

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE PRUEBAS DE ANTENAS SATELITALES AUTO-TRACKING DE TECNOLOGÍA VSAT PARA LA EMPRESA CANTV.

Presentado ante la ilustre
Universidad Central De Venezuela
por el Br. Ordóñez B., Julio C.
para optar por el título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE PRUEBAS DE ANTENAS SATELITALES AUTO-TRACKING DE TECNOLOGÍA VSAT PARA LA EMPRESA CANTV.

Prof. Guía: Ing. William Jota.
Tutor Industrial: Ing. Jean Pyert Oropeza.

Presentado ante la ilustre
Universidad Central De Venezuela
por el Br. Ordóñez B., Julio C.
para optar por el título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2013.

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 13 de diciembre de 2013

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Julio Ordoñez, titulado:

“PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE PRUEBAS DE ANTENAS SATELITALES AUTO-TRACKING DE TECNOLOGÍA VSAT PARA LA EMPRESA CANTV”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Carlos Moreno
Jurado



Prof. Franklin Martínez
Jurado



Prof. William Jota
Prof. Guía

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primero que nada a Dios Padre, quien me ha ayudado durante todo mi recorrido académico dándome la fuerza y paciencia necesaria para soportar los malos momentos, y la serenidad y disfrutar los buenos.

A mis padres Marina Briceño de Ordóñez y Julio César Ordóñez quienes con su tenacidad y apoyo me dieron las herramientas para llegar hasta donde he llegado y hacia donde vaya.

A mis hermanos Nancy, Pedro, Jimmy, Luz, Freddy, Eduardo, Tatiana y Juliana quienes son fuente de inspiración para siempre intentar ir más allá. Son responsables en gran parte de lo que soy y de lo que seré.

A todos mis sobrinos, porque es tan importante seguir buenos ejemplos como ser uno.

A mis “hijos” Kino y Chipi, la compañía constante y comfortable que necesité durante el desarrollo de mi trabajo.

A Gabriela Andreína Ramírez Galván, quien empezó esta travesía conmigo como mi novia y hoy culmina como mi esposa. Lo que escriba se queda corto frente a lo que representas para mí. Te seguiré demostrando a lo largo de mi existencia que eres la absoluta razón que me motiva a hacer cualquier cosa. Tu amor, paciencia, apoyo y compañía fueron y serán fundamentales para continuar el viaje de la vida por muchos años más. Te Amo.

A la gloriosa Universidad Central de Venezuela, en esta casa encontré el éxito académico y el amor de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor académico William Jota porque su ayuda durante mi transitar académico ha sido invaluable.

A mi tutor industrial Jean Pyert Oropeza, quien me abrió las puertas del mundo laboral especializado, en donde apliqué los conocimientos adquiridos en la universidad y además me brindó la oportunidad de aprender muchísimas cosas que no se enseñan en la academia.

A la Coordinación de Despliegue Satelital de CANTV, cuyos integrantes me hicieron sentir durante la realización de mi proyecto como uno más de esa gran familia, gracias en especial a Jesús y Carlos, fue un absoluto placer compartir en operaciones con ustedes. Siempre seremos los tres caballeros.

A mi grupo Gamer, que en cada reunión funcionó como la válvula de escape necesaria para sortear los momentos difíciles durante el final de la carrera, y espero, continúe así durante muchísimos años más. Armando, Carlos y Rómulo muchas gracias hermanos.

A “los compañeros de batalla”, con quienes a lo largo de todo el periplo académico compartí largas sesiones de estudio que, de una u otra forma, me llevaron a este momento. Unos cuantos llegamos al final, otros vienen muy cerca y algún otro encontró el éxito en otros horizontes. A todos ellos infinitas gracias. Laury y su carácter, Pablo y su magallanerismo, Armando y su “tolerancia”, Rómulo y su paciencia, Héctor y su joda, Raúl y... Raúl, Paúl y su buena actitud, Edgar y su Bolsa.

A María Auxiliadora Rojas, nuestro Ángel de la Guarda en la Escuela.

Ordóñez B. Julio C.

**PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE PRUEBAS DE
ANTENAS SATELITALES AUTO-TRACKING DE
TECNOLOGÍA VSAT PARA LA EMPRESA CANTV.**

Prof. Guía: Ing. William Jota. Tutor Industrial: Ing. Jean Pyert Oropeza. Tesis. Caracas. UCV Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Empresa: CANTV. U.C.V 73 h + anexos.

Palabras claves: Sistema Auto tracking, Tecnología VSAT, VENESAT-1, NMEA.

Resumen: Los beneficios de transmitir datos sensibles a través de tecnología propietaria fueron aprovechados por PDVSA y la Armada quienes a través de su flota marítima instalaron antenas auto-tracking de tecnología VSAT capaces de realizar enlaces de comunicaciones con el VENESAT-1, brindándoles una herramienta de gran importancia logística como es el acceso a internet mientras navegan. En el presente trabajo se explica la necesidad presentada por parte de la compañía estatal CANTV de plantear, para luego construir, un sistema de pruebas de antena auto-tracking que le permita entrenar personal para el mantenimiento de equipos y, en un futuro, generar un manual para el manejo de contingencias. Para conseguir el objetivo se debe pasar por una primera fase documental donde se realice la recopilación de toda la información necesaria para conocer el sistema auto-tracking. En las siguientes fases del trabajo se deberá establecer el patrón de funcionamiento del sistema ayudando así a la caracterización de los equipos a partir de la información recopilada y de la experiencia en campo frente a un enlace operativo. Las fases finales representan el planteamiento del sistema frente a las características de trabajo de los equipos evaluados en las fases anteriores y la elaboración del presente trabajo escrito que deja constancia del proyecto realizado para su futuro estudio, continuación o consulta.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
LISTA DE FIGURAS, ILUSTRACIONES O GRÁFICOS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2.1 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.1 Tecnología VSAT.....	5
2.1.2 Arquitectura de redes VSAT.....	5
2.1.3 Componentes de una red VSAT.....	8
2.1.4 VENESAT-1.....	14
2.1.5 Girocompás.....	16
2.1.6 NMEA.....	17
2.1.7 Escaneo cónico.....	17
2.1.8 DishScan.....	18
CAPÍTULO III.....	36
3.1 SISTEMA DE PRUEBAS.....	36
3.1.1 Descripción de los componentes del sistema auto-tracking VSAT.....	19
3.1.2 Caracterización de los equipos del sistema auto-tracking VSAT.....	21
3.1.3 Operación del sistema auto-tracking VSAT.....	46
3.1.4 Instalación del sistema auto-tracking VSAT.....	49
3.1.5 Configuración final del sistema auto-tracking VSAT.....	56
3.1.6 Verificación de inicio del sistema de pruebas planteado.....	67
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	74

LISTA DE FIGURAS, ILUSTRACIONES O GRÁFICOS

FIGURAS, ILUSTRACIONES O GRÁFICAS	Pág.
Figura 1. Descripción de enlace de subida y bajada	6
Figura 2. Tres estaciones VSAT con arquitectura tipo malla	6
Figura 3. Cuatro estaciones VSAT con arquitectura tipo estrella.....	8
Figura 4. Estación maestra en la Base Aeroespacial Manuel Ríos	9
Figura 5. Esquema básico de estación terminal VSAT.....	10
Figura 6. Tipos de órbitas	13
Figura 7. Descripción del VENESAT-1.....	14
Figura 8. Huella del VENESAT-1 por banda de frecuencia.....	15
Figura 9. Representación gráfica del escaneo cónico	18
Figura 10. Diagrama de bloque simplificado de los elementos básicos que componen los grupos del sistema auto-tracking	20
Figura 11. Esquema de los equipos sobre cubierta	21
Figura 12. Panel frontal de la Unidad Controladora de la Antena	23
Figura 13. Panel posterior de la Unidad Controladora de la Antena	23
Figura 14. Menús de control y operación del ACU	26
Figura 15. Zona de bloqueo definida	41
Figura 16. Representación del Terminal Mounting Strip.....	44
Figura 17. Representación del Base Multiplexer Panel	45
Figura 18. Panel frontal del modem 6120.....	45
Figura 19. Esquema gráfico del patrón de caja	48
Figura 20. Esquema de la Dodge Dakota.....	50
Figura 21. Dimensiones físicas del domo de protección.....	51
Figura 22. Dimensiones de la parte superior del mástil	51
Figura 23. Placa terminal para Tx y Rx antes (izquierda) y después (derecha) de realizar las conexiones	52
Figura 24. Girocompás de estado sólido.....	53
Figura 25. Rack abierto de 4U	54
Figura 26. Terminales del TMS	54
Figura 27. Conexión del terminal TB4 del TMS	55
Figura 28. Inversor de corriente y sus especificaciones técnicas.....	56
Figura 29. Pantalla de configuración del modem.....	55
Figura 30. Submenú Network Configuration.....	58
Figura 31. Submenú Installation	59
Figura 32. Submenú DHCP Management.....	60
Figura 33. Menú principal del ACU	61
Figura 34. Submenú "Port Settings"	62
Figura 35. Submenú "Parameters 1"	63
Figura 36. Submenú "Parameters 2"	65

Figura 37. Submenú "Status" 66

LISTA DE TABLAS

TABLA	Pág.
Tabla 1. Espectro de frecuencia del VENESAT-1 y países a los que se los ofrece	15
Tabla 2. Funcionamiento básico de los botones del panel frontal del ACU	24
Tabla 3. Menú Ship y sus respectivos sub menús	26
Tabla 4. Menú Satellite y sus respectivos sub menús	28
Tabla 5. Menú Antenna y sus respectivos sub menús.....	31
Tabla 6. Menú Status y sus respectivos sub menús	33
Tabla 7. Valor discreto de funciones del SYSTEM TYPE.....	38
Tabla 8. Tipos de girocompás y su valor	39
Tabla 9. Dimensiones de la caja de carga de la Dodge Dakota	50
Tabla 10. Requerimiento de energización de los equipos del sistema.....	56
Tabla 11. Parámetros del menú principal del ACU	61
Tabla 12. Parámetros del submenú "Port Settings"	62
Tabla 13. Parámetros del submenú "Parameters 1"	63
Tabla 14. Parámetros del submenú "Parameters 2"	65
Tabla 15. Parámetros del submenú "Status"	66

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

BUC: Bloque Convertidor De Subida / Block Up Converter.

LNB: Bloque De Bajo Ruido / Low Noise Block.

CANTV: Compañía Anónima Nacional Teléfonos De Venezuela.

GEO: Órbita Terrestre Geoestacionaria / Geostationary Earth Orbit.

LEO: Órbita Terrestre Baja/ Low Earth Orbit.

MEO: Órbita Terrestre Media / Medium Earth Orbit.

GPS: Sistemas De Posicionamiento Global / Global Positioning System

HUB: Concentrador Satelital.

IDU: Unidad Interna / Indoor Unit.

IP: Protocolo de Internet / Internet Protocol.

LHCP: Polarización Circular Hacia La Mano Izquierda / Lefthand Circular Polarisation.

RHPC: Polarización Circular Hacia La Mano Derecha / Righthand Circular Polarisation.

ODU: Unidad Externa / Outdoor Unit.

OMT: Transductor ortomodal / Orthogonal Mode Transducer.

TCP: Protocolo De Control De Transmisión / Transmission Control Protocol.

UIT: Unión Internacional De Telecomunicaciones.

VSAT: Terminal de Apertura Muy Pequeña / Very Small Aperture Terminal.

FEC: Corrección de errores hacia adelante / Forward Error Correction.

AGC: Control Automático de ganancia / Automatic Gain Control.

TMS: Cinta para montaje de terminales / Terminal Mounting Strip.

BMP: Panel Base Multiplexor / Base Multiplexer Panel.

ACU: Unidad Controladora de la Antena / Antenna Control Unit.

PCU: Unidad Controladora de Pedestal / Pedestal Control Unit.

NMEA: Asociación Nacional de Electrónica Marina / National Marine Electronics Association.

INTRODUCCIÓN.

Desde su fundación el 20 de junio de 1930 la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, CANTV, se planteó como misión principal brindar servicios de telecomunicaciones de gran calidad para la mayoría de los venezolanos. En el año 2007 se realiza la renacionalización de la empresa y bajo los lineamientos del Plan Nacional de Telecomunicaciones, Informática y Servicios Postales 2007-2013 de la República Bolivariana de Venezuela, CANTV se preocupó por la adquisición de recursos tecnológicos que condujeran a la modernización y masificación del servicio, lo que puso a los servicios de telecomunicaciones al alcance de la población venezolana. De igual manera el Estado venezolano a través de la ABAE, Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales, adquiere el satélite de comunicaciones VENESAT-1 conocido popularmente como “Simón Bolívar” capaz de brindar acceso y transmisión de servicios de datos por internet, telefonía, televisión, telemedicina y teleeducación a la población en general, empresas estratégicas o nuestras Fuerzas Armadas.

Los beneficios de transmitir datos sensibles a través de tecnología propia fueron aprovechados por PDVSA y la Armada quienes a través de su flota marítima instalaron antenas auto-tracking de tecnología VSAT capaces de realizar enlaces de comunicaciones con el VENESAT-1, brindándoles una herramienta de gran importancia logística como es el acceso a internet mientras navegan.

Este proyecto surge por la inquietud y necesidad de independencia tecnológica para operaciones estratégicas además de obtener el buen funcionamiento y compatibilidad de la plataforma del VENESAT-1 con estas antenas de tecnología VSAT auto-tracking.

El presente trabajo está formado por tres capítulos, en el primer capítulo se encontrará el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos de este trabajo, en el planteamiento del problema se explica la necesidad presentada por parte de la compañía estatal CANTV de plantear, para luego construir, una

maqueta de antena auto-tracking que le permita entrenar personal para el mantenimiento de equipos y, en un futuro, generar un manual para el manejo de contingencias. El segundo capítulo está formado por el marco teórico, en éste se encontrará la base teórica necesaria para que el lector sea capaz de entender perfectamente los términos y conceptos manejados en este trabajo. Por último en el tercer capítulo se podrá observar la caracterización y funcionamiento de cada componente que conforma la estación auto-tracking para dar paso al planteamiento del sistema de pruebas final.

CAPÍTULO I

1.1 PROBLEMA.

El lanzamiento del VENESAT-1 por parte del Estado ha ofrecido una herramienta con un valor logístico y estratégico sin precedentes. Muchas entidades nacionales se han visto beneficiadas al contar con un servicio de telecomunicaciones con infraestructura totalmente propietaria y cuya administración corre por cuenta de CANTV. Para los casos específicos de PDVSA y la Armada representa la ventaja de no tener que seguir contratando los servicios de comunicaciones satelitales para sus flotas marítimas a terceros resultando en un ahorro de considerables sumas de dinero así como brindar mayor seguridad a la data transmitida.

La instalación de una cantidad considerable de antenas auto-tracking con tecnología VSAT para la comunicación a través del VENESAT-1 en las embarcaciones de las entidades estratégicas antes mencionadas, se enfrentó a un problema relacionado con la transferencia tecnológica. No hay suficiente personal entrenado para atender la demanda de mantenimiento y detección de errores, esto aunado al hecho que los diagnósticos deben ser realizados in situ, generan retrasos en las soluciones, aumento de los costos operativos y en general una prestación ineficiente de servicios de telecomunicaciones.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo General.

Plantear un sistema de pruebas de antenas auto-tracking de tecnología VSAT para transmisión de datos en la plataforma CANTV.

1.2.2 Objetivos Específicos.

1. Investigar el funcionamiento de las antenas auto-tracking de tecnología VSAT y los diferentes sistemas que las componen.
2. Caracterizar los componentes que conforman las antenas auto-tracking de tecnología VSAT.
3. Identificar las tecnologías aplicadas por los proveedores de antenas auto-tracking a ser implementadas por CANTV.
4. Realizar pruebas sobre un enlace con antenas auto-tracking de tecnología VSAT que genere información suficiente que permitan el planteamiento de una maqueta.
5. Plantear un bosquejo del sistema de pruebas de las antenas auto-tracking de tecnología VSAT para su futura implementación.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO.

2.1.1 Tecnología VSAT.

Las redes de tecnología VSAT (apertura de terminal pequeña) se apoyan en el uso de satélites como elemento transmisor/receptor a fin de proporcionar una gran variedad de servicios de comunicación. Los enlaces vía satélite permiten establecer conexión entre dos o más puntos situados en la tierra, utilizando un satélite en el espacio como sistema repetidor. Con el fin de ampliar los horizontes en las telecomunicaciones a cualquier rincón y sobre todo con el fin de llegar a la mayor cantidad de usuarios, existe una tendencia a la utilización de terminales con antenas parabólicas de tamaño reducido (VSAT) para el intercambio de información vía satélite punto a punto o punto a multipunto (broadcasting). La ventaja de una estación terrestre de VSAT sobre una conexión de red terrestre típica, es que las VSAT no están limitadas por el alcance del cableado subterráneo. Una estación terrestre de VSAT puede instalarse en cualquier parte, sólo requiere ser vista por el satélite. Existe otro tipo de ventajas relacionadas con el bajo costo de operación, la mayor facilidad de expansión de la red y sobre todo, la instalación en lugares donde es difícil llegar con instalaciones de cable. [2]

2.1.2 Arquitectura de redes VSAT.

Las estaciones VSAT están conectadas a través de enlaces de radiofrecuencia vía satélite en donde se denomina enlace de subida o uplink al que va desde la estación al satélite y enlace de bajada o downlink al que va desde el satélite a la estación terminal tal como se muestra en la figura 1. [1]

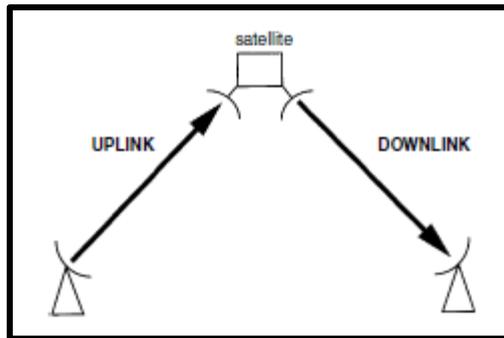


Figura 1. Descripción de enlace de subida y de bajada. [1]

Un enlace de radiofrecuencia es una portadora modulada que contiene información. Básicamente el satélite recibe las portadoras subidas desde estaciones terrestres que tengan línea de vista con sus antenas, amplifica esas portadoras, traslada sus frecuencias a una banda más baja para evitar posibles interferencias y transmite las portadoras amplificadas a las estaciones localizadas en la tierra que tengan línea de vista con su antena de transmisión. [1]

2.1.2.1 Redes VSAT tipo malla.

Como todas las estaciones VSAT son visibles desde el satélite las portadoras pueden ser transmitidas por el mismo desde cualquier VSAT a cualquier otra estación tal como se muestra en la figura 2 en un ejemplo con tres estaciones.

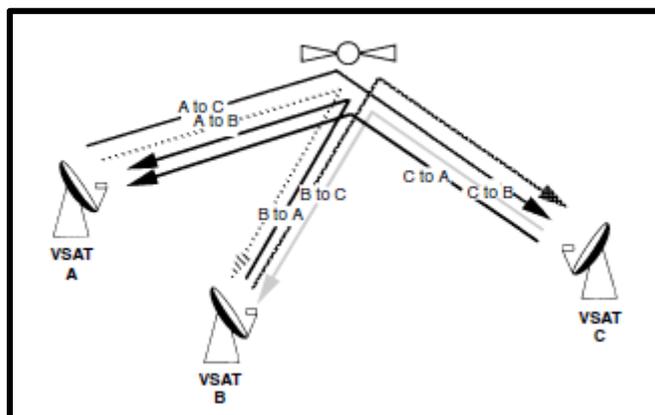


Figura 2. Tres estaciones VSAT con arquitectura tipo malla. [1]

Tener una red tipo malla trae consigo las siguientes limitaciones:

- Atenuaciones muy elevadas en los enlaces como resultado de la distancia entre las estaciones y el satélite.
- Potencia limitada en la transmisión desde el satélite.
- Pequeño tamaño de los terminales VSAT lo que limita la potencia de transmisión y la sensibilidad del receptor.

Como resultado de lo anterior, es muy posible que la señal demodulada en la estación receptora no consiga tener un nivel de calidad requerida por el terminal del usuario. Por lo tanto los enlaces directos de VSAT a VSAT resultan muy ineficientes para antenas de pequeño tamaño. [1]

2.1.2.2 Redes VSAT tipo estrella.

La topología tipo estrella soluciona el problema de utilizar terminales de pequeño tamaño. Se instala en la red una estación más grande que el resto de los terminales llamada HUB. Esta estación posee antenas con dimensiones considerablemente superiores al resto de terminales VSAT lo que trae como resultado un aumento de la ganancia. Además el HUB se encuentra equipado con transmisores más potentes lo que brinda la posibilidad de recibir adecuadamente todas las portadoras transmitidas por las estaciones VSAT y transmitir la información deseada a todas las VSAT a través de sus propias portadoras.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de red VSAT tipo estrella con cuatro estaciones terminales. Los enlaces desde el HUB hasta la estación VSAT se denominan de entrada y los que van desde la estación VSAT al HUB se denominan de salida. Así cada enlace (de entrada o de salida) está conformado por un enlace de bajada y un enlace de subida. [1]

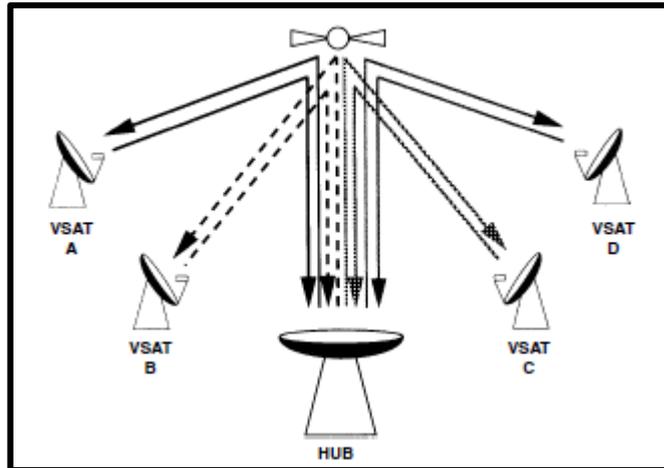


Figura 3. Cuatro estaciones VSAT con arquitectura tipo estrella. [1]

2.1.3 Componentes de una red VSAT.

Para establecer los componentes de una red VSAT debemos establecer dos claros segmentos.

2.1.3.1 Segmento terreno.

En este segmento se establecen dos tipos de estaciones terrenas.

Estación terrestre maestra (HUB).

Sistema central que gestiona las comunicaciones entre las estaciones y las conexiones con otras redes. Se encarga de optimizar el acceso al satélite. También realiza tareas como estadísticas, configurar estaciones remotas, control e informe del tráfico cursado y otras labores de mantenimiento de la red. En la figura 4 se puede observar el HUB localizado en Sombrero, estado Guárico, en la Base Aeroespacial Manuel Ríos (BAEMARI).



Figura 4. Estación maestra en la Base Aeroespacial Manuel Ríos. [3]

El HUB se divide en dos partes fundamentales, la unidad externa o terminal de radiofrecuencia y la unidad interior.

Unidad externa terminal de radiofrecuencia.

También llamada ODU (Outdoor Unit), se encarga de la transmisión y recepción de señales hacia o a través del satélite. Para realizar este proceso hace uso de:

- Antena: Para este terminal se manejan platos de hasta once metros.
- Transmisor: Compuesto por un bloque modulador, un elevador de frecuencia y un amplificador de potencia.
- Receptor: Compuesto por un bloque amplificador de bajo ruido, un reductor de frecuencia, y un demodulador.

Unidad interna.

También llamada IDU (Indoor Unit) consta de diversas funciones como procesador de acceso al satélite o interferencia banda-base, pero la parte más importante de esta unidad es el NMS (Network Management System), que no es

más que un ordenador que realiza las funciones más importantes dentro de una red VSAT, como son:

- Configurar la red
- Monitorizar el tráfico entre terminales
- Control y alarma
- Habilitación nuevos terminales
- Actualización del SW de la red
- Informe del tráfico de cada estación
- Tarificación en uso compartido

Estación terminal VSAT.

Son estaciones mucho más sencillas que el HUB. Los terminales se dividen en dos partes, la unidad interior y la exterior, unidas ambas por cable coaxial. En la figura 5 se muestra un esquema de una estación terminal VSAT.

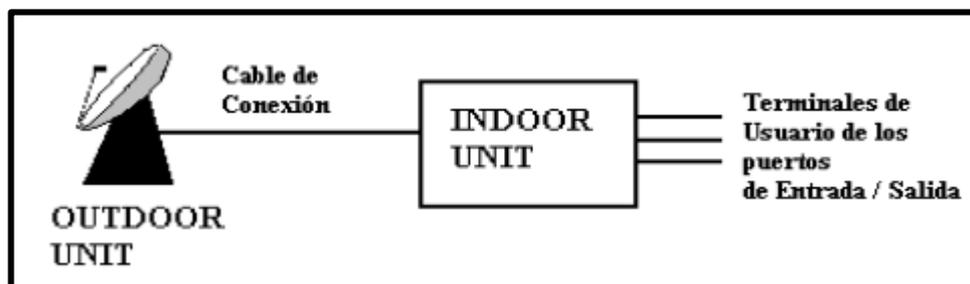


Figura 5. Esquema básico de estación terminal VSAT. [4]

Unidad interna (IDU).

Se puede definir como una interfaz entre la red y los terminales de usuario. Se caracteriza por una serie de parámetros como pueden ser número de puertos, tipo de puerto y velocidad de los mismos. Usualmente se instala sobre escritorio y contiene la circuitería que activa el enlace de comunicaciones entre el equipo del usuario y el cliente. Maneja las señales a frecuencia intermedia. [1,4]

Unidad externa (ODU).

Es la interfaz entre el satélite y unidad interna. Maneja las señales a frecuencia de microondas y generalmente se encuentra en una sola unidad. Esta unidad está constituida por un sistema de alimentación para dirigir y recibir la señal junto con un transmisor o amplificador de potencia y un conversor de frecuencia ascendente y descendente de bajo ruido para recibir la señal con un mínimo de interferencia por ruido.

Antena.

La antena con línea de vista al satélite, es normalmente un plato de sección parabólica de diámetro entre 1.2 y 2.4 m.

Alimentador.

Para transmisión convierte la corriente alterna de frecuencia de radio desde el transmisor a ondas de radio y las alimenta con el resto de la antena, que las enfoca en un haz. Para recepción las ondas de radio entrantes se unen y se enfocan por el reflector de la antena en la bocina de alimentación, que las convierte a un voltaje de frecuencia de radio pequeño, que se amplifica por el receptor. [5]

Transductor ortomodal.

Los transductores ortomodales sirven tanto para combinar, como para separar dos caminos de señales de microondas polarizadas ortogonalmente. Se usa para aislar las polarizaciones ortogonales de una señal y para transferir las señales de transmisión y recepción a diferentes puertos. [6]

Bloque convertidor de subida.

Actúa de interfaz convirtiendo a la banda de frecuencias de la antena parabólica las señales de banda base de los equipos locales conectados al módem satelital. En sus configuraciones básicas se trabajan en versiones de dos y cuatro Vatios para banda Ku y cinco Vatios para banda C. [7]

Bloque de bajo ruido.

Es un dispositivo utilizado en la recepción de señales procedentes del satélite. Convierte la señal de alta frecuencia (Banda Ku), en una señal de menor frecuencia, para que sea posible su distribución a través del cableado coaxial. A esta banda se le denomina Frecuencia Intermedia (FI). [8]

2.1.3.2 Segmento espacial.

El segmento espacial está básicamente compuesto por el satélite artificial puesto en órbita. Los satélites artificiales son objetos creados por el hombre, éstos son enviados al espacio con la ayuda de cohetes encargados de colocarlos a orbitar en los puntos deseados. Estos tipos de satélites pueden ser usados para una gran cantidad de aplicaciones, entre las cuales podemos mencionar: telecomunicaciones, fotografía, posicionamiento global, vigilancia militar, entre otras. Para cada una de estas aplicaciones es necesario colocar a los mismos en una de las orbitas usadas comúnmente, estas son: [9]

- **LEO.**
- **MEO.**
- **GEO.**

A continuación en la figura 6 podremos observar las distintas orbitas usadas en los sistemas satelitales.

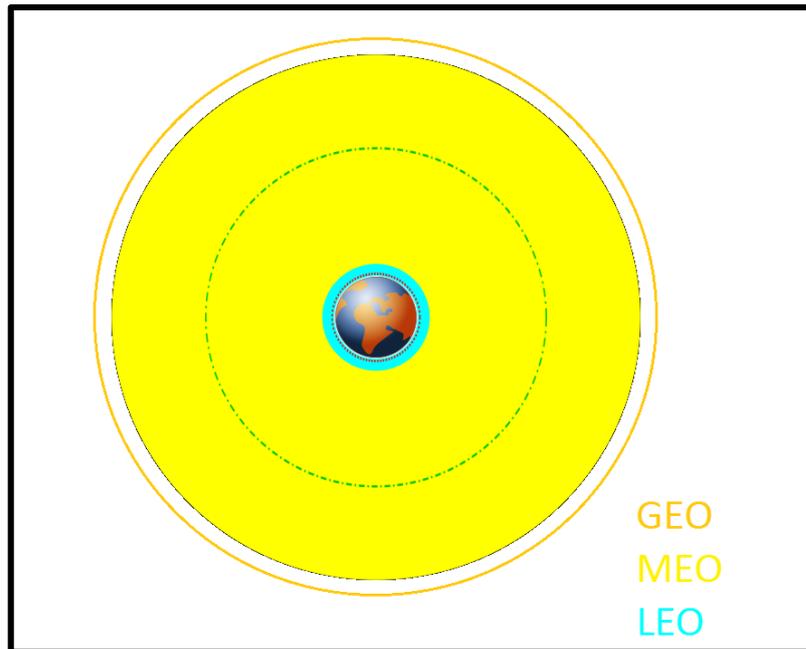


Figura 6. Tipos de órbitas. [10]

LEO: mejor conocida como órbita baja, se encuentra ubicada alrededor de la tierra entre la atmósfera y el cinturón de radiación de Van Allen, se encuentra comprendida entre 200 y 2000 km sobre la superficie terrestre. Para mantenerse en órbita viajan a alrededor de 27.400 km/h (8 km/s), de esta manera dan la vuelta a la tierra cada 90 minutos. Su función principal es la observación. En esta órbita se encuentra nuestro satélite de observación VRSS-1, mejor conocido como Miranda.

MEO: mejor conocida como órbita media, se encuentra ubicada aproximadamente a unos 10.000 Km de la superficie terrestre. Su principal aplicación se encuentra en el uso de satélites para los sistemas de posicionamiento global o GPS y sistemas de telefonía satelital. Para esto se efectúan múltiples lanzamientos para contar con constelaciones satelitales que permitan brindar la cobertura necesaria para brindar el servicio.

GEO: mejor conocida como órbita geostacionaria, se encuentra ubicada a unos 36.000 Km de la superficie terrestre. La característica más importante de esta

órbita es que cualquier objeto que se encuentre en ella poseerá una velocidad de translación igual a la velocidad de rotación de la tierra, razón por la cual el objeto será visto desde la tierra como un punto fijo en el espacio, esto hace que los satélites de órbita geoestacionaria sean los más utilizados en aplicaciones de telecomunicaciones ya que con un solo satélite se pueden ofrecer gran variedad de servicios en cualquier momento del día. Las aplicaciones más comunes de este tipo de satélite son sistemas de televisión, sistemas de internet de banda ancha, sistemas de telefonía y cualquier otro tipo de aplicaciones en la rama de las telecomunicaciones.

Transpondedor.

Es un dispositivo que recibe, reduce la frecuencia, amplifica y retransmite una señal enviada desde tierra a otra estación.

2.1.4 VENESAT-1.

Comúnmente conocido como Simón Bolívar, es un satélite geoestacionario ubicado en la posición orbital 78° W perteneciente a Uruguay, la cual cedió a cambio de la utilización del 10% de la capacidad del satélite. En la figura 7 se presenta un esquema del VENESAT-1.

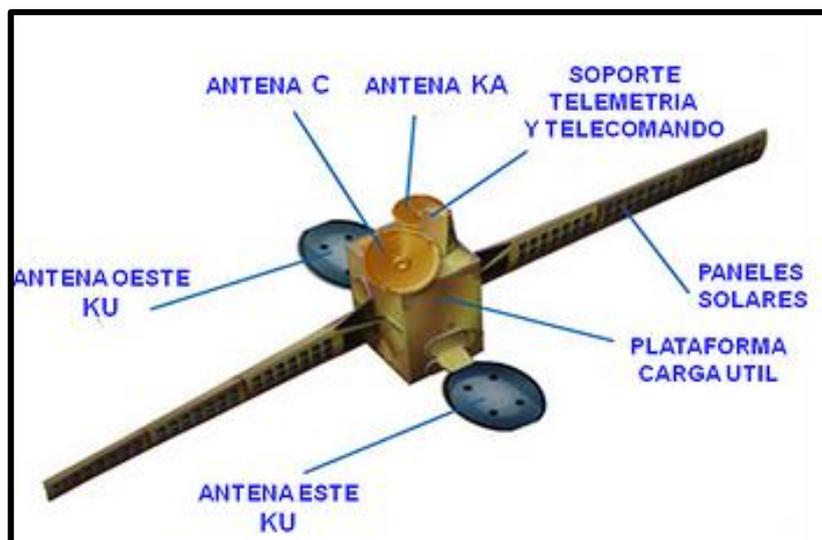


Figura 7. Descripción del VENESAT-1. [11]

La huella del satélite se muestra en la figura 8 y en la tabla 1 se presenta el espectro de frecuencia en el que trabaja el satélite y los países a los que le ofrece servicios en las distintas bandas.

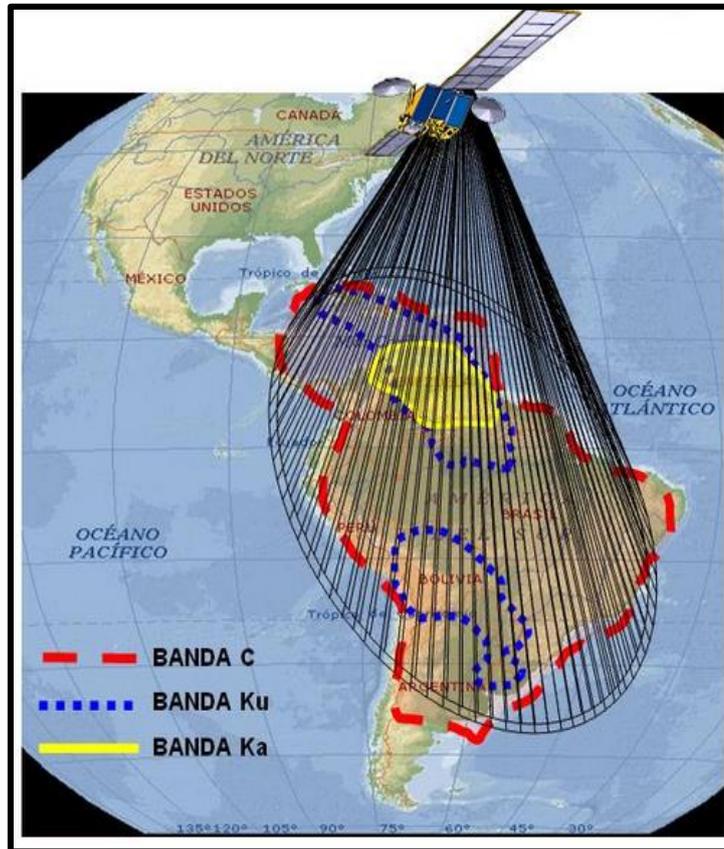


Figura 8. Huella del VENESAT-1 por banda de frecuencia. [12]

Tabla 1. Espectro de frecuencia del VENESAT-1 y países a los que se los ofrece. [13]

Banda	Rango Uplink GHz.	Rango Downlink GHz.	Número de transpondedores	Países cubiertos
C	6,05 –6,35	3,825 -4,125	14	Venezuela, Rep. Dominicana, Cuba, Haití, Centroamérica, Jamaica y

				Suramérica
Ku	14,08 –14,5	11,28 –11,7	12	Venezuela, Rep. Dominicana, Cuba, Haití, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay
Ka	28,8 –29,1	19,0 –19,3	2	Venezuela

Igualmente el VENESAT-1 trabaja con polarización lineal la cual es aquella en la que el campo E (campo eléctrico) es orientado en un ángulo constante cuando se propaga.

2.1.5 Girocompás.

El girocompás es una brújula que mira siempre al norte geográfico usando un juego de discos o anillos que giran muy rápido (movidos electrónicamente) y las fuerzas de fricción para aprovechar la rotación de la Tierra. Los girocompases se usan ampliamente en los barcos. Tienen dos ventajas principales sobre las brújulas magnéticas:

- Señalan al norte geográfico, es decir, la dirección del eje de rotación de la Tierra, y no al norte magnético.
- No se ven afectados por el metal del casco de los barcos.

Funciona básicamente como una rueda girando montada de forma que su eje queda libre para orientarse en cualquier dirección. Supongamos que la rueda gira con su eje señalando en alguna dirección diferente al norte geográfico. Debido a la ley de conservación del momento angular, una rueda en esta situación mantendrá

su orientación original por lo que se puede mantener una referencia frente a los movimientos del buque (cabeceo, bamboleo y rumbo). [14]

2.1.6 NMEA.

Se conoce como NMEA a la organización estadounidense “Asociación Nacional de Electrónica Marina” ente encargado de generar estándares de comunicación entre dispositivos marítimos.

La NMEA ha generado el protocolo NMEA 0183 generando así un medio a través del cual los instrumentos marítimos y también la mayoría de los receptores GPS pueden comunicarse los unos con los otros. Este estándar tiene por objeto apoyar una vía de transmisión de datos en serie a partir de un único equipo orador a uno o más equipos oyentes [15,16]

2.1.7 Escaneo cónico.

Los sistemas de barrido cónico funcionan enviando una señal ligeramente desplazada del eje óptico de la antena, pasando entonces rotar el alimentador de la señal (feeder) haciendo que el lóbulo gire alrededor de la línea del eje. Un objetivo centrado en este estará siempre ligeramente iluminado por el lóbulo, proporcionando una fuerte señal de retorno. Si el objetivo se encuentra en uno de los extremos del eje principal se encontrará iluminado únicamente cuando el lóbulo esté apuntando en esa dirección, resultando un balance de señal general muy bajo (o bien una ráfaga rápida si la rotación es lo suficientemente lenta). Esta señal variable alcanzará un máximo cuando la antena rote en la dirección del objetivo. Si se mueve la antena en esa dirección con la intención de buscar un máximo, un objetivo podrá ser automáticamente detectado.

Un problema de este planteamiento es que estas señales de radar cambian habitualmente su amplitud por razones que no tienen nada que ver con la posición del haz. Durante un tiempo de unas decenas de segundos, por ejemplo, los

cambios en el rumbo del objetivo, la presencia de nubes y otras situaciones pueden afectar seriamente a la señal de retorno. Dado que los sistemas de barrido cónico dependen del crecimiento o decrecimiento de la señal debido a la posición relativa del objetivo con respecto al haz, estos cambios en la señal reflejada pueden provocar errores en la determinación de la posición del objetivo dentro del área de barrido del haz. En la figura 9 se muestra una representación gráfica del escaneo cónico usado en radares. [17]

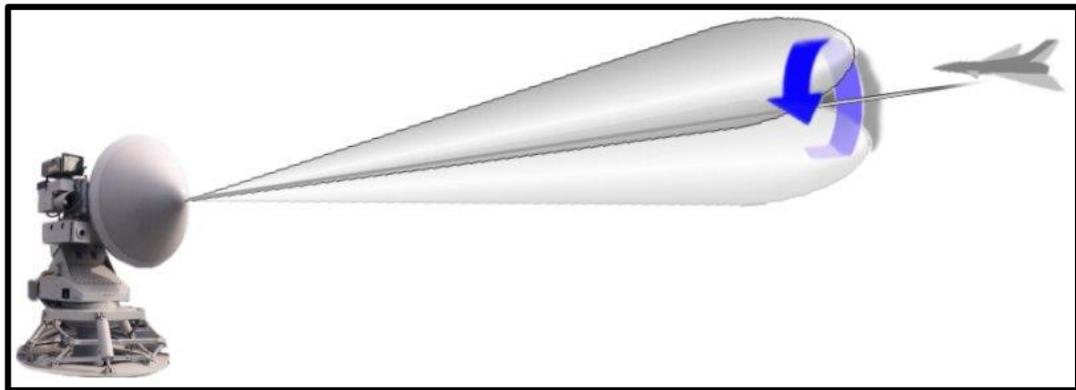


Figura 9. Representación gráfica del escaneo cónico. [17]

2.1.8 DishScan.

Es una variación del escaneo cónico. Consiste en mover la antena en un círculo de diámetro muy pequeño a 60 RPM. Se definen cuatro cuadrantes y el sistema evalúa el nivel de señal en cada punto mientras rota en el círculo. Si la antena está perfectamente apuntada el nivel de señal a través de cada uno de los cuatro cuadrantes debe ser el mismo y el sistema da por terminada la fase de rastreo. En caso contrario una porción del círculo tendrá mayor nivel de señal recibida que el resto, el sistema entonces realiza un paso en azimut o elevación para mover la antena en la dirección donde se midió el mayor nivel de señal hasta lograr obtener la misma lectura de AGC en los cuatro cuadrantes. [18]

CAPÍTULO III

3.1 SISTEMA DE PRUEBAS.

3.1.1 Descripción de los componentes del sistema auto-tracking VSAT.

El sistema auto-tracking para la transmisión y recepción está capacitado para dar servicio de conexión de banda ancha para datos o voz mientras un buque se encuentre navegando. Éste sistema puede transmitir/recibir hacia/desde cualquier satélite geoestacionario trabajando en banda C, Ka o Ku cuya cobertura sea adecuada para la región geográfica en la que la embarcación desee navegar. Para efectos del presente trabajo debe tomarse en consideración que el satélite con que trabaja la empresa CANTV y sus clientes es el VENESAT-1. La señal recibida será enviada al modem satelital y de ahí se distribuye a todo el sistema bajo cubierta que se requiera para dar uso del servicio.

El sistema auto-tracking está conformado por dos grupos de equipos denominados así para su localización en la embarcación, un grupo sobre cubierta y uno bajo cubierta. En la figura 10 se puede observar un diagrama de bloques básico ejemplificando la ubicación de cada elemento respecto a su grupo. Todo el equipamiento que corresponde al grupo sobre cubierta está incorporado dentro del domo de protección y se encuentra integrado como una sola unidad operativa. Por entradas del sistema éste solamente necesita una línea de vista sin obstáculos hacia el satélite, datos de un girocompás equipado en la embarcación y energización AC.

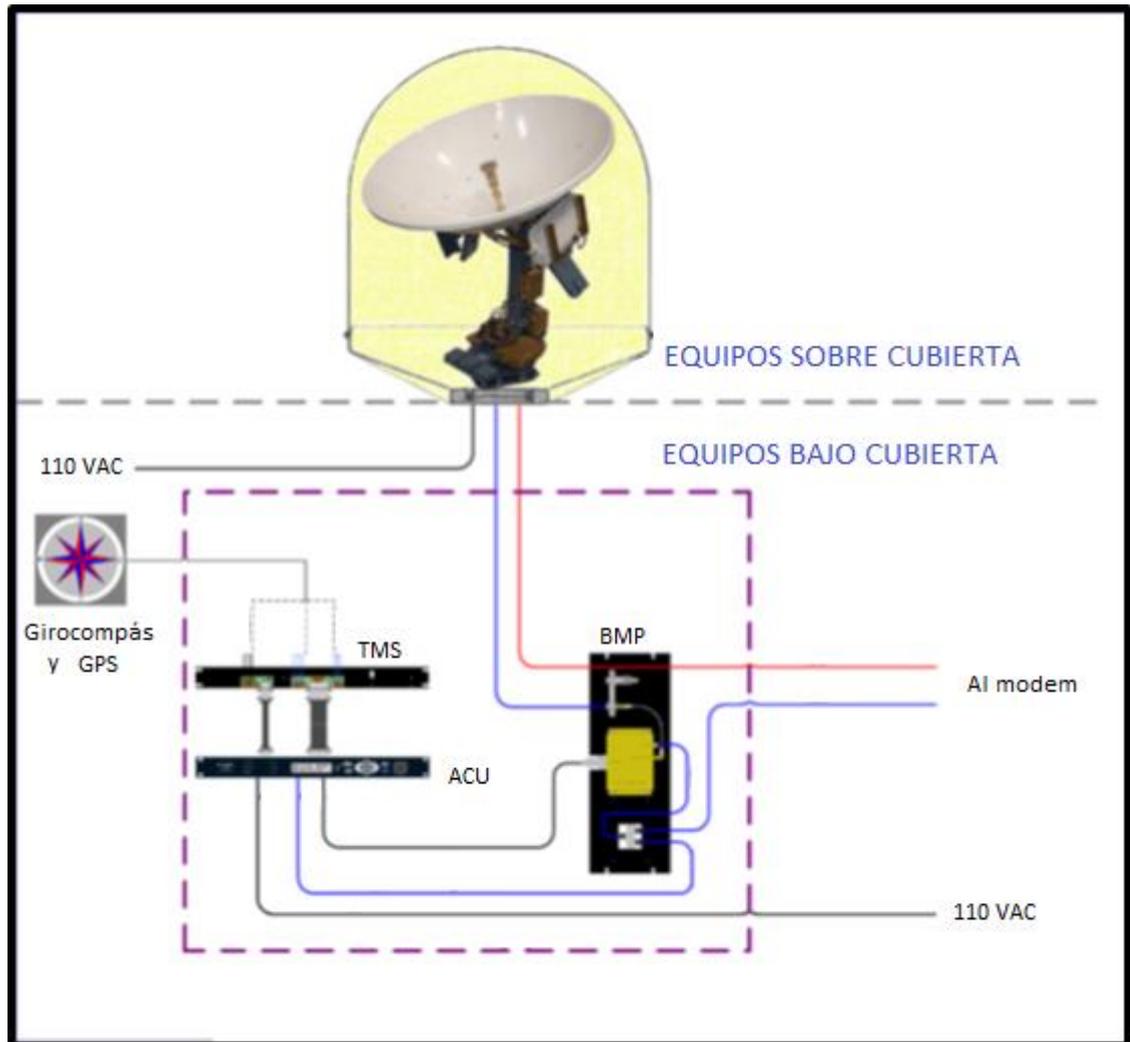


Figura 10. Diagrama de bloque simplificado de los elementos básicos que componen los grupos del sistema auto-tracking. [19]

Cada grupo en líneas generales está compuesto de la siguiente manera:

Grupo sobre cubierta

1. Pedestal estabilizado de la antena
2. Reflector de la antena
3. Alimentador o feeder
4. Bloque de bajo ruido (LNB)
5. Bloque convertidor de subida de estado sólido (SSPBUC)
6. Domo de protección

Grupo bajo cubierta

7. Unidad de control de la antena (ACU)
8. Tira para el montaje de terminales
9. Modem satelital
10. Panel multiplexor

3.1.2 Caracterización de los equipos del sistema auto-tracking VSAT.

A continuación se presenta la caracterización de los componentes del sistema

3.1.2.1 Equipos sobre cubierta.

El grupo de equipos sobre cubierta señalado en la figura 11 está compuesto por el pedestal de la antena dentro del domo de protección. En el pedestal a su vez se encuentra un plato satelital y su alimentador o feeder con un bloque convertidor de bajo ruido (LNB) y su bloque convertidor de subida (BUC). El domo de protección provee al sistema de un ambiente controlado para los equipos que se encuentran adentro, lo que evita que el viento, la condensación y el salitre entren en contacto directo con los elementos anclados al pedestal. Esta protección previene cualquier daño o corrosión que pudiese acortar la vida útil de los equipos en el interior del domo.

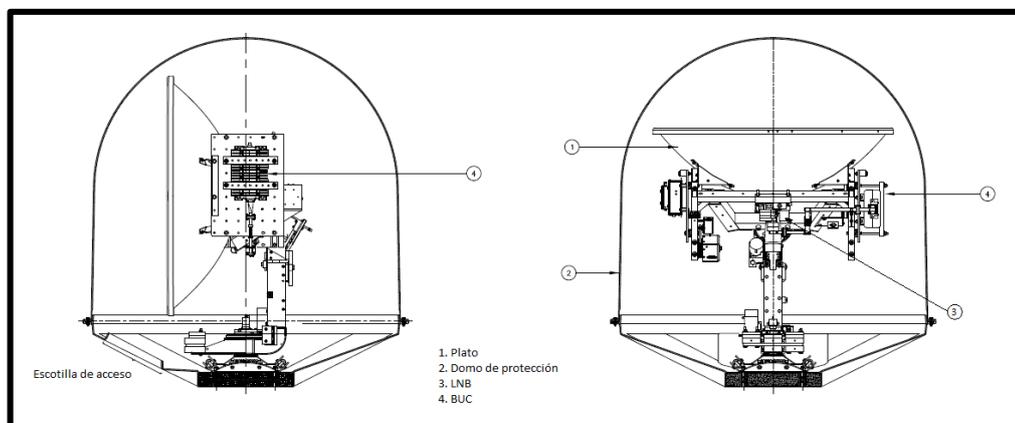


Figura 11. Esquema de los equipos sobre cubierta [19]

Se utiliza cable coaxial RG-8 para la conexión entre el grupo de equipos sobre cubierta y bajo cubierta. Un par de cables (TX/RX) envía y recibe señales en frecuencia intermedia (banda L) entre la antena y el equipo bajo cubierta. La comunicación entre la Unidad Controladora de la Antena (ACU) y la Unidad Controladora de Pedestal (PCU) se efectúa a través de uno de estos coaxiales.

Las especificaciones técnicas básicas del domo de protección son:

Temperatura: desde -20 grados C hasta 55 grados C.

Humedad: Hasta 100% @ 40 grados C sin condensar

Contacto con agua: Resistente a penetración de agua atomizada.

Lluvia: Hasta diez centímetros por hora.

Viento: Resiste vientos de hasta 160 Km/h.

Material del domo de protección: Espuma compuesta con fibra de vidrio.

Dimensiones:

Diámetro: 51.75 pulgadas (131.3 cm)

Altura: 59 pulgadas (149.9 cm)

Peso: 250 libras (113,4 Kg) Incluyendo a la antena

Atenuación: 1.5 dB a 12 GHz, clima seco; 1.5 dB @ 14 GHz, clima seco

Las especificaciones técnicas básicas y requerimientos de los equipos ensamblados dentro del domo de protección son:

Plato: Reflector de eje simétrico en aluminio acanalado

Tamaño del plato: 40 pulgadas (101.6cm)

Requerimiento de LNB: LNB de polarización lineal con una sola salida con rangos de frecuencias de 10.95-11.7 GHz, 11.7-12.2 GHz o 12.2-12.75 GHz

Ganancia de transmisión: TX 40 dBi a 14.0 GHz

Ganancia de recepción: RX 39 dBi a 12.5 GHz

Rango de frecuencia de transmisión: 14.0-14.5 GHz Ku Band

Rango de frecuencia de recepción: 10.95-12.75 GHz Ku Band

Requerimiento de BUC: 4 Watt

3.1.2.2 Equipos bajo cubierta.

Se caracterizan los equipos bajo cubierta que se describen a continuación.

El ACU.

El primer equipo que encontramos bajo cubierta es la Unidad Controladora de la Antena (ACU) el cual permite controlar y monitorear la antena con botones de función, indicadores LED y un display de dos líneas. Su altura es de una unidad de rack y su longitud es de 19 pulgadas (ver figuras 12 y 13).



Figura 12. Panel frontal de la Unidad Controladora de la Antena [20]



Figura 13. Panel posterior de la Unidad Controladora de la Antena [20]

La descripción básica de los LEDs ubicados en el panel frontal del ACU (ver figura 3) es la siguiente:

Tracking - (LED verde)

Encendido indica que el ACU ha identificado y está activamente rastreando el satélite deseado para optimizar el enlace. Cuando parpadea indica que el ACU está esperando para realizar una búsqueda automática del satélite o se encuentra analizando una señal recibida.

Apagado indica que la función de rastreo está apagada.

Searching - (LED Amarillo)

Encendido indica que el ACU está activamente buscando una señal satelital.

Apagado indica que la búsqueda está apagada.

Target - (LED Amarillo)

Encendido indica que la antena se encuentra apuntando a una posición de azimut y elevación específica.

Apagado indica que la antena no está en fase de apuntamiento.

Power – (LED verde)

Encendido indica que el ACU está energizado.

Apagado indica que el ACU está apagado.

Initializing - (LED verde)

Encendido indica que la antena se encuentra en fase de inicialización.

Apagado indica que la fase de inicialización no está activa.

Error - (LED rojo)

Encendido indica que uno o más errores discretos han ocurrido.

Apagado indica que no han ocurrido errores.

A continuación en la tabla 2 presentaremos el funcionamiento básico de cada botón ubicado en el panel frontal del ACU (figura 3).

Tabla 2. Funcionamiento básico de los botones del panel frontal del ACU

Botón	Función básica
	Al presionarlo se realiza el desplazamiento por los cuatro menús básicos <i>Ship</i> , <i>Satellite</i> , <i>Antenna</i> y <i>Status</i> .
	Al presionarlo se alterna la fase de rastreo entre encendida y apagada. Si la fase de búsqueda está activa al presionar este botón se detendrá.

	<p>En cualquier sub menú al presionar la flecha hacia la IZQUIERDA o DERECHA se entra en modo de edición y un cursor aparece en el display. Cuando el cursor se encuentra bajo un caracter éste selecciona y puede ser cambiado.</p> <p>Cuando el menú <i>Antenna</i> es desplegado y se presiona la tecla de flecha IZQUIERDA la antena se mueve en azimut en sentido anti horario, al presionar la flecha DERECHA la antena se mueve en sentido horario. Al presionar ambos botones por un lapso aproximado de seis segundos se desplegará el sub menú SETUP para ingreso o supervisión de importantes parámetros de configuración.</p>
	<p>Presiona la flecha hacia ARRIBA o hacia ABAJO permite el desplazamiento por los sub menús.</p> <p>Cuando un caracter se está editando al presionar ARRIBA o ABAJO éste incrementa o disminuye su valor.</p> <p>Cuando el menú <i>Antenna</i> es desplegado y se presiona el botón de flecha ARRIBA la antena se mueve en elevación en esa dirección, al presionar el botón de flecha ABAJO la antena se mueve en elevación en sentido contrario.</p>
	<p>En cualquier menú principal al presionar este botón se ingresará de inmediato en el sub menú correspondiente.</p> <p>Si se encuentra en cualquier sub menú y se presiona ENTER se tendrá el mismo efecto que si se hubiese presionado la flecha ABAJO, es decir, se desplazará hacia abajo en el sub menú.</p> <p>Cuando se edita un parámetro un cursor aparece bajo el caracter y al presionar ENTER se ejecuta el valor ingresado y se termina el modo edición para seguir en modo despliegue del sub menú.</p>
	<p>Al presionarlo se reinician todos los procesos en el ACU mas no así en la antena.</p>

Los menús de operación del ACU están arreglados en cuatro grupos el desplazamiento entre ellos se muestra en la figura 14.

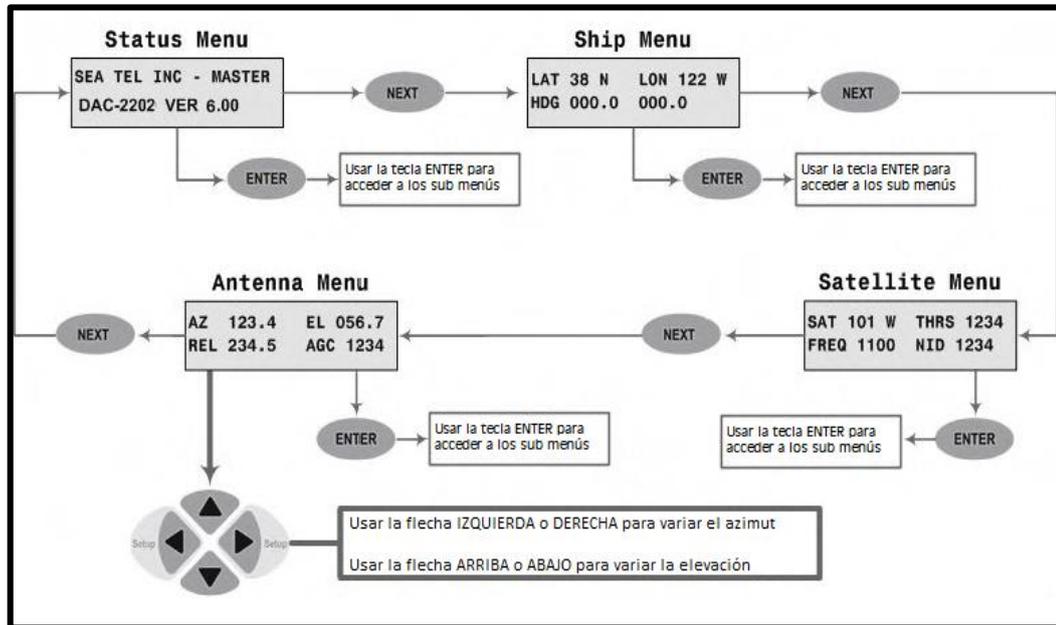


Figura 14. Menús de control y operación del ACU [20]

A continuación se presenta en detalle cada uno de los menús principales y sus respectivos sub menús. En la tabla 3 se presenta al menú *Ship* y sus sub menús.

Tabla 3. Menú Ship y sus respectivos sub menús

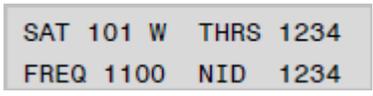
Display del ACU	Descripción
LAT 38 N LON 122 W HDG 000.0 000.0	Presionar NEXT hasta que el menú Ship es desplegado, en esta pantalla se nos presenta la información de ubicación del buque.
LAT 38.0 N	Presionar ENTER para acceder al sub menú Latitud, este parámetro se usa para calcular azimut, elevación y polarización de la antena para la posición satelital deseada. La latitud se actualiza automáticamente a través del GPS que se encuentra en el pedestal de la antena. Para introducir un valor de latitud manual se presiona IZQUIERDA o

	<p>DERECHA para entrar en modo edición, esto ocasionará que aparezca un cursor bajo un caracter del parámetro, se posiciona bajo el dígito que queremos cambiar y al presionar ARRIBA o ABAJO podemos incrementar o disminuir el parámetro deseado, se puede ir a otro caracter presionando IZQUIERDA o DERECHA y una vez que se haya editado la latitud deseada se presiona ENTER para fijar el valor.</p>
<p>LON 122.0 W</p>	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú Longitud. Al igual que con la latitud este parámetro se utiliza para calcular azimut, elevación y polarización de la antena para apuntar correctamente al satélite. Una vez más el GPS integrado al pedestal de la antena se encargará de actualizar automáticamente el valor de longitud de la embarcación y si para efectos de configuración o ajuste se necesitara ingresar el parámetro manualmente se debe cumplir el mismo procedimiento descrito para la latitud.</p>
<p>HDG 000.0 000.0</p>	<p>El rumbo se usa para que la posición de azimut de la antena sea correcta, varía con respecto al norte geográfico no al magnético. El sub menú rumbo consta de dos valores, el de la izquierda corresponde al valor de rumbo respecto al pedestal de la antena, el valor de la derecha corresponde al valor de rumbo arrojado por el girocompás de la embarcación.</p> <p>Se presiona ENTER para acceder al sub menú Rumbo y se realiza la combinación de IZQUIERDA/DERECHA y ARRIBA/ABAJO deseada para proveer al sistema del valor de rumbo</p>

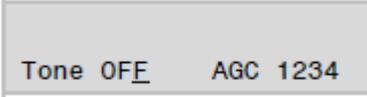
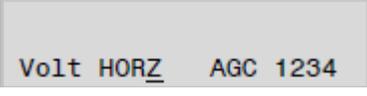
	deseado. Una vez se tenga el parámetro configurado correctamente se presiona ENTER para fijarlo. En condiciones normales de trabajo el valor de rumbo debe seguir exactamente el mostrado por el girocompás de la embarcación.
--	--

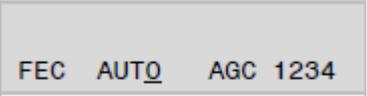
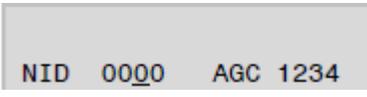
En la tabla 4 se presenta el menú *Satellite* y sus respectivos sub menús.

Tabla 4. Menú Satellite y sus respectivos sub menús.

Display del ACU	Descripción
	<p>Presionar NEXT hasta que el menú <i>Satellite</i> sea desplegado. Este menú muestra la información de seguimiento del satélite al que se está conectado. EL parámetro NID es el identificador de red (Network ID) que está siendo recibido por el sistema.</p>
	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú de longitud del satélite. Este parámetro es usado para calcular la elevación, azimut y polarización de la antena desde la ubicación de la embarcación. Para actualizar manualmente se debe presionar IZQUIERDA o DERECHA para entrar en modo de edición y desplazar el cursor a lo largo del valor numérico (para el valor de longitud) y la letra (E o W para establecer el hemisferio), luego usar ARRIBA o ABAJO según sea el caso para obtener el valor de longitud y hemisferio requerido, recordemos que para efectos del VENESAT-1 su longitud es 078.0 W. Presionar ENTER para fijar el valor o presionar NEXT si se quiere abortar el proceso y volver al menú principal <i>Satellite</i>.</p>

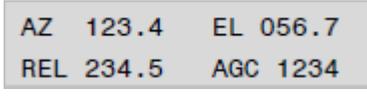
<p style="text-align: center;">THRS 1234</p>	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú umbral. Este umbral (threshold) es un mínimo valor de señal requerida (AGC) para que el ACU determine si la señal del satélite ha sido localizada o ha sido perdida.</p> <p>La configuración por defecto viene dada por el umbral automático (AUTO THRES) el cual establece el valor umbral a xxxx cuentas de AGC sobre el promedio de señal recibida cuando la antena está desapuntada.</p> <p>Si se quiere establecer el valor umbral manualmente se debe tomar el valor de AGC cuando la antena esta apuntada correctamente, luego mover en azimut o elevación hasta desapuntar y tomar el valor de AGC en esta condición (piso de ruido), se calcula la diferencia entre el AGC cuando la antena está apuntada y desapuntada y el valor umbral será de un tercio a la mitad del valor de esa diferencia.</p>
<p style="text-align: center;">FREQ 1100 AGC 1234</p>	<p>Presionar ENTER para ingresar al sub menú de identificación de frecuencia del receptor. Esta es la frecuencia en banda L (950 a 2150 MHz.) que porta la señal a ser demodulada por el modem. Es un valor automático para control, pero puede ser modificado manualmente si se requiere. Se ingresa en modo edición y dígito a dígito se cambia el valor al deseado.</p> <p>Presionar al final ENTER si se quiere sintonizar el receptor a la frecuencia ingresada o NEXT para abortar y regresar al menú principal <i>Satellite</i>.</p>
<p style="text-align: center;">Baud 20000 AGC 1234</p>	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú de tasa de baudios. Al igual que la frecuencia del receptor este es un parámetro de control que, si se desea,</p>

	<p>puede ser modificado manualmente. Indica el valor numérico de la tasa de baudios (tasa de símbolos) que se usa para la fase de rastreo. Si se realiza el ingreso manual de la tasa de baudios su valor debe estar comprendido entre 3000 y 30000 coincidiendo con la tasa de símbolos de la portadora que se decidió rastrear.</p> <p>Presionar ENTER si se quiere establecer una tasa de baudios o NEXT si aborta el procedimiento y regresa al menú <i>Satellite</i>.</p>
	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú tono, el cual brinda la posibilidad de activar o desactivar el envío de una portadora limpia a 22 KHz desde la remota para labores de mantenimiento a distancia desde ciertos telepuertos. Para efectos del presente trabajo no fue necesaria la activación de esta portadora porque las labores de supervisión remota fueron realizadas a través del modem ya que el telepuerto con el que trabaja el sistema ubicado en BAEMARI (Advantech) no utiliza el servicio de portadora limpia.</p>
	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú Volt. Este parámetro selecciona la salida de tensión desde el receptor basada en la polarización de la antena. El equipo brinda la posibilidad de trabajar con polarización horizontal</p> <p>HORZ (18VDC), polarización circular anti horaria LHCP (18VDC), polarización vertical VERT (13VDC) o polarización circular horaria RHCP (13VDC).</p> <p>Como se ha descrito anteriormente la polarización con la que trabaja el sistema VENESAT-1 para este</p>

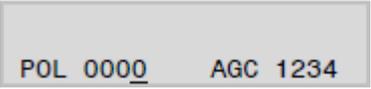
	<p>servicio es horizontal.</p> <p>Se entra en modo edición y se cambia el parámetro a HORZ y finalmente se presiona ENTER para fijar el valor.</p>
	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú FEC.</p> <p>La corrección de errores hacia adelante (Forward Error Correction o FEC) es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. Al no ser constantes las condiciones de trabajo del sistema es recomendable fijar el valor a AUTO. Incluir mayor número de bits de redundancia para la corrección de errores se podría traducir en aumento del retardo en la recepción.</p>
	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú NID.</p> <p>Este parámetro indica a través de un número hexadecimal de 4 cifras el identificador de red (Network ID) del transpondedor. Dejar en 0000 si el número NID que se tiene no es válido o es desconocido, esto desactivará la opción de identificación de la red.</p>

En la tabla 5 se presenta el menú *Antenna* y sus respectivos sub menús.

Tabla 5. Menú Antenna y sus respectivos sub menús.

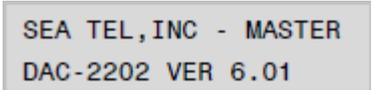
Display del ACU	Descripción
	<p>Desde cualquier menú principal presionar NEXT hasta que el menú <i>Antenna</i> sea mostrado. Aquí se tiene registrada la información de posicionamiento de la antena y al presionar cualquier flecha (ARRIBA, ABAJO, IZQUIERDA, DERECHA) desde esta ubicación estaremos realizando el</p>

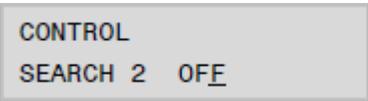
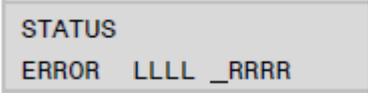
	movimiento deseado en la misma.
<div style="border: 1px solid gray; background-color: #e0e0e0; padding: 5px; width: fit-content;"> AZ 12<u>3</u>.4 # AGC 1234 </div>	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú azimut. Este parámetro permite variar la posición de azimut de la antena, recordando que el azimut no tiene tope mecánico en el pedestal el valor puede oscilar entre 000.0 y 359.9.</p> <p>El número mostrado en la línea inferior izquierda (#) corresponde al proceso de rastreo DishScan.</p> <p>Presionar ENTER para colocar la antena en el valor ingresado de azimut o NEXT para abortar y volver al menú <i>Antenna</i>.</p>
<div style="border: 1px solid gray; background-color: #e0e0e0; padding: 5px; width: fit-content;"> # EL 05<u>6</u>.7 AGC 1234 </div>	<p>Presionar ENTER para ingresar al sub menú elevación. Este parámetro permite variar la posición de elevación de la antena. El rango de valores con el que trabaja el parámetro va desde el 000.0 hasta 090.0. Al igual que en azimut el número mostrado en la línea inferior izquierda (#) corresponde al proceso de rastreo DishScan.</p> <p>Presionar ENTER para colocar la antena en el valor ingresado de elevación o NEXT para abortar y volver al menú <i>Antenna</i>.</p>
<div style="border: 1px solid gray; background-color: #e0e0e0; padding: 5px; width: fit-content;"> REL 23<u>4</u>.5 AGC 1234 </div>	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú azimut relativo. El valor del azimut relativo es la posición de la antena respecto a la proa del buque con rango que va desde 000.0 hasta 359.0 con 000.0 indicando que la antena se encuentra alineada con la proa. La principal función de este parámetro es la de establecer puntos donde la radiación sea peligrosa para el ser humano o se encuentre un obstáculo en la línea de vista de la antena para poder así programar zonas en las que se debe apagar la transmisión.</p>

	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú polarización. Al igual que para la posición de azimut y elevación, la polarización automática es el método predeterminado de ajuste de este eje. En caso de que se quiera optimizar la señal ajustando este valor se debe entrar en modo edición e ir incrementando o disminuyendo el parámetro supervisando el valor de AGC hasta obtener la mejor lectura de recepción. Se recomienda dejar el ajuste automático. Presionar ENTER para fijar el valor o NEXT para abortar y salir al menú <i>Antenna</i>.</p>
---	---

En la tabla 6 se presenta el menú *Status* y sus respectivos sub menús.

Tabla 6. Menú Status y sus respectivos sub menús.

Display del ACU	Descripción
	<p>Presionar NEXT desde cualquier menú principal hasta mostrar en el display el menú <i>Status</i>, el cual es el primer menú que se muestra una vez se encienda el ACU y en él se puede observar el modelo y versión del software del ACU.</p>
	<p>Presionar ENTER para desplegar el sub menú control de rastreo en el que se muestra la banda en la que está trabajando el sistema y el estado de la fase de rastreo. Para encender o apagar la fase de rastreo manualmente se puede presionar el botón TRACK o, en modo edición, nos colocamos bajo el parámetro que indica el estado de la misma y presionamos ARRIBA o ABAJO según sea el caso. Presionamos ENTER para salir del modo edición y revisamos el siguiente parámetro.</p>

	<p>Para seleccionar la banda de trabajo nos colocamos bajo la el parámetro en modo edición y buscamos la deseada. Aunque el sistema puede trabajar en banda C, X, Ku baja o Ku alta, debemos seleccionar la banda Ku baja (KuLo) que es la destinada en el VENESAT-1 para brindar el servicio.</p>
	<p>Presionar ENTER para acceder al sub menú control de búsqueda. Para iniciar la fase de búsqueda manualmente se activa el parámetro presionando DERECHA y luego ARRIBA. Para detener la búsqueda manual se realiza el procedimiento contrario. Presionar ENTER para salir del sub menú control de búsqueda.</p>
	<p>Presionar ENTER para ingresar al sub menú estado de errores. Aquí se muestra los errores que han ocurrido en el sistema, los primeros cuatro dígitos (LLLL) indican el número de veces que los mensajes de comunicación entre el ACU y el PCU no han sido recibidos correctamente. Ocasionalmente aparecen y se considera algo aceptable, pero más de diez veces por minuto indica que existe un problema que necesita atenderse.</p> <p>El segundo grupo de números (RRRR) indica la suma de los errores discretos que han ocurrido mas no indica el número de veces que ha ocurrido uno en particular.</p> <p>Los errores discretos vienen descritos por el siguiente valor numérico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 128: Satélite fuera de rango • 64: Reservado

	<ul style="list-style-type: none"> • 32: Reservado • 16: Error en el DishScan • 8: Error en el pedestal • 4: Falla en la comunicación ACU-PCU • 2: Mala conversión de datos del girocompás síncrono • 1: Error de lectura del girocompás <p>Presionando ARRIBA y luego ENTER se limpia la cuenta de errores, el código de los mismos y apaga el LED de Error a menos que el problema no sea solucionado y los parámetros indiquen el error persistente.</p>
--	---

Parámetros de sistema (menú SETUP).

Al presionar los botones IZQUIERDA y DERECHA por un lapso aproximado de seis segundos se desplegará el sub menú SETUP para ingreso o supervisión de importantes parámetros del sistema. Los mismos se presentan a continuación en detalle.

EL TRIM.

Es un parámetro para compensar la elevación de la antena y se introduce en décimas de grados. Ajusta errores en la elevación que se traducen en la mala alineación de la antena. Incrementar el número se traduce en incrementar el ajuste, éste se realiza entrando en modo edición e incrementando o disminuyendo el valor en grados que se nos muestra. Para fijar el valor presionar ENTER, para abortar presionar NEXT.

AZ TRIM.

Parámetro que compensa el azimut de la antena por errores en el momento de la instalación. Al igual que el ajuste de elevación se introduce el valor en décimas de grados y sólo afecta al azimut de posicionamiento de la antena, no al relativo (REL azimut). Incrementar el número se traduce en incrementar el ajuste, éste se realiza entrando en modo edición e incrementando o disminuyendo el valor en grados que se nos muestra. Presionar ENTER para fijar el valor o NEXT para abortar.

Una vez finalizado el ajuste de compensación tanto en elevación como en azimut se debe reorientar la antena al satélite varias veces para verificar que se está apuntando a una dirección, a lo sumo, +/- 1.0 grados de donde se supone que debe estar localizada la señal del satélite.

AUTO THRES.

Establece el desplazamiento del umbral de señal recibida (AGC) sobre el piso de ruido promedio. El valor se expresa en conteos A/D en donde 20 conteos representan un dB aproximadamente. Establecer el parámetro en 0 desactiva el AUTO THRES por lo que el operador deberá ingresar un valor umbral manualmente. Cuando está habilitado el ACU reestablece el valor umbral para que la antena pueda realizar la búsqueda o rastreo. El umbral de AGC se establece tomando el promedio de señal recibida con la antena desapuntada (piso de ruido) y adicionando el valor de desplazamiento (AUTO THRES). De manera predeterminada el parámetro se encuentra establecido en 100 conteos (3 dB) y se considera un valor típico y correcto para la configuración del sistema. La principal razón para cambiar el valor es la presencia de un satélite próximo al que deseamos apuntar, si no es el caso se recomienda no modificar el parámetro.

EL STEP SIZE.

Establece la sensibilidad de elevación para el DishScan en la fase de rastreo de la antena. Las unidades corresponden a pasos del pedestal. Para realizar de forma óptima el DishScan el parámetro debe estar fijado en 0000, de no ser así presionar ENTER y a través del modo edición ingresar 0000.

AZ STEP SIZE.

Establece la sensibilidad de azimut para el DishScan en la fase de rastreo de la antena. Las unidades corresponden a pasos del pedestal. Para realizar de forma óptima el DishScan el parámetro debe estar fijado en 0000, de no ser así presionar IZQUIERDA y a través del modo edición ingresar 0000.

STEP INTEGRAL.

Define el tiempo de integración para el modo de rastreo. Las unidades están dadas en ciclos de tiempo del procesador y deben estar por defecto en 0000 para optimizar el DishScan, de no ser así se debe presionar IZQUIERDA para entrar en modo edición y modificar el parámetro.

SEARCH INC.

Establece el tamaño del incremento a ser implementado en la fase de búsqueda, sus unidades corresponden a pasos del pedestal. La configuración sugerida es igual a la mitad del ancho de haz de la antena (valor por defecto 10). Ingresar en modo edición para ingresar un nuevo valor pero se recomienda dejar el incremento por defecto.

SEARCH LIMIT.

Establece el tamaño máximo de la caja del patrón de búsqueda. Las unidades corresponden a pasos del pedestal y por defecto se establece en 100 ó 10 incrementos (SEARCH INC).

SEARCH DELAY.

Establece el tiempo que debe transcurrir para el inicio automático de la búsqueda de señal tras la reducción de su nivel por debajo del valor umbral. El rango va de 0 a 255 segundos. Al ingresar 0000 se desactiva la búsqueda automática lo que no se recomienda.

SYSTEM TYPE.

Selecciona opciones del sistema de acuerdo a la tabla 7. Sume todas las opciones que desee para determinar el valor de parámetro adecuado.

Tabla 7. Valor discreto de funciones del SYSTEM TYPE.

Valor discreto	Función
128	Para cambiar la polaridad de salida del modem cuando se tenga una fuente de AGC externa (inactivo por defecto).
64	Habilita la energización del LNB (activado por defecto).
32	Habilita el despliegue del azimut relativo en el display del equipo en lugar del valor de azimut de la antena cuando se está realizando el rastreo (inhabilitado por defecto).
16	Habilita la inversión de transmisión sólo si se nota que el sistema realiza transmisión en zonas de bloqueo y no la realiza en zonas libres de obstáculos (inactivo por defecto).
8	Reservado.
4	Habilitar esta función causará que el ACU redirija la antena a la

	posición calculada del satélite en lugar de regresar al origen cuando se presente una falla en la fase de búsqueda. (Habilitada por defecto).
2	Para habilitar una fuente de AGC externa (inactivo por defecto).
1	Habilitar esta función causará que el ACU redirija la antena a la posición calculada del satélite siempre que se presione el botón RESET en lugar de solamente resetear los procesos internos del ACU (inhabilitado por defecto).

El valor de SYSTEM TYPE por defecto es 68 y no se recomienda modificarlo.

GYRO TYPE.

Selecciona el tipo de girocompás con que trabajará el sistema. En la tabla 8 se presentan las distintas configuraciones que admite el ACU.

Tabla 8. Tipo de girocompás y su valor.

Valor de GYRO TYPE	Tipo de girocompás
362	360:1 Sincro con convertidor Sincro/Digital.
360	360:1 Sincro con convertidor paso a paso.
90	90:1 Sincro con convertidor Sincro/Digital.
36	36:1 Sincro con convertidor Sincro/Digital.
2	Paso a paso o NMEA
1	1:1 Sincro con convertidor Sincro/Digital.
0	No hay girocompás.

Por defecto establecimos el valor en 2 ya que todos los girocompases de los buques de la Armada y de PDVSA trabajan con el protocolo NMEA.

POLANG TYPE.

Se establece por defecto en 0072 para la polarización automática lo que se traduce en que el sistema ajustará la polarización cada dos segundos de acuerdo a la latitud y longitud del buque y la longitud del satélite. Se establece en 0009 para el ajuste manual de la polarización solo en el caso que se deseen realizar pruebas en el motor de polarización. Se recomienda dejar la configuración automática.

POL OFFSET.

Inicialmente el valor se encuentra establecido por defecto en 0030, pero puede incrementarse o disminuirse para calibrar el alimentador de la antena con el horizonte a través de un nivel de burbuja instalado en el pedestal de la misma. Cada incremento representa un grado. No se recomienda modificar si se encuentra activada la polarización automática.

POL SCALE.

Mantener siempre en el valor por defecto 0090.

AZ LIMIT.

Establece zonas de bloqueo en la transmisión. El ACU puede ser programado con sectores de azimut relativo (zonas) donde se encuentren obstáculos o en donde la radiación producto de la transmisión pueda ser peligrosa para el personal que allí se encuentre. Hasta 4 zonas de bloqueo distintas se pueden programar y una vez que se configuren, si así es el caso, al sistema le ocurrirá lo siguiente una vez se encuentre en una:

1. La antena continúa el seguimiento del satélite mientras el nivel de señal (AGC) sea mayor al valor umbral establecido. Si el nivel de AGC baja más allá del valor de umbral fijado la antena esperará (SEARCH DELAY) segundos y luego reapuntará al satélite.

2. Aparecerá el parámetro BLOCKED en el display del ACU cuando se ingrese en el sub menú control de rastreo.

La configuración de los límites de la zona de bloqueo se realiza tomando el parámetro AZ LIMIT 1 como límite bajo de la zona, se toma el punto límite medido en sentido anti horario. AZ LIMIT 2 es el límite alto de la zona y se toma el punto límite en sentido horario. Luego ingresamos el valor de elevación que represente la cima del obstáculo o sector a bloquear que se encuentre dentro de los límites de azimut recién ingresados y establecemos el parámetro EL LIMIT 12.

Se repite el procedimiento si así se desea hasta un máximo de cuatro veces (cuatro zonas). En la figura 15 se muestra un ejemplo de cómo quedaría definida una zona de bloqueo en el buque.

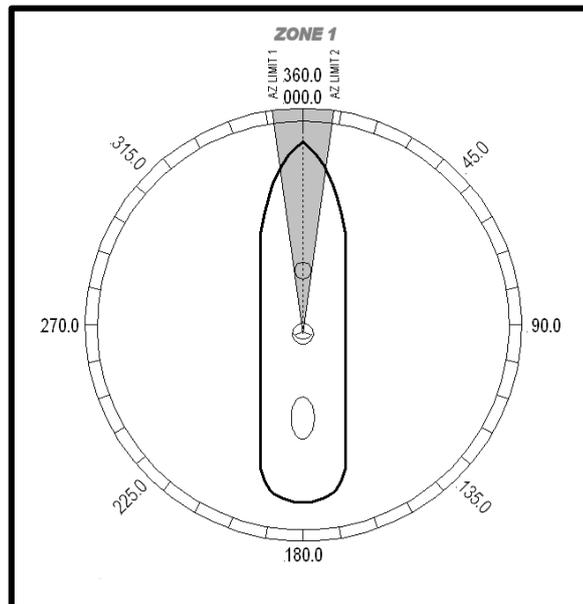


Figura 15. Zona de bloqueo definida [19]

TX POLARITY.

Establece la polarización de transmisión. Como la recepción se efectúa en polarización horizontal el valor ingresado debe ser el que indique la polarización de transmisión vertical. (2=Horizontal porque 4=Vertical).

TRACK DISP.

Este parámetro establece la selección de bandas de frecuencias que se observan en el sub menú control de rastreo. Para el VENESAT-1 debe dejarse el valor en 0190 (Banda Ku).

SAVE NEW PARAMETERS.

Presionar DERECHA y luego ENTER para guardar en la memoria no volátil del ACU los cambios hechos hasta ahora. Esto quiere decir que si se sufre una pérdida de energía eléctrica al volver a energizar no se perderán los ajustes realizados.

REMOTE COMMAND.

Parámetro para enviar comandos de diagnóstico al PCU desde el ACU. Uso exclusivo SEATEL INC.

REMOTE MONITOR.

Parámetro para monitorear el resultado de un comando de diagnóstico enviado al PCU. Uso exclusivo de SEATEL INC.

SAT REF MODE.

La data proveniente del girocompás del buque puede ser precisa en condiciones estáticas pero puede que no sea lo suficientemente estable en ciertas condiciones dinámicas extremas. Si se experimentan errores de lectura del giro de forma constante o frecuente o si se el sistema se encuentra trabajando con un girocompás de protocolo NMEA (como es siempre el caso) el parámetro debe estar encendido. Esto desconecta momentáneamente la comunicación entre el girocompás y el ACU para evitar que largas cadenas de errores en su lectura se traduzcan en el desapuntamiento de la antena. Mientras dure la interrupción utilizará la referencia de la ubicación satelital y el DishScan como medidas de posicionamiento. Está diseñado para no interrumpir la comunicación entre el girocompás y el ACU por más de unos pocos segundos.

REMOTE TILT.

Permite el acceso a los comandos de ajuste de inclinación. Uso exclusivo de SEATEL INC.

REMOTE PARAMETERS.

Permite el guardado en la memoria no volátil de los comandos remotos cambiados. Uso exclusivo de SEATEL INC.

REMOTE UPLOAD.

Permite la carga de nuevo software para el ACU. Uso exclusivo de SEATEL INC.

El Terminal Mounting Strip.

Como complemento del ACU se encuentra una extensión para la conexión de equipos que se denomina “Terminal Mounting Strip” la cual se fija en la parte posterior del rack donde van instalados los equipos bajo cubierta y sirve como interfaz de conexión entre el girocompás de la embarcación y el ACU. En la figura 16 se observa una representación gráfica de su estructura.

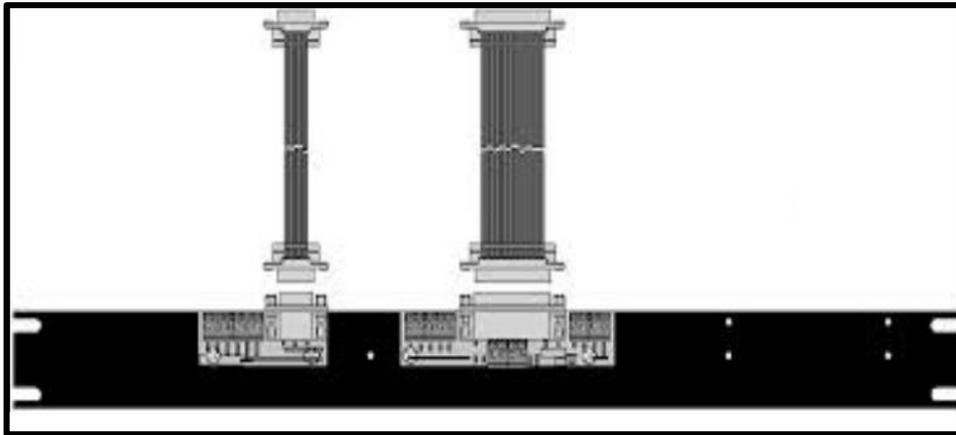


Figura 16. Representación del Terminal Mounting Strip. [20]

El Base Multiplexer Panel.

Otro complemento del ACU es el “Base Multiplexer Panel”, también fijado en el panel posterior del rack, que tiene la tarea de llevar la señal recibida, ya en frecuencia intermedia (banda L), para el ACU y para el modem. En la figura 17 se muestra una representación gráfica de su estructura.

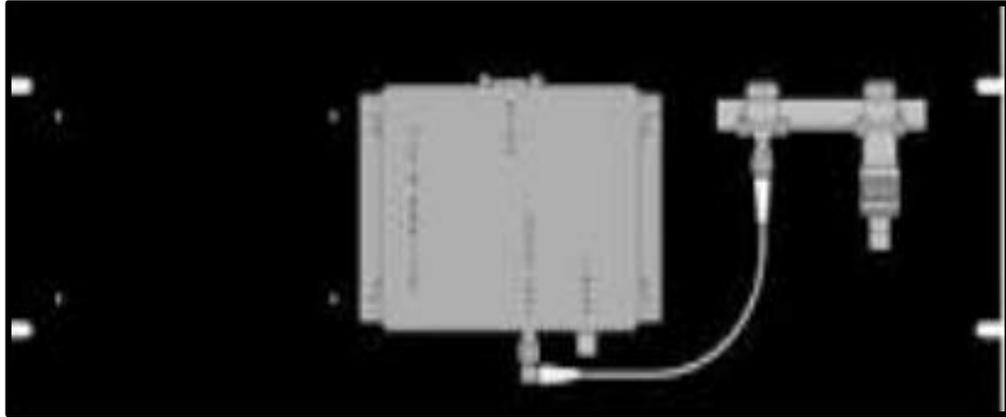


Figura 17. Representación del Base Multiplexer Panel. [20]

El modem.

Finalmente el equipo bajo cubierta que falta para el funcionamiento mínimo del sistema es el modem. El mismo proveedor (Advantech) que suministra IDUs para el sistema de remotas fijas de CANTV, proporciona un modelo que trabaja con el sistema auto-tracking.

El modem modelo 6120 está diseñado para ser montado en un rack de 19 pulgadas. Su panel frontal (ver figura 18) contiene seis indicadores de LEDs que presentamos a continuación (de izquierda a derecha):



Figura 18. Panel frontal del modem 6120 [21]

- LED de encendido - Verde. Indica que el equipo está encendido.
- LED de estado - Verde. Indica que el modem está activo si está fijo. Si parpadea el modem se encuentra en estado “Hold”.

- LED de enlace - Ámbar. Indica que el puerto ETH1 está conectado.
- LED de actividad - Ámbar. Indica la actividad del puerto ETH1.
- LED de Rx - Verde. Si está encendido indica que el enlace de recepción fue adquirido. Si parpadea indica que el sintonizador está bloqueado.
- LED de Tx - Verde. Indica que el enlace de transmisión fue adquirido.

3.1.3 Operación del sistema auto-tracking VSAT.

A continuación se presentan las fases por las que el sistema debe pasar antes de considerarse operativo.

3.1.3.1 Inicialización de la antena.

Al encender la Unidad Controladora de la Antena (ACU) y la fuente de poder localizada en el pedestal, la Unidad Controladora de Pedestal de la Antena (PCU) verificará que los equipos adjuntos se encuentren alineados con el horizonte. Inmediatamente la antena cumplirá con una serie de pasos listados abajo que permitirán el inicio del sistema mecánico de la misma. Estos pasos establecerán los valores de polarización, elevación, azimut y de nivel a posiciones predeterminadas de inicio.

1. El nivel es impulsado en sentido anti horario hasta alcanzar su tope mecánico, luego recorre en sentido horario hasta alcanzar un ángulo de cuarenta y cinco grados.
2. Se activa el eje de elevación. Es necesario que el nivel realice la calibración a cuarenta y cinco grados para que el motor de elevación se ponga en estado operativo.
3. Se activa el eje de polarización. Esto resulta en el eje del motor de polarización girando para comprobar su movilidad.
4. Se activa el eje de azimut. La antena recorre el azimut hasta que la señal “Home Flag” es recibida por la Unidad Controladora de Pedestal. Esta señal es producida por un sensor cuando está próximo a un imán montado

en el engranaje de conducción del eje. Con este propósito en el domo de protección existe una marca que señala la dirección en que debe ser instalado el mismo haciendo coincidir esta marca con la proa del buque. Dicha marca señala el punto en el que el sensor del azimut se encuentra con el imán que genera la señal “Home Flag”.

Al cumplirse estos cuatro pasos la elevación de la antena debe ser de cuarenta y cinco grados y su azimut debe coincidir con la proa del buque. La antena está inicializada y lista para su configuración de operación.

Cuando se energicen los equipos bajo cubierta, el display del ACU inicialmente mostrará “SEA TEL INC - MASTER” y la versión del software del ACU (DAC-2202 VER 6.xx). Aproximadamente diez segundos después el display cambiará a “SEA TEL INC - REMOTE” y luego “INITIALIZING” por aproximadamente dos minutos mientras la Unidad Controladora de Pedestal completa el proceso de inicialización descrito anteriormente.

Presionar NEXT hasta que el menú SHIP es desplegado para chequear los valores de latitud, longitud y el rumbo. Ingresamos los valores de latitud y longitud correspondientes a la zona donde se encuentre la embarcación y una vez en el submenú deseado nos desplazamos por los dígitos e incrementamos o disminuimos el valor de acuerdo nuestra ubicación. El valor de rumbo por defecto es 000.0, y se debe ingresar el valor de rumbo que muestre el girocompás del buque. Una vez finalizado el ingreso de valores presionamos NEXT para regresar al menú SHIP.

3.1.3.2 Búsqueda de la señal.

La búsqueda inicia automáticamente inmediatamente después de la inicialización a partir de los datos de ubicación de la embarcación y del satélite introducidos al ACU, igualmente se puede realizar manualmente accediendo al submenú SEARCH y activándola. El procedimiento utilizado para buscar la señal del satélite se denomina patrón de caja y consiste en que el ACU mueva

automáticamente la antena en una búsqueda en espiral dentro de una región con forma de caja hasta que se reciba una señal cuya intensidad sea mayor al umbral establecido en el equipo.

Una vez iniciado el proceso de búsqueda el ACU calcula los valores de azimut, elevación y polarización para apuntar a la antena. Inmediatamente la misma irá a una posición que es ocho grados por encima del azimut calculado hasta que elevación, azimut y polarización hayan tenido tiempo para completar el ajuste, luego la antena se ubicará en la elevación calculada originalmente siendo éste el punto de partida (Start) del patrón de caja mostrado en la figura 19.

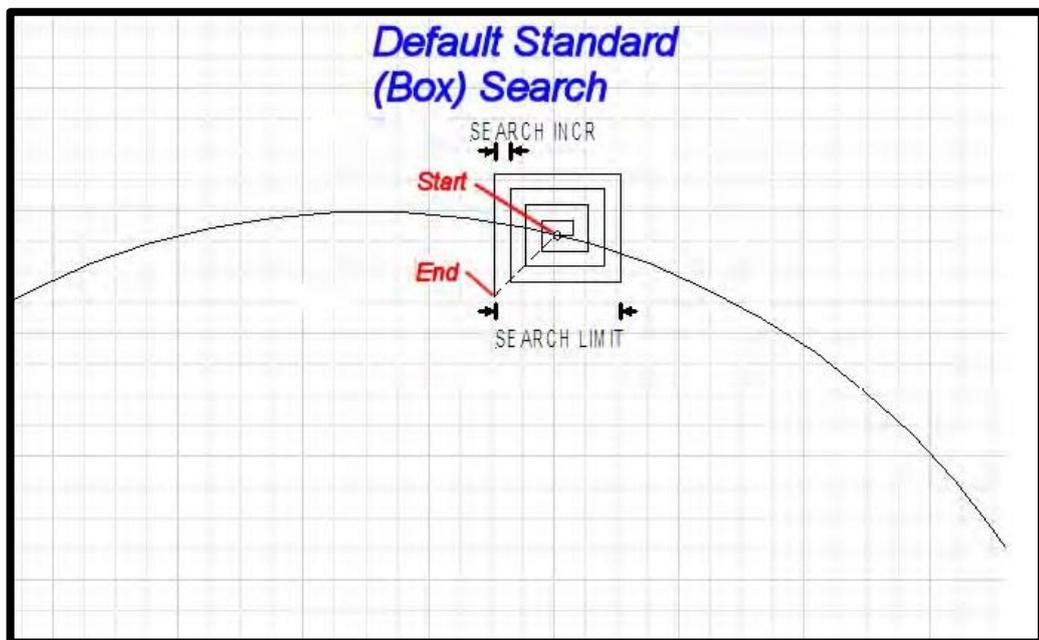


Figura 19. Esquema gráfico patrón de caja [19]

Es entonces cuando la antena inicia la búsqueda primero con un incremento en azimut, luego un incremento en elevación seguido de dos decrementos en azimut, dos decrementos en elevación, luego tres incrementos en azimut y así sucesivamente elevación y azimut se incrementan/disminuyen hasta que se alcance el tope de la caja o SEARCH LIMIT (ver figura 19), una vez llegado ahí el ACU redirigirá la antena al punto de inicio del patrón (Start) y si la señal fue encontrada en ésta o cualquier otra posición del estudio el nivel de recepción de señal (AGC) será mayor que el valor umbral determinado. Se activa

el rastreo (LED de *Tracking* encendido) y automáticamente posiciona la antena para obtener la máxima recepción del satélite. Si la señal del satélite no es encontrada el LED de *Tracking* parpadeará por un período corto de tiempo y seguidamente el LED de *Search* se enciende, el ACU esperará un tiempo específico (SEARCH DELAY) y realizará el patrón de búsqueda nuevamente. Éste ciclo continuará hasta que se encuentre la señal deseada o hasta que el operador intervenga para detenerla.

3.1.3.2 Rastreo de la señal.

El rastreo, controlado por el ACU, es el ajuste fino que realiza la antena para maximizar el nivel de señal recibida (AGC), se puede habilitar y deshabilitar manualmente esta fase presionando el botón TRACK en el panel frontal del ACU (ver figura 3) o se activa automáticamente una vez finalice la fase de búsqueda. Si mientras se realiza este procedimiento se está en el sub menú de azimut o elevación se observaran los ajustes que el DishScan realiza en el dígito (2, 4, 6, 8) que se muestra en la segunda línea en el display del ACU. Cada 2 indica un paso de elevación hacia abajo, cada 4 indica un paso en sentido anti horario de azimut, cada 6 indica un paso en sentido horario de azimut y cada 8 indica un paso de elevación hacia arriba.

3.1.4 Instalación del sistema auto-tracking VSAT.

La Coordinación de Despliegue Satelital de CANTV dispone de una camioneta modelo Dodge Dakota (ver figura 20) sobre la cual se plantea que sea instalado el sistema auto tracking de prueba. En la tabla 9 presentamos algunos datos de interés de la caja de carga del mencionado vehículo.

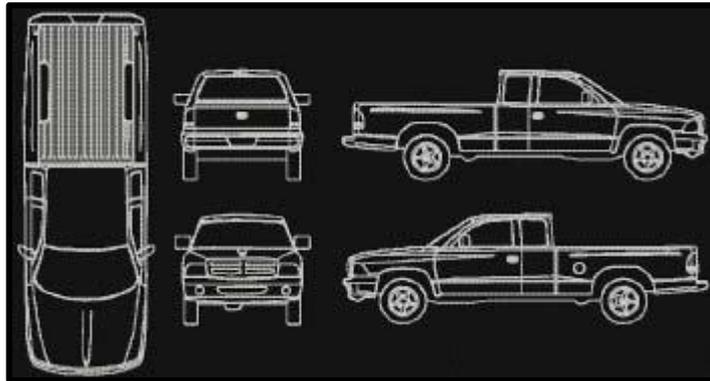


Figura 20. Esquema de la Dodge Dakota [22]

Tabla 9. Dimensiones de la caja de carga de la Dodge Dakota.

Especificación técnica	Dimensión (m)
Longitud de la caja con puerta cerrada.	2
Longitud de la caja con puerta abierta.	2,55
Ancho interior máximo.	1,52
Distancia entre parafangos.	1,15
Profundidad.	0,447

Las dimensiones de la caja de carga presentan unas limitaciones de espacio para instalar directamente sobre el piso de la misma el grupo de equipos sobrecubierta, de acuerdo a la figura 21 (y en azul) la distancia entre parafangos es insuficiente para que en ella quepa la base del domo (1,33 m.), por lo tanto se debe soldar un mástil al centro del piso de la caja de carga cuya altura debe ser por lo menos 20 centímetros para sortear sin problemas la profundidad de la misma.

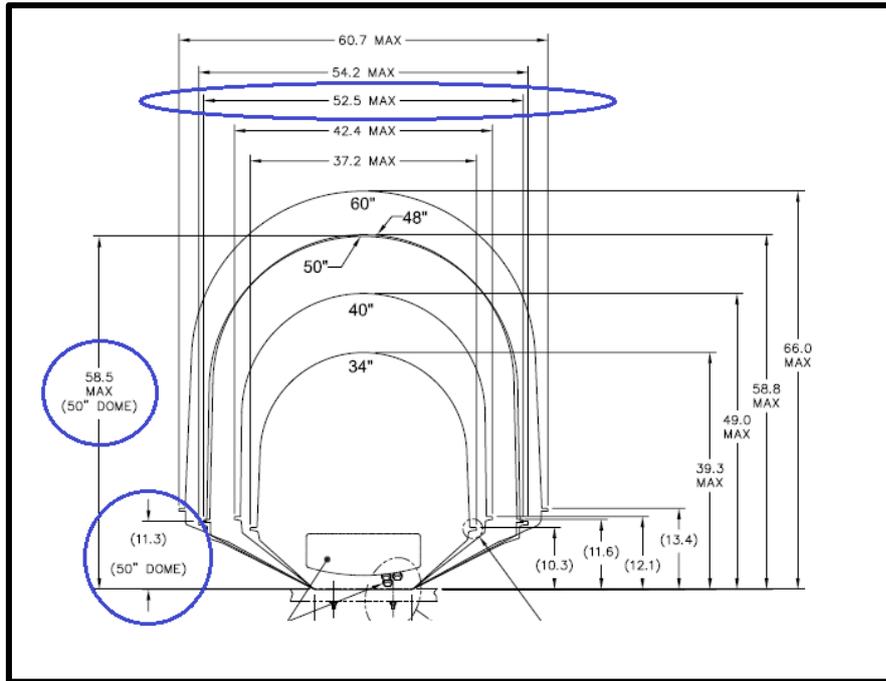


Figura 21. Dimensiones físicas del domo de protección. [19]

El mástil debe presentar en su terminal superior el esquema mostrado en la figura 22 para que se puedan instalar sin inconvenientes el grupo de equipos sobrecubierta.

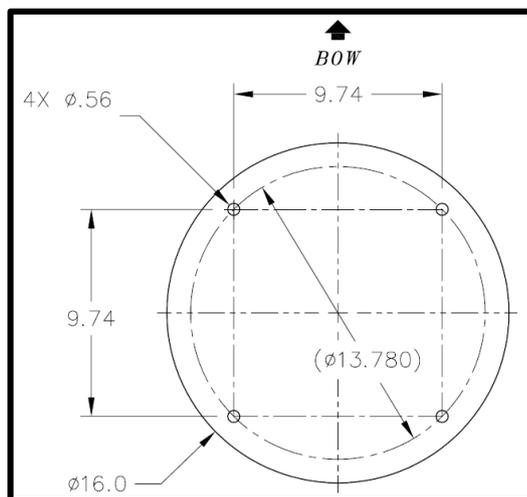


Figura 22. Dimensiones de la parte superior del mástil. [19]

Éste consta de un disco hueco con diámetro interior de 35 centímetros y diámetro exterior mínimo de 40,64 centímetros (mínimo diámetro para que sostenga la base del domo de protección). En el círculo interior se encuentra

inscrito un cuadrado con lados de 24,73 centímetros para que cada vértice coincida con la posición en la que se colocará uno de los cuatro tornillos de fijación de la base del domo de protección.

Se debe utilizar 30 metros de cable coaxial RG-8 tanto para transmisión como para recepción establecido así en el estándar de instalación de Antenas Marítimas Auto tracking generado por CANTV. Se realiza la conexión en la placa terminal ubicada a un lado de la caja de alimentación eléctrica (ver figura 23) valiéndose de la colocación de dos terminales macho tipo N (uno para el cable Tx y otro para el Rx).



Figura 23. Placa terminal para Tx y Rx antes (izquierda) y después (derecha) de realizar las conexiones.

Se tiene planteado realizar el tendido del cable hacia la cabina de la camioneta por lo que se debe realizar un corte circular en la parte trasera de la carrocería de la misma y aislar los bordes con anillos de goma para permitir solo el paso de los cables de transmisión, recepción y alimentación AC.

Para el sistema de pruebas planteado se debe realizar la instalación de un girocompás con interfaz NMEA (ya sea 0183 o 2000) dado que en la totalidad de la flota, tanto de la Armada como de PDVSA, se encuentran instalados instrumentos con esta especificación técnica. El girocompás de estado sólido (ver

figura 24) se debe instalar cuando el vehículo se encuentre lo más alineado posible con el horizonte y la marca de proa debe coincidir con la parte frontal de la camioneta. Una vez fijado lo más cerca posible al centro de gravedad del vehículo (se plantea que se instale en el piso de la cabina entre el puesto del piloto y del copiloto) se procede a realizar la conexión a través del puerto NMEA 0183 o NMEA 2000.



Figura 24. Girocompás de estado sólido. [23]

En el interior de la cabina se tiene la intención de remover los asientos traseros y utilizar todo el espacio disponible para la instalación de los equipos bajo cubierta. Se instalará un rack abierto de cuatro unidades como el que se muestra en la figura 25 para fijar el ACU, el modem, el Terminal Mounting Strip y el Base Multiplexer Panel.



Figura 25. Rack abierto de 4U. [24]

Una vez fijado el rack se procederá al montaje de los equipos bajo cubierta para así comenzar las interconexiones.

Debido a los distintos tipos de girocompases que el sistema soporta el Terminal Mounting Strip (TMS) está provisto con una cantidad de puertos que hacen posible la conexión con cualquiera que sea su especificación técnica. Se debe conectar el cable plano de nueve pines desde el TMS al puerto NMEA ubicado en el panel posterior del ACU, igualmente se debe conectar el cable plano de veinticinco pines desde el TMS al puerto SHIP GYRO del ACU. Para esto debemos tomar en consideración los terminales del TMS que se presentan en la figura 26 y se describen a continuación:

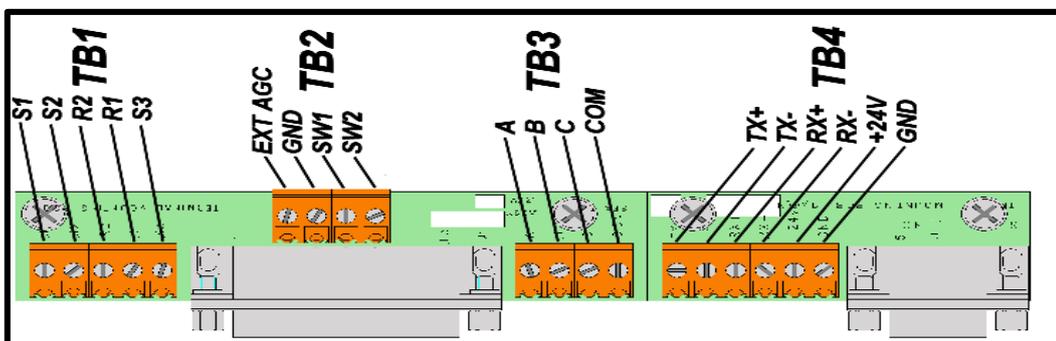


Figura 26. Terminales del TMS. [20]

- TB-1: Corresponde a los puertos de conexión de un girocompás síncrono.

- TB-2: Corresponde a conexiones de control para alarmas externas a conectar las cuales se activarían en caso de haber configurado un bloqueo de zona (SW2) o al generar un tono de 22 kHz (SW1), para uso exclusivo de aplicaciones SCPC.
- TB-3: Corresponde a los puertos de conexión de un girocompás paso a paso.
- TB-4: Corresponde a los puertos de conexión de un girocompás NMEA, GPS del buque y modem. Esta es la única conexión que se realizará con el TMS y el resultado se muestra en la figura 27.

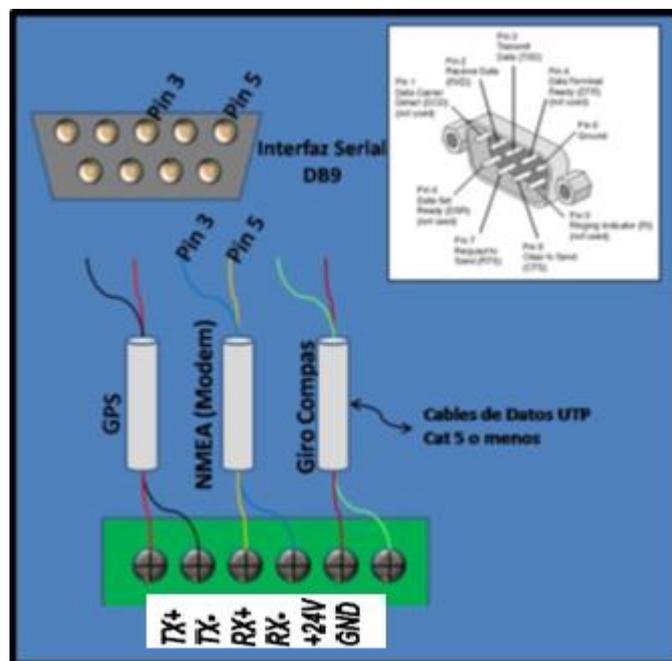


Figura 27. Conexión del terminal TB4 del TMS. [25]

Una vez realizada la conexión de los elementos de comunicaciones se procede a realizar las conexiones de energización tanto de los equipos sobre cubierta como de los bajo cubierta, para esto se plantea la instalación de un inversor de corriente conectado directamente a la batería del vehículo. En la figura 28 se presenta el inversor y sus especificaciones técnicas.

VOLTAJE DE ENTRADA	12 VDC / 100 Amp	
VOLTAJE DE SALIDA	115 VAC ± 5 % / 60 Hz	
POTENCIA MÁXIMA (W)	1000 WATTS Continuos	
POTENCIA MÁXIMA DE ARRANQUE	2000 WATTS - 0,3 Seg.	
FUSIBLE - TIPO AUTOMOTRIZ	20 Amp.	
DIMENSIONES (mm.)	64,0 x 170,0 x 290,0	
PESO (Kgrs.)	2,100	
CONEXIÓN DE ENTRADA	Directa a la Batería	
CONEXIÓN DE SALIDA	3 tomas tipo NEMA 5-15 R	

Figura 28. Inversor de corriente y sus especificaciones técnicas. [26]

El pedestal de la antena, el ACU, el modem, un router promedio y una laptop promedio tienen el régimen de consumo de potencia aproximado que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Requerimiento de energización de los equipos del sistema.

Equipo	Tensión de alimentación (VAC)	Consumo de potencia (W)
Pedestal de la antena	110	100
ACU	110	60
Modem S6120	110	60
Router promedio	110	10
Laptop promedio	110	70

En total el sistema consume aproximadamente 300 W por lo que el inversor planteado debería cumplir sin problemas con la demanda del sistema.

3.1.5 Configuración final del sistema auto-tracking VSAT.

Una vez se tenga instalado el sistema en su totalidad se procederá a realizar la configuración final para que en futuros encendidos se trabaje directamente con el enlace operativo. Para realizar la configuración más exhaustiva del modem (en condiciones de fábrica), referirse al Trabajo Especial de Grado del Ingeniero Carlos Cabrera Altuna presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela en el año 2012 “Diseño de un manual de

procedimientos para la evaluación de los componentes pertenecientes a las instalaciones satelitales VSAT de CANTV”. Para el presente trabajo damos por hecho que los archivos de configuración del modem ya han sido cargados y que solo debe realizarse la configuración de la dirección IP, su respectiva configuración DHCP y activar los parámetros para trabajar con el sistema auto-tracking.

Se necesita un cable UTP para conectar una máquina al modem. Se debe ingresar a conexiones de red, cambiar la dirección IP y colocar una dirección fija la cual debe ser 10.10.10.10 (del modem por defecto) en el gateway, máscara 255.255.255.0 y la IP de la Laptop debe ser 10.10.10.11. Al ingresar la IP del modem en el navegador nos encontramos con la siguiente pantalla (figura 29).

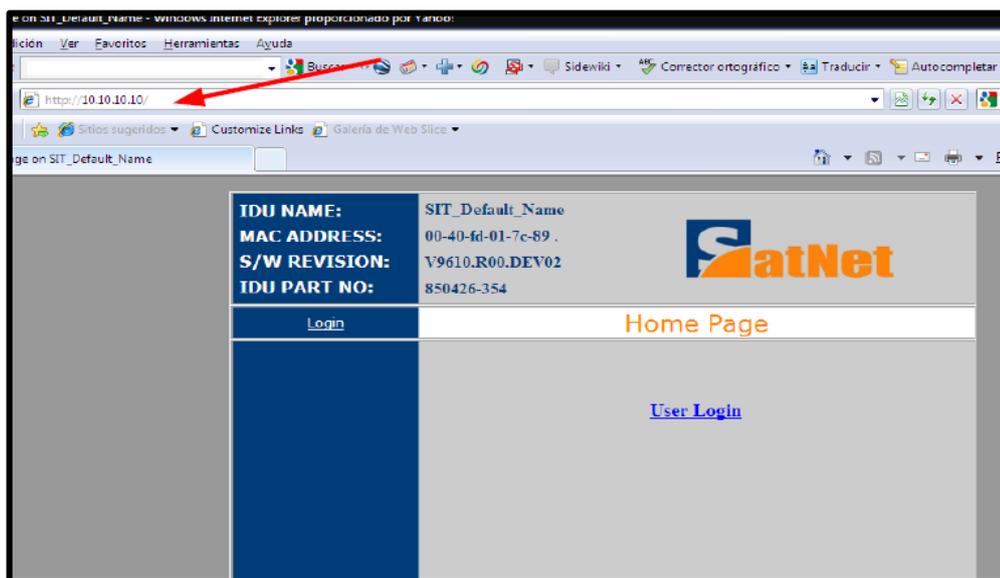


Figura 29. Pantalla de configuración del modem.

Ingresamos en el sistema colocando en el usuario: *installer* y contraseña: *ins001pwd*. Se ingresa al sub menú “Network Configuration” (ver figura 30), en el campo “SIT Ethernet I/F IP Address” se ingresa la dirección IP de tráfico asignada por el HUB. En el campo “SIT Ethernet I/F IP Mask” se debe colocar 255.255.255.240, la cual corresponde a la máscara del modem. En el campo “SIT Satellite I/F OAM IP Address” se debe colocar la dirección IP de OAM asignada por el HUB.

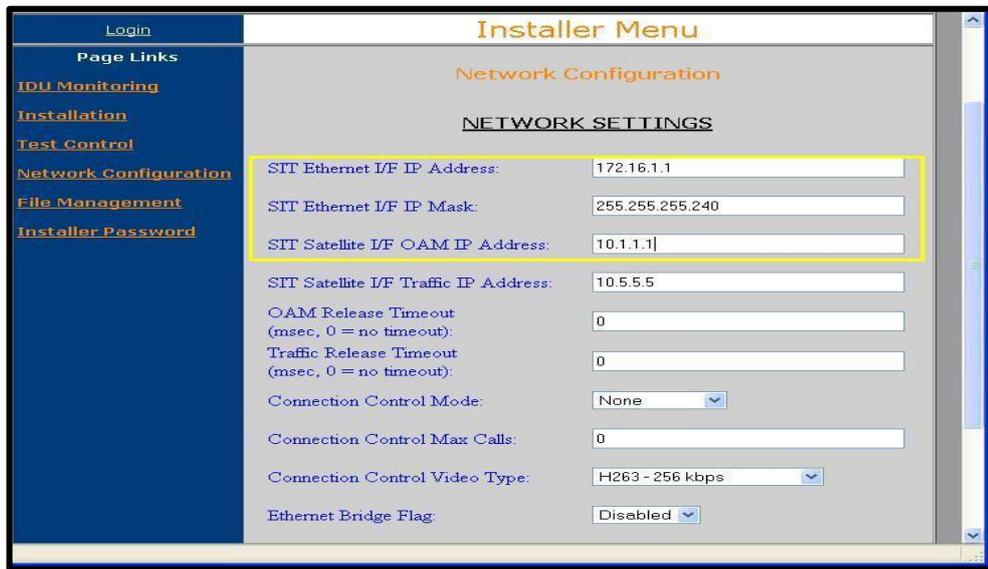


Figura 30. Submenú Network Configuration.

En el mismo menú “Installer” ingresamos ahora al submenú “Installation” (figura 31) y se habilita el modelo de ACU a utilizar y habilitar la configuración al GPS, además de modificar el tamaño de la antena a un metro o cien centímetros.

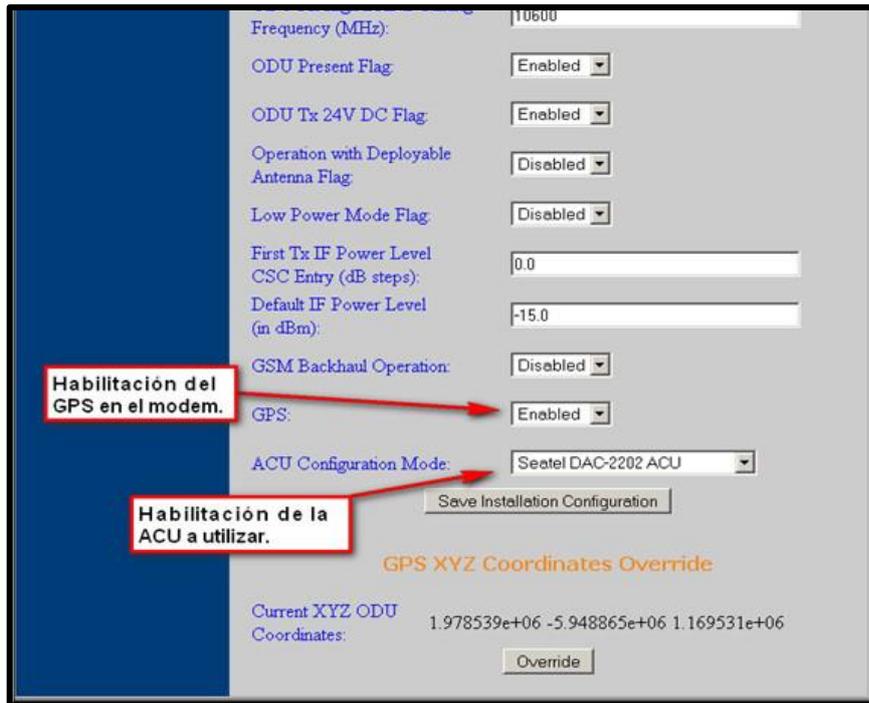


Figura 31. Submenú Installation.

Se guarda la información y se reinicia el modem. Mientras esto sucede nos disponemos a cambiar la configuración de red de la máquina ya que la IP del modem cambió. Al ingresar los nuevos valores ingresamos en el navegador la nueva IP. Esta vez el usuario que utilizaremos para ingresar a la configuración del modem es *superuser* y la contraseña es *su001pwd*, nos desplazamos al submenú DHCP Management (figura 32) y realizamos la configuración DHCP de acuerdo a la nueva IP que configuramos.

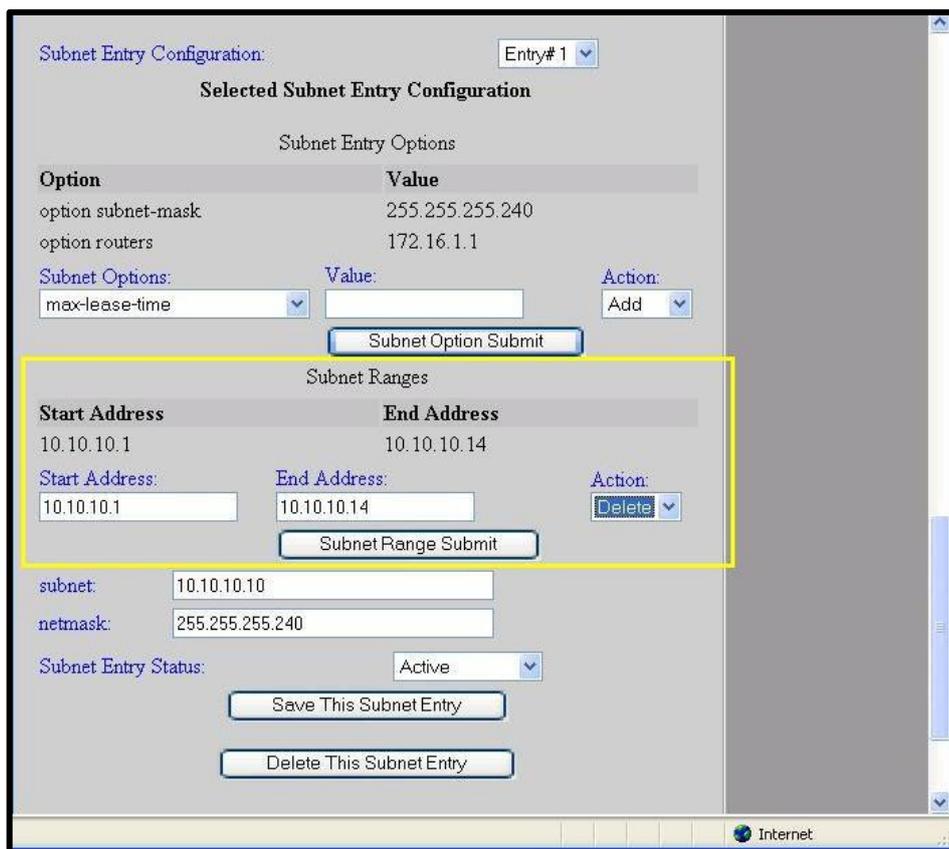


Figura 32. Submenú DHCP Managemet.

En “option routers” colocamos la dirección IP del modem, en “Start Address” colocamos la primera IP (un valor superior a la del modem) y en “End Address” colocamos un valor de IP doce veces superior a la IP de inicio. En el parámetro “subnet” colocamos una IP cuyo valor sea un dígito menor que la IP del modem. Se guarda la información, el equipo se reinicia y se da por terminada la configuración del modem.

Para que el modem y el ACU puedan establecer comunicación debemos configurar la nueva IP del ACU para que trabaje en la subred configurada anteriormente. Para esto debemos conectar el ACU con la laptop a través del puerto Ethernet, fijar la dirección 192.168.30.195 (del ACU por defecto) como puerta de enlace, la máscara por defecto es 255.255.255.248 y le asignamos a la máquina la dirección IP 192.168.30.196. Al ingresar en el navegador la IP del

ACU se nos desplegará el software denominado “Communication Interface” a través de una página HTML la cual es la pantalla que se presenta en la figura 33.



Figura 33. Menú principal del ACU.

En la tabla 11 se describe cada uno de los parámetros que se señalan en la figura 33.

Tabla 11. Parámetros del menú principal del ACU.

Número	Descripción
1	Al dar clic se despliega el submenú “Port Settings”.
2	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 1”.
3	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 2”.
4	Muestra la versión del software que actualmente posee el ACU.
5	Al dar clic se despliega el submenú “Status”.
6	Muestra la versión del software que actualmente posee el PCU.
7	Muestra la versión del software que actualmente posee el Communication Interface.
8	Los campos de números de seriales no se encuentran en uso para las nuevas versiones de software.

Al ingresar al submenú “Port Settings” se muestra la página presentada en la figura 34 y la descripción de cada parámetro de la misma se describe en la tabla 12.

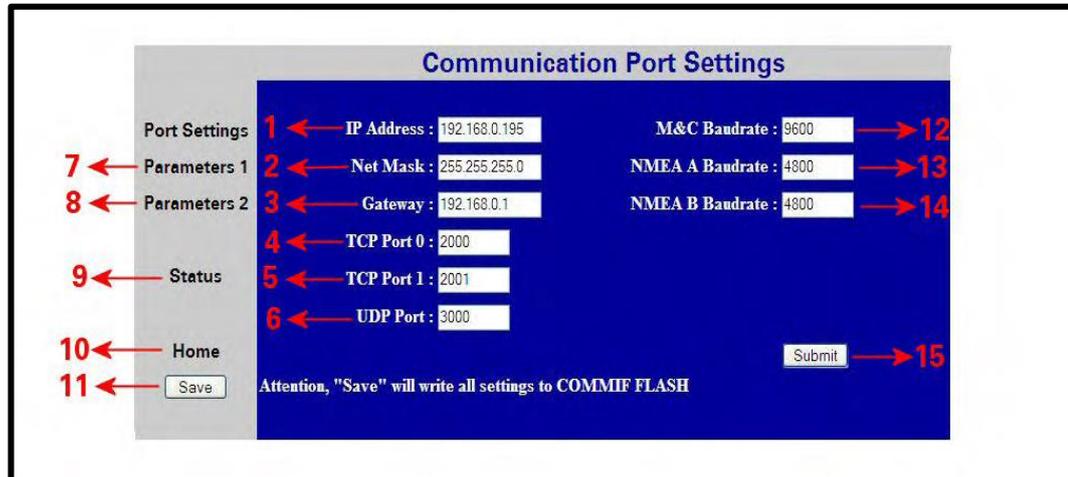


Figura 34. Submenú “Port Settings”

Tabla 12. Parámetros del submenú “Port Settings”.

Número	Descripción
1	En este parámetro debemos ingresar una dirección IP que coincida con el rango configurado en el modem anteriormente. Para esto ingresamos el valor deseado y seguidamente damos clic sobre SUBMIT (número 15).
2	Igualmente en este campo debemos ingresar el valor de la máscara de subred que configuramos en el modem. Al ingresar el valor deseado damos clic sobre SUBMIT .
3	En este parámetro debemos ingresar la dirección IP que le asignamos al modem en su configuración. Para esto ingresamos el valor deseado y seguidamente damos clic sobre SUBMIT .
4	Gestión de puertos que se debe dejar en sus valores por defecto.
5	
6	
7	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 1”.
8	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 2”.
9	Al dar clic se despliega el submenú “Status”.
10	Al dar clic se despliega el menú “Home” o pantalla principal.

11	Al dar clic salvamos toda la información modificada siempre y cuando se haya presionado SUBMIT al ingresar cada parámetro.
12	Valores de tasa de baudios que deben dejarse en su configuración por defecto.
13	
14	Valores de tasa de baudios que deben dejarse en su configuración por defecto.
15	Al dar clic sobre este botón se establece un nuevo valor en el parámetro modificado, para que no sea borrado una vez que se realice un reinicio del sistema, la modificación de cualquier parámetro debe estar seguida de un guardado en el sistema (número 11).

Al ingresar al submenú “Parameters 1” se muestra la página presentada en la figura 35 y la descripción de cada parámetro de la misma se describe en la tabla 13.

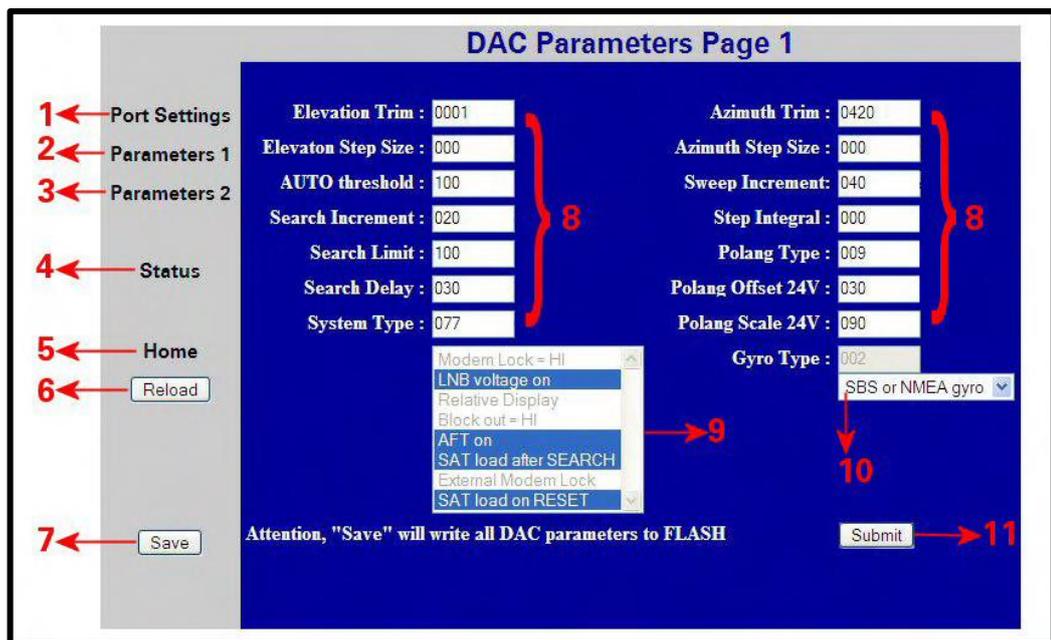


Figura 35. Submenú “Parameters 1”

Tabla 13. Parámetros del submenú “Parameters 1”.

Número	Descripción
1	Al dar clic se despliega el submenú “Port Settings”.
2	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 1”.

3	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 2”.
4	Al dar clic se despliega el submenú “Status”.
5	Al dar clic se despliega el menú “Home” o pantalla principal.
6	Al dar clic se refresca la pantalla para observar en un instante deseado los parámetros que se muestran en este submenú.
7	Al dar clic salvamos toda la información modificada siempre y cuando se haya presionado SUBMIT al ingresar cada parámetro.
8	Representan la configuración de los parámetros a utilizar en la fase de rastreo. No se recomienda realizar la configuración de inicio a través de este método de entrada sino directamente sobre el ACU mediante el menú SETUP.
9	Supervisa los parámetros activos e inactivos a través de la configuración de “System Type” realizada en el ACU.
10	Muestra el tipo de girocompás configurado a través del parámetro “Gyro Type” en el ACU.
11	Al dar clic sobre este botón se establece un nuevo valor en el parámetro modificado, para que no sea borrado una vez que se realice un reinicio del sistema, la modificación de cualquier parámetro debe estar seguida de un guardado en el sistema (número 7).

Al ingresar al submenú “Parameters 2” se muestra la página presentada en la figura 36 y la descripción de cada parámetro de la misma se describe en la tabla 14.

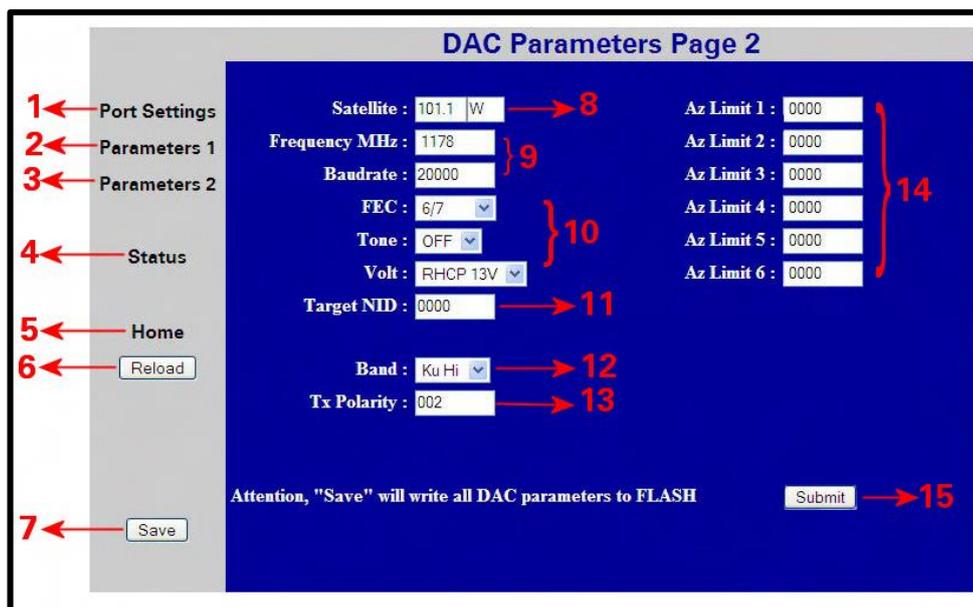


Figura 36. Submenú “Parameters 2”

Tabla 14. Parámetros del submenú “Parameters 2”.

Número	Descripción
1	Al dar clic se despliega el submenú “Port Settings”.
2	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 1”.
3	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 2”.
4	Al dar clic se despliega el submenú “Status”.
5	Al dar clic se despliega el menú “Home” o pantalla principal.
6	Al dar clic se refresca la pantalla para observar en un instante deseado los parámetros que se muestran en este submenú.
7	Al dar clic salvamos toda la información modificada siempre y cuando se haya presionado SUBMIT al ingresar cada parámetro.
8	Muestra la posición de longitud actualmente guardada del satélite a conectar. No se recomienda realizar la configuración de inicio a través de este método de entrada sino directamente en el ACU.
9	Parámetros a utilizar en la fase de rastreo que se recomienda que se dejen en su configuración por defecto.
10	Parámetros a utilizar en la fase de rastreo que se recomienda ingresar a través del ACU directamente.
11	Dejar en 0000 por defecto.

12	Supervisa el valor de banda que se configuró en el ACU.
13	Supervisa el valor que indica el tipo de polarización que se utiliza en la transmisión.
14	Muestra los valores de azimut que se establecieron como límites para las zonas de bloqueo.
15	Al dar clic sobre este botón se establece un nuevo valor en el parámetro modificado, para que no sea borrado una vez que se realice un reinicio del sistema, la modificación de cualquier parámetro debe estar seguida de un guardado en el sistema (número 7).

Al ingresar al submenú “Status” se muestra la página presentada en la figura 37 y la descripción de cada parámetro de la misma se describe en la tabla 15.

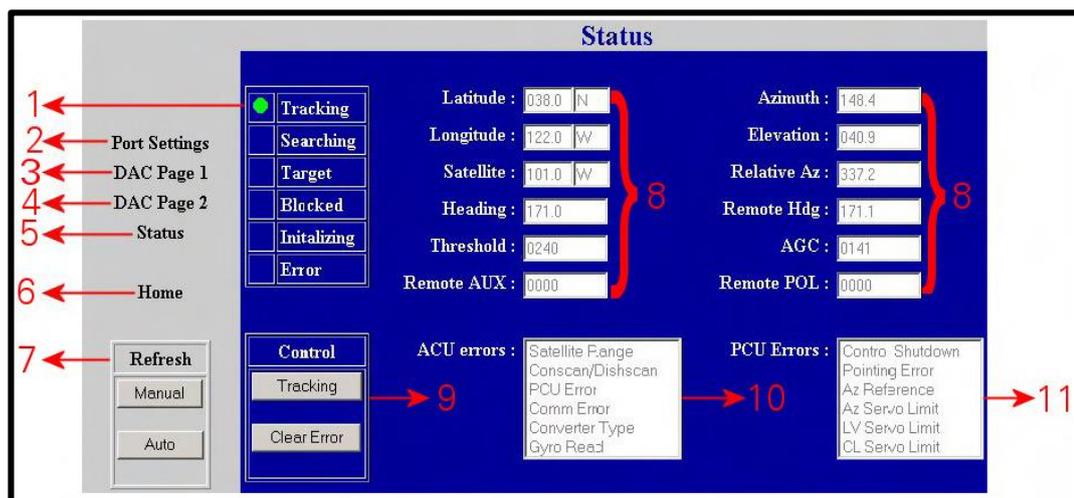


Figura 37. Submenú “Status”

Tabla 15. Parámetros del submenú “Status”.

Número	Descripción
1	Muestra el estatus de la antena. Los LEDs deben presentar el mismo patrón de encendido/apagado que el panel frontal del ACU.
2	Al dar clic se despliega el submenú “Port Settings”.
3	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 1”.

4	Al dar clic se despliega el submenú “Parameters 2”.
5	Al dar clic se despliega el submenú “Status”.
6	Al dar clic se despliega el menú “Home” o pantalla principal.
7	Al dar clic se refresca la pantalla para observar en un instante deseado los parámetros que se muestran en este submenú.
8	Supervisa los valores ingresados directamente en el ACU a través del menú “Ship”.
9	Estos botones permiten alternar el encendido o apagado de la fase de rastreo y limpiar los errores reportados en los campos 10 y 11.
10	Campo de solo lectura en el que se muestran los errores que pueden estarse presentando en el funcionamiento del ACU.
11	Campo de solo lectura en el que se muestran los errores que pueden estarse presentando en el funcionamiento del PCU (a nivel del pedestal de la antena).

3.1.6 Verificación de inicio del sistema de pruebas planteado.

Una vez finalizada la instalación del sistema de pruebas se procederá a realizar unos pequeños pasos cada vez que se vaya a hacer uso del sistema para verificar la operatividad del mismo.

- Se enciende el vehículo para poder energizar y esperar que el sistema transite por las etapas de inicialización, búsqueda y rastreo de la señal.
- Se verifica que el rumbo señalado por el ACU sea el mismo que el de un sistema de posicionamiento independiente (brújula).
- Con el sistema ya inicializado se ingresa en el menú SHIP y a su vez en alguno de sus submenús (Latitud o Longitud). En modo de edición variamos algún dígito del valor en grados y presionamos ENTER. El sistema debe cambiar el valor pero luego de corto período debe regresar al valor real obtenido a través de su GPS.

- Para verificar el funcionamiento del sistema en elevación y azimut debemos ingresar al menú ANTENNA, apagar el rastreo (Tracking) y con las flechas del panel frontal nos desplazamos hacia arriba y abajo en elevación y en sentido horario y anti-horario en azimut. Una vez verificado los movimientos se enciende el rastreo y al finalizar la antena debe quedar apuntada correctamente.

Con los pasos listados arriba se verifica la operatividad del enlace, por lo que al trabajar con un modem operativo el sistema debe funcionar a la perfección.

CONCLUSIONES.

El trabajo de grado presentado permite dar el primer paso en la implementación de un sistema de pruebas para las remotas marítimas auto-tracking lo que seguramente se convertirá en una herramienta valiosa para el adiestramiento y especialización de los técnicos dedicados a la instalación y mantenimiento de estos equipos.

El planteamiento de este sistema de pruebas trajo consigo el estudio detallado de los equipos involucrados lo que se traduce en un bloque de conocimiento adaptado a la necesidad de los clientes de la compañía CANTV que no se poseía antes del presente trabajo especial de grado.

El sistema de pruebas planteado ayudará a la compañía CANTV a aumentar el número de personal técnico encargado de la instalación y mantenimiento de estos equipos, disminuyendo así los tiempos de respuesta frente a solicitudes de instalación del sistema completo o de averías reportadas por sus clientes.

El sistema de pruebas planteado permitirá a la compañía CANTV transmitir conocimiento básico del mismo al personal encargado de las comunicaciones de cada embarcación lo que se traducirá en una disminución en el reporte de averías por problemas que pueden ser tratados como fallas de primer nivel.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda a la compañía CANTV implementar el sistema planteado en el presente trabajo de grado. Su puesta en marcha permitirá la creación de protocolos de pruebas que terminaran con la generación de un manual de procedimientos para la atención de averías y de una guía especializada para la instalación del sistema completo, aumentando el nivel de conocimiento de los técnicos, disminuyendo las horas hombre en campo y así también el tiempo de atraque de los buques de sus clientes mientras se trabaja en el sistema.

Se recomienda el establecimiento de una ruta una vez el sistema se encuentre implementado, dicha ruta deberá representar la mayoría de los escenarios a los que las distintas tripulaciones se enfrentan mientras navegan (zonas de bloqueo, pérdida de la señal, pérdida de la energización y otros casos representativos), así el personal que se esté entrenando sabrá cómo responder cuando se presente un problema con esas características en campo.

Se recomienda que el sistema de pruebas sea utilizado para verificar el funcionamiento de equipos (LNB, BUC, modem y ACU) antes de su traslado a otras estaciones marítimas para su instalación lo que permitirá descartar que un mal funcionamiento del sistema después de instalados se deba a un mal funcionamiento de estos equipos.

Se recomienda conseguir una alternativa al girocompás de estado sólido que pueda integrarse al sistema planteado para acelerar su implementación.

BIBLIOGRAFÍA.

[1] VSAT Networks. Gérard Maral. Wiley. Segunda edición. 2004. 271 páginas.

[2] Redes VSAT. Inés Toribio Relaño, consultado en: www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/RedVSAT.doc [Consulta 25-10-2013].

[3] Imagen de la Base Aeroespacial Manuel Ríos <http://www.venezueladefensa.com/2012/07/gobierno-venezolano-esta-interesado-en.html> [Consulta 20-11-2013].

[4] Descripción de redes VSAT consultado en <http://www.mecg.es/archivos/redesVSAT.pdf> [Consulta 20-11-2013].

[5] Bocina de alimentación consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/Feedhorn> [Consulta 20-11-2013].

[6] Transductor ortomodal consultado en http://es.wikipedia.org/wiki/Transductor_ortomodal [Consulta 20-11-2013].

[7] Supra-convertidor de bloque consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/BUC> [Consulta 20-11-2013].

[8] Low noise block consultado en http://es.wikipedia.org/wiki/Low-Noise_Block_Down_Converter [Consulta 20-11-2013].

[9] Satélites artificiales consultado en http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_artificial [Consulta 20-11-2013].

- [10] Imagen de los tipos de órbitas satelitales consultada en http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orbits_around_earth_scale_diagram.svg [Consulta 20-11-2013].
- [11] Imagen del esquema de conformación del VENESAT-1 consultada en <http://free-news.org/htm/index-NP-OMP-Venezuela-Cronica.htm> [Consulta 21-11-2013].
- [12] Imagen de la huella por bandas del satélite VENESAT-1 consultado en <http://www.con-cafe.com/index.php/2009/01/simon-bolivar-ahorrara-100-millones-de/> [Consulta 21-11-2013].
- [13] Introducción a los sistemas satelitales consultado en Presentación CANTV 01/06/2010 [Consulta 2013].
- [14] Girocompás consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/Girocomp%C3%A1s> [Consulta 21-11-2013].
- [15] NMEA consultado en <http://es.wikipedia.org/wiki/NMEA> [Consulta 22-11-2013].
- [16] Estándar NMEA 0183 consultado en http://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_0183_v_410.asp [Consulta 22-11-2013].
- [17] Escaneo cónico consultado en http://es.wikipedia.org/wiki/Usuario:Alcalaitt/radar_monopulso [Consulta 22-11-2013].
- [19] Seatel 4006 User Manual consultado en http://www.acutec.com.au/pdfs/Manual%204006-33%20Above%20Decks%20127374_A.pdf [Consulta 2013].
- [20] Installation and operation manual for seatel model dac 2202 consultado en www.cobham.com/media/71165/126523_E1.pdf [Consulta 2013].

[21] S4120-S5120-S6120 Install Manual PDF [Consulta 2013].

[22] Esquema de Dodge Dakota consultado en <http://www.allpar.com/model/ram/dodge/dakota.html> [Consulta 20-10-2013].

[23] Girocompás Maretron consultado en <http://www.maretron.com/products/ssc200.php> [Consulta 20-10-2013].

[24] Rack de 4U consultado en http://www.tiendanetworx.com/rack-nexcom-de-pared-4u-abierto-19x12-negro-router-switch_60xJM [Consulta 20-10-2013].

[25] Manual de Referencia Rápida para Instalación de Antena Marítima Satelital. CANTV [Consulta 2013].

[26] Inversor de corriente consultado en <http://avtek.com/inversores-portatiles-2.html> [Consulta 21-11-2013].

ANEXOS.



Desempacando la antena.



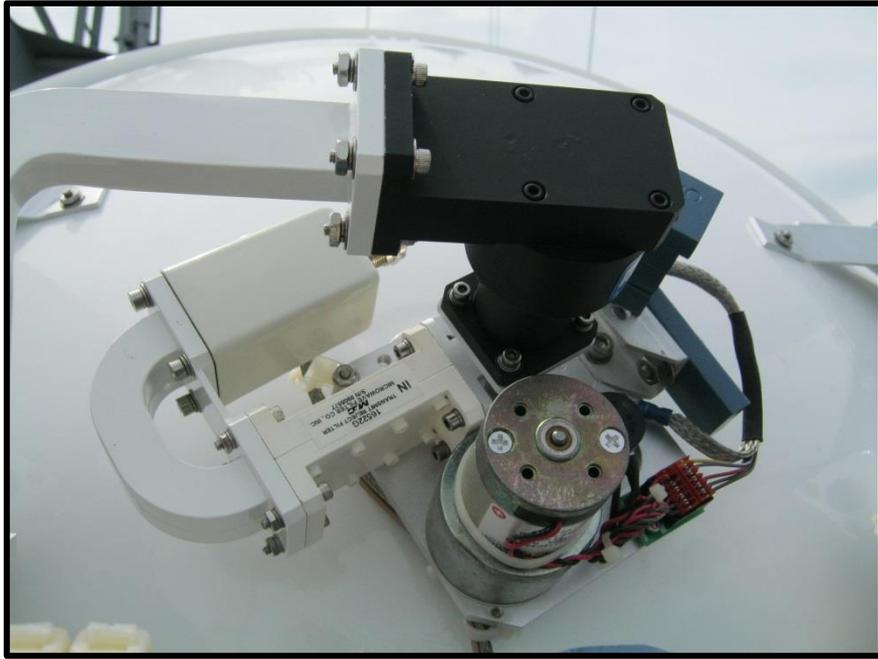
Remoción de los precintos de seguridad.



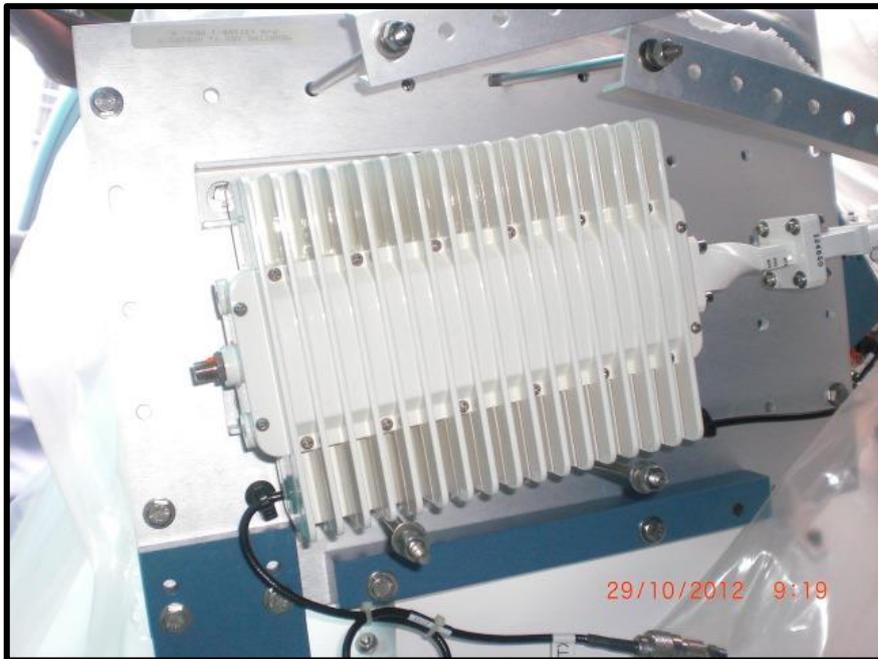
Vista posterior de la antena.



Vista frontal de la antena.



LNB y Transductor ortomodal.



BUC instalado.



Girocompás del buque.



Conexión de interruptor de alimentación.



Equipos ubicados en el rack de comunicaciones.



Antena instalada y operativa.