la modulación QAM le permite más ancho de banda, así mismo ingresar 8 canales en diferentes fases de las señales bajo una misma frecuencia sin interferir con las otras señales. Este tipo de modulación se realiza en los moduladores de una plataforma digital, puesto que cada modulador te permite crear TS (Transport Stream) y limitantes de canales por una misma frecuencia.

➤ **Transport Stream**

El Transport Stream es la estructura que se define para la transmisión en medios susceptibles de errores. Por lo tanto, todas las aplicaciones destinadas a broadcast se realizarán en este formato. El formato de Transport Stream utiliza paquetes de longitud constante, llamados transport packets o paquetes de transporte. El tamaño de estos paquetes es de 188 bytes.

La información de señalización en un Transport Stream se realiza mediante el Program Specific Information (PSI) que se transmite mediante tablas, las cuales son encapsuladas en secciones MPEG-2.

La aplicación más importante del formato Transport Stream es la transmisión de televisión digital en los estándares DVB y ATSC

➤ **Encoders**

Los equipos encoder tratan las señales entrantes de origen banda base, y procesar o comprimir el video para que luego se procesen en forma digital. En televisión digital es muy usual usar estos tipos de enconder, para un sistema digitalizado y usar el puerto Ethernet de salida del encoder para procesar en una plataforma digital.

➤ **Mer**

La tasa de error de modulación o, por sus siglas inglesas, MER (Modulation Error Rate) define un factor que nos informa de la exactitud de una constelación digital. Esta es una herramienta cuantitativa que permite valorar cómo es de buena una señal modulada digital.

La Tasa de Error de Modulación puede definirse, gráficamente, como la "dispersión" de puntos respecto al valor esperado. (Es la diferencia entre la señal que nos entra con respecto a la ideal, se expresa en dB, cuanto más cercanos estén los puntos en la constelación mejor será la señal.

➤ **Symbol Rate**

El Symbol Rate de un canal indica la cantidad de información digital por segundo a la que se emiten los datos de dicho canal.

➤ **Fec**

Es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión para mostrar los datos. Este mecanismo de corrección de errores se utiliza, por ejemplo, en las comunicaciones vía satélite.

CAPITULO III: Desarrollo del trabajo de suficiencia profesional.

3.1 Modelo de solución propuesto

3.1.1 Solución de la propuesta de Direct To Home a nivel nacional

La propuesta de implementación y las pruebas de simulación que se realizaron, da como resultado una buena funcionalidad del sistema Direct To Home a implementar en la cabecera de Lima, así mismo eliminando las cabeceras digitales ya integradas, y las cabeceras analógicas que están en proyecto de digitalización. El plan de direct to home ayudara a captar más abonados para todo un territorio enfocado en la pisada del satélite, obteniendo más abonados inscritos a la red de Econocable.SAC.

En el diseño se divide en 3 etapas: primero la etapa de la recepción por parte de las operadoras de servicio de televisión, se recibe de diferentes satélites con modulaciones QPSK y 8PSK con las normas DVB-S y DVB-S2, la segunda etapa comprende en la demodulación por lo receptores y enviado a los encoder donde se realizara el método de compresión de video MPEG-2, transformando la señal en paquete Transport Stream (TS), para su encapsular en el netprocesor para determinar tablas en las señales a enviar, seguidamente la tercera etapa comprende en la modulación por el modulador newtec en señal QPSK o 8PSK para la retransmisión con el Hight Power Amplifier (HPA)

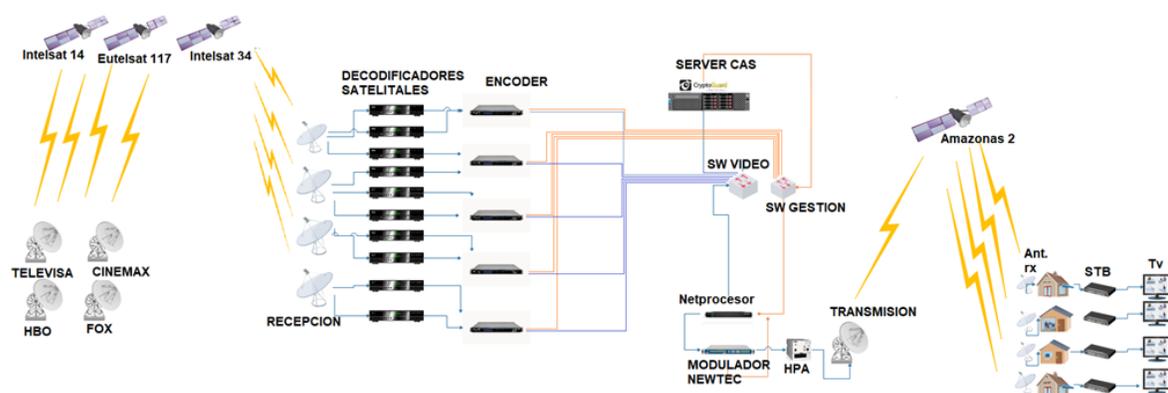


Figura 16 Esquema DTH propuesto para solución de mayor cobertura.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.1 Recepción de señales

Primero ubicamos el lugar de la empresa Econocable.SAC donde la propuesta de implementación se realizará. Siendo la ubicación (-12.197635, -76.958451).



Figura 17 Local y patio de antenas de recepción Econocable.SAC.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18 Patio de antenas de recepción en banda C.

Fuente: Elaboración propia

Actualmente las cabeceras o base de operaciones que se encuentran digitalizadas en la empresa Econocable.SAC son de Lima, Puerto Maldonado y Quillabamba. Asu vez la empresa cuenta con cabeceras analógicas: Barranca, Puno, Arequipa, Tacna. La

empresa en un futuro no lejano está en proyecto de digitalización para las cabeceras analógicas, pero siempre se mantendrá su red en un perímetro, mas no la extensión de todo territorio nacional. Ver figura 19.

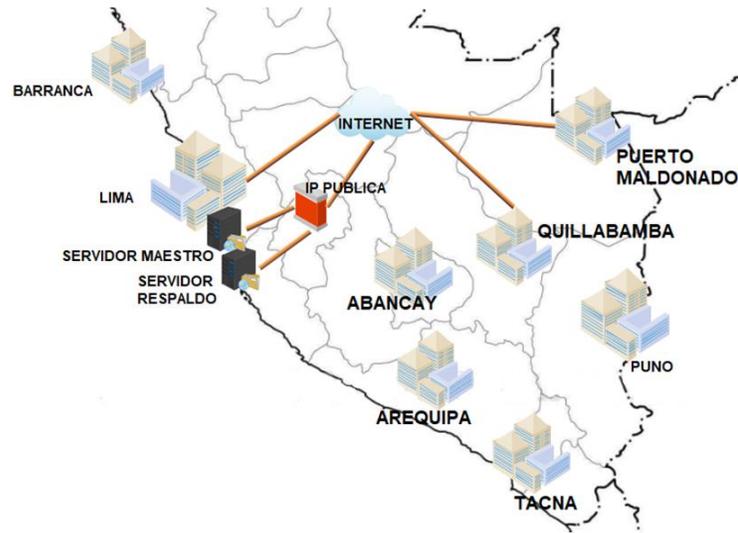


Figura 19 Cabeceras digitalizadas Econocable.SAC

Fuente: Elaboración propia.

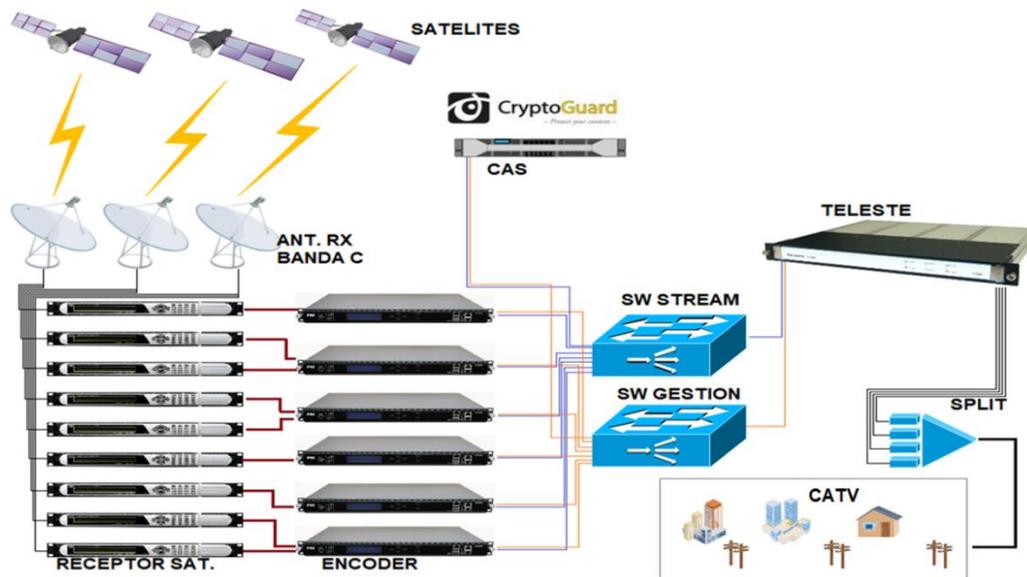


Figura 20 Cabeceras digital Econocable.SAC

Fuente: Elaboración propia

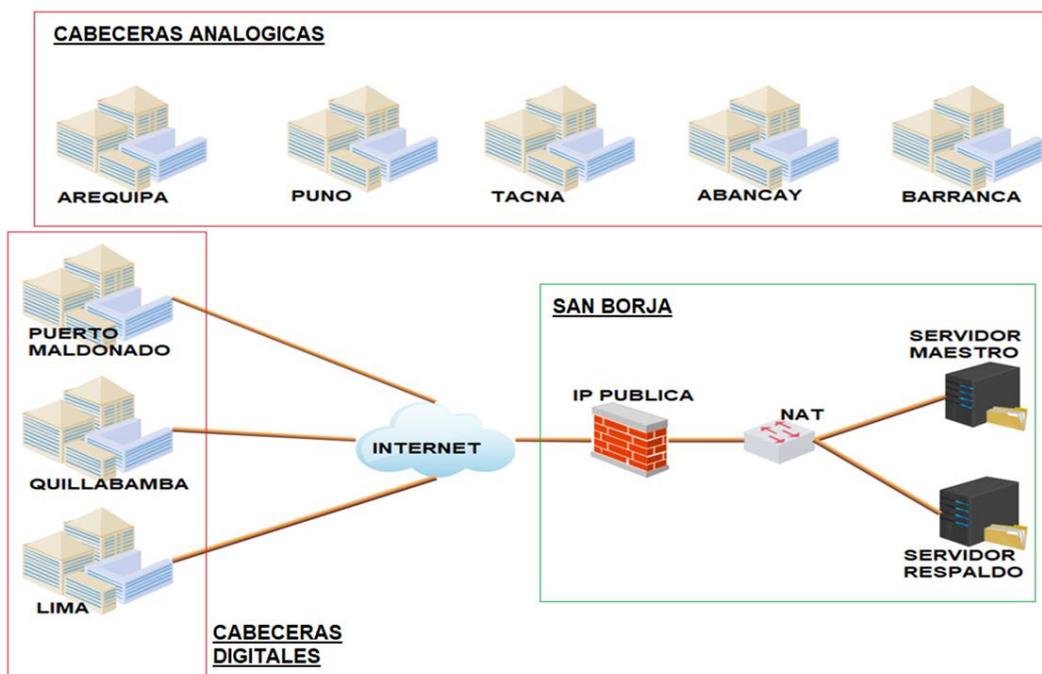


Figura 21 Conexión de cabeceras

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Cabecera Lima

La cabecera de Lima ya está digitalización y cuenta con una plataforma digital Teleste donde administra los Transport Stream de las señales y un servidor Cryptoguard donde se encripta las señales para la activación de decodificadores, este equipo ahora está funcionando para una red HFC que solo administrara todo CATV, líneas más abajo detallaremos usar otro equipo Netprocesor donde administraremos los TS de las señales que se enviaran al satélite para la distribución Direct To Home. Ver figura 22

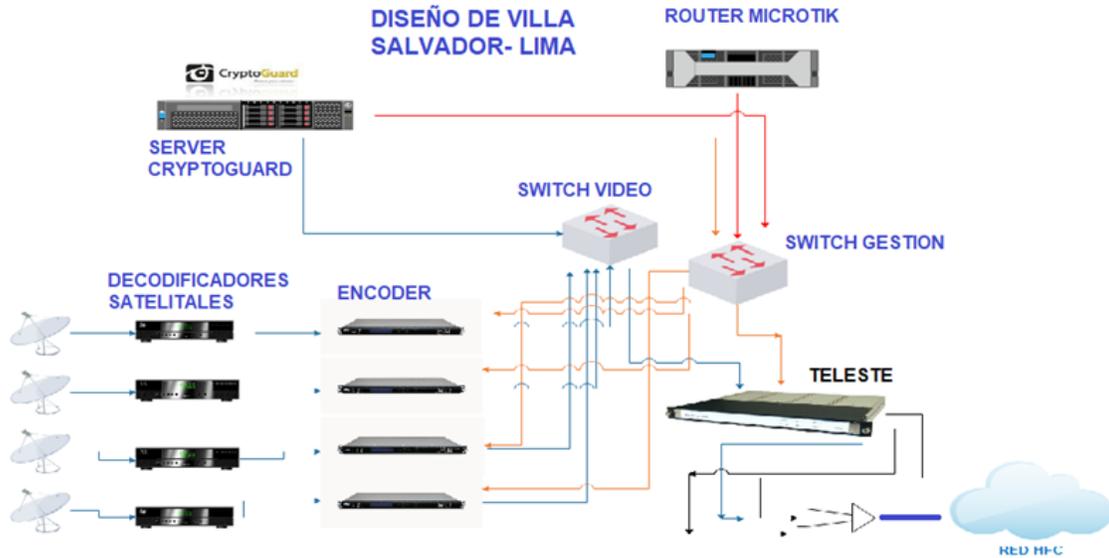


Figura 22 Esquema de cabecera digital en Villa Salvador.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Lista de canales

La lista de canales incluye en las señales digitalizadas para el proceso de encapsular en Transport Stream definiendo los bits de tráfico de cada señal que puede contener, en la imagen se muestra el modelo del equipo y que tipo de salidas tienen cada receptor satelital, para saber si se digitalizara con encoder de HDMI o RCA, los equipos con salida IP se tendrá que habilitar la salida HD con el proveedor del canal, para el proceso de empaquetizar el flujo de stream del equipo. Ver tabla 1.

Tabla 1 Lista de señales en recepción.

SEÑAL	MARCA	MODELO	TIPO DE SALIDA
LATINA	COSHIP	N6760B	AV
BH TV	TRUNLINE	95-TAD	AV
AMERICA TV	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
PANAMERICANA TV	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
TELENOVELAS	ARRIS	DSR4440	ASI / IP
TV PERU	SAT CRUISER	DSR101	AV
ATV	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
ATV +	SCIENTIFIC SATELITE	HD-SS-3601	AV / HDMI
LA TELE	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
RBC	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
NEXT TV	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
EXITOSA	SCIENTIFIC SATELITE	HD-SS-3028	AV / HDMI
ATV SUR	MIRAY	ISDB-T	AV / HDMI
LAS ESTRELLAS	SET TOP BOX		AV / HDMI
AZCORAZON	SET TOP BOX		AV / HDMI
TELEMUNDO	ARRIS	DSR-4201	AV
AZMUNDO	SET TOP BOX		AV / HDMI
TELEFE	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
VE PLUS	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
PASIONES	OPTIBOX	KOALAH	AV / HDMI
TELESUR	SCIENTIFIC SATELITE	HD-SS-3028	AV / HDMI
EURONEWS	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
WILLAX	SCIENTIFIC SATELITE	HD-SS-3028	AV / HDMI
AZ CLIC!	SET TOP BOX		AV / HDMI
E! ENTERTAINMENT TV	MOTOROLA	DSR 4460	AV / ASI / IP
FOX LIFE	SCIENTIFIC ATLANTA	D9850	AV / ASI
MAS CHIC	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
GOURMET	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
COSMOS	SCIENTIFIC SATELITE	HD-SS-3601	AV / HDMI
SUN CHANNEL			AV / HDMI
UNICABLE	ARRIS	DSR 4440	AV / ASI / IP
AXN	MOTOROLA	DSR 4460	AV / ASI / IP
SONY	MOTOROLA	DSR 4460	AV / ASI / IP
WARNER CHANNEL	MOTOROLA	DSR 4460	AV / ASI / IP
FOX CHANNEL	CISCO	D9865-B	AV
FX	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
LIFE TIME	MOTOROLA	DSR 4460	AV / ASI / IP
INVESTIGACION DISCOVERY	CISCO	D9865-B	AV
SYFY	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
NATGEO KIDS	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
CUBA VISION	SCIENTIFIC SATELITE	HD-SS-3028	AV / HDMI
ANTENA 3	COSHIP	N6752	AV
YES! CHANNEL	COSHIP	N6760B	AV
DISCOVERY TRAVEL & LIVING	CISCO	D9865-B	AV
DISCOVERY TURBO	CISCO	D9865-B	AV
DISCOVERY CHANNEL	SCIENTIFIC ATLANTA	D9835	AV
NATIONAL GEOGRAPHIC	CISCO	D9865-H	AV / HDMI
DISCOVERY HOME&HEALT	SCIENTIFIC ATLANTA	D9835	AV
HISTORY 2	MOTOROLA	DSR 4460	AV / ASI / IP

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.4 Receptores satelitales

Los receptores satelitales a usar son de diferentes marcas dependiendo el proveedor de la señal de contrato. Estos equipos son los encargados de recibir las señales en banda C o Ku de diferentes satélites, por donde transmiten la programación. Ver imagen 23 y 24.



Figura 23 Equipos receptores satelitales.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 24 Equipos receptores satelitales.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.5 Encoder hdmi av

Se muestra los equipos que son encargado de digitalizar la señal de salida de un receptor satelital a su vez este equipo cumple la función de comprensión de video para usar una menor tasa de bits, cuando se encapsulara en TS en formato MPEG-2. El equipo cuenta con 8 entradas de RCA o HDMI, ejecutando las entradas y combinando las señales para que la salida sea una señal digital por ethernet. La figura muestra el equipo en físico teniendo puertos ethernet frontal como salida de flujo de transporte de datos y cable de gestión del equipo. Por la parte posterior se observa las entradas al encoder en tipo HDMI o RCA. Ver figura 25.



Figura 25 Equipos encoder PBI.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.6 Distribución de señales SD y HD en los encoder

La distribución de los equipos en una misma red para la administración de equipos cuando presenten alguna avería o se quiera cambiar alguna configuración, y la distribución de la IP en stream para el tráfico de datos en video, tanto las señales en SD y HD, para el tratamiento de los Transport Stream al momento de enviar al sistema Uplink. Ver tabla 2.

Tabla 2 Distribución de direcciones por equipo.

LOCAL	EQUIPO	CH	Ower	STREAM
x.x.x.x	Mikrotik	GW	Econocable	
192.168.10.2	CISCO 9859	NATGEO WLLD - KIDS	FOX	225.1.10.2
192.168.10.3	CISCO 9859	NATGEO CHILE - FOX CHANNEL	FOX	225.1.10.3
192.168.10.4	CISCO 9859	FX Central	FOX	225.1.10.4
192.168.10.5	CISCO 9859	FOX SPORT 1 y 2	FOX	225.1.10.5
192.168.10.6	CISCO 9859	CINECANAL - FXM	FOX	225.1.10.6
192.168.10.7	CISCO 9859	FOX CLASSICS - CINEMA	FOX	225.1.10.7
192.168.10.8	CISCO 9824	FOX FAMILY - COMEDY - MOVIES - ACTION - SERIES	FOX	225.1.10.8
192.168.10.9	CISCO 9854	FOX SPORTS 3	FOX	225.1.10.9
192.168.10.10				225.1.10.10
192.168.10.11	DSR 4460	E! ENTERTAINMENT TV	HBO	225.1.10.11
192.168.10.12	DSR 4460	AXN	HBO	225.1.10.12
192.168.10.13	DSR 4460	SONY	HBO	225.1.10.13
192.168.10.14	DSR 4460	WARNER CHANNEL	HBO	225.1.10.14
192.168.10.15	DSR 4460	LIFE TIME	HBO	225.1.10.15
192.168.10.16	DSR 4460	HISTORY 2	HBO	225.1.10.16
192.168.10.17	DSR 4460	HISTORY 1	HBO	225.1.10.17
192.168.10.18	DSR 4460	A&E MUNDO	HBO	225.1.10.18
192.168.10.19	DSR 4460	CINEMAX	HBO	225.1.10.19
192.168.10.20	WELLA	AZMUNDO - AZCLIC - AZCORAZON - AZCINEMA		225.1.10.20
192.168.10.21	CISCO 9824	DISCOVERY - ANIMAL PLANET - H&H		225.1.10.21
192.168.10.22	CISCO 9854	DISNEY CHANNEL	DISNEY	225.1.10.22
192.168.10.23	DSR 4460	UNICABLE		225.1.10.23
192.168.10.24	DSR 4410MD	TELEHIT - GOLDEN - DE PELICULA		225.1.10.24
192.168.10.25	WELLA DVB#1	EMISORAS SATELITALES	TELEVISIA	225.1.10.25
192.168.10.26	CISCO 9854	STUDIO UNIVERSAL	HBO	225.1.10.26
192.168.10.27	CISCO 9854	UNIVERSAL CHANNEL	HBO	225.1.10.27
192.168.10.28	DSR 4460	ESPN	DISNEY	225.1.10.28
192.168.10.29	DSR 4460	ESPN2	DISNEY	225.1.10.29
192.168.10.30	DSR 4460	ESPN3	DISNEY	225.1.10.30
192.168.10.31	DSR 4460	ESPN+	DISNEY	225.1.10.31
192.168.10.32				225.1.10.32
192.168.10.33	ENCODER HDMI #1	13 14 15 16	PBI	225.1.10.33
192.168.10.34	ENCODER HDMI #2	19 25 24 23 18 20 22 56	PBI	225.1.10.34
192.168.10.35	ENCODER A/V #1	7 49 6 47 3 46 2 17	PBI	225.1.10.35
192.168.10.36	SMP100	NACIONALES ISDB T	WELLA	225.1.10.36
192.168.10.37	SMP260	105 - 103 AMER - WILLA 102 100	WELLA	225.1.10.37
192.168.10.38	ENCODER HDMI #3	4 5 8 9 10 11	PBI	225.1.10.38
192.168.10.39	ENCODER A/V #3	38 45 36 44 35 43 34 39	PBI	225.1.10.39
192.168.10.40	ENCODER A/V #2	26 27 32 33 65 67 68 69	PBI	225.1.10.40
192.168.10.41	ENCODER HDMI #4	12 28 29 30 31 37 40 41	PBI	225.1.10.41
192.168.10.42	ENCODER HDMI #5	42 48 57 58 59 60 64 66	PBI	225.1.10.42
192.168.10.43	ENCODER A/V #4	54 53 63 62 61 52 55 51	PBI	225.1.10.43
192.168.10.44	ENCODER HDMI #6	94 95 96 97 70 71 72 73	PBI	225.1.10.44
192.168.10.45	ENCODER A/V #5	93 84 91 92 78 87 77 81	PBI	225.1.10.45
192.168.10.46	ENCODER A/V #6	86 80 75 50 89 79 83 82	PBI	225.1.10.46
192.168.10.47	ENCODER HDMI #7	106 108 110 111 76 85 90 88	PBI	225.1.10.47
192.168.10.48	ENCODER A/V #7	112 104 98 99 101 109 74 21	PBI	225.1.10.48
192.168.10.49	TVE	107	TVE	225.1.10.49
192.168.10.50				225.1.10.50
192.168.10.51				225.1.10.51
192.168.10.52				225.1.10.52
192.168.10.53				225.1.10.53
192.168.10.54				225.1.10.54
192.168.10.247				225.1.10.247
192.168.10.248				225.1.10.248
192.168.10.249				225.1.10.249
192.168.10.250	Luminato1	Teleste#1	Teleste	
192.168.10.251	Luminato2	Teleste#2	Teleste	
192.168.10.252	Bnova	Bnova		
192.168.10.253				
192.168.10.254	CG	Sub Server Villa (eth1) Scrambling	HP	
192.168.10.255	Broadcast	Broadcast		
10.x.x.x	Cisco	SW agregación #1 Villa Salvador		
10.x.x.x	CG	Sub Server Villa Salvador		
10.x.x.x	CG	Master Server San Borja		

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.7 Switch de distribución de stream de video

Se usó un Switch Cisco Catalyst 3650 de 48 puertos para el tráfico de datos de video. Así mismo se hizo la configuración para recibir todo el tráfico de cada fuente de encoder y generar el tráfico para el NetProcesor que se encargara de crear los TS para el sistema Uplink. Ver figura 26.



Figura 26 Switch Cisco de procesamiento de TS.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.8 Switch de distribución de gestión de equipos

Se muestra el switch de gestión de todos los encoder y receptores satelitales para agregar, modificar, o cambiar el tráfico de cada encoder que se necesitara usar. Ver figura 27



Figura 27 Switch Cisco para gestión de equipos.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.9 Netprocessor 9030

Se muestra modelo del equipo a implementar proporciona multiplexación de las señales entrantes de ASI o IP, la distribución de señales se agrupa por Transport Stream en formato MPEG-2, que será el grupo de canales que se enviara al Modulador Newtec para asignar una frecuencia portadora que se enviara al satélite. Ver figura 28.

MULTIPLEXER & VIDEO PROCESSOR



Figura 28 Modelo netProcessor 9030.

Fuente: www.harmonicinc.com

- Dos puertos GbE independientes
- Encapsulación de video sobre IP, compatible con Pro-MPEG, incluyendo FEC
- Unicast y multicast (IGMP v2 y v3)
- Configuración de señales en Netprocessor 9030

3.1.1.10 Modulador newtec M6100

Este equipo es un Modulador compatible con DVB fue diseñado especialmente para aplicaciones de transmisión. Se eligió el siguiente equipo porque tiene la facilidad de tener 2 tipos de entradas, sea por IP y por ASI, y así tener una redundancia si en algún momento los TS comienza a fallar. Es compatible con DVB-S2X que es un estándar de video superior a la DVB-S2 que proporciona una ganancia de hasta 20% en sistemas direct to home. Ver figura 29.



Figura 29 Modelo del equipo a utilizar.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.11 Características principales del modulador NEWTEC M6100

- El equipo es compatible con DVB-S2, DVB-S2X
- Soporta modulaciones QPSK, 8PSK, 16/32/64/128/ 256APSK
- Tiene un rango de velocidad de transmisión de: 0.05-72 Mbaudios
- Sincronización de velocidades de los TS sobre IP.
- Interfaces de conexión ASI redundantes.
- Ventajas principales del modulador NEWTEC M6100
- Mayor confianza del funcionamiento del sistema y puede trabajar todo el tiempo por su diseño robusto, opera en temperaturas bajas por sus placas electrónicas, y soluciones de redundancia.
- Bajo costo de equipo y funcionamiento de larga vida, como resultado es eficiente en el ancho de banda y facilidad de monitoreo y control

- Parámetros a ingresar en el modulador NEWTEC M6100
- Para cada TS (transport stream) que será una entrada para el modulador se configurará los siguientes parámetros para su respectiva transmisión.

3.1.1.12 Equipo High Power Amplifier (HPA)

Amplificador de banda Ku modelo XTD-400C/X/Ku/-Band-Exterior 400W de la marca Xicom Technology Amplificador. Se eligió este modelo porque este equipo su consumo de energía es menor, opera con menores temperaturas en circuito interno, y esto hace que el equipo pueda trabajar sin necesidad de preocuparse de alguna avería, además este modelo no necesita de un amplificador de protección reduciendo sus gastos de mantenimiento y eso lo hace al equipo más cómodo en precios. Ver figura 30.



Figura 30 El modelo HPA XTD-400C/X/Ku/-Band diseñado para implementar

Fuente: <http://www.servsat.com/es/twta/twta-banda-ku.aspx>

3.1.1.13 Antena transmisora

Esta antena es la instalación seguida del HPA el cual será la transmisión de potencia. La instalación de antena de banda Ku es necesaria para el lanzamiento del proyecto. Esta antena tiene un diámetro de 9 mts por consideración de un enlace satelital y la propagación de la radiación hasta el satélite.



Figura 31 Antena en banda Ku a utilizar para la transmisión.

Fuente: <http://www.riopacifico.net/satelite-y-rf>

3.1.1.14 Satélite amazonas 2

Características sobre amazonas 2.

Tabla 3 Especificaciones del Satélite Amazonas 2.

Descripción	Amazonas 2
Posición orbital y coberturas	61 ^a Oeste – Todo el continente americano
Transponedores	64 transponedores (54 en banda Ku, 10 en banda C)
Ancho de banda	36 MHz (Ku) y 54 MHz (C)
N ^a de antenas	5(4 desplegadas)

Fuente: www.hispasat.com

3.1.1.15 Arquitectura de un sistema uplink

El diseño de a continuación muestra la implementación de los equipos para un funcionamiento de sistema Direct To Home: El netprocesor se gestionará los TS de las señales a encapsular, seguido del modulador NEWTEC que asignará la frecuencia uplink para la transmisión, y finalmente el HPA que le sumará potencia para la transmisión hasta el satélite.

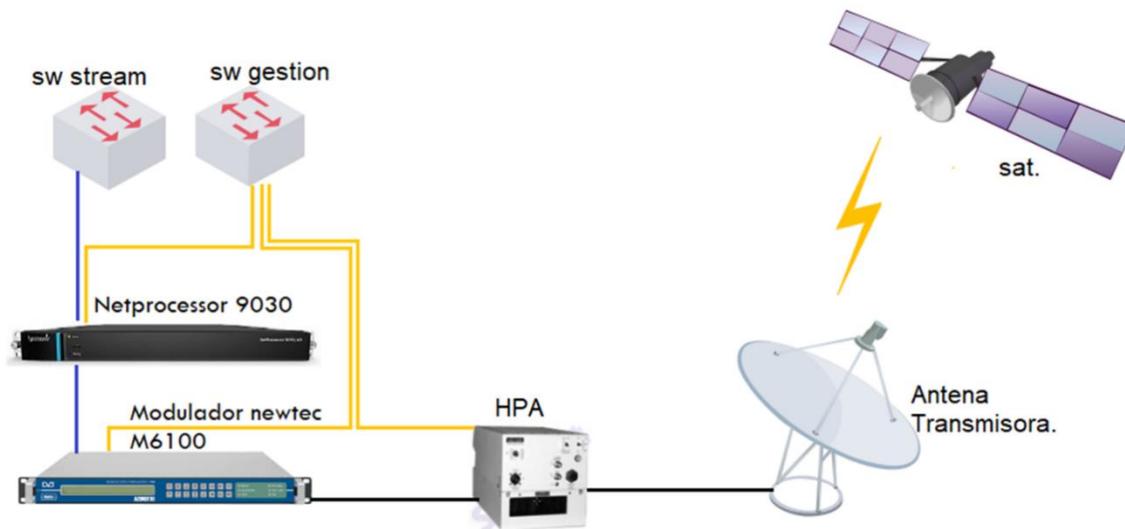


Figura 32 Propuesta de implementación Direct To Home.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.16 Equipos de recepción satelital al usuario

Después del enlace satelital, y la antena parabólica de 60 cm recibirá la señal downlink, el LNB es el principal responsable de convertir la banda de frecuencia KU en banda L, puesto que el cable coaxial que se instalara en el domicilio no es soportado por frecuencias altas, este proceso se realiza con el fin de que el cable coaxial pueda transmitir en frecuencia baja, que es en banda L. Ver imagen 36



Figura 33 LNB a usar para la recepción.

Fuente: <https://www.ampliantena.com>

3.1.1.17 Recepción en banda L

La antena de recepción cuenta con un LNB con un oscilador local programado en 9750 MHz.

La señal recibida en banda KU se restará con el oscilador local, dando como resultado una frecuencia menor en banda L, que será soportado para un cableado coaxial, para que la STB pueda decodificar la señal. Ver figura 37.

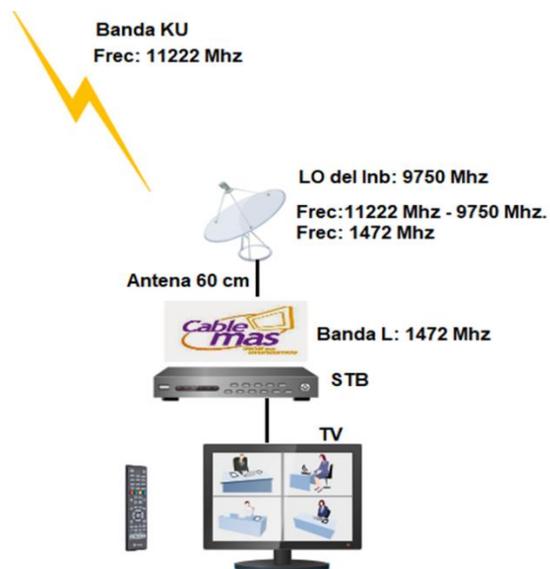


Figura 34 Diseño de recepción en banda L.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.18 Decodificador domiciliario

El decodificador recibe la señal del LNB en banda L, a través de un conector F por cable coaxial este equipo se encarga de decodificar la señal encriptada debido al interconectado de la SmarthCard con ID del equipo que esta señal será detectada por la red al sistema de seguridad que se encuentra en la cabecera principal. El server nombrado CAS (Sistema de Acceso Condicional) que brinda la autorización de los equipos y descodifique la señal. Ver imagen 35



Figura 35 Decodificador de la empresa Econocable para propuesta DTH.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Sistema Uplink y Downlink de Direct To Home eliminando amplificadores y nodos de CATV

La propuesta del sistema Direct to Home, es agregar un sistema uplink y downlink para la expansión de red a nivel nacional y ser independiente de una red CATV que necesita de tendido de red usando nodos y amplificadores.

3.1.2.1 Sistema uplink

El sistema de Uplink consta de recibir los servicios de la plataforma digital a un Modulador (figura), que este recibirá los TS (transport stream) de los servicios para

empaquetar los TS y agregarle una portadora que será la frecuencia de subida al satélite.

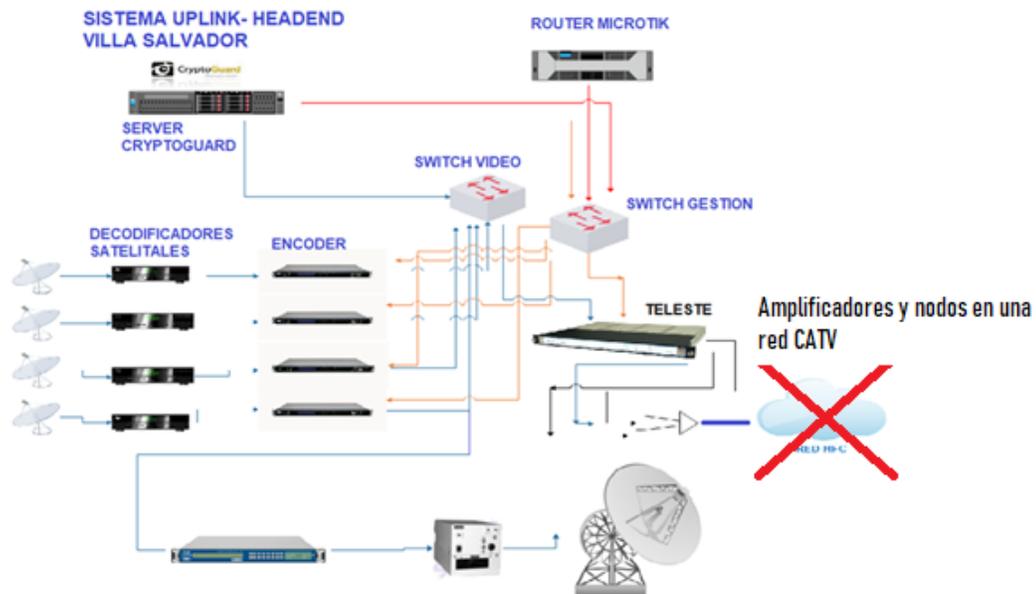


Figura 36 Diagrama de bloques del sistema DTH.

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Enlace uplink-downlink para la cabecera central de Lima

Se diseña la implementación el enlace uplink- downlink de la cabecera centra, considerando el oscilador local del HPA y satélite para la suma y diferencia de la frecuencia y cumpla las bases teóricas de comunicaciones satelitales. Ver figura 37

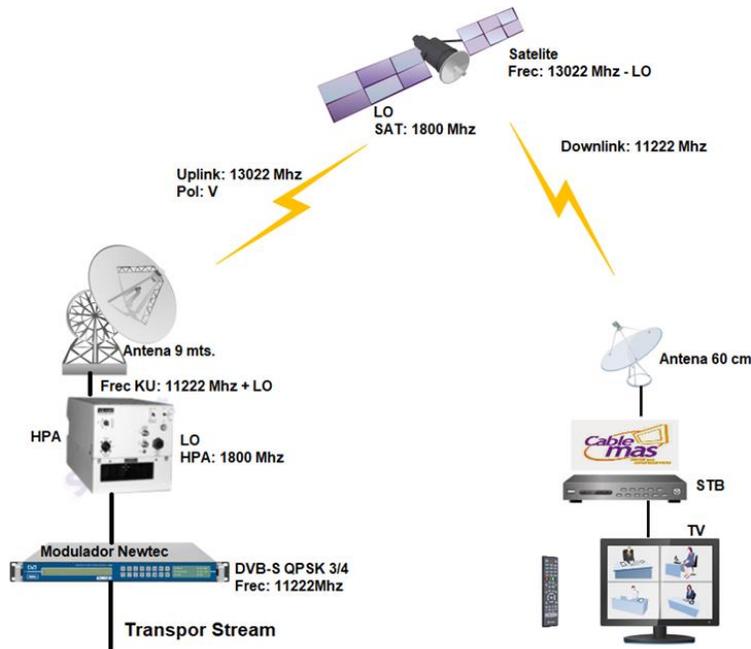


Figura 37 Diagrama de sistema uplink-Downlink.

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Creación de Transport Stream en Netprocessor

Se muestra el equipo netprocessor, operación de TS y para la multplexion de señales. El equipo tiene entradas de tipo ASI o tipo IP, para el proyecto usaremos la entrara IP, porque se está recepcionando de los streaming del switch catalyst 3650.

Type	Multiplexer output label	Status	Transport output label	Type	Remove
OUT	MUX18-10848	o	ASI Out 1	ASI	✗
OUT	MUX20-10808	o	ASI Out 2	ASI	✗
OUT	TS101-453	o	ASI Out 3	ASI	✗
OUT	TS101-453	o	Ts101-453	ETH	✗

Figura 38 Creación de TS para él netprocessor.

Fuente: Elaboración propia



Figura 39 Multiplexación de servicios.

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.1 Modo: DVB-S / DVB-S2

- Standard: Mpeg-2 / DVB
- FEC:3/4
- Modulación: QPSK
- MPTS: 36 Mbps
- Frecuencia: 14 GHZ
- Interface bitrate: 39.933 Mbps



Figura 40 Plataforma del equipo Newtec M6100 a configurar para transmisión.

Fuente: Elaboración propia

Name	Value	Unit
Baseband interface	✓ ASI-A	
Baseband processing	✓ Stuffing	
MPEG framing	✓ external (188)	
Interface bitrate	✓ 39.933412	Mbps
Symbol rate	✓ 28.888	Mbaud
FEC-rate and mod.	✓ QPSK-3/4	
Output frequency	✓ 1472	MHz
LBand output level	✓ -15	dBm
L-band transmit	✓ enabled	
Carrier modulation	✓ on	

Figura 41 Parámetros de Modulador Newtec.

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Eliminación de cabeceras digitales y analógicas

Se centraliza la cabecera en Lima con el sistema Direct To Home eliminando las cabeceras analógicas y digitales. Ver figura 42

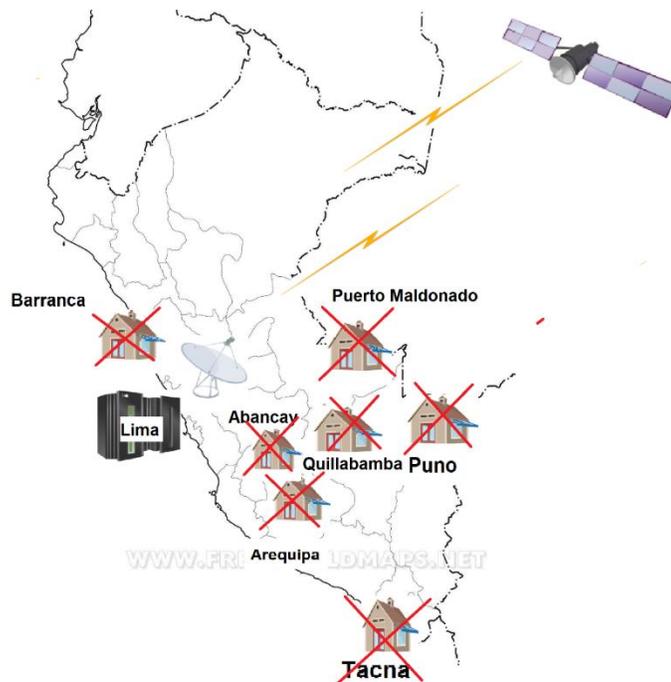


Figura 42 Sistema DTH con eliminación de cabeceras digitales y analógicas.

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Presupuesto evaluado de equipos del sistema Direct To Home

3.1.6.1 Presupuesto de digitalización de 7 cabeceras analógica en Red HFC

Presupuesto para 7 cabeceras analógicas que se planifica en la empresa Econocable SAC.

Tabla 4 Presupuesto de digitalización de cabecera analógica

Equipos	Cantidad	Precio unit.	Total
Encoder	15	\$ 3,500	\$ 52,500
Switch Cisco Catalyst 3650 – 48 port	1	\$ 4,700	\$ 4,700
Swtich Tplink	1	\$ 1,800	\$ 1,800
Server Cryptoguard	1	\$ 5,000	\$ 5,000
Plataforma digital Teleste	2	\$ 5,000	\$ 10,000
Cables HDMI	80	\$ 12	\$ 960
Red HFC(nodos, amplificadores y acometida)	varios	varios	\$100,00
Total	1		\$ 74,960
Total 7 cabeceras	7		\$ 624,720

Fuente: Elaboración propia

3.1.6.2 Presupuesto de propuesta Direct To Home para cabecera central.

Presupuesto para la cabecera central de Lima que se planifica en la empresa Econocable SAC para el sistema Direct To Home.

Tabla 5 Presupuesto de Direct To Home

Equipos	Cantidad	Precio unit.	Total
Encoder	15	\$ 3,500	\$ 52,500
Switch Cisco Catalyst 3650 – 48 port	1	\$ 4,700	\$ 4,700
Switich Tplink	1	\$ 1,800	\$ 1,800
Plataforma digital Teleste	2	\$ 5,000	\$ 10,000
Cables HDMI	80	\$ 12	\$ 960
Netprocesor 9030	4	\$ 45,000	\$ 180,000
Modulador Newtec	4	\$ 35,000	\$ 140,000
HPA XTD-400C/X/Ku	1	\$ 15,000	\$ 15,000
Antena Transmisora Ku	1	\$ 25,000	\$ 25,000
Total			\$ 429,960

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Referencia y muestras a seguir de frecuencia trabajado con satélite amazonas 2

El plan de todo sistema de funcionamiento es crear nuevos planes de trabajo o modificar un sistema para un mejor rendimiento y eficacia. Esta sección indica una referencia de las frecuencias de movistar para tener un modelo a seguir y realizar las pruebas necesarias del correcto funcionamiento del sistema Direct To Home.

3.1.7.1 Frecuencia SD y HD de AMAZONAS 2

En la frecuencia 11222 Horizontal (SD) y la frecuencia 11422 Horizontal (HD) trataremos estas frecuencias para obtener resultados.

3.1.7.2 Simulación de pruebas en laboratorio

A continuación, se detallará las pruebas obtenidos en la frecuencia 11222 MHz para la potencia recibida y el MER, que son los parámetros más importantes para una buena recepción de señal digital

3.1.7.3 Simulación de recepción y medición de potencia para un decodificador

En la imagen 43 se muestra la maqueta y en el que podemos determinar la potencia de la señal y ver el correcto funcionamiento del decodificador.

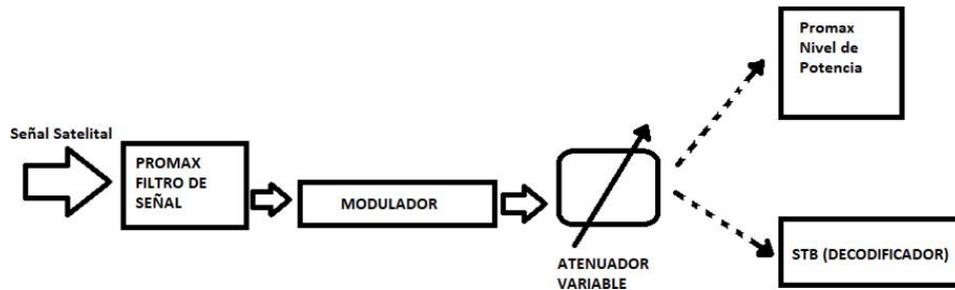


Figura 43 Maqueta lógica para medición de potencia.

Fuente: Elaboración propia

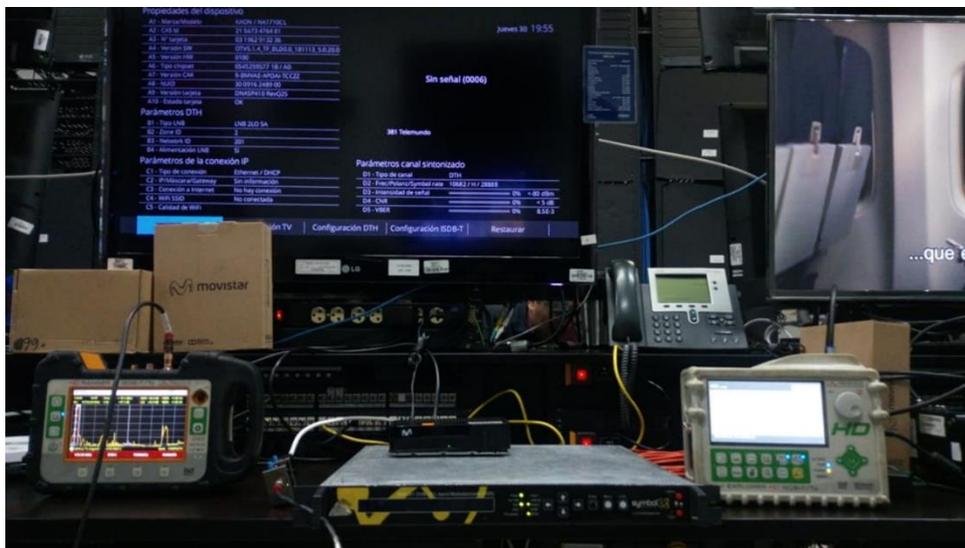


Figura 44 Maqueta para medición de potencia.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.4 Simulación y Medición de potencia

En estas mediciones de potencia se hace referencia la banda L: 1472 MHz que para el decodificador no tendrá ningún problema recibir la señal ya que es soportado la

banda L en cable coaxial para su decodificación de la señal. Con ello se realiza la operación con un analizador de potencia de la marca Promax que nivelaremos la potencia en niveles óptimos dBm de correcto funcionamiento, dando como resultado los niveles visibles el comportamiento del decodificador con respecto a la señal.

3.1.7.5 Simulación del espectro de frecuencia con ganancia de -20dBm

Con la maqueta lógica de la imagen 50 podemos filtrar solo una sola frecuencia de todo el espectro del satélite Amazonas 2, en el cual podremos hacer las pruebas a esta única portadora de señal, visualizando C/N 37.8 dB, un MER elevado a mayor de 40 que proporcionara la calidad de la imagen, y el CBER&VBER en niveles óptimos que verifica que los erros de la señal pura, y los errores de la señal después de la corrección. Ver imagen 45

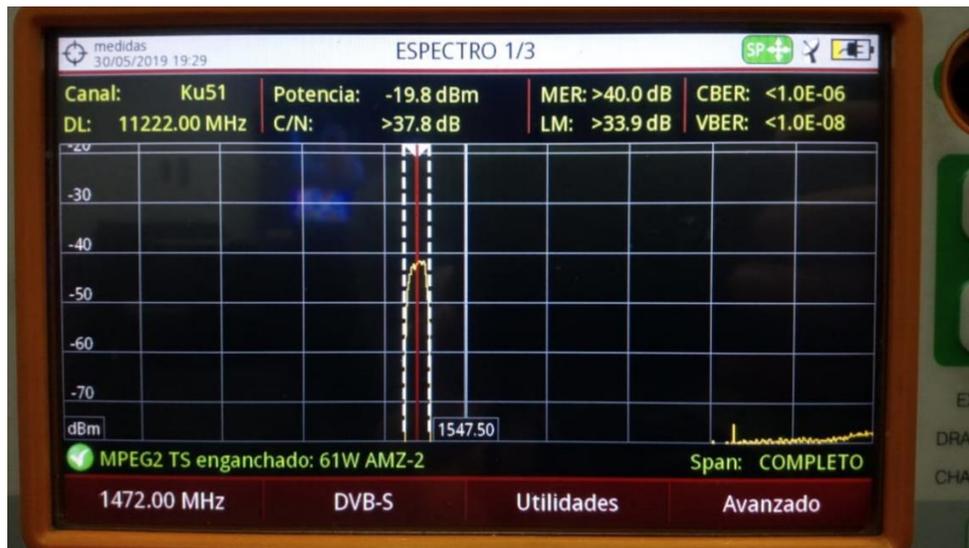


Figura 45 Espectro de frecuencia con ganancia de -20dBm

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.6 Simulación de intensidad de la señal

El decodificador muestra su propio software de verificación de niveles en potencia, CNR Y EL VBER indicando un nivel óptimo de funcionamiento para la señal.



Figura 46 Medición de intensidad de señal.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.7 Constelación de frecuencia -20dBm

La constelación me permite visualizar el comportamiento de los símbolos de bits que trabaja la modulación. Se puede observar que los símbolos se mantienen fijo en las 4 fases de 45° , 135° , 225° y 315° . La imagen siguiente muestra el correcto funcionamiento de la modulación empleada en el sistema QPSK.



Figura 47 Constelación de la frecuencia.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.8 Simulación del espectro de frecuencia -70dBm

En la siguiente figura corresponde a una atenuación de -70dBm con la maqueta lógica donde variamos el atenuador, para hacer perder la potencia de la señal recibida, pero a su vez se observa que el MER tuvo una disminución, aunque sigue siendo un valor adecuado para funcionamiento, la potencia recibida no sería la indicada para correcto funcionamiento de recepción de la señal. Ver figura 48

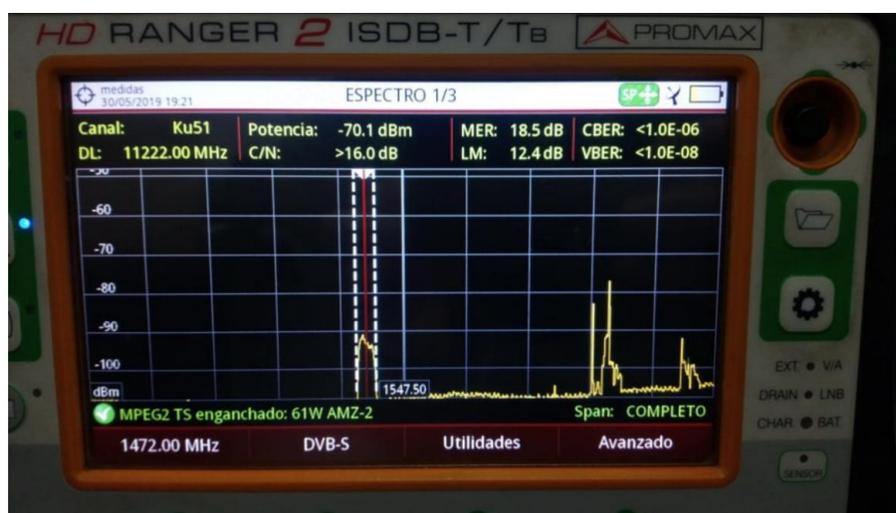


Figura 48 Espectro de frecuencia con ganancia de -70dBm.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.9 Intensidad de señal -70dBm

La potencia indicada en el software del decodificador indica un nivel bajo de potencia, teniendo la probabilidad de que la imagen se pierda. Ver imagen 49

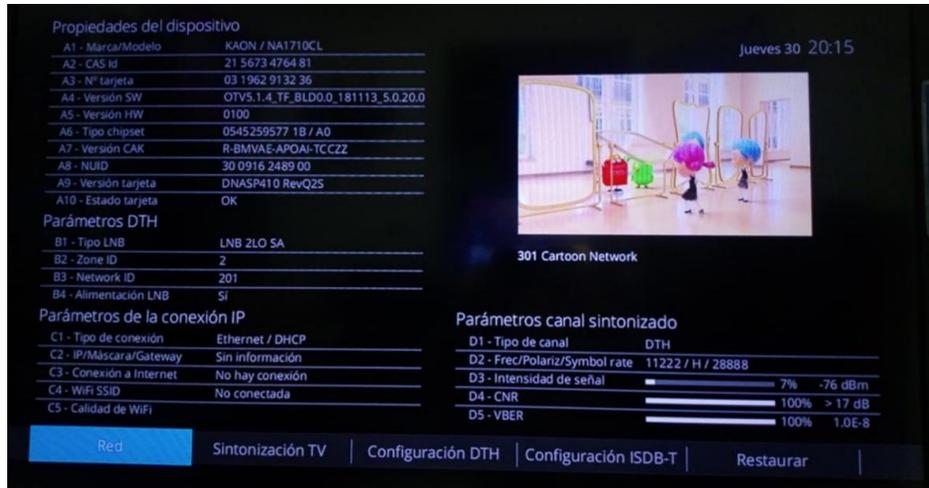


Figura 49 Intensidad de señal con ganancia de -70dBm.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.10 Constelación -70dBm

En la modulación QPSK el resultado senoidal, mantiene error de modulación porque la potencia recibida no es la aceptada, teniendo errores de modulación, y se puede notar que la expresión matemática no cumpliría con las fases para una buena señal. Ver imagen 50

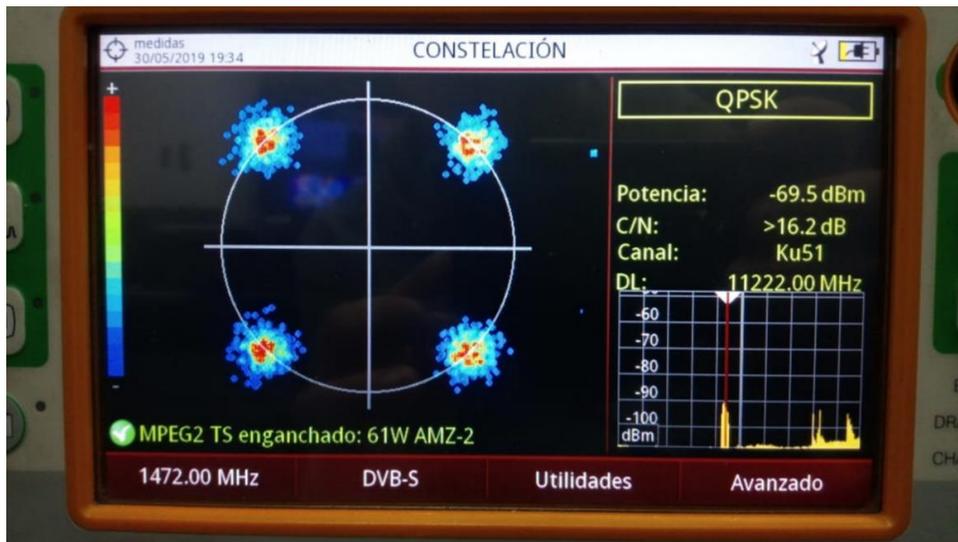


Figura 50 Constelación con -70dBm.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.11 Constelación mayor a -70dBm

En la siguiente imagen muestra una atenuación en la maqueta lógica, incrementando la pérdida de la potencia (-76.9 dBm), y teniendo errores de modulación, como resultado la imagen del decodificador perderá su visualización de programación. Ver figura 51

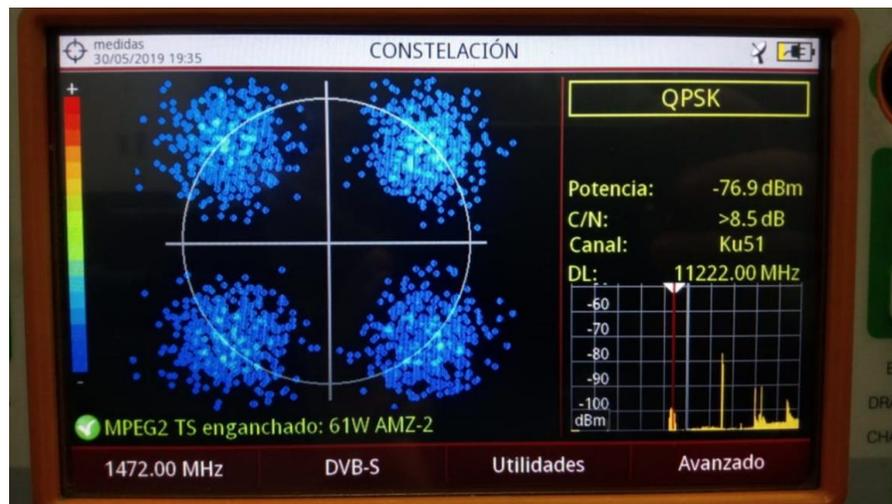


Figura 51 Constelación de la frecuencia mayor de -70 dBm.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.12 Pruebas de potencia en diferentes niveles de atenuación.

Se logró evaluar la medición de potencia en la simulación, teniendo resultados favorables para una buena recepción de la señal satelital.

Tabla 6 Tabla de medición de potencia.

Tx 11222(SD - Horizontal)		1472
Instrumento	STB	
Nivel dBm (Real Instrumento)	Potencia Señal %	Potencia Señal dB
-20,0	100	-19
-25,0	100	-23
-30,0	96	-27
-35,0	87	-32
-40,0	76	-38
-45,0	67	-43
-50,0	60	-47
-55,0	49	-53
-60,0	42	-57
-65,0	29	-64
-70,0	22	-68
<-82,2	0	-80

Fuente: Elaboración realizada en mediciones de laboratorio

3.1.7.13 Maqueta para la medición de MER

Para la medición de MER el esquema a la medición de potencia se repite solo se agrega un generador de ruido con un splitter de 2x1, generándole a la prueba el suficiente ruido para que el MER sea afectado y tener un resultado límite hasta que la imagen se pixelee, observando el comportamiento de la STB. Ver figura 52.

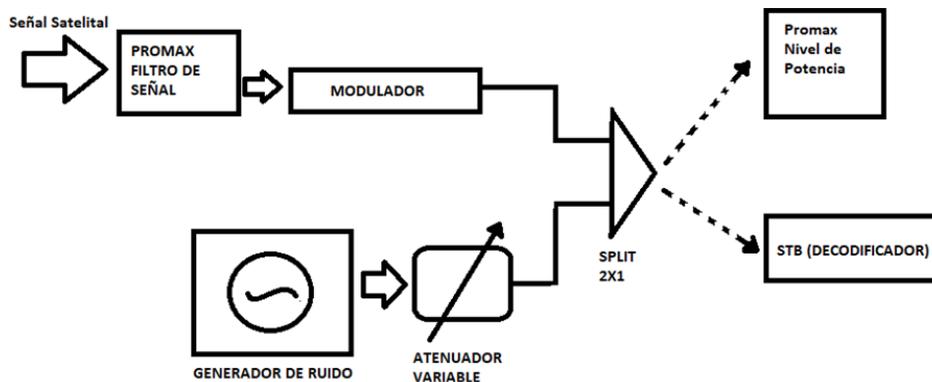


Figura 52 Maqueta lógica para medición Mer.

Fuente: Elaboración propia

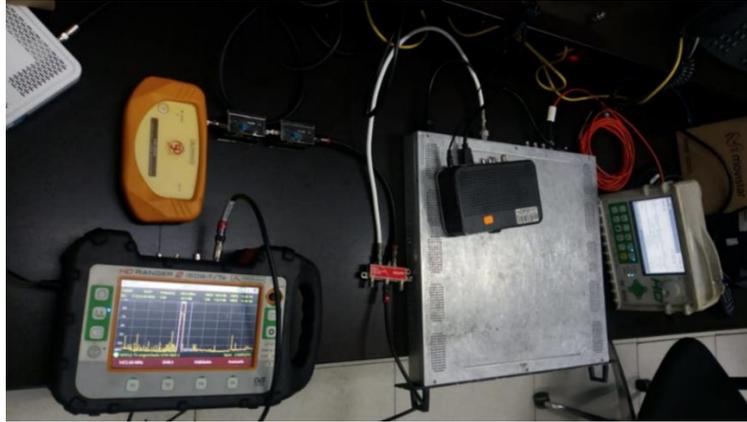


Figura 53 Pruebas de medición de MER.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.14 Simulación de medición del MER en 17 dBm

Las mediciones de MER son importantes para cada prueba a realizar. En el resultado se puede mostrar, que mientras un nivel alto y optimo que es de 17 dBm para enlaces DTH y esto corresponde a una buena señal para la calidad y no perdida de pixeles. Ver imagen 54.

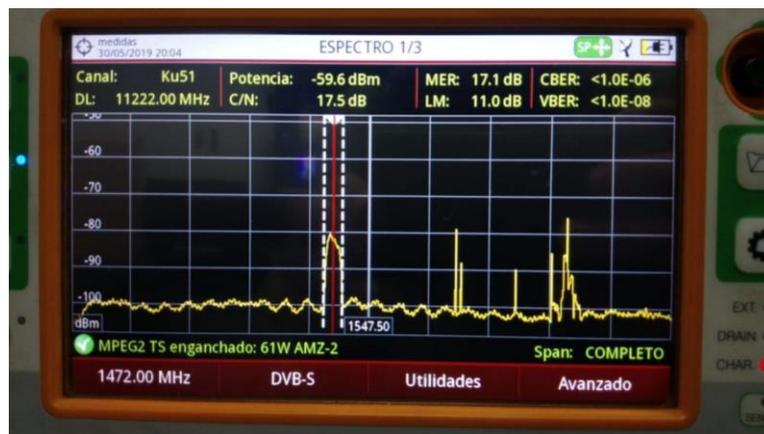


Figura 54 Espectro de frecuencia con 17 dB de MER.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.15 Simulación del espectro de frecuencia con MER de: 5dB

Cuando se hace la simulación de reducir el MER a 5 dB en realidad se está incrementando el nivel de ruido hasta llegar al nivel pico de la potencia, donde en un intervalo de tiempo el nivel de ruido se nivela con la portadora perdiendo el enganche del TS, y se refleja en el televisor como pérdida de señal o pixeleo de imagen. Ver imagen 55.

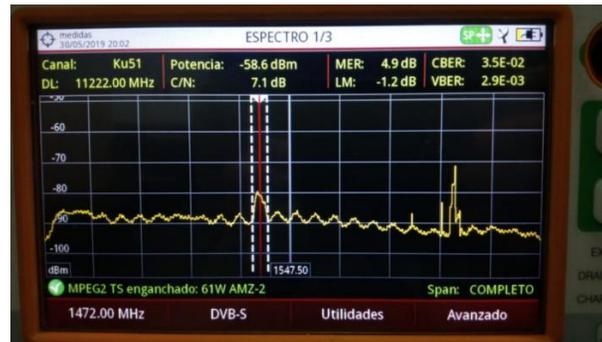


Figura 55 Espectro de frecuencia con 5 dB de MER.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.16 Pruebas de MER aplicando ruido

Se logró evaluar la medición MER en la simulación, teniendo resultados favorables para una buena recepción de la señal satelital.

Tabla 7 Tabla de mediciones de Mer.

Instrumento	Tx 11222(SD - Horizontal) 1472	
	STB	
Nivel dBm (Real Instrumento)	Calidad Señal %	Calidad Señal dB
5,0	0	5
6,0	8	6
8,0	25	8
10,0	42	10
12,0	58	12
14,0	74	13,9
16,0	91	15,9
17,0	99	16,9
4,8	0	4,6

Fuentes: Elaboración realizada en mediciones de laboratorio

3.1.7.17 Modulación para una señal HD

- Ancho de banda del satélite: 36 MHz
- Tipo de señal: DVB-S2
- Downlink: 10808.5 MHz
- Velocidad de símbolo: 30000 kSps
- Factor de Roll Off: 0.20
- Constelación: 8PSK
- Tasa de codificación: 2/3



Figura 56 parámetros de una señal HD

Fuente: Elaboración propia

3.1.7.18 Espectro de una señal HD

Se visualiza una potencia de -46 dBm, en la recepción de una señal HD. Ver figura 57.



Figura 57 Frecuencia 10808.05 señal HD

Fuente: Elaboración propia.

3.1.7.19 Constelación 8PSK

En la figura 58 se muestran la constelación con una mala modulación en la recepción, verificando que la señal HD en el estándar DVB-S2 es más susceptible al ruido por contener la modulación 8PSK

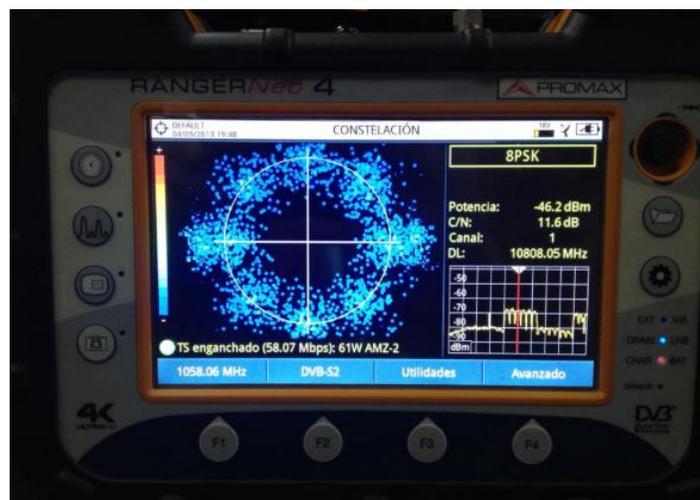


Figura 58 Constelación 8PSK

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Resultados

3.2.1 Resultados esperados

- Se logro diseñar un sistema Direct To Home (DTH) para una cobertura a nivel nacional y la sustitución de cabeceras CATV existentes para reducir los gastos logísticos en la empresa Econocable.SAC y poder cubrir más territorio de difícil acceso de tv digital.
- A nivel del diseño de la red Direct To Home (DTH), se logró expandir la red de Tv digital, sin la necesidad de usar amplificadores y nodos que prácticamente se usaban en las retransmisiones de señales en una red CATV.
- Se consiguió diseñar la implementación de los equipos necesarios para la cabecera central de Lima y lograr el sistema Direct To Home para las señales Econocable.
- A nivel de configuración de equipos del sistema Direct To Home, se logró diseñar un Transport Stream de señales digitales que encapsula los paquetes de videos para la transmisión satelital.
- A nivel del diseño del nuevo sistema Direct To Home (DTH), se logró eliminar el costo de instalaciones de equipos análogos y el costo de acometida en las cabeceras de provincia, para obtener la expansión de la red Tv digital con el sistema DTH.

CONCLUSIONES

- El diseño del sistema Direct To Home propuesto para la empresa Econocable, no solo permitirá expandir el territorio nacional o al sustituir a las cabeceras CATV, sino que también ayudara a cubrir más países por la pisada satelital que puede abarcar un satélite, reduciendo enormemente los gastos logísticos para una mayor expansión de la red digital.
- El diseño de un sistema Direct To Home permitirá eliminar la planta externa usada para la retransmisión y amplificación de las señales de Tv digital, esto conllevara a optimizar los gastos operativos que se realiza en acometida de un sistema analógico.
- La centralización de la cabecera principal en Lima favorece la administración y gestión de equipos digitales, esto conllevara a las operaciones administrativas de activación de decodificadores receptores en cada usuario local.
- El diseño de un Transport Stream para un enlace satelital, se concluye que podemos usar una encapsulación de TS para incluir varias señales digitales en una sola portadora, esto conllevara que el uso de un espectro de frecuencia para una señal analógica no es favorable, puesto que se usaría más de una portadora.
- Eliminando las cabeceras analógicas y acometida de provincia permitirá la centralización de la cabecera de Lima e implementar el sistema Direct To Home, y esto conllevara una reducción de un 31.17% de gasto en la implementación a comparación de la digitalización de las 7 cabeceras, teniendo un tiempo de recuperación de 4 años.

RECOMENDACIONES

Diseñar la propuesta de Direct To Home en el ámbito de televisión, geográfico, militar, etc. toma un estudio amplio de diferentes áreas de telecomunicaciones por lo cual se recomienda usar diferentes métodos de comprensión de datos para el aprovechamiento del ancho de banda que ofrecen los satélites en órbita.

La expansión de la red CATV es necesario para la retransmisión y amplificación de la señal, pero no siempre será lo adecuado, puesto que cada región nacional, cuenta con una zona geográfica de difícil acceso, un enlace satelital punto a punto es costoso, el cual se recomienda optar por el sistema Direct To Home, no se diría que es bajo los costos, pero beneficiaria a una expansión de territorio muy grande que podría llegar a un continente con la pisada satelital.

La centralización de la cabecera para un sistema Direct To Home se debe considerar el espacio de terreno asignado para la antena transmisora y equipos de respaldo de energía, como banco de baterías o UPS, puesto que la zona de operación, usualmente la energía eléctrica no es estable.

La creación de los transport stream en cada paquetización de señales digitales se debe considerar el tamaño stream que puede soportar, puesto que, si el TS se encuentra saturado por las señales, el funcionamiento se dará de manera incorrecta y el decodificador cuando demodule la señal, se visualizará de manera distorsionada.

El costo de reducción será muy semejante a la inversión para las 7 cabeceras, teniendo en cuenta el tiempo de recuperación de la inversión y el alquiler de portadora por parte de un proveedor de satélites, ya que se tendrá que promocionar la señal a todo territorio nacional e instalar equipos decodificadores.

BIBLIOGRAFIA

Andrés Erasmo Carhuamaca Espinoza, (2011), Diseño del sistema de transmisión satelital para el transporte de la señal ISDB-T BTS.

Constantino Pérez Vega - José María Zamanillo Sainz de la Maza - Alicia Casanueva López, (2007), Sistemas de Telecomunicaciones.

Dany Roger Tuesta Guevara, (2009), Instalación y puesta en marcha del servicio Direct To Home para Cable Mágico, Universidad Nacional de Ingeniería.

Dimitris Manolakis – John G. Proakis, (2003), Tratamiento digital de señales, Cuarta Edición, Editorial Pearson José Ariel Carvajal Herradora – Marlon Javier Bermúdez

Francisco Ramos Pascual, (2007), Radiocomunicaciones

José Hugo Carreón Castro, (2015), Automatización de una antena parabólica en una estación terrena, Universidad Nacional Autónoma de México.

Jorge Matos Gómez - Jorge Luis Matos Baucells, (2007), Sistemas DTH: arquitectura, estándares y tecnologías para los servicios vía satélite de TV digital, Internet y HDTV, Editorial Alfaomega.

López, (2014), Uso de tecnología DTH (Direct To Home) como alternativa para brindar servicio de recepción de televisión satelital en Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

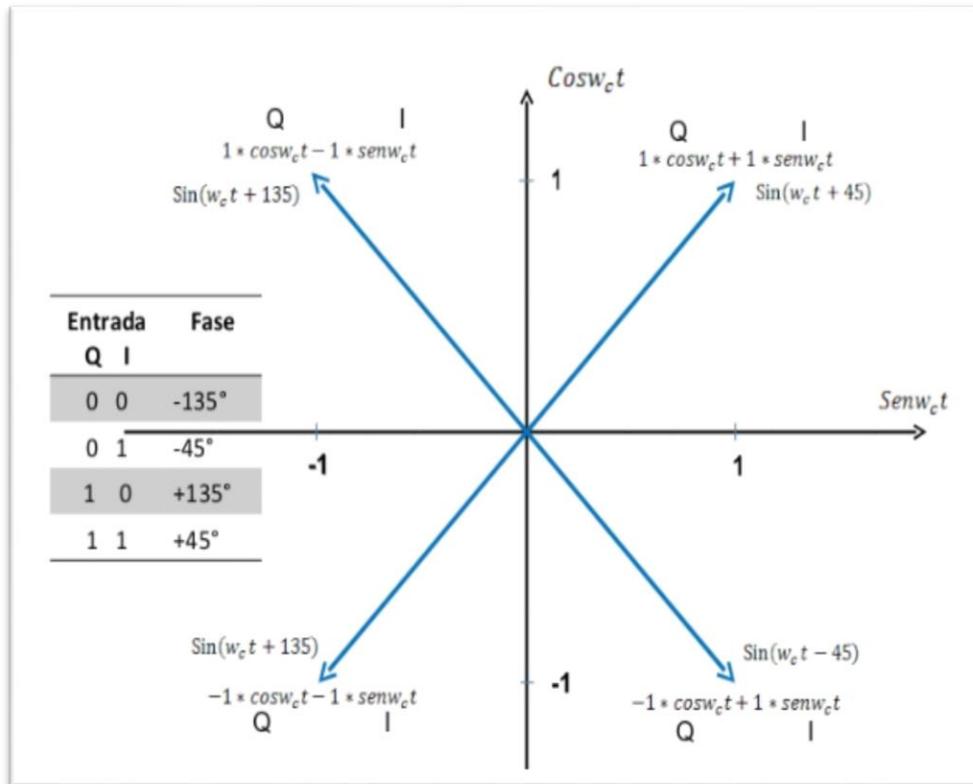
Ruiz Guzmán Guido Napoleón – Hermenegildo Beltrán José Luis, (2013), Aplicación de los sistemas VSAT a regiones remotas del territorio Nacional, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Rodolfo Neri Vela, (2003), Comunicación por Satélite.

Wayne Tomasi, (2003), Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Cuarta Edición, Editores Pearson-Prentice Hall.

.

ANEXO



Anexo N° 1

Diagrama Fasorial

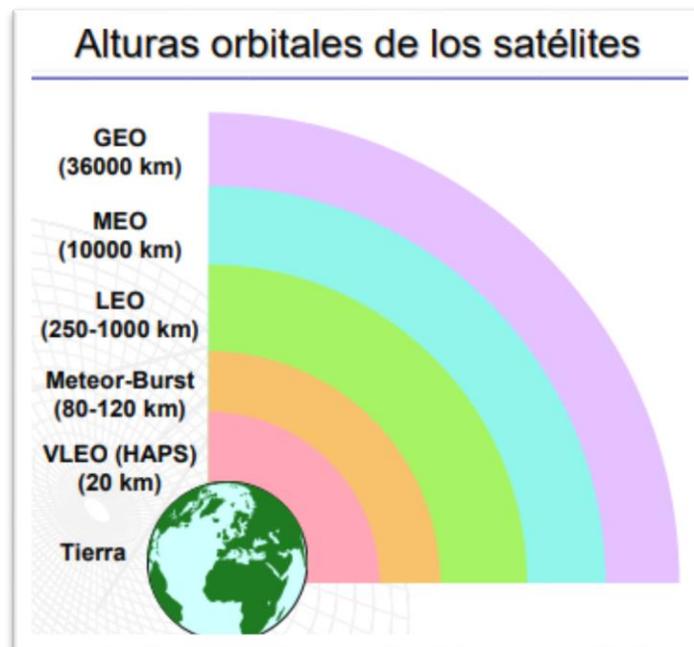
Fuente: <https://es.slideshare.net/ernestoguevaraventura/tema-1bmodulaciondigitalmultibit>

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS	ANCHO DE BANDA TOTAL	APLICACIONES
L	1 to 2 GHz	1GHz	Servicio móvil por satélite (MSS)
S	2 to 4 GHz	2 GHz	MSS, investigación espacial
C	4 to 8 GHz	4 GHz	Servicio fijo por satélite (FSS)
X	8 to 12.5 GHz	4.5 GHz	FSS militar, Exploración de la Tierra, Satélites meteorológicos
Ku	12.5 to 18 GHz	5.5 GHz	FSS, servicio radiodifusión por satélite (BSS)
K	18 to 26.5 GHz	8.5 GHz	BSS, FSS
Ka	26.5 to 40 GHz	13.5 GHz	FSS

Anexo N° 2

Bandas de frecuencias usadas en comunicación satelital

Fuente: <http://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=61>



Anexo N° 3

Alturas orbitales de los satélites

Fuente: <http://www.gr.ssr.upm.es/docencia/grado/csat/material/CSAT09-2-OrbitasConstelaciones.pdf>

SATELITALES: POTENCIAS A BORDO

Satélite	Banda S	Banda C	Banda Ku	Banda Ka
Satmex 5 (1998)	---	36 W (TWT)	132 W (TWT)	---
Galaxy X (1998)	---	20 W (SSPA)	63 W (TWT)	---
Astra 1H (1999)	---	---	98 W (TWT)	70 W (TWT)
PAS-1R (2000)	---	34 W (SSPA) 55 W (TWT)	125 W (TWT) 140 W (TWT)	---
XM Satellite Radio* (2001)	228 W (TWT)	---	---	---
DirecTV (2001)	---	---	120 W (TWT) 240 W (TWT) 280 W (TWT)	---
Anik F2 (2002)	---	30 W (TWT)	127 W (TWT)	90 W (TWT)
Satmex 6 (2003)	---	33 W (TWT) 42 W (TWT) 47 W (TWT)	150 W (TWT) 250 W (TWT)	---

Anexo N° 4

SATELITES: Potencia abordo

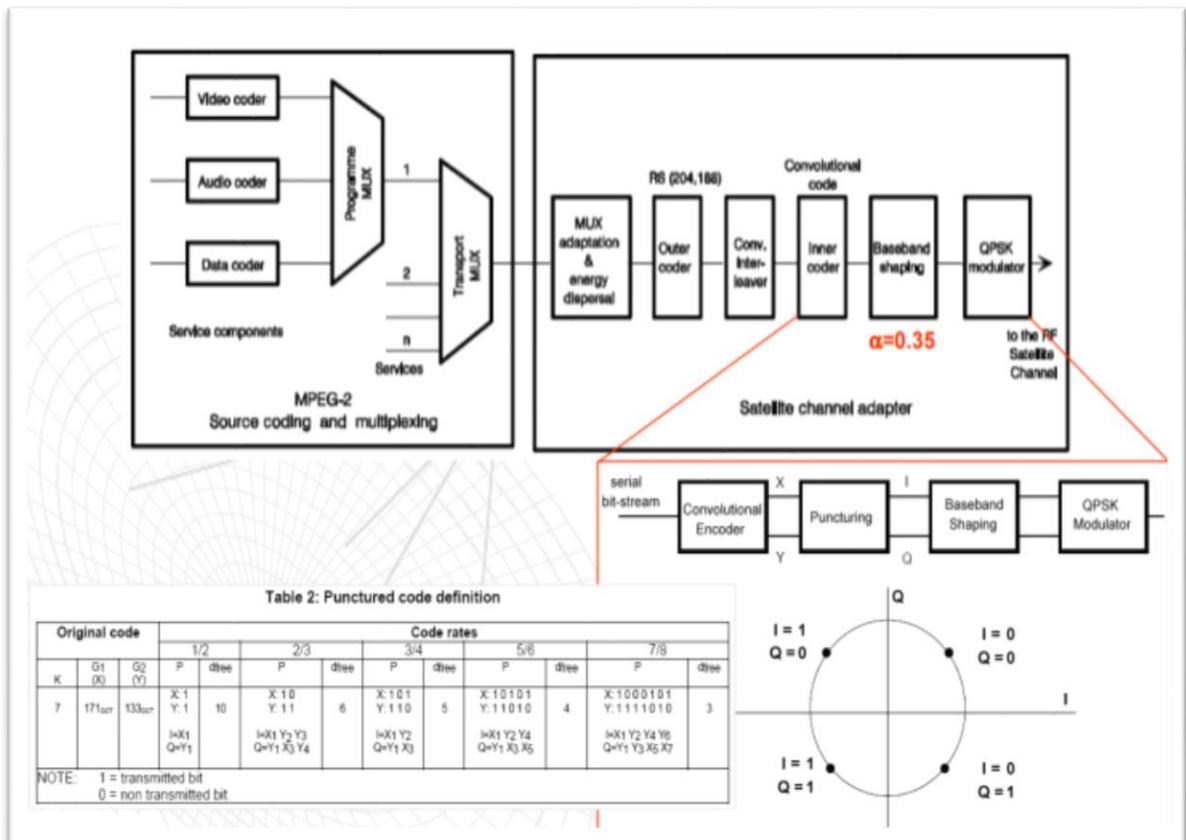
Fuente: <https://ftapinamar.blogspot.com/2010/11/>

Descripción	Amazonas 2
Posición orbital y coberturas	61° Oeste Todo el continente americano (desde Alaska a Tierra de Fuego)
Transpondedores	64 transpondedores (54 en banda Ku, 10 en banda C)
Ancho de banda	36 MHz (Ku) y 54 MHz (C)
Nº de antenas	5 (4 desplegadas)
Procesador a bordo	Amerhis 2
Masa seca	2534 kg
Masa de lanzamiento	> 5,4 Toneladas
Potencia carga útil	12,2 kW
Potencia disponible	15,1 kW
Vida útil	15 años
Fabricante	EADS Astrium
Lanzador	Arianespace Ariane 5 ECA

Anexo N° 5

Características Técnicas de Amazonas 2

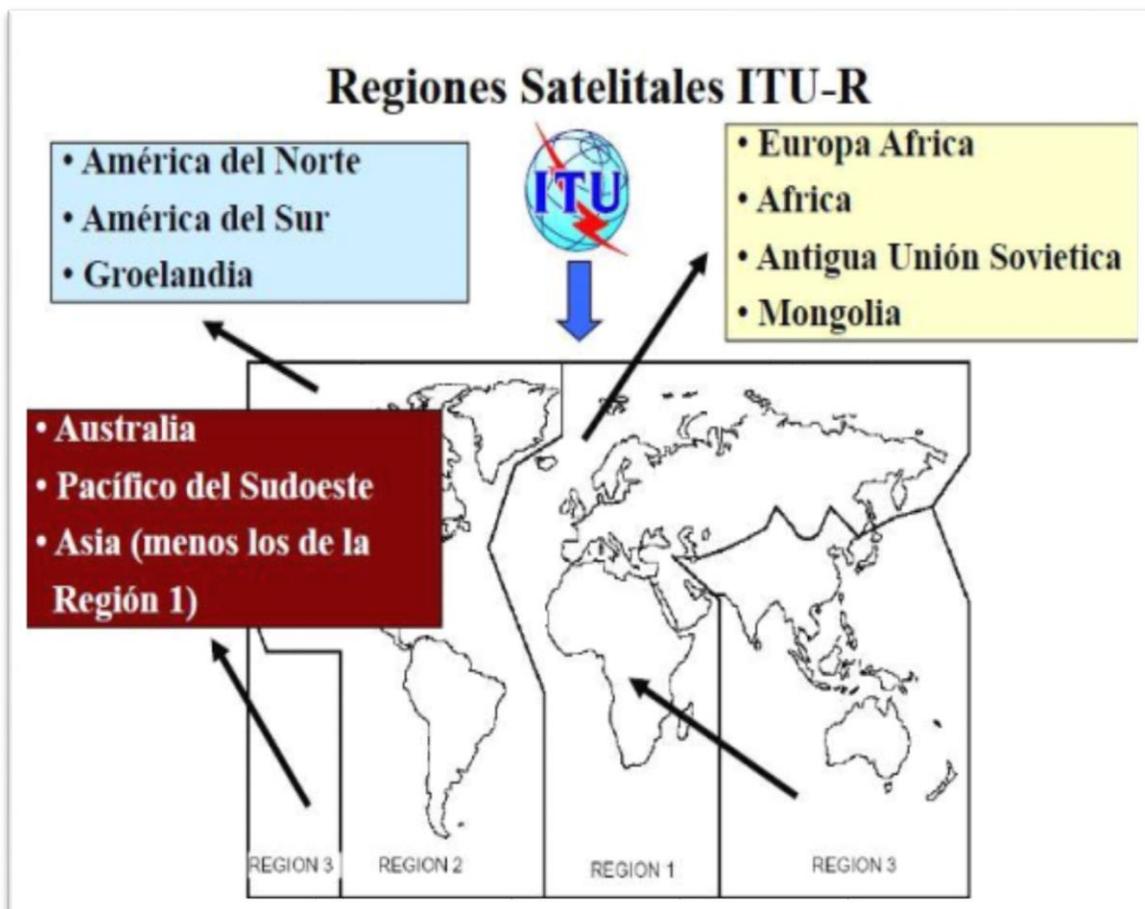
Fuente: <https://www.hispasat.com/es/flota-de-satelites/amazonas-2>



Anexo N° 6

DVB.S: Modulación y codificación.

Fuente: comunicaciones por satélite- Ramon Martínez, Miguel Calvo



Anexo N° 7

Regiones satelitales ITU-R

Fuente: [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2009/com2009tracomu.nsf/0/661a0d67e311dc8c052576e4006f80e6/\\$FILE/DESARROLLSATELITAL.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2009/com2009tracomu.nsf/0/661a0d67e311dc8c052576e4006f80e6/$FILE/DESARROLLSATELITAL.pdf)