

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
UP LINK DTH”**

**INFORME TECNICO POR EXPERIENCIA PROFESIONAL CALIFICADA
PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRONICO
PRESENTADO POR
BACHILLER JORGE FÉLIX IVÁN AMORÓS TIRADO**

LIMA – PERÚ

2013

AGRADECIMIENTO:

A mis padres, por inculcarme los valores de honestidad, responsabilidad, amor al prójimo y convencerme de que la única forma de progresar es mediante el trabajo.

A mi esposa por apoyarme en los malos y en los buenos momentos y por su insistencia en plantearme el reto de la titulación como una meta alcanzable.

A mis profesores por enseñarme los primeros pasos en el ámbito profesional, sus sabios consejos y enseñanzas marcaron mi tendencia hacia las telecomunicaciones como una herramienta de servicio social y que a la vez permite un permanente desarrollo personal.

PROLOGO

Hasta el 2012, con la digitalización de las señales de televisión por satélite, por cable y últimamente también de la televisión terrestre, se vienen presentando en el país requerimientos técnicos similares a los de países denominados desarrollados, con un dinamismo cada vez mayor que ha obligado la creación de empresas locales altamente especializadas en la implementación de Up Links para DTH, transmisiones deportivas con tecnología digital de última generación, inserción de nuevos canales en las grandes cabeceras CATV, la centralización de canales en las mismas, etc.

El día a día de éste tipo de empresas es la configuración en planta y la instalación de complejos sistemas que incluyen encoders, multiplexers, amplificadores, decoders, módems, routers, antenas parabólicas con diámetros que van desde 1.2m hasta 9m.

Los cálculos de enlace (link budget) son realizados ahora localmente sin depender ya de los cálculos de los operadores satelitales, para lo cual se emplean programas de computador avanzados y precisos.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo está dividido en 02 partes bien diferenciadas:

Fundamentos de las comunicaciones vía satélite

Sistema de Uplink para Incremento de Canales DTH

Índice

AGRADECIMIENTO:.....	2
PROLOGO	3
PRESENTACIÓN	4
CAPÍTULO I FUNDAMENTOS DE LAS COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE.....	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Selección del Satélite.....	14
1.2.1 Uso del sitio lyngsat	14
1.2.2 Uso del sitio satsig [16]	19
1.3 Cálculos de Enlace Satelital (linkbudget).....	21
1.4 Protocolo SNMP.....	24
1.5 Sistemas de Antena.....	25
CAPÍTULO II SISTEMA DE UP LINK PARA EL INCREMENTO DE CANALES DTH.....	30
2.1 INTRODUCCION.....	30
2.2 ESPECIFICACIONES	30
2.2.1 Ubicación del Proyecto.....	30
2.2.2 Situación Actual	30
2.2.3 Objetivo del Proyecto	31
2.2.4 Consideraciones para la puesta en operación	31
2.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO	32
2.3.1 IMPLEMENTACIÓN DE NUEVA ESTACIÓN DE TRANSMISIÓN DE 9 MTS (DTH 8).....	32
2.3.2 HABILITACIÓN POLARIDAD HORIZONTAL DE TX EN ESTACION DTH 6	34
2.3.3 HABILITACIÓN POLARIDAD HORIZONTAL DE TX EN ESTACION DTH 7	35
2.4 INTEGRACION DEL SISTEMA	36
2.5 Diseño del Sistema	37

2.5.1 Estudio de Sitio.....	37
2.5.2 Especificaciones del satélite Amazonas 2	39
2.5.3 Cálculos de Apuntamiento	42
2.5.4 Cálculos de Enlace Satelital	44
2.5.5 Equipamiento a utilizarse	50
2.5.6 Repuestos.....	54
2.5.7 Equipos Varios	57
2.5.8 Proceso de Implementación del Sistema	59
2.6 Resultados.....	67
2.6.1 Figura 50: Diagrama de Bloques de la Solución.....	67
2.6.2 Patio de Antenas	69
2.6.3 Montaje del Amplificador TWT 750W	72
2.6.4 Parrilla de Recepción.....	73
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA	76

Índice de Gráficos

Figura 1 Satélite Telstar 1 [14].....	10
Figura 2: Pantalla principal del sitio lyngsat [15].....	15
Figura 3: Satélites entre 0° y 61° Oeste [15].....	15
Figura 4: Información del sitio lyngsat sobre el satélite Amazonas 1 [15].....	16
Figura 5: Mapa de Pisada del Amazonas 1 [15].....	17
Figura 6: Especificaciones Técnicas del Amazonas 1 [15].....	18
Figura 7: Pantalla Principal del sitio satsig [16].....	19
Figura 8: Pantalla del sitio satsig [16] en la opción <i>calculator</i>	19
Figura 9: Cálculos realizados con el sitio satsig [16].....	20
Figura 10: Pantalla satsig [16] para los Cálculos de Enlace.....	21
Figura 11: Ingreso de datos al satsig [16] para cálculos.....	22
Figura 12: Resultados de los Cálculos de Enlace al Amazonas 1.....	23
Figura 13: Antena Foco Centrado o Primario.....	26
Figura 14: Antena Offset.....	26
Figura 15 Antena Cassegrain.....	27
Figura 16 Diagrama Esquemático de Antenas Foco Primario y Cassegrain [6].....	27
Figura 17. Geometría básica de una antena de doble reflector [1].....	28
Figura 18: Antenas Gregorianas [18].....	29
Figura 19: Vista de la zona de ubicación de la Estación Transmisora [12].....	38
Figura 20: Lugar de instalación designado por el cliente.....	39
Figura 21: Resultado de la búsqueda del satélite Amazonas 2 [15].....	40
Figura 22: Información de Frecuencias y otras del satélite Amazonas 2 [15].....	41
Figura 23: Mapa de Pisada del satélite Amazonas 2 [15].....	41
Figura 24: Resultados del sitio satsig.net [16].....	42
Figura 25: Tabla para ingreso de datos del cliente [16].....	44
Figura 26: Ingreso de primeros datos al satsig [16].....	45
Figura 27: Primeros resultados con el satsig [16].....	46
Figura 28: Resultados al ingresar datos de potencia al satsig [16].....	47

Figura 29: Resultados en el enlace de bajada con el satsig [16].....	48
Figura 30: Antenna Tracking Controller	52
Figura 31: Beacon Receiver	52
Figura 32: Amplificador HPA 750W XICOM.....	53
Figura 33: Controlador de HPA XICOM	54
Figura 34: Beacon Receiver VERTEX.....	55
Figura 35: Controlador de Antena VERTEX	56
Figura 36: Amplificador HPA 1250W XICOM.....	57
Figura 37: Ensamblaje de la Superficie Reflectora	59
Figura 38: Armado de la Superficie Reflectora.....	60
Figura 39: Izamiento del soporte del King Post	60
Figura 40: Fijación del Pivot	61
Figura 41: Montaje del King Post por medio de grúa	61
Figura 42: Ensamblaje del Soporte de Antena	62
Figura 43: Inicio de izamiento del Reflector Parabólico.....	62
Figura 44: Traslado del Reflector Parabólico hacia el King Post.....	63
Figura 45: Ensamblaje de Reflector y King Post	64
Figura 46: Continuación de ensamblaje de Reflector al King Post.....	64
Figura 47: Ajustes finales del Reflector al King Post	65
Figura 48: Antena de Transmisión completamente montada	66
Figura 49: Pruebas de Recepción en banda L.....	66
Figura 50: Se muestra el diagrama de bloques de la solución implementada.	67
Figura 51: Diagrama del Controlador de Tracking de la Antena, VIASAT 8860 [20].....	68
Figura 52: Retiro de estobos de grúa luego de ensamblaje.....	69
Figura 53: Patio de antenas con vista principal de la antena del proyecto	70
Figura 54: Patio de antenas 2.....	70
Figura 55: Patio de antenas 3.....	71
Figura 56: Vista panorámica de las antenas transmisoras	71
Figura 57: Diagrama esquemático del Amplificador 750W XICOM	72
Figura 58: Transmisores Indoor para antenas VERTEX.....	72
Figura 59: Parrilla resultado del proyecto [15].....	74

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE LAS COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE

1.1 Introducción

Desde que en 1962 se puso en órbita el primer satélite geoestacionario, el Telstar 1, los sistemas de comunicaciones vía satélite han progresado mucho haciéndose más eficientes en el uso del espectro radioeléctrico, menor consumo de energía, multiplexando señales en el espacio, optimizándose los sistemas de amplificación, mejorándose los sistemas de antenas, etc.



Figura 1 Satélite Telstar 1 [14]

Existe una altura para la cual el periodo orbital del satélite coincide exactamente con el de rotación de la Tierra. Esta altura es de 35.786,04 kilómetros. La órbita correspondiente se conoce como el cinturón de Clarke, ya que fue el famoso escritor de ciencia ficción Arthur C. Clarke el primero en sugerir esta idea en el año 1945. Vistos desde la Tierra, los satélites que giran en esta órbita parecen estar inmóviles en el cielo, por

lo que se les llama satélites geoestacionarios. Esto tiene dos ventajas importantes para las comunicaciones: permite el uso de antenas fijas, pues su orientación no cambia y asegura el contacto permanente con el satélite.

Los satélites comerciales funcionan en tres bandas de frecuencias, llamadas C, Ku y Ka. La gran mayoría de emisiones de televisión por satélite se realizan en la banda Ku [1].

No es conveniente poner muy próximos en la órbita geoestacionaria dos satélites que funcionen en la misma banda de frecuencias, ya que pueden interferirse. En la banda C la distancia mínima es de dos grados, en la Ku y la Ka de un grado. Esto limita en la práctica el número total de satélites que puede haber en toda la órbita geoestacionaria a 180 en la banda C y a 360 en las bandas Ku y Ka. La distribución de bandas y espacio en la órbita geoestacionaria se realiza mediante acuerdos internacionales.

La elevada direccionalidad de las altas frecuencias hace posible concentrar las emisiones por satélite a regiones geográficas muy concretas, hasta de unos pocos cientos de kilómetros. Esto permite evitar la recepción en zonas no deseadas y reducir la potencia de emisión necesaria, o bien concentrar el haz para así aumentar la potencia recibida por el receptor, reduciendo al mismo tiempo el tamaño de la antena parabólica necesaria. Por ejemplo, el satélite Astra tiene una *huella* que se aproxima bastante al continente europeo.

En la actualidad, este tipo de comunicación puede imaginarse como si tuviésemos un enorme repetidor de microondas en el cielo. Está constituido por uno o más dispositivos receptor-transmisor, cada uno de los cuales escucha una parte del espectro, amplificando la señal de entrada y retransmitiendo a otra frecuencia para evitar los efectos de interferencia [4].

Cada una de las bandas utilizadas en los satélites se divide en canales. Para cada canal suele haber en el satélite un repetidor, llamado transponder o transpondedor, que se ocupa de capturar la señal ascendente y retransmitirla de nuevo hacia la tierra en la frecuencia que le corresponde.

Cada canal puede tener un ancho de banda de 27 a 72 MHz y puede utilizarse para enviar señales analógicas de vídeo y/o audio, o señales digitales que puedan corresponder a

televisión (normal o en alta definición), radio digital (calidad CD), conversaciones telefónicas digitalizadas, datos, etc. La eficiencia que se obtiene suele ser de 1 bit/s por Hz; así, por ejemplo, un canal de 50 MHz permitiría transmitir un total de 50 Mbit/s de información [2].

Un satélite típico divide su ancho de banda de 500 MHz en unos doce receptores-transmisores de un ancho de banda de 36 MHz cada uno. Cada par puede emplearse para codificar un flujo de información de 500 Mbit/s, 800 canales de voz digitalizada de 64 kbit/s, o bien, otras combinaciones diferentes.

Para la transmisión de datos vía satélite se han creado estaciones de emisión-recepción de bajo coste llamadas VSAT (Very Small Aperture Terminal). Una estación VSAT típica tiene una antena de un metro de diámetro y un vatio de potencia. Normalmente las estaciones VSAT no tienen potencia suficiente para comunicarse entre sí a través del satélite (VSAT - satélite - VSAT), por lo que se suele utilizar una estación en tierra llamada hub que actúa como repetidor. De esta forma, la comunicación ocurre con dos saltos tierra-aire (VSAT- satélite - hub - satélite - VSAT). Un solo hub puede dar servicio a múltiples comunicaciones VSAT.

En los primeros satélites, la división en canales era estática, separando el ancho de banda en bandas de frecuencias fijas. En la actualidad el canal se separa en el tiempo, primero en una estación, luego otra, y así sucesivamente. El sistema se denomina multiplexación por división en el tiempo. También tenían un solo haz espacial que cubría todas las estaciones terrestres. Con los desarrollos experimentados en microelectrónica, un satélite moderno posee múltiples antenas y pares receptor-transmisor. Cada haz de información proveniente del satélite puede enfocarse sobre un área muy pequeña de forma que pueden hacerse simultáneamente varias transmisiones hacia o desde el satélite. A estas transmisiones se les llama 'traza de ondas dirigidas' [1].

Las comunicaciones vía satélite tienen algunas características singulares. En primer lugar está el retardo que introduce la transmisión de la señal a tan grandes distancias. Con 36.000 km de altura orbital, la señal ha de viajar como mínimo 72.000 km, lo cual supone un retardo de 240 milisegundos, sólo en la transmisión; en la práctica el retardo es de 250 a

300 milisegundos según la posición relativa del emisor, el receptor y el satélite. En una comunicación VSAT-VSAT los tiempos se duplican debido a la necesidad de pasar por el hub. A título comparativo en una comunicación terrestre por fibra óptica, a 10.000 km de distancia, el retardo puede suponer 50 milisegundos (la velocidad de las ondas electromagnéticas en el aire o en el vacío es de unos 300.000 km/s, mientras que en el vidrio o en el cobre es de unos 200.000). En algunos casos estos retardos pueden suponer un serio inconveniente o degradar de forma apreciable el rendimiento si el protocolo no está preparado para este tipo de redes [3].

En cuanto a los fenómenos que dificultan las comunicaciones vía satélite, se han de incluir también el movimiento aparente en ocho de los satélites de la órbita geoestacionaria debido a los balanceos de la Tierra en su rotación, los eclipses de Sol en los que la Luna impide que el satélite pueda cargar las baterías y los tránsitos solares, en los que el Sol interfiere las comunicaciones del satélite al encontrarse éste entre el Sol y la Tierra.

Otra característica singular de los satélites es que sus emisiones son broadcast de manera natural. Tiene el mismo coste enviar una señal a una estación que enviarla a todas las estaciones que se encuentren dentro de la *huella* del satélite[7]. Para algunas aplicaciones esto puede resultar muy interesante, mientras que para otras, donde la seguridad es importante, es un inconveniente, ya que todas las transmisiones han de ser cifradas. Cuando varios ordenadores se comunican a través de un satélite (como en el caso de estaciones VSAT) los problemas de utilización del canal común de comunicación que se presentan son similares a los de una red local [8].

El costo de una transmisión vía satélite es independiente de la distancia, siempre que las dos estaciones se encuentren dentro de la zona de cobertura del mismo satélite. Además, no hay necesidad de hacer infraestructuras terrestres, y el equipamiento necesario es relativamente reducido, por lo que son especialmente adecuados para enlazar instalaciones provisionales que tengan una movilidad relativa, o que se encuentren en zonas donde la infraestructura de comunicaciones está poco desarrollada [9].

Los siguientes puntos de éste capítulo tratan sobre diferentes aspectos de las comunicaciones vía satélite con los cuales nos enfrentamos en el día a día de las operaciones de la empresa.

1.2 Selección del Satélite


Si bien es cierto que nuestros clientes son quienes mayormente vienen con una propuesta de satélite a emplear para el servicio que desean contratarnos, si es el caso, Río Pacífico está en condiciones de sugerir el empleo de un satélite basándose en criterios de cobertura, banda de frecuencia, PIRE del satélite entre otros que finalmente determinarán el diámetro de las antenas a emplear, la potencia de los amplificadores, la velocidad de transmisión, etc.

1.2.1 Uso del sitio lyngsat

Lyngsat [15] es un sitio web que nos da la ubicación de los satélites, las bandas de frecuencia en las que operan, el tipo de servicio que brindan y por medio de un link, nos brinda datos de cobertura, PIRE, transponders, etc.

El procedimiento es el siguiente:

1. Ubicamos la URL www.lyngsat.com
2. Aparece en la pantalla la siguiente información:



Irbid TV and Beur TV on [Atlantic Bird 7](#) | Córdoba Int on [Hispasat 1C](#)
 Vision TV on [Eutelsat W3C](#) | Mara Fashion on [Hot Bird 8](#)
 Pheno TV on [Intelsat 10](#) | Studio 100 Sat on [Express AM44](#)

[Program for Better Vision](#)
 Buy the Program Here & Save! Instant Download Edition Available.
www.Program-for-Better-Vision.com

[Subc Satellite TV](#) [Improve Vision](#) [TV Frequencies](#)

	160°W-73°E	73°E-0°E	0°W-61°W	61°W-160°W
Satellites:	Asia	Europe	Atlantic	America
Packages:	Asia	Europe	Atlantic	America
HD TV:	Asia	Europe	Atlantic	America
SatTracker:	Asia	Europe	Atlantic	America

Figura 2: Pantalla principal del sitio lyngsat [15]

3. Aplicamos por ejemplo a la opción satélite/Atlantic, es decir, aquellos satélites que están entre las posiciones 0° Oeste y 61° Oeste y obtenemos el siguiente resultado:

0.8°W	Thor 5	120110	24.5°W	Intelsat 905	120111
	Thor 6	120111	27.5°W	Intelsat 907	111212
	Intelsat 10-02	120110	30.0°W	Hispasat 1C	120111
3.0°W	ABS 3 (incl. 0.9°)	Hispasat 1D		120110	
4.0°W	Amos 2	120110	Hispasat 1E	120111	
4.3°W	Amos 3	120111	31.5°W	Intelsat 25	111231
4.3°W	Thor 3 (incl. 1.6°)		34.5°W	Intelsat 903	120106
5.0°W	Atlantic Bird 3	120111	37.5°W	NSS 10	111105
	Astra 1D (moving 0.8°W/day)		Telstar 11N	120101	
7.0°W	Nilesat 101	120109	40.5°W	NSS 806	120105
	Nilesat 102	120109	43.1°W	Intelsat 11	120109
	Nilesat 201	111226	45.0°W	Intelsat 14	111201
	Atlantic Bird 7	120111	47.0°W	NSS 703 (incl. 2.1°)	
8.0°W	Atlantic Bird 2	120110	50.0°W	Intelsat 1R	120101
	AMC 2 (moving 0.8°E/day)		53.0°W	Intelsat 707	111130
11.0°W	Express AM44	120111	55.5°W	Intelsat 805	120103
12.5°W	Atlantic Bird 1	120110	55.5°W	Galaxy 11	
14.0°W	Express A4 (incl. 2.2°)	120101	58.0°W	Intelsat 9	120106
15.0°W	Telstar 12	120102		Intelsat 16	100404
18.0°W	Intelsat 901	111215	61.0°W	Amazonas 1	110816
20.0°W	NSS 5	120109		Amazonas 2	120110
22.0°W	NSS 7	120102			

Figura 3: Satélites entre 0° y 61° Oeste [15]

4. En el gráfico anterior podemos identificar la posición orbital de los satélites, por ejemplo, el Amazonas 1 está a 61.0° Oeste
5. Haciendo clic en Amazonas 1 (o en cualquier otro satélite) obtendremos información específica como la siguiente :












Freq. Tp	Provider Name Channel Name	System Encryption	SR-FEC SID-VPID	ONID-TID APID Lang.	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated	
3630 H tp 11	TV Banco do Brasil	DVB-S	2785-3/4 1110	121. P	America 5.5	N Chaves 100131	
3659 H tp 11	(feeds)	DVB-S	6666-?		America	A Camargo 080406	
3668 H tp 11	(feeds)	DVB-S	6666-?		America	A Camargo 080406	
Amazonas 1 © LyngSat, last updated 2012-01-11 - http://www.lyngsat.com/amazonas1.html							
Amazonas 1 © LyngSat, last updated 2012-01-11 - http://www.lyngsat.com/amazonas1.html							
Freq. Tp	Provider Name Channel Name	System Encryption	SR-FEC SID-VPID	ONID-TID APID Lang.	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated	
3767 H tp 13	 CEV-EAD	A	DVB-S2 MPEG-4	1600-3/4 QPSK 1 - 256	7-? 257 P	America 4.0	N Chaves 110107
3925 V tp 5	 TV Clube (Pernambuco)	A	DVB-S	3333-3/4 1 - 33	7-? 36 P	America 5.5	N Chaves 110107
3927 V tp 5	 FGV TV	A	DVB-S	2222-3/4 1 - 256	7-? 258 P	America 5.5	N Chaves 110107
3941 V tp 6	 SBT Rio Grande	A	DVB-S PowerVu	3480-3/4 1 - 1110	7-? 1211 P	America 5.5	S Pedroso 060612
3948 H tp 16	(feeds)		DVB-S	4440-?		America	N Chaves 100131
3958 H tp 16	(ESPN Brasil feeds)		DVB-S	4440-?		America	N Chaves 070114
3967 H tp 16	(feeds)		DVB-S	6670-?		America	N Chaves 100131
3990 H tp 16	(LFG feeds)		DVB-S	2142-3/4		America	A Camargo 080306
11128 V tp 25	 Wal-Mart TV	A	DVB-S	3390-3/4		Brazil 5.5	DGA 090714
	Wal-Mart TV	A	F	260	261 P		
	Wal-Mart TV	A	T-Crypt	264	26. P		
11135 H tp 31	 Telefônica TV Digital Brasil	A P	DVB-S Nagravision 3	28880-3/4		Brazil 5.5	R Calixto 110816
11136 V tp 25	 Curso Pastoral Telepresencial	A	DVB-S	3239-? 256	257 P	Brazil	N Chaves 090908
11175 H tp 32	 Telefônica TV Digital Brasil	A P	DVB-S Nagravision 3	28880-3/4		Brazil 5.5	R Calixto 110816
Amazonas 1 © LyngSat, last updated 2012-01-11 - http://www.lyngsat.com/amazonas1.html							
Amazonas 1 © LyngSat, last updated 2012-01-11 - http://www.lyngsat.com/amazonas1.html							
Freq. Tp	Provider Name Channel Name	System Encryption	SR-FEC SID-VPID	ONID-TID APID Lang.	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated	
11738 V tp 13	 Claro Chile	A P	DVB-S Conax	40000-2/3		South America 4.4	F Canaza 101105
11808 H tp 16	 Movistar TV Digital	P	DVB-S Nagravision 3	26667-2/3	1-11	South America 4.4	R Calixto 110816
11888 H tp 20	TV Farma	A	F	1110	1213 P	Brazil	N Chaves 090908
	Edusat 2		F	1112	1215 P		
	Edusat 3		F	1114	1219 P		
11930 H tp 20	 Telefônica TV Digital Brasil	A P	DVB-S Nagravision 3	28880-3/4		Brazil 5.5	R Calixto 110816

Figura 4: Información del sitio lyngsat sobre el satélite Amazonas 1 [15]

6. En la imagen anterior observamos entre otros datos: Frecuencia de las Portadoras (por ejemplo 11.808 GHz), Polarización (Horizontal ó Vertical), Transpondedor (tp16), Estándar del Servicio (DVB-S), Symbol Rate (26667 KS), FEC (2/3), etc.
7. Haciendo clic en la columna de Beam obtenemos la PIRE del satélite de nuestro interés:



Figura 5: Mapa de Pisada del Amazonas 1 [15]

8. Podemos observar que en particular el Amazonas 1 tiene un haz pincel que cubre Perú con una PIRE de 47dBW en banda Ku (observar el código de colores).
9. Haciendo clic en Características Técnicas [13] obtenemos información adicional como la siguiente:

Plataforma

La plataforma, o módulo de servicios, es la encargada de mantener operativo el satélite en su posición orbital durante su vida útil.

Las características más destacadas de la plataforma del satélite Amazonas 1 son:

Plataforma	Amazonas
Tipo	Eurostar 3.000s
Fabricante	Astrium
Dimensiones de la estructura principal	Altura: 5,88 m. Longitud: 2,4 m. Anchura: 2,9 m.
Potencia de los amplificadores	50 W (banda C) 100 W (banda KU)
Longitud	36,10 m.
Masa	4.605 kg.
Potencia eléctrica	7.000 W CC

[Plataforma](#)

Repetidor

Los datos más relevantes del repetidor del satélite Amazonas 1 son:

Carga útil	
Nº de transpondedores	- físicos: 51 (32 banda Ku y 19 banda C) - equivalentes de 36 MHz: (36 banda Ku, 27 banda C)
Polarización	Horizontal y Vertical
Frecuencias	banda C y banda Ku
Máxima PIRE	52 dBW (Brasil)
Procesado a bordo	Sistema Amerhis
Nº antenas	5

Figura 6: Especificaciones Técnicas del Amazonas 1 [15]

1.2.2 Uso del sitio satsig [16]

- Seleccionamos el URL: <http://www.satsig.net/>
- Obtenemos lo siguiente:



Figura 7: Pantalla Principal del sitio satsig [16]

- Aplicamos a la opción Calculator:

Satellite Signals **Satellite finder with magnetic north, azimuth & elevation calculator.**

How to set up and point satellite dish antenna, finder aiming and pointing angles and polar mount setup.

Instructions: Input your wanted satellite orbit position (longitude) and your site location.
 Latitude: 0.0 to +80.0 deg North or 0.0 to -80.0 deg South (Your [latitude and longitude finder](#))
 Longitude: 0.0 to +360.0 deg East, or 0.0 to -180.0 deg West (Click: [Explanation of latitude and longitude](#))
 Please use decimal degrees: e.g -60.2 (instead of 60 deg 12 min WEST) [Calculator for converting degrees minutes seconds](#)
 The default input values shown (which you need to overwrite) refer to EchoStar broadcast satellite at 119 deg west (241 deg east) orbit and a site location in Oklahoma City (36.5 deg north latitude and 97.5 deg west longitude).

Click to test and see the satellite finder results on the lower two lines. [Help page on dish pointing](#)

Satellite orbit (deg E)	Site latitude (degN+, S-)	Site longitude (deg E)
-119	36.5	-97.5

Dish azimuth (deg E relative to true north)	Dish azimuth (deg E relative to magnetic north)

Dish elevation (deg)	Slant range (km)	Polarisation tilt(deg)

Polar mount main axis angle (deg)	Polar mount dish offset tilt (deg)

Figura 8: Pantalla del sitio satsig [16] en la opción *calculator*

d. Siguiendo las instrucciones, podemos insertar los datos de: orbita del satélite (longitud oeste con signo negativo y latitud sur también con signo negativo).

Elegimos las coordenadas del Amazonas 1: 61°O, coordenadas ejemplo de una estación: 77°LO, 12°LS y obtenemos:

Satellite orbit (deg E)	Site latitude (degN+ S-)	Site longitude (deg E)
-61	-12	-77

Dish azimuth (deg E relative to true north)	Dish azimuth (deg E relative to magnetic north)	
54.06	54.54	
Dish elevation (deg)	Slant range (km)	Polarisation tilt(deg)
66.66	36232.19	52.36
Polar mount main axis angle (deg) 12.32	Polar mount dish offset tilt (deg) 1.82	

Figura 9: Cálculos realizados con el sitio satsig [16]

e. Es decir, una antena focal tendrá una elevación de 66.66° y un azimuth magnético (con brújula) de 54.54°

1.3 Cálculos de Enlace Satelital (linkbudget)

a. Empleamos la URL: <http://www.satsig.net/linkbugt.htm>

Obteniendo como resultado la pantalla siguiente:

Uplink frequency GHz	<input type="text"/>
Uplink antenna diameter m	<input type="text"/>
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
Uplink antenna transmit gain dBi	<input type="text"/>
Uplink antenna, power at the feed W	<input type="text"/>
Uplink EIRP dBW	<input type="text"/>
Range (35778 - 41679) km	38500.0
Uplink path loss dB	<input type="text"/>
Uplink pfd at satellite dBW/m ²	<input type="text"/>
Bandwidth Hz	<input type="text"/>
Satellite uplink G/T dB/K	<input type="text"/>
Uplink C/N dB	<input type="text"/>

Click to calculate results

Downlink frequency GHz	<input type="text"/>
Downlink receive antenna diameter m	<input type="text"/>
Downlink receive antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65

Figura 10: Pantalla satsig [16] para los Cálculos de Enlace

b. Ingresamos por ejemplo los siguientes datos:

Uplink frequency GHz	14.2
Uplink antenna diameter m	10
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
Uplink antenna transmit gain dBi	
Uplink antenna, power at the feed W	30
Uplink EIRP dBW	
Range (35778 - 41679) km	38500.0
Uplink path loss dB	
Uplink pfd at satellite dBW/m²	
Bandwidth Hz	30000000
Satellite uplink G/T dB/K	2
Uplink C/N dB	

Click to calculate results

Downlink frequency GHz	12.7
Downlink receive antenna diameter m	0.85
Downlink receive antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.6
Downlink system noise temperature(antenna+LNA) K	200
Downlink receive antenna gain dBi	

Figura 11: Ingreso de datos al satsig [16] para cálculos

c. Hacemos clic en obtener resultados y se tiene el siguiente resultado:

Uplink frequency GHz	14.2
Uplink antenna diameter m	10
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
Uplink antenna transmit gain dBi	61.57546
Uplink antenna, power at the feed W	30
Uplink EIRP dBW	76.34667
Range (35778 - 41679) km	38500.0
Uplink path loss dB	207.2049
Uplink pfd at satellite dBW/m ²	-86.3628
Bandwidth Hz	30000000
Satellite uplink G/T dB/K	2
Uplink C/N dB	24.97048

Click to calculate results

Downlink frequency GHz	12.7
Downlink receive antenna diameter m	0.85
Downlink receive antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.6
Downlink system noise temperature(antenna+LNA) K	200
Downlink receive antenna gain dBi	38.84653
Downlink receive antenna G/T dB/K	15.83623
Downlink satellite EIRP dBW	48
Downlink path loss dB	206.2352
Downlink C/N dB	11.42972

Click to calculate results

Uplink C/interference dB	28.0
Uplink C/N dB	24.97048
Satellite C/intermod dB	50.0
Downlink C/N dB	11.42972
Downlink C/interference dB	18.0
Total link C/N dB	10.33496

Figura 12: Resultados de los Cálculos de Enlace al Amazonas 1

1.4 Protocolo SNMP

SNMP significa Protocolo simple de administración de red. Es un protocolo que les permite a los administradores de red administrar dispositivos de red y diagnosticar problemas en la red.

Principio operativo de SNMP

El sistema de administración de red se basa en dos elementos principales: un supervisor y agentes. El supervisor es el terminal que le permite al administrador de red realizar solicitudes de administración. Los agentes son entidades que se encuentran al nivel de cada interfaz. Ellos conectan a la red los dispositivos administrados y permiten recopilar información sobre los diferentes objetos.

Los conmutadores, concentradores (hubs), routers y servidores son ejemplos de hardware que contienen objetos administrados. Estos objetos administrados pueden ser información de hardware, parámetros de configuración, estadísticas de rendimiento y demás elementos que estén directamente relacionados con el comportamiento en progreso del hardware en cuestión. Estos elementos se encuentran clasificados en algo similar a una base de datos denominada MIB ("*Base de datos de información de administración*"). SNMP permite el diálogo entre el supervisor y los agentes para recolectar los objetos requeridos en la MIB.

La arquitectura de administración de la red propuesta por el protocolo SNMP se basa en tres elementos principales:

- los dispositivos administrados son los elementos de red (puentes, concentradores, routers o servidores) que contienen "*objetos administrados*" que pueden ser información de hardware, elementos de configuración o información estadística;
- los agentes, es decir, una aplicación de administración de red que se encuentra en un periférico y que es responsable de la transmisión de datos de administración local desde el periférico en formato SNMP;
- el sistema de administración de red (NMS), esto es, un terminal a través del cual los administradores pueden llevar a cabo tareas de administración.

1.5 Sistemas de Antena

La antena parabólica es un tipo de antena que se caracteriza por llevar un reflector parabólico. Su nombre proviene de la similitud a la parábola generada al cortar un cono recto con un plano paralelo a la directriz. Las antenas parabólicas pueden ser usadas como antenas transmisoras o como antenas receptoras. En las antenas parabólicas transmisoras el reflector parabólico refleja la onda electromagnética generada por un dispositivo radiante que se encuentra ubicado en el foco del reflector parabólico, y los frentes de ondas que genera salen de este reflector en forma más coherente que otro tipo de antenas, mientras que en las antenas receptoras el reflector parabólico concentra la onda incidente en su foco donde también se encuentra un detector. Normalmente estas antenas en redes de microondas operan en forma full duplex, es decir, transmiten y reciben simultáneamente.

Las antenas parabólicas suelen ser utilizadas a frecuencias altas y tienen una ganancia elevada.

Atendiendo a la superficie reflectora, pueden diferenciarse varios tipos de antenas parabólicas, los más extendidos son los siguientes:

- La antena parabólica de foco centrado o primario, que se caracteriza por tener el reflector parabólico centrado respecto al foco.



Figura 13: Antena Foco Centrado o Primario

- La antena parabólica de foco desplazado u offset, que se caracteriza por tener el reflector parabólico desplazado respecto al foco. Son más eficientes que las parabólicas de foco centrado, porque el alimentador no hace *sombra* sobre la superficie reflectora.



Figura 14: Antena Offset

- La antena parabólica Cassegrain, que se caracteriza por llevar un segundo reflector cerca de su foco, el cual refleja la onda radiada desde el dispositivo radiante hacia el

reflector en las antenas transmisoras, o refleja la onda recibida desde el reflector hacia el dispositivo detector en las antenas receptoras



Figura 15 Antena Cassegrain

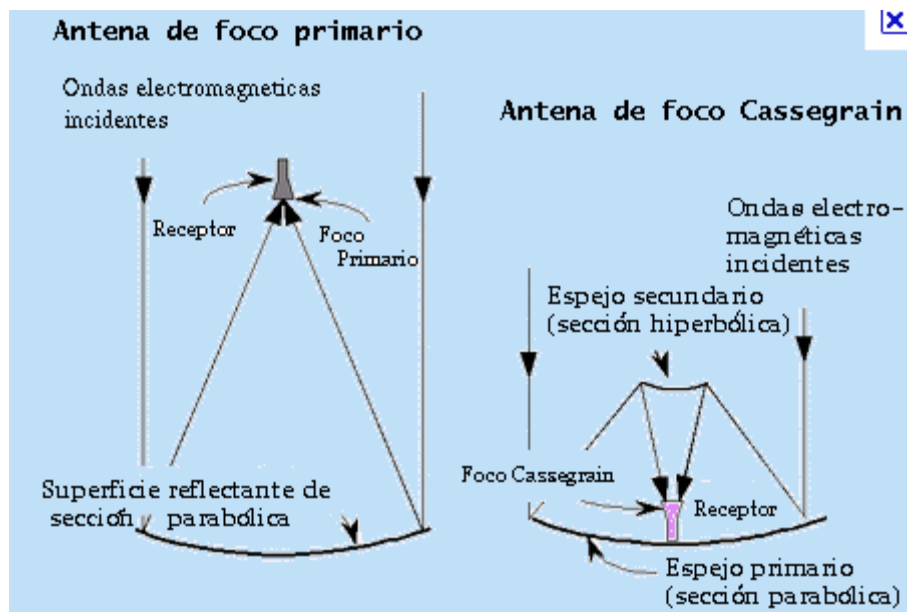


Figura 16 Diagrama Esquemático de Antenas Foco Primario y Cassegrain [6]

- Antenas con doble reflector

Ahondando un poco más en lo referido a las antenas con doble reflector diremos que están constituidas por dos reflectores, uno principal parabólico y otro secundario, en la forma que se ilustra esquemáticamente en la figura 17.

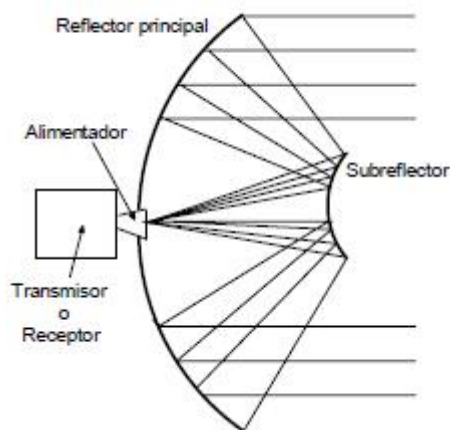


Figura 17. Geometría básica de una antena de doble reflector [1]

El subreflector suele ser hiperbólico en cuyo caso la antena se designa como *Cassegrain* o bien elíptico y la antena se designa como *gregoriana*. En la primera, el hiperboloide suele presentar la parte convexa hacia el reflector principal y, en la gregoriana [17], el elipsoide reflector suele presentar la parte cóncava. En algunos casos se emplean también subreflectores planos o esféricos. Estas antenas se utilizan extensamente en comunicaciones espaciales y radioastronomía, además de comunicaciones terrestres. Este tipo de antenas ofrece algunas ventajas sobre las antenas de un solo reflector y, aunque pueden tener diseños diferentes, comparten un conjunto de aspectos básicos comunes. Una de las ventajas es que el alimentador de la antena no requiere de una línea de transmisión larga y se conecta casi directamente a la salida del transmisor o a la entrada del receptor reduciendo considerablemente las pérdidas. Si bien el bloqueo por la estructura de soporte

no puede eliminarse en el caso de la geometría de la figura 17, la eficiencia de las antenas de doble reflector en general es superior a la de las de reflector simple llegando aproximadamente al 70% o más. Su ganancia se calcula de la misma manera que la una antena parabólica simple, utilizando la fórmula siguiente:

$$G = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 \dots\dots\dots(1)$$

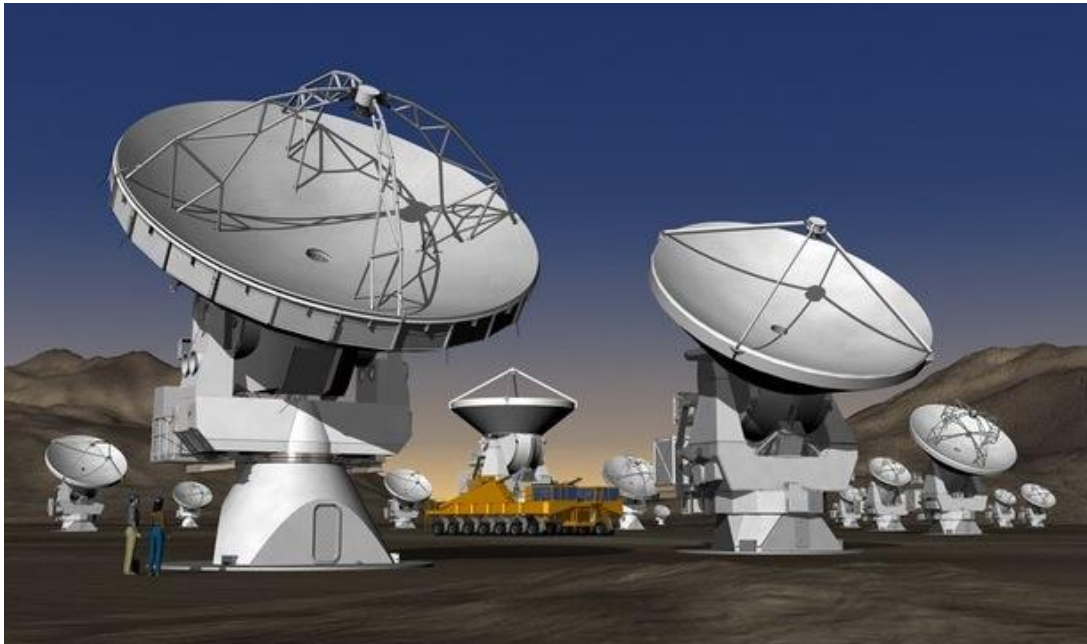


Figura 18: Antenas Gregorianas [18]

La figura 18 muestra antenas gregorianas.

CAPÍTULO II

SISTEMA DE UP LINK PARA EL INCREMENTO DE CANALES DTH

2.1 INTRODUCCION

Media Networks Latin America SAC, en adelante MNLA es una empresa del grupo Telefónica encargada de ofrecer servicios Multimedia a varios países de la región.

MNLA nos hizo llegar el interés en recibir ofertas para la implementación de una nueva estación de transmisión satelital a operar en su plataforma de televisión digital por satélite; en este documento se resumen los requisitos técnicos que denominaremos especificaciones para este proyecto.

2.2 ESPECIFICACIONES

2.2.1 Ubicación del Proyecto

La implementación del proyecto será en la Cabecera DTH ubicada en la Estación Terrena de Lurin a 40 Kms al sur de la ciudad de Lima.

2.2.2 Situación Actual

Actualmente la plataforma de transmisión satelital del servicio DTH opera en el satélite Amazonas 1 y Amazonas 2, ambos ubicados a 61º Oeste de posición orbital. El Amazonas 1 ocupa la banda Ku Standard: 13.75 – 14.5 GHz y el Amazonas 2 ocupa la banda Ku súper extendida: 12.75 – 13.25 Ghz. Se dispone de 7 estaciones de transmisión, las cuales soportan todo el trafico del servicio de televisión por satélite, cada estación esta implementada con un sistema de transmisión en configuración (1:1).

2.2.3 Objetivo del Proyecto

- A) Implementar una nueva estación de transmisión (Denominada en adelante DTH 8), con la cual la plataforma del servicio DTH estará totalmente respaldada en ambas polaridades de transmisión (Horizontal y Vertical) y además estará en capacidad de transmitir mayor número de portadoras (transpondedores) ocupando la banda Ku súper extendida del satélite: 12.75 – 13.25 Ghz. Asimismo, el sistema deberá ser integrado al sistema de monitoreo y supervisión existente DATAMINER Ver 6.0.1.13

- B) Habilitar la polaridad de transmisión Horizontal en las actuales estaciones de transmisión DTH 6 y DTH 7, las cuales actualmente transmiten en la polaridad Vertical en configuración (1:1) en banda superentendida hacia Amazonas 2.

- C) Adquirir repuestos de equipos y partes que aseguren la operatividad de las estaciones existentes.

2.2.4 Consideraciones para la puesta en operación

Se requieren que la antena esté preparada para transmitir hacia transpondedores que operan en la banda Ku súper extendida: 12.75 – 13.25 GH, cada portadora ocupara un transpondedor de 36 MHz en el satélite. La pira del satélite en la zona de Lurin, desde donde se realizará el uplink, es de 48 dBW con un SFD (Saturated Flux Density) de -88 a -90 dBW/m², las portadoras deberán operar en Saturación.

El proyecto deberá incluir la implementación de la etapa de combinación y accesorios adicionales que aseguren la correcta operación del servicio.

El tiempo de desarrollo del proyecto es de 30 días, con una penalidad por día de retraso del 2% del monto total del contrato sin considerar impuestos.

2.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto será implementado de la siguiente forma:

2.3.1 IMPLEMENTACIÓN DE NUEVA ESTACIÓN DE TRANSMISIÓN DE 9 MTS (DTH 8)

La nueva estación de transmisión deberá estar preparada para transmitir en la banda Ku súper extendida: 12.75 – 13.25 GHz. Los transmisores y antena deberán operar a esta banda. La estación deberá de tener los HPAs en configuración (1+1) con redundancia automática y manual. Esta estación deberá transmitir en ambas polaridades Vertical y Horizontal.

Además la estación de Tx deberá de incluir en la integración 8 combinadores de 8 entradas (8:1) activos de banda L stand alone que permitan acceso vía web browser, reportes de diagnósticos y que tengan un sistema de alarmas que permita detectar cualquier anomalía en su funcionamiento. Estos combinadores deberán soportar un Input power de hasta +10 dBm.

Requerimientos:

El sistema deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a. La estación deberá estar compuesta por una antena de 9 mts con las siguientes características:
 - Ku-Band, 4-Port, Linear Polarized Feed Tx/Rx
 - (2) Tx Ports: 12.75 - 14.50 GHz
 - (2) Rx Ports: 10.70 - 12.20 GHz
 - Reflector – Blanco paneles de aluminio

- Lightning Arresting Rods (2)
 - Foundation Hardware Kit.
- b. Adicionalmente la antena debe contener:
- Sistema de motores
 - Sistema de control
 - Resolvers
 - Feed Rain Blower
 - Sistema de Trucking – beacon receiver
 - Dehydrator
 - LNBs para ambas polaridades
 - Cables de control, etc
- c. La estación de transmisión (DTH.8) deberá estar equipadas con dos HPAs Outdoor TWT de Banda Ku Súper Extendida de 750 W cada uno, instalados en configuración (1:1) para la Polaridad: Vertical.
- d. La estación de transmisión (DTH.8) deberá estar equipadas con dos HPAs Outdoor TWT de Banda Ku Súper Extendida de 750 W cada uno, instalados en configuración (1:1) para la Polaridad: Horizontal.
- e. La antena deberá tener habilitado los 4 puertos.
- f. Los HPAs (1:1) serán tipo Súper Extendido.
- g. Los HPAs deberán ser alimentados en Banda L. Para los cuales se deberán cablear dos cables (principal + reserva).
- h. Los HPAs deberán tener los BUC integrados .
- i. Los HPAs deberán tener la referencia interna de 10 MHz.
- j. Los HPAs deberán tener linealizadores.
- k. Los HPAs, deberán ser instaladas lo más cercano al hub de antena para minimizar perdidas en Guías de Onda, a través de mini shelters o cualquier otra solución propuesta por el proveedor que cumpla lo solicitado.
- l. El mini shelters deberán tener ventilación adecuada que asegure el correcto funcionamiento del sistema de amplificadores .
- m. La estación deberá ser controlada desde la sala DTH.

- n. Deberá incluirse la provisión de cableado de control, banda L y energía para cada sistema.
- o. La estación deberá estar preparada para transmitir por la polaridad Vertical y Horizontal al mismo tiempo.
- p. Los combinadores a ser usados deben tener interfases de 50 Ohms.
- q. Los combinadores deben operar en el rango de la Banda L.
- r. Los combinadores deben ser compatibles con el protocolo SNMP.
- s. Los combinadores deben tener interfases de alarmas.
- t. Los combinadores debe permitir reportes de diagnósticos y logs de alarmas.
- u. Se deberá Incluir un bastidor para colocar los equipos de control remoto INDOOR en la sala técnica. El bastidor deberá ser de 42 UR , 60cm de ancho por 90 cm de profundidad.

NOTA: Presentar también alternativa con arreglo de HPA's 2+1. Donde el HPA de respaldo pueda servir para respaldar tanto al HPA que transmite en Vertical como al HPA que transmite en Horizontal.

2.3.2 HABILITACIÓN POLARIDAD HORIZONTAL DE TX EN ESTACION DTH 6

La antena de transmisión DTH 6 es una Antena marca VIASAT de 9mts modelo "8009A EARTH STATION ANTENNA". Actualmente esta antena trabaja con dos (2) amplificadores XICOM de 750W TWT (XTD-750K) de banda Super Extendida, en polaridad Vertical. Los HPAs están en configuración 1:1 con redundancia automática y control remoto con el equipo indoor XTC-114D. Además utilizan un Block Up Converter (BUC) externo marca PEAK, modelo PBU 1275.

El proveedor deberá encargarse de lo siguiente:

- Proveer los equipos y materiales necesarios para habilitar la polaridad HORIZONTAL en configuración 1+1 con HPAs con linealizadores de 750W cada uno en banda Súper extendida, BUCs integrados con referencia interna. Los cuales serán alimentados en Banda L.

- Realizar la integración de los mismos, de tal manera que la Antena quede habilitada con la otra polaridad también con HPAs en configuración 1:1 con HPAs de 750W en banda superextendida, con BUC con referencia interna, con capacidad de transmitir por lo menos 6 portadoras.
- Los HPAs deberán contar con el sistema de redundancia automática y manual con control remoto indoor desde la sala DTH, tal cual esta configurada la cadena de transmisión en la otra polaridad.
- Los HPAs, deberán ser instaladas lo más cercano al hub de antena para minimizar pérdidas en Guías de Onda, a través de mini shelters o cualquier otra solución propuesta por el proveedor que cumpla lo solicitado.
- De utilizar mini shelters estos deberán tener ventilación adecuada que asegure el correcto funcionamiento del sistema de amplificadores.
- Deberá incluirse la provisión de cableado de control, banda L y energía para cada sistema.

NOTA: Presentar también alternativa con arreglo de HPA's 2+1. Donde el HPA de respaldo pueda servir para respaldar tanto al HPA que transmite en Vertical como al HPA que transmite en Horizontal.

2.3.3 HABILITACIÓN POLARIDAD HORIZONTAL DE TX EN ESTACION DTH 7

La antena de transmisión DTH7 es una Antena marca VIASAT de 9mts modelo "8009A EARTH STATION ANTENNA". Actualmente esta antena trabaja con dos (2) amplificadores XICOM de 750W TWT (XTD-750K) de banda Super Extendida, en polaridad Vertical. Los HPAs están en configuración 1:1 con redundancia automática y control remoto con el equipo indoor XTC-114D. Además utilizan un Block Up Converter (BUC) externo marca PEAK, modelo PBU 1275.

El proveedor deberá encargarse de lo siguiente:

- Proveer los equipos y materiales necesarios para habilitar la polaridad HORIZONTAL en configuración 1+1 con HPAs con linealizadores de 750W cada uno en banda Súper extendida, BUCs integrados con referencia interna. Los cuales serán alimentados en Banda L.
- Realizar la integración de los mismos, de tal manera que la Antena quede habilitada con la otra polaridad también con HPAs en configuración 1:1 con HPAs de 750W en banda superextendida, con BUC con referencia interna.
- Los HPAs deberán contar con el sistema de redundancia automática y manual con control remoto indoor desde la sala DTH, tal cual esta configurada la cadena de transmisión en la otra polaridad.
- Los HPAs, deberán ser instaladas lo mas cercano al hub de antena para minimizar perdidas en Guías de Onda, a través de mini shelters o cualquier otra solución propuesta por el proveedor que cumpla lo solicitado.
- De utilizar mini shelters estos deberán tener ventilación adecuada que asegure el correcto funcionamiento del sistema de amplificadores.
- Deberá incluirse la provisión de cableado de control, banda L y energía para cada sistema.

NOTA: Presentar tambien alternativa con arreglo de HPA's 2+1. Donde el HPA de respaldo pueda servir para respaldar tanto al HPA que transmite en Vertical como al HPA que transmite en Horizontal.

2.4 INTEGRACION DEL SISTEMA

Los proveedores deberán tomar como términos de referencia lo siguiente:

2.4.1 La adjudicación del proyecto será bajo la modalidad de “llave en mano”

2.4.2 En la integración se deberá considerar en todos los casos desmontaje, suministros e instalación/servicios de cable, conectores, canaletas, cables de energía, tomas eléctricas, etc.

2.4.3 Telefónica entregará los puntos disponibles desde donde se podrá tomar la energía estabilizada para cada sistema.

2.4.4 Se deberá considerar la integración de un path panel para la banda L como punto de paso y monitoreo de toda la cadena de Tx y Rx.

2.4.5 Los equipos serán integrados al sistema en su respectivo rack, conexiones de RF, control, energía, etc.

2.4.6 Para la nueva estación, se deberá proveer de una loza o cimentación en donde se instalará la estación de transmisión.

2.4.7 Los cables de banda L de cada sistema serán en redundancia.

2.4.8 Por cada estación se debe considerar la canalización desde la sala de equipos hasta la base de la antena, así como una cámara de paso de los cables asociados a la integración. La distancia entre la sala de equipos y pie de antena es de aproximadamente 150 mts.

2.5 Diseño del Sistema

2.5.1 Estudio de Sitio

La estación terrena de Telefónica Multimedia se encuentra ubicada en el distrito de Lurín, tal como se muestra en la figura 19.



Figura 19: Vista de la zona de ubicación de la Estación Transmisora [12]

Las coordenadas de ubicación del lugar físico donde se instalará la nueva estación de transmisión que apuntará al satélite Amazonas 2, verificadas con GPS son :

L.O. 76° 50' 53.48''

L.S. 12° 16' 18.42''

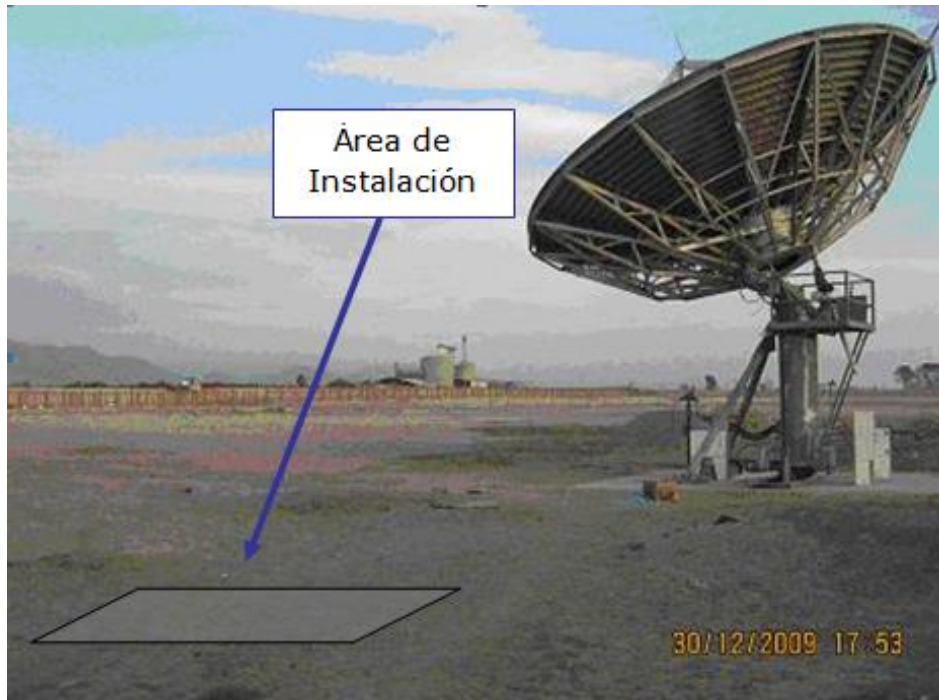


Figura 20: Lugar de instalación designado por el cliente

El área designada por el cliente, según se ve en la figura 20, se observa amplia y asegura una óptima línea de vista al satélite. Se verificó también la disponibilidad de energía eléctrica con capacidad suficiente para el nuevo sistema.

2.5.2 Especificaciones del satélite Amazonas 2

Seguiremos el método propuesto en el capítulo 1, es decir, utilizaremos el sitio web de lyngsat para ubicar al satélite y obtener la información disponible sobre el mismo.

La figura 21 muestra que el satélite Amazonas 2 se ubica a 61° O, sobre el océano Atlántico

Europe		America			
0.8°W	Thor 5 Thor 6 Intelsat 10-02	120814 120814 120815	24.5°W 27.5°W	Intelsat 905 Intelsat 907	120515 120518
3.0°W	ABS 3 (incl. 1.4°)		30.0°W	Hispasat 1C Hispasat 1D Hispasat 1E	120727 120713 120811
4.0°W	Amos 2 Amos 3	120812 120815	31.5°W 34.5°W	Intelsat 25 Intelsat 903	120622 120711
4.3°W	Thor 3 (incl. 2.1°)		37.5°W	NSS 10 Telstar 11N	120731 120708
5.0°W	Eutelsat 5 West A	120809	40.5°W	NSS 806	120812
7.0°W	Nilesat 101 Nilesat 102 Nilesat 201 Eutelsat 7 West A	120812 120814 120813 120814	43.1°W 45.0°W	Intelsat 11 Intelsat 14	120621 120613
	8.0°W	Eutelsat 8 West A	47.0°W	NSS 703 (incl. 2.6°)	
		SES 3 (moving 2.6°W/day)	50.0°W	Intelsat 1R	120621
	11.0°W	Express AM44	120813	53.0°W	Intelsat 707
12.5°W	Eutelsat 12 West A	120811	55.5°W	Intelsat 805 Galaxy 11	120813 120118
14.0°W	Express A4 (incl. 2.7°)	120513	58.0°W	Intelsat 9 Intelsat 16	120731 100404
15.0°W	Telstar 12	120815	61.0°W	Amazonas 1 Amazonas 2	120714 120714
18.0°W	Intelsat 901	120815			
20.0°W	NSS 7	120731			
22.0°W	SES 4	120726			

Figura 21: Resultado de la búsqueda del satélite Amazonas 2 [15]

Haciendo click en Amazonas 2, obtenemos información específica de los servicios que presta actualmente, se puede verificar que, el sistema diseñado por nosotros está operando, apareciendo información de recepción como Movistar TV Digital, las portadoras son 10,888 MHz con polarización horizontal y 11,342 MHz con polarización vertical, el estándar de transmisión satelital empleado es el DVB-S, el symbol rate es 28.888 MSymbol y el FEC es $\frac{3}{4}$, la relación C/N es 5.5 dB.

Todos estos resultados se muestran en la Figura 22 que se muestra a continuación.






58.0°W <C> 65.0°W		SatTracker				58.1°W <Ku> 61.5°W	
Amazonas 1/2 Amazonas 1 Amazonas 2							
The EIRP values are for Peru							
Amazonas 2 © LyngSat, last updated 2012-08-15 - http://www.lyngsat.com/Amazonas-2.html							
Freq. Tp		Provider Name Channel Name	System Encryption	SR-FEC SID- VPID	ONID-TID APID Lang.	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated
10888 H		Movistar TV Digital	P DVB-S Nagravision 2	28888- 3/4		South America 5.5	J Gutiérrez 101001
Amazonas 2 © LyngSat, last updated 2012-08-15 - http://www.lyngsat.com/Amazonas-2.html							
Amazonas 2 © LyngSat, last updated 2012-08-15 - http://www.lyngsat.com/Amazonas-2.html							
Freq. Tp		Provider Name Channel Name	System Encryption	SR-FEC SID- VPID	ONID-TID APID Lang.	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated
11342 H		Movistar TV Digital	P DVB-S Nagravision 2	28888- 3/4		South America 5.5	M Valenzuela 111022
11342 V		Vivo	AP DVB-S Nagravision	26666- ?		South America	C Justiniano 120714
11382 H		Movistar TV Digital	P DVB-S Nagravision 2	28888- 3/4		South America 5.5	M Valenzuela 111022
11422 H		Época TV	DVB-S Nagravision 2 Nagravision 3	28888- ? 2170	3872 Sp	South America	J Burgos 110521
Amazonas 2 © LyngSat, last updated 2012-08-15 - http://www.lyngsat.com/Amazonas-2.html							

Figura 22: Información de Frecuencias y otras del satélite Amazonas 2 [15]

La figura 23 muestra la PIRE del satélite Amazonas 2 donde se verifica la información del cliente, es decir que la PIRE con la que trabajaremos es de 48dBW, Haz Sudamérica, en banda Ku.

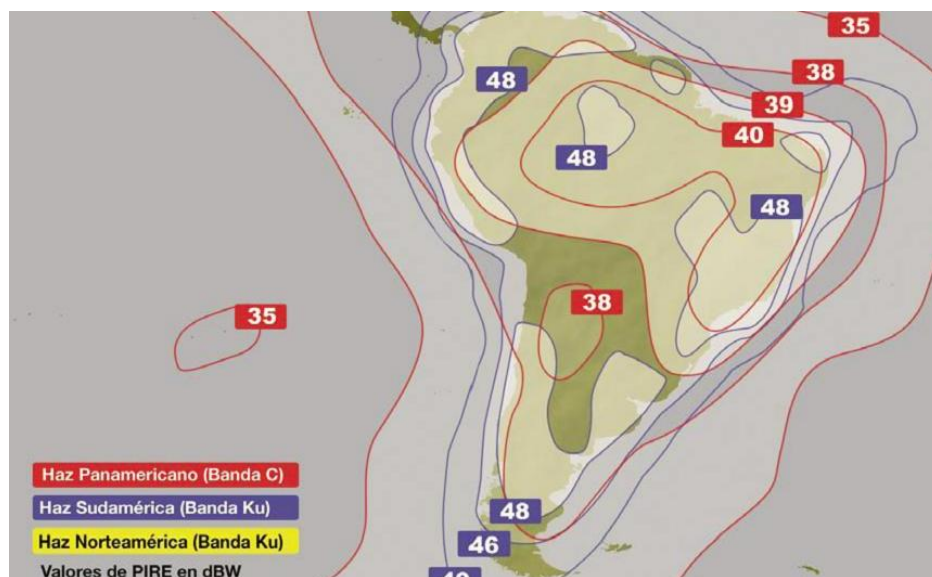


Figura 23: Mapa de Pisada del satélite Amazonas 2 [15]

2.5.3 Cálculos de Apuntamiento

Utilizando el sitio www.satsig.net, ingresamos los datos de:

Ubicación del Satélite: 61°O

Coordenadas Estación Terrena: L.O. 76° 50' 53.48", L.S. 12° 16' 18.42"

Las coordenadas en grados de la estación son:

L.O. : 76.848°

L.S.: 12.271°

Colocando estos datos en el sitio obtenemos la figura 24:

Satellite orbit (deg E)	Site latitude (degN+ ,S-)	Site longitude (deg E)
-61	-12.271	-76.848
Click to calculate results		Click to default values
Dish azimuth (deg E relative to true north)		Dish azimuth (deg E relative to magnetic north)
53.18		53.69
Dish elevation (deg)	Slant range (km)	Polarisation tilt(deg)
66.61	36234.01	51.46
Polar mount main axis angle (deg) 12.6	Polar mount dish offset tilt (deg) 1.86	

The azimuth angle relative to magnetic north is not available beyond +/- 60 deg latitude due to increasing inaccuracy in my earth's magnetic field model. The magnetic azimuth bearing angle calculated above is approximate. [Offset dish elevation angle explanation](#).

Figura 24: Resultados del sitio satsig.net [16]

Resultados:

Azimut: 53.18°

Elevación: 66.61°

Skew (polarización): 51.46°

Para refrendar estos cálculos, trabajaremos con las siguientes fórmulas:

$$Azimut = \tan^{-1} \left(\frac{\tan (LONG_{estación} - LONG_{satélite})}{\text{sen}(LAT_{estación})} \right) \dots\dots\dots(2)$$

$$\Theta_{elevation} = \tan^{-1} \left(\frac{\cos(LON_{estación} - LON_{satélite}) \cos LAT_{estación} - 0,15126}{\sqrt{(1 - \cos^2(LON_{estación} - LON_{satélite}) \cos^2(LAT_{estación}))}} \right) \dots\dots\dots(3)$$

$$Skew = \tan^{-1} \left(\frac{\text{sen}(LON_{diferencial})}{\tan(LAT_{estación})} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Convirtiendo las coordenadas de la estación a grados tenemos:

Long. Estación: 76.848°

Lat. Estación: 12.271°

Entonces $LON_{estación} - LON_{satélite} = LON_{diferencial} = 76.848^\circ - 61^\circ = 15.848^\circ \dots\dots\dots(5)$

Reemplazando tendremos:

$$Azimut = \tan^{-1} [\tan(15.848) / \text{sen}(12.271)] \dots\dots\dots(6)$$

$$Azimut = \tan^{-1}[0.2838/0.2125] \dots\dots\dots(7)$$

$$Azimut = 53.17^\circ \dots\dots\dots(8)$$

$$\Theta_{elev} = \tan^{-1} \{ [\cos(15.848)\cos(12.271) - 0.15126] / [(1 - \cos^2(15.848)\cos^2(12.271))^{1/2}] \} \dots\dots\dots(9)$$

$$\Theta_{elev} = \tan^{-1} \{ 0.7866/0.34 \} \dots\dots\dots(10)$$

$$\Theta_{elev} = 66.62^\circ \dots\dots\dots(11)$$

$$Skew = \tan^{-1} \{ \text{sen}(15.848)/\tan(12.271) \} \dots\dots\dots(12)$$

Skew= 51.52°(13)

2.5.4 Cálculos de Enlace Satelital

Empleamos la URL: <http://www.satsig.net/linkbugt.htm>

Obteniendo como resultado la pantalla siguiente:

Satellite Signals **Satellite Link Budget Calculator**

Complete all white boxes and then click any calculate button to obtain results in the green boxes.

Uplink frequency GHz	<input type="text"/>
Uplink antenna diameter m	<input type="text"/>
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
Uplink antenna transmit gain dBi	<input type="text"/>
Uplink antenna, power at the feed W	<input type="text"/>
Uplink EIRP dBW	<input type="text"/>
Range (35778 - 41679) km	38500.0
Uplink path loss dB	<input type="text"/>
Uplink pfd at satellite dBW/m ²	<input type="text"/>
Bandwidth Hz	<input type="text"/>
Satellite uplink G/T dB/K	<input type="text"/>
Uplink C/N dB	<input type="text"/>

Click to calculate results

Downlink frequency GHz	<input type="text"/>
Downlink receive antenna diameter m	<input type="text"/>
Downlink receive antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65

Figura 25: Tabla para ingreso de datos del cliente [16]

Ingreso de datos

Frecuencia de Up Link: 13 GHz (frecuencia central de la banda Ku super extendida solicitada por el cliente que va de 12.75 GHz a 13.25 GHz)

Diámetro de Antena de Up Link: 9 mts (exigencia del cliente)

Ancho de Banda en Hz : 36'000,000



Satellite Link Budget Calculator

Complete all white boxes and then click any calculate button to obtain results in the green boxes.

Uplink frequency GHz	<input type="text" value="13"/>
Uplink antenna diameter m	<input type="text" value="9"/>
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	<input type="text" value="0.65"/>
Uplink antenna transmit gain dBi	<input type="text"/>
Uplink antenna, power at the feed W	<input type="text"/>
Uplink EIRP dBW	<input type="text"/>
Range (35778 - 41679) km	<input type="text" value="38500.0"/>
Uplink path loss dB	<input type="text"/>
Uplink pfd at satellite dBW/m ²	<input type="text"/>
Bandwidth Hz	<input type="text" value="36000000"/>
Satellite uplink G/T dB/K	<input type="text"/>
Uplink C/N dB	<input type="text"/>

Figura 26: Ingreso de primeros datos al satsig [16]

Haciendo click para calcular los resultados se obtiene lo siguiente:



Satellite Link Budget Calculator

Complete all white boxes and then click any calculate button to obtain results in the green boxes.

Uplink frequency GHz	<input type="text" value="13"/>
Uplink antenna diameter m	<input type="text" value="9"/>
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	<input type="text" value="0.65"/>
Uplink antenna transmit gain dBi	<input type="text" value="59.89341"/>
Uplink antenna power at the feed W	<input type="text"/>
Uplink EIRP dBW	<input type="text" value="-Infinity"/>
Range (35778 - 41679) km	<input type="text" value="38500.0"/>
Uplink path loss dB	<input type="text" value="206.4380"/>
Uplink pfd at satellite dBW/m ²	<input type="text" value="-Infinity"/>
Bandwidth Hz	<input type="text"/>
Satellite uplink G/T dB/K	<input type="text"/>
Uplink C/N dB	<input type="text" value="NaN"/>

Figura 27: Primeros resultados con el satsig [16]

Ahora ingresaremos los datos de potencia en el alimentador y obtenemos:



Satellite Link Budget Calculator

Complete all white boxes and then click any calculate button to obtain results in the green boxes.

Uplink frequency GHz	<input type="text" value="13"/>
Uplink antenna diameter m	<input type="text" value="9"/>
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	<input type="text" value="0.65"/>
Uplink antenna transmit gain dBi	<input type="text" value="59.89341"/>
Uplink antenna, power at the feed W	<input type="text" value="750"/>
Uplink EIRP dBW	<input type="text" value="88.64402"/>
Range (35778 - 41679) km	<input type="text" value="38500.0"/>
Uplink path loss dB	<input type="text" value="206.4380"/>
Uplink pfd at satellite dBW/m ²	<input type="text" value="-74.0655"/>
Bandwidth Hz	<input type="text" value="36000000"/>
Satellite uplink G/T dB/K	<input type="text"/>
Uplink C/N dB	<input type="text" value="35.24292"/>

Figura 28: Resultados al ingresar datos de potencia al satsig [16]

Completando los cálculos, ingresamos la frecuencia de bajada, 10.8888 GHz y el diámetro de las antenas de recepción doméstica fijada en 60 cms.

Obtenemos los resultados siguientes:

Click to calculate results	
Downlink frequency GHz	10.8888
Downlink receive antenna diameter m	0.6
Downlink receive antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
Downlink system noise temperature (antenna+LNA) K	
Downlink receive antenna gain dBi	34.83232
Downlink receive antenna G/T dB/K	Infinity
Downlink satellite EIRP dBW	
Downlink path loss dB	204.8988
Downlink C/N dB	Infinity
Click to calculate results	
Uplink C/interference dB	28.0
Uplink C/N dB	35.24292
Satellite C/intermod dB	21.0
Downlink C/N dB	Infinity
Downlink C/interference dB	28.0
Total link C/N dB	19.42634

Figura 29: Resultados en el enlace de bajada con el satsig [16]

Confirmación matemática de resultados

Cálculo Teórico de la Ganancia de la Antena Transmisora

Calcularemos la ganancia de la antena de transmisión de la fórmula siguiente:

$$G_{\max} = \eta [4\pi/\lambda^2] [\pi(D/2)^2] \dots \dots \dots (14)$$

$\eta = 0.65$ = Eficiencia de la antena

$\lambda = 0.023\text{m}$ = Longitud de onda a la frecuencia de 13 GHz

$D = 9\text{m}$ = Diámetro del reflector parabólico

También, de la fórmula anterior y reemplazando el valor de la eficiencia, se puede deducir que:

$$G_{\max} = [65/9]\pi^2[Df]^2 \dots\dots\dots(15)$$

Reemplazando valores en la ecuación (15) obtenemos:

$$G_{\max} = [65/9] \pi^2[9x13]^2 \dots\dots\dots(16)$$

$$G_{\max} = 975,758.43\dots\dots\dots(17)$$

Expresando esta ganancia en dBi tenemos:

$$G_{\max}dBi = 10 \log (975,758.43)\dots\dots\dots(18)$$

$$G_{\max}dBi = 59.89\dots\dots\dots(19)$$

Para los cálculos de la PIRE del Enlace de Subida se empleará el valor numérico de la Ganancia obtenido en la ecuación (17).

Cálculo Teórico de la PIRE del Enlace de Subida

$$PIRE_{UpLink} = P_{Tx} \times G_{\max} \text{ (vatios)}\dots\dots\dots(20)$$

Por requerimiento del cliente, se tienen que usar amplificadores de 750 vatios.

Reemplazando tenemos:

$$PIRE_{UpLink} = 750 \times 975,758.43\dots\dots\dots(21)$$

$$PIRE_{UpLink} = 731'818,822.5 \text{ vatios}\dots\dots\dots(22)$$

En dBW:

$$PIRE_{UpLink} = 88.64 \text{ dBW} \dots\dots\dots(23)$$

Esta es la PIRE a la salida de la antena de transmisión, la cual sufrirá la atenuación por espacio libre hasta llegar al satélite.

Cálculo Teórico de la Densidad de Flujo de Saturación

La Densidad de Flujo de Saturación (F_d) se calcula de:

$$F_d = PIRE/4\pi r^2 \text{ (W/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(24)$$

r = Distancia al satellite, en metros, para el Amazonas 2, la distancia es 38,500Km

$$F_d = 731'818,822.5/ (4\pi \times 38'500,000) \dots\dots\dots(25)$$

$$F_d = 3.9289 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(26)$$

$$\text{En dBW/m}^2 \text{ tendremos: } F_d = 10 \log (3.9289 \times 10^{-8}) \dots\dots\dots(27)$$

$$F_d = -74.06 \text{ dBW/m}^2 \dots\dots\dots(28)$$

Esta es la densidad de flujo de potencia que se tendrá a la entrada de la antena de recepción del satélite y es la que permitirá que el transpondedor alcance la saturación.

2.5.5 Equipamiento a utilizarse

a. Antena de Transmisión

El cliente prefiere operar con antenas Viasat, eligiéndose para éste caso, la antena de 9.0mts. (también requerimiento del cliente) Viasat Modelo 8009A, en anexo se muestra su ficha técnica.

b. Motor de Azimuth/ Elevación

Marca: VIASAT

Descripción: Motor eléctrico que permite modificar la posición de la antena de 9.0m, tanto en Azimuth ó Elevación.

Cantidad: 1

c. Resolver

Marca: VIASAT

Descripción: Equipo que convierte el movimiento mecánico en pulsos eléctricos para que el equipo indoor (ACU) muestre el valor en grados de la posición de la antena.

Cantidad: 2

d. Antenna Tracking Controller

Marca: VIASAT

Modelo: 8860 [10]

Descripción: Equipo interior que maneja la antena en elevación, azimuth y polarización, también informa en todo momento de la situación de la antena en forma remota. La figura 30 muestra la parte frontal del equipo [18].

El modelo 8861A/8862 [11] se muestra en los anexos.

Cantidad: 1



Figura 30: Antenna Tracking Controller

e. Beacon Receiver

Marca: Satellite Systems Corp.

Modelo: 3430-L00N

Descripción: Equipo utilizado para recibir el Beacon del satélite y convertir esta información en un voltaje utilizado por el Antenna Tracking Controller para mover la antena de tal forma que ésta permanezca siempre apuntando al satélite. La parte frontal del equipo se muestra en la figura 31.

Cantidad: 1



Figura 31: Beacon Receiver

f. Amplificador HPA 750W

Marca: XICOM

Modelo:

Descripción: Amplificador de exterior (Outdoor TWT) en banda Ku Súper Extendida, de 750 W.

La figura 32 muestra la parte frontal donde se pueden apreciar las entradas de energía y de RF (por medio de guía de onda).

Cantidad:1



Figura 32: Amplificador HPA 750W XICOM

g. Controlador de HPA

Marca: XICOM

Modelo: XTC-114D

Descripción: Equipo para instalación en interior, que controla e informa del estado del HPA y también es capaz de controlar el sistema de 1:1, la figura 33 nos muestra las principales facilidades del controlador.

Cantidad: 1



Figura 33: Controlador de HPA XICOM

h. BUC (Block Up Converter)

Marca: PEAK

Modelo: PBU1275

Descripción: Convertidor de frecuencias, equipo que convierte la frecuencia de banda L a frecuencia de la banda Ku, para poder excitar adecuadamente a los amplificadores (HPAs). La referencia que emplearán es interna.

Cantidad: 4 (2 BUCs para banda súper extendida y 2 BUCs para banda estándar).

2.5.6 Repuestos

a. Motor de Azimuth/ Elevación

Marca: VERTEX

Modelo:

Descripción: Motor Eléctrico que permite modificar la posición de la Antena de 9.0 metros tanto en Azimuth o Elevación según sea instalado.

Cantidad: 1

b. Resolver

Marca: VERTEX

Descripción: Equipo que convierte el movimiento mecánico en pulsos eléctricos para que el equipo indoor (ACU) muestre el valor en grados de la posición de la antena.

Cantidad: 2

c. Beacon Receiver

Marca: VERTEX

Modelo: 253

Descripción: Equipo utilizado para recibir el Beacon del satélite y convertir esta información en un voltaje utilizado por otro equipo (Antena Tracking Controller) que permite mover la Antena para que esta permanezca siempre apuntada al satélite. La figura 34 muestra la parte frontal del Beacon Receiver.

Cantidad: 1



Figura 34: Beacon Receiver VERTEX

d. Controlador de Antena

Marca: VERTEX

Modelo: ACU 7134

Descripción: Equipo interior que maneja la antena en elevación, azimut y polarización, también informa en todo momento de la situación de la antena en forma remota. El controlador de antena se muestra en la figura 35.

Cantidad: 1



Figura 35: Controlador de Antena VERTEX

e. Amplificador HPA 1250W

Marca: XICOM

Descripción: Amplificador de exterior (Outdoor TWT) de banda Ku estándar, de 1250W. La figura 36 muestra el HPA, como se puede ver, de apariencia física similar al de 750W.

Cantidad: 1



Figura 36: Amplificador HPA 1250W XICOM

2.5.7 Equipos Varios

a. LNB (Low Noise Block)

Descripción: Componente utilizado en recepción para convertir las señales de RF de banda Ku a banda L, sus principales especificaciones son:

- Entrada: 11.7 – 12.2 GHz
- L.O. Freq.: 10.75 GHz
- Estabilidad: +/- 4 KHz
- NF: 0.6 dB
- Ganancia: 60 dB

Cantidad: 4

b. LNB (Low Noise Block)

Descripción: Componente utilizado en recepción para convertir las señales de RF de banda Ku a banda L, sus principales especificaciones son:

- Entrada: 10.95 – 11.7 GHz
- L.O. Freq.: 10 GHz
- Estabilidad: +/- 5 KHz
- NF: 0.7 dB
- Ganancia: 60 dB

c. PC de Gestión

Descripción: Portátil de gestión que será utilizada para acceder remotamente a los sistemas de gestión Dataminer y también para ser utilizada como computador para toma de datos en campo de las estaciones terrenas.

Características:

- Procesador Intel Core 2 Duo (2.8 GHz, 1066 MHz FSB)
- Windows XP
- RAM: 2GB DDR 2
- Tarjeta de video NVIDIA 256 MB
- Pantalla LCD 14.1” WXGA + (1440 x 900) LED
- Grabador de DVD
- Tarjeta Wireless Intel WiFi Link

Cantidad: 2

2.5.8 Proceso de Implementación del Sistema

Seguidamente se muestran fotografías que evidencian el proceso de implementación del sistema en lo que respecta al hardware del sistema:



Figura 37: Ensamblaje de la Superficie Reflectora

La figura 37 muestra el procedimiento de ensamblado de la estructura que soporta a la superficie reflectora.



Figura 38: Armado de la Superficie Reflectorora

La figura 38 muestra el procedimiento de armado de la superficie reflectora, puede verse que la superficie es soportada por una grúa, al mismo tiempo, otra grúa sostiene al personal que participa en el armado.



Figura 39: Izamiento del soporte del King Post

Como se puede ver en la figura 39, el levantamiento del King Post requiere de mucha precisión pues caso contrario será muy difícil apuntar la antena.



Figura 40: Fijación del Pivot

La figura 40 muestra claramente el equipamiento de seguridad que posee el personal a fin de prevenir daños a la cabeza, los ojos, etc.



Figura 41: Montaje del King Post por medio de grúa

La figura 41 muestra la sincronización que tiene que existir a la hora de montar el King Post, conseguir el balance exacto, etc.



Figura 42: Ensamblaje del Soporte de Antena

La figura 42 nos muestra otro plano del proceso de ensamblaje de la estructura de soporte de la antena.



Figura 43: Inicio de izamiento del Reflector Parabólico

La figura 43 muestra el proceso de izamiento del reflector parabólico por medio de una grúa.



Figura 44: Traslado del Reflector Parabólico hacia el King Post

La figura 44 muestra el extremo cuidado que se tiene que tener al momento de trasladar el reflector parabólico, pues los operarios tienen que esperarlo en el King Post.



Figura 45: Ensamblaje de Reflector y King Post

La figura 45 muestra una vista más del proceso de ensamblaje del reflector y del King Post.



Figura 46: Continuación de ensamblaje de Reflector al King Post

La figura 46 es una vista de cuando el reflector está encajando en el King Post, los operarios están debajo del reflector, dirigiendo la grúa.



Figura 47: Ajustes finales del Reflector al King Post

La figura 47 muestra al reflector ya posicionado en el King Post y el inicio de la etapa de ajustes finales.



Figura 48: Antena de Transmisión completamente montada

La figura 48 muestra a la antena de transmisión completamente montada, lista para iniciar el proceso de apuntamiento.

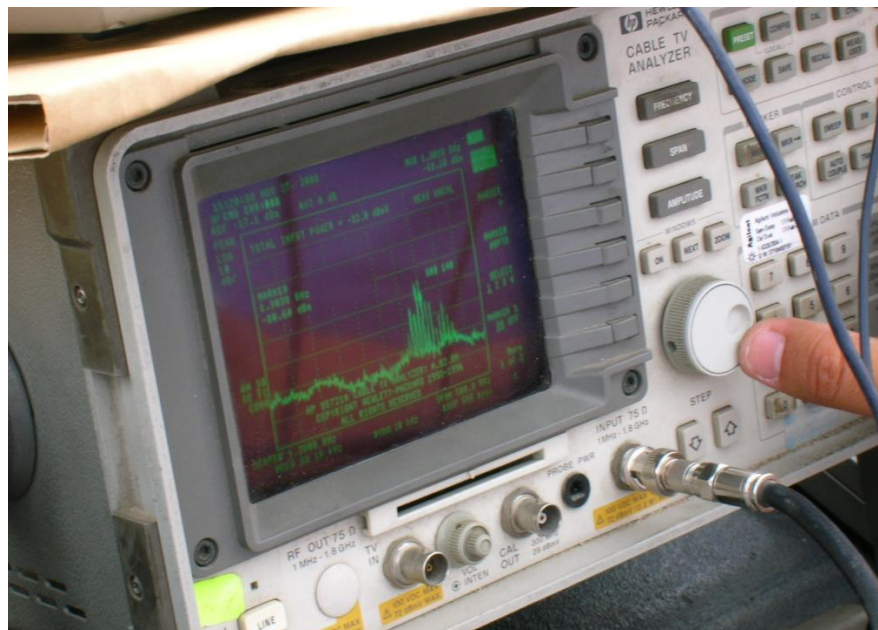


Figura 49: Pruebas de Recepción en banda L

La figura 49 permite observar la recepción de una señal en banda L, es decir, en el rango de 950 MHz a 1450 MHz.

2.6 Resultados

2.6.1 Figura 50: Diagrama de Bloques de la Solución

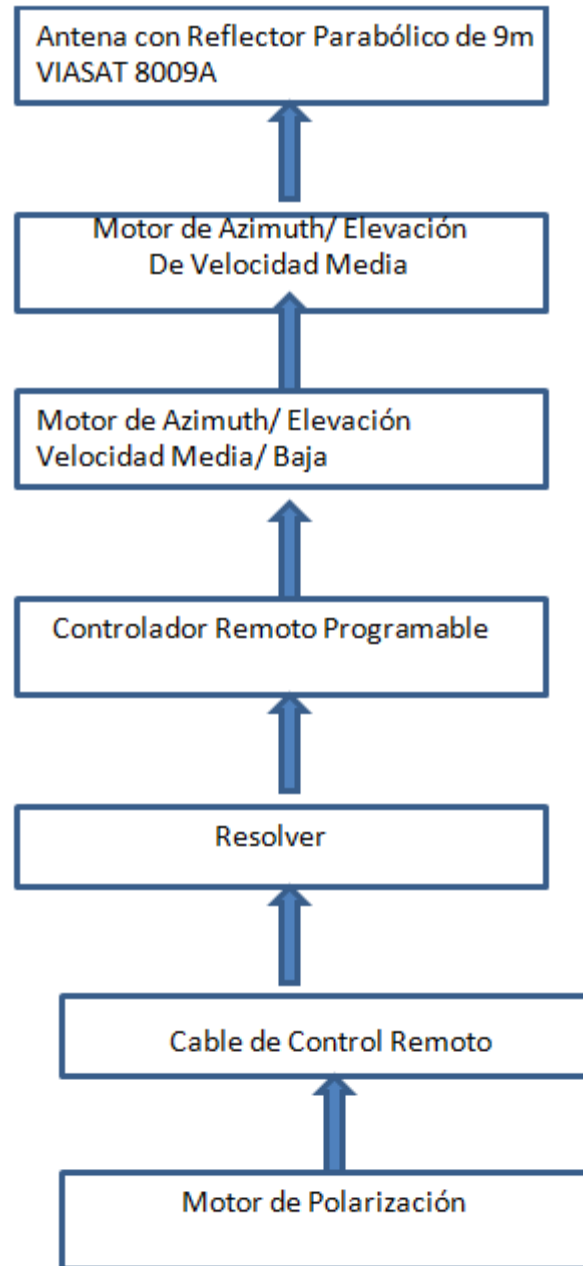


Figura 50: Se muestra el diagrama de bloques de la solución implementada.

Efectuados los cálculos teóricos, el proceso de implementación del sistema comienza con la instalación de la Antena con reflector parabólico, VIASAT 8009A.

Una de las principales dificultades es el peso de la antena y de cada una de sus partes. Como se ve en los anexos, la antena tiene un peso total de 5,440 Kg. El proceso de montaje se ha mostrado en la parte de Diseño del Sistema.

Otra dificultad es la apertura del haz en transmisión que es de apenas 0.16° , lo cual exige una máxima precisión mecánica ajustada con medios electrónicos con instrumentos como analizador de espectros, en banda L.

Un aspecto delicado adicional es a la hora de alimentar la antena, pues si bien el amplificador principal es de 750W, el amplificador de repuesto es de 1250W y la antena, en la banda de transmisión soporta como máximo solamente 1000W.

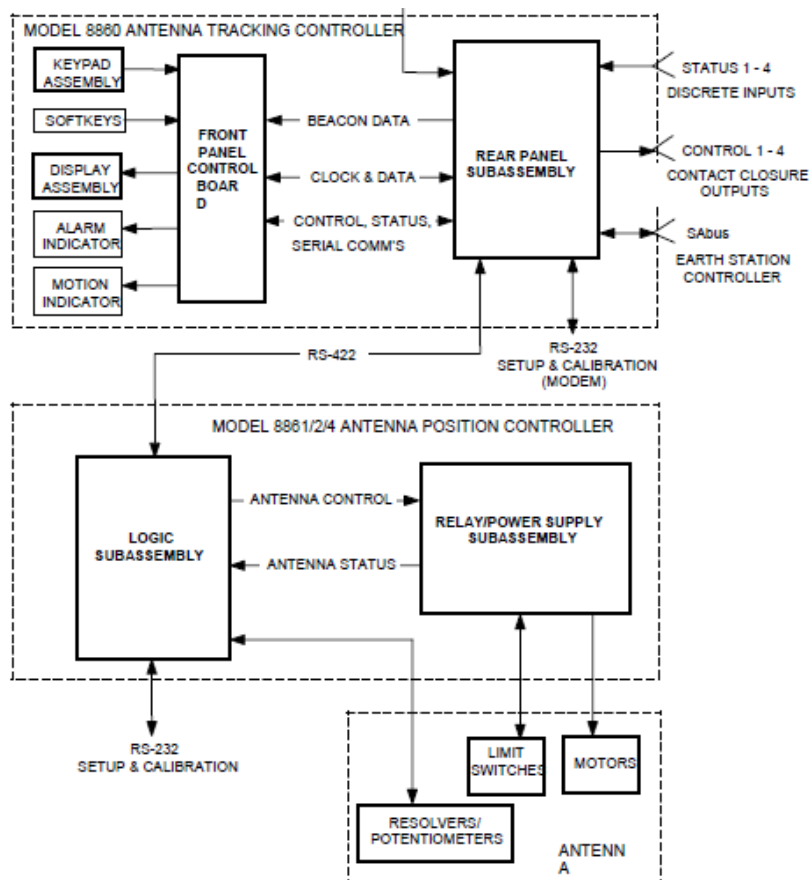


Figura 51: Diagrama del Controlador de Tracking de la Antena, VIASAT 8860 [20]

La figura 51 muestra el diagrama de bloques del controlador de tracking de la antena montada.

2.6.2 Patio de Antenas



Figura 52: Retiro de estrobos de grúa luego de ensamble

La figura 52 muestra parte del proceso de desmontaje de los sistemas auxiliares que permitieron la instalación del sistema de antena para transmisión de señales por satélite hacia el Amazonas 2.

Las figuras 53 a 56 muestran las principales vistas del patio de antenas del cliente luego de concluida la instalación.



Figura 53: Patio de antenas con vista principal de la antena del proyecto



Figura 54: Patio de antenas 2



Figura 55: Patio de antenas 3



Figura 56: Vista panorámica de las antenas transmisoras

2.6.3 Montaje del Amplificador TWT 750W

El amplificador de 750W XICOM XTU750K en banda Ku, se montó teniendo en cuenta el diagrama que se muestra en la figura 57.

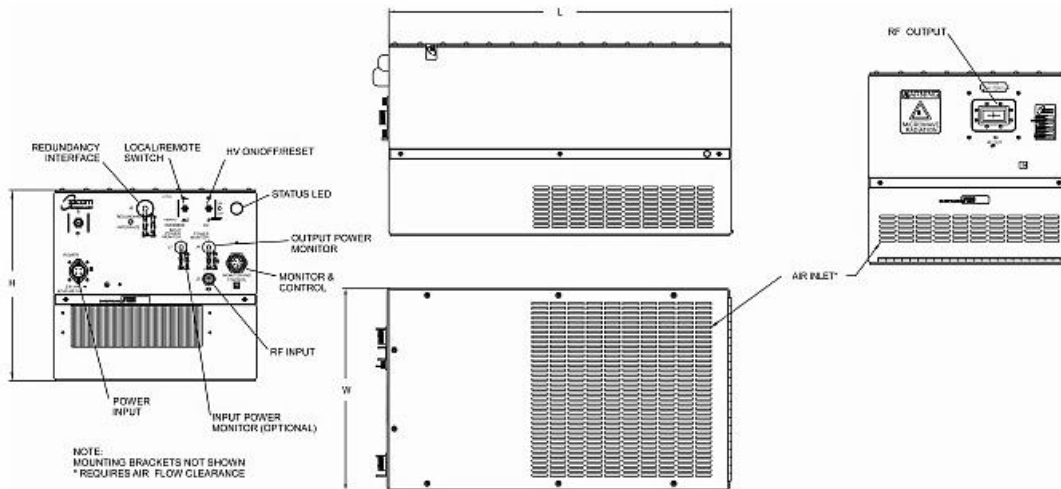


Figura 57: Diagrama esquemático del Amplificador 750W XICOM



Figura 58: Transmisores Indoor para antenas VERTEX

La figura 58 muestra una vista de los transmisores encendidos, pudiendo visualizarse el estado de las diferentes alarmas, así como el seteo de los principales parámetros.

2.6.4 Parrilla de Recepción

La figura 59 muestra la parrilla de recepción en el Amazonas 2 en la portadora 10,888 MHz, polarización horizontal. El sistema de encriptación empleado es el Nagravisión 2 a exigencia del cliente.

a asignación de los PID de video (VPID) y de audio (APID) están dentro del rango establecido por el estándar DVB-S/ MPEG-2

The EIRP values are for Peru

Movistar TV Digital © LyngSat, last updated 2012-08-15 - <http://www.lyngsat.com/packages/movistar.html>

Freq. Tp		Channel Name	Enc. system	SID	VPID	APID	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated		
10888 H	DVB-S SR 28888 FEC 3/4	 Space Sur	A	Nagravision 2		2231	3222 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 TV Colombia	A	Nagravision 2		2232	3224 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 TVN (Chile)	A	Nagravision 2		2251	3251 Sp	Cxrou 101118		
		 The MGM Channel Venezuela	A	Nagravision 2		2252	3252 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 Moviecity Action Este	A	Nagravision 2		2256	3256 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 Mega	A	Nagravision 2		2257	3257 Sp	Cxrou 101118		
		 Moviecity Family Este	A	Nagravision 2		2258	3258 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 Chilevisión	A	Nagravision 2		2259	3259 Sp	Cxrou 101118		
		 Canal 13 (Chile)	A	Nagravision 2		2261	3261 Sp	Cxrou 101118		
		 Via X	A	Nagravision 2		2273	3273 Sp	Cxrou 101118		
		 ETC TV	A	Nagravision 2		2274	3274 Sp	Cxrou 101118		
		 Teletrak	A	Nagravision 2		2275	3286 Sp	Cxrou 101118		
		 UCV TV	A S	Nagravision 2		2276	3276 Sp	Cxrou 101118		
		 24 Horas	A	Nagravision 2		2280	3280 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 Zona Latina	A	Nagravision 2		2295	3295 Sp	Cxrou 101118		
		 13C	A	Nagravision 2		2474	3474 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 CDTV	A S	Nagravision 2		2475	3475 Sp	J Gutiérrez 101001		
		 TV Senado (Chile)	A S	Nagravision 2		2476	3476 Sp	J Gutiérrez 101001		
				 Discovery Civilization		Nagravision 2		2228	3216 Sp	M Valenzuela 111022
				 De Película	A	Nagravision 2		2454	3454 Sp	M Valenzuela 111022
 Elgourmet.com	A			Nagravision 2		2508	3515 Sp	M Valenzuela 111022		
 ESPN +				Nagravision 2		2509	3517 Sp	M Valenzuela 111022		
 Telefe Internacional	A			Nagravision 2		2510	3519 Sp	M Valenzuela 111022		

Figura 59: Parrilla resultado del proyecto [15]

CONCLUSIONES

1. Los trabajos de ampliación DTH han permitido la adquisición de mucha experiencia en el armado y calibración de antenas grandes, de 9m de diámetro con sistemas de motores, sistemas de control, sistema de tracking, etc. bastante sofisticados. También nos ha permitido aprender a configurar los sistemas de amplificación de alta potencia (750W) que emplean TWT, empleando también BUCs integrados, a exigencia del cliente.
2. Los conocimientos que se adquirieron en la Universidad Ricardo Palma formaron la base suficiente para poder compenetrarse en las soluciones satelitales y en general de telecomunicaciones que ahora se brindan por medio de la empresa Río Pacífico. Es ésta la razón por la que con frecuencia invitamos a los alumnos y egresados de la Facultad de Ingeniería a incorporarse a nuestro equipo de trabajo.
3. Proyectos de alta exigencia técnica como el presente requieren de personal altamente calificado, de instrumentos electrónicos precisos, todo lo cual exige una alta inversión en entrenamiento local y en fábrica.
4. Se cumplió con el objetivo de implementar una nueva estación de transmisión en banda Ku Super Extendida. Es decir, ahora, la plataforma de servicio de Media Networks Latin America SAC está totalmente respaldada.
5. La nueva estación ha permitido también habilitar la polarización horizontal en las estaciones DTH 6 y DTH7 que antes del proyecto solamente operaban en polarización vertical.
6. El requerimiento de que la nueva estación tenga los HPA en configuración (1+1) fue también satisfecho, contándose a la fecha con redundancia automática y manual.

BIBLIOGRAFIA

- Neri Vela R. Comunicaciones por Satélite. México. International Thomson Editores. 2003.
- Benoit H. Satellite Television Techniques of Analogue and Digital Television. Londres. Arnold. 1999.
- Elbert B. The Satellite Communication Ground Segment and Earth Station Handbook. EE.UU. Artech House. 2001.
- Jamalipour A. Low Earth Orbital Satellites for Personal Communication Networks. EE.UU. Artech House. 1998.
- Neri Vela R, Martinez B. Construya e Instale su Propia Antena Parabólica. 3ª ed. México. Conacyt. 1992.
- Richharia M. Satellite Communication Systems – Design Principles. 2da. Ed. Londres. MacMillan. 1999.
- Winch R. Telecommunication Transmission Systems. México. McGraw-Hill. 1998.
- International Earth Station Standars (IESS), Documentos IESS-207, -208 y -410. Washington D.C. INTELSAT. Febrero 2000.
- Sistemas VSAT y Estaciones Terrenas, Suplemento No.3 del Manual sobre Telecomunicaciones por Satélite (Servicio Fijo). Ginebra. Unión Internacional de Telecomunicaciones. 1994.
- Model 8860 Antenna Tracking Controller Installation and Maintenance Manual. EE.UU. Viasat. 2003.
- Model 8861A/8862 Antenna Position Controllers Software Manual Calibration Software Version 3.2 EE.UU. Viasat. 2004.
- Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image© 2012 DigitalGlobe,©2012 Google
- El satélite Amazonas 2: <http://www.hispasat.com/media//Amazonas%202.jpg>
- El satellite Telstar: [http://es.wikipedia.org/wiki/Telstar_\(sat%C3%A9lite\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Telstar_(sat%C3%A9lite))
- Sitio Lyngsat: <http://www.lyngsat.com>
- Sitio Satsig: <http://www.satsig.net>
- Antenas Gregorianas: <http://www.fayerwayer.com/up/2009/05/alma.jpg>
- Manual del Controlador de Tracking:
<http://www.viasat.com/files/assets/support/manuals/42S053h.pdf>