

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERÍA**

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA  
REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DEL ESTADO Y  
FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS SATELITALES Y  
MICROONDA DE LA EMPRESA  
IMPSATEL - ECUADOR S.A.**

**Carlos A. Vallejo B.**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2007**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente proyecto de grado, “Manual de Procedimientos para la Revisión y Verificación del Estado y Funcionamiento de Equipos Satelitales y Microonda de la Empresa Impsatel - Ecuador S.A.”, fue desarrollado en su totalidad por el señor Carlos Alberto Vallejo Bonilla, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

Ing. José Robles Salazar MBA.

Director

Ing. Darío Duque

Codirector

## **RESUMEN**

El presente manual de procedimientos está dirigido al personal del área de “Laboratorio” y “NETWORK en general” de la empresa Impsat, que necesite una guía o documento de consulta rápida acerca de temas relacionados con el funcionamiento de los distintos tipos de equipos satelitales y microondas que la empresa utiliza para sus enlaces de última milla.

En este proyecto se exponen las distintas consideraciones técnicas para la realización de pruebas en cada uno de los equipos, para determinar su estado y funcionamiento. Es así que se ha efectuado un análisis de las características particulares de cada uno de los equipos para poder determinar el “Check List” final en el cual nos indican de manera resumida los parámetros y valores que se deben obtener como resultados tras la realización de las pruebas.

Se incluye también una guía para la configuración básica y puesta en marcha de los equipos, la cual nos permite realizar simulaciones en vivo de un enlace ya sea satelital o microondas con el fin de evaluar el desempeño de los equipos bajo prueba.

Finalmente se realiza un análisis económico, que muestra el costo que representaría para Impsat la realización de estas pruebas por parte de una empresa externa.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mis padres y familiares, a todas aquellas personas que de alguna manera u otra ayudaron a la elaboración de este Proyecto de Grado y en particular a la familia Díaz Vargas, al Ing. José Robles, a mis compañeros de la empresa que me brindaron su apoyo, conocimientos y colaboración para la realización de la misma.

## **DEDICATORIA**

A Dios, mis padres, maestros y  
amigos, que han hecho de mi un  
mejor ser humano.

## **PRÓLOGO**

El presente proyecto ha sido elaborado con el fin de entregar un manual de procedimientos a seguir para la revisión y verificación del estado de equipos satelitales y microonda de la empresa IMPSATEL DEL ECUADOR S.A. (IMPSAT – ECUADOR). Es de fácil entendimiento para el personal del área de NETWORK que requieran efectuar pruebas de estado y funcionamiento de los distintos equipos satelitales y de microondas que utiliza Impsat para brindar sus distintos servicios de telecomunicaciones.

El manual muestra en el primer capítulo en que consisten las telecomunicaciones que utilizan tanto la tecnología Satelital como la tecnología de Microondas. Además se realiza una breve revisión de la evolución de este tipo de comunicaciones en el transcurso del tiempo, especialmente en el Ecuador.

Se revisa de manera rápida los distintos equipos Satelitales y Microondas disponibles en el mercado.

Adicionalmente se realiza una breve presentación de la empresa IMPSAT – ECUADOR mostrando el papel que cumple dentro del ámbito de las telecomunicaciones en el Ecuador y una revisión general de sus principales equipos y tecnologías con las que trabaja.

En el segundo capítulo se describe el funcionamiento general y configuración de Equipos Satelitales y de microondas utilizados por Impsat para sus enlaces de última milla.

En el tercer se establecen las pruebas que deben realizarse a los equipos para determinar su estado y su funcionamiento. Además se determinan los parámetros de prueba de mayor importancia que estos equipos deberán pasar para ser calificados como OK.

En el cuarto capítulo, de las pruebas establecidas en el capítulo tres, se describe paso a paso el procedimiento a realizarse en cada uno de los equipos satelitales y de microonda, obteniendo como resultado el formato de formulario a ser llenado para cada una de las respectivas pruebas.

El quinto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado con la presente investigación.

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA SATELITAL</b>	<b>1</b>
1.1.1 Definiciones y Conceptos Básicos de Telecomunicaciones Satelitales	2
1.1.1.1 Modelos de Enlace del Sistema Satelital	2
1.1.2 Evolución de las telecomunicaciones Satelitales en el Ecuador	17
1.1.2.1 Evolución de las Telecomunicaciones Satelitales	17
1.1.2.2 Breve Reseña Histórica de Telecomunicaciones Satelitales en el Ecuador	19
1.1.3 Equipos Satelitales disponibles en el Mercado	20
<b>1.2 INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA MICROONDA</b>	<b>26</b>
1.2.1 Definiciones y conceptos básicos de Telecomunicaciones vía Microonda	28
1.2.2 Evolución de las Telecomunicaciones vía Microonda en el Ecuador	36
1.2.2.1 Evolución de las Telecomunicaciones vía Microonda	36
1.2.2.2 Breve Reseña Histórica de Telecomunicaciones vía microonda en el Ecuador	36
1.2.3 Equipos Microonda disponibles en el Mercado	38
<b>1.3 PRESENTACIÓN IMSATEL - ECUADOR S.A. (IMPSAT)</b>	<b>41</b>
1.3.1 Papel de IMPSAT en el Ámbito de las Telecomunicaciones dentro del Ecuador	42
1.3.2 Equipos de Microonda y Satelitales utilizados por IMPSAT para enlaces de última milla.	44
1.3.2.1 Equipos Satelitales:	44
1.3.2.2 Equipos Microondas:	51
<b>CAPITULO II</b>	<b>62</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS</b>	<b>62</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DE EQUIPOS SATELITALES</b>	<b>62</b>
2.1.1 Modos de acceso al Satélite:	62
2.1.1.1 TDMA ( <i>Time División Multiple Acces</i> )	62
2.1.1.2 SCPC ( <i>Single Channel Per Carrier</i> )	66



2.1.1.3	DAMA ( <i>Demand Assigned Multiple Access</i> ) _____	83
2.1.1.4	Broadcast _____	84
2.1.2	Configuración de los equipos Satelitales VSAT _____	85
2.1.2.1	PES ( <i>Personal Earth Station system</i> ) _____	85
2.1.2.2	Configuración DW 6000 _____	109
2.1.3	Configuración de los equipos Satelitales SCPC _____	125
2.1.3.1	Configuración Equipos EF DATA _____	125
2.1.3.2	Equipos Marca CODAN _____	143
<b>2.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DE EQUIPOS</b>	
	<b>MICROONDA _____</b>	<b>157</b>
2.2.1	Configuración y Utilización de equipos Microonda _____	158
2.2.1.1	Equipos DMC 23 Classic II Multirate _____	158
2.2.1.2	Equipos Marca DART _____	163
2.2.1.3	Equipos Marca Ceragon (FibeAir 4800) _____	174
2.2.1.4	Equipos Marca Airspan _____	181
	<b>CAPITULO III _____</b>	<b>194</b>
	<b>PLAN DE DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS _____</b>	<b>194</b>
<b>3.1</b>	<b>EQUIPOS SATELITALES _____</b>	<b>194</b>
3.1.1	Condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos Satelitales VSAT _____	194
3.1.1.1	Pruebas en equipos marca HUGHES: PES 5000 y 8000 _____	195
3.1.1.2	Pruebas en equipos marca HUGHES: DIRECWAY _____	195
3.1.2	Condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos Satelitales SCPC _____	196
3.1.2.1	Pruebas en equipos Marca EF DATA _____	196
3.1.2.2	Pruebas en equipos Marca CODAN _____	200
<b>3.2</b>	<b>EQUIPOS MICROONDA _____</b>	<b>200</b>
3.1.3	Condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos de microonda _____	200
3.1.3.1	Pruebas en equipos marca DMC _____	201
3.1.3.2	Pruebas en equipos marca DART _____	202
3.1.3.3	Pruebas en equipos marca CERAGON _____	202
3.1.3.4	Pruebas en equipos marca AIRSPAN _____	202

<b>CAPITULO IV</b>	<b>203</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS A REALIZARSE EN EQUIPOS SATELITALES Y MICROONDAS</b>	<b>203</b>
<b>4.1 Pruebas estándar que deben cumplir los equipos Satelitales VSAT</b>	<b>203</b>
4.1.1 Descripción de Pruebas en equipos marca HUGHES	203
4.1.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en equipos PES 5000	205
4.1.1.2 Descripción de pruebas a realizarse en equipos PES 8000	215
4.1.1.3 Descripción de pruebas a realizarse en transceivers para PES 5000 y 8000	219
4.1.1.4 Descripción de pruebas a realizarse en los dispositivos: LNB y LNA para PES 5000 y PES 8000	225
4.1.1.5 Descripción de pruebas a realizarse en el Feed utilizado para el enlace satelital	226
4.1.1.6 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	228
4.1.2 Descripción de Pruebas en equipos marca HUGHES DIRECWAY	228
4.1.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en equipos DW6000	228
4.1.2.2 Descripción de pruebas a realizarse en el transceiver (Cabeza RF)	236
4.1.2.3 Descripción de pruebas a realizarse en los dispositivos LNB y Feed para equipos DIRECWAY	237
4.1.2.4 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	238
<b>4.2 PRUEBAS Y ESTÁNDARES QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS SATELITALES SCPC</b>	<b>238</b>
4.2.1 Pruebas en equipos Marca EF DATA	238
4.2.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en Módems Satelitales SDM 300	239
4.2.1.2 Descripción de pruebas a realizarse en Transceivers EF DATA 500 y 505	254
4.2.1.3 Descripción de pruebas a realizarse en los equipos LNA, Feed para Equipos EF DATA	257
4.2.1.4 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	258
4.2.2 Pruebas en equipos Marca CODAN	258
4.2.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en Transceivers CODAN	259
4.2.2.2 Descripción de pruebas a realizarse en los dispositivos LNA, Feed para Equipos CODAN	268
4.2.2.3 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	268

<b>4.3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CABLES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE SATELITAL</b>	<b>268</b>
<b>4.4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE COSTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS SATELITALES</b>	<b>273</b>
<b>4.5</b>	<b>PRUEBAS Y ESTÁNDARES QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE MICROONDA</b>	<b>274</b>
4.5.1	Equipos y materiales de prueba necesarios para establecer el estado y funcionamiento de los Equipos Microonda	274
4.5.2	Pruebas en equipos marca DMC	275
4.5.2.1	Descripción de pruebas a realizarse en los módems Classic II	275
4.5.2.2	Descripción de pruebas a realizarse en los transceivers de microondas	284
4.5.2.3	Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	287
4.5.3	Pruebas en equipos marca DART	287
4.5.3.1	Descripción de pruebas a realizarse en los módems DART	287
4.5.3.2	Descripción de pruebas a realizarse en los transceivers DART	292
4.5.3.3	Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	295
4.5.4	Pruebas en equipos marca CERAGON	295
4.5.4.1	Descripción de pruebas a realizarse en Estación CERAGON	295
4.5.4.2	Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	306
4.5.5	Pruebas en equipos Marca AIRSPAN	306
4.5.5.1	Descripción de pruebas a realizarse en Estación Airspan	306
4.5.5.2	Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas	320
<b>4.6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CABLES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE MICROONDAS</b>	<b>321</b>
<b>4.7</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE COSTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS MICROONDA</b>	<b>322</b>
<b>4.8</b>	<b>COSTO TOTAL DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO Y UNCIÓNAMIENTO DE EQUIPOS SATELITALES Y MICROONDAS DE IMPSAT</b>	<b>322</b>
<b>CAPITULO V</b>		<b>325</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>325</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE EQUIPOS QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA SATELITAL</b>	<b>325</b>

<b>5.2</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE EQUIPOS QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA MICROONDA</b>	<b>329</b>
<b>5.3</b>	<b>ANÁLISIS Relación COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO PARA IMPSAT</b>	<b>330</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>332</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>334</b>
	<b>ANEXO 1 Códigos Tarjetas TPC e IFM PES 5000 y PES 8000</b>	<b>334</b>
	<b>ANEXO 2 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca HUGHES Modelo PES 5000 Y 8000</b>	<b>345</b>
	<b>ANEXO 3 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca HUGHES Direcway</b>	<b>351</b>
	<b>ANEXO 4 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca EF DATA</b>	<b>355</b>
	<b>ANEXO 5 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca CODAN</b>	<b>360</b>
	<b>ANEXO 6 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca DMC CLASSIC II</b>	<b>362</b>
	<b>ANEXO 7 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca DART</b>	<b>365</b>
	<b>ANEXO 8 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca CERAGON</b>	<b>368</b>
	<b>ANEXO 9 Check List (Informe De Resultados) De Las Pruebas En Equipos     Marca AIRSPAN</b>	<b>370</b>
	<b>ANEXO 10 Cable Conector ODU - DART</b>	<b>372</b>
	<b>ANEXO 11 Costos De Calibración De Equipos De Medición</b>	<b>374</b>
	<b>ANEXO 12 Costos De Equipos De Medición Nuevos</b>	<b>375</b>
	<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>376</b>
	<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>385</b>
	<b>GLOSARIO</b>	<b>390</b>

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA SATELITAL**

Un satélite puede definirse como un repetidor de radio en el cielo (transponder), un sistema satelital consiste de un transponder, una estación basada en tierra, para controlar su funcionamiento, y una red de usuario, de las estaciones terrestres, que proporciona las facilidades para transmisión y recepción del trafico de comunicaciones, a través del sistema de satélite.

Las transmisiones de satélite se catalogan como bus o carga útil. La de bus incluye mecanismos de control que apoyan la operación de carga útil. La de carga útil es la información del usuario que será transportada a través del sistema.

En el caso de radiodifusión directa de televisión vía satélite el servicio que se da es de tipo unidireccional por lo que normalmente se requiere una estación transmisora única, que emite los programas hacia el satélite, y varias estaciones terrenas de recepción solamente, que toman las señales provenientes del satélite. Existen otros tipos de servicios que son bidireccionales donde las estaciones terrenas son de transmisión y de recepción.

Uno de los requisitos más importantes del sistema es conseguir que las estaciones sean lo más económicas posibles para que puedan ser accesibles a un gran número de usuarios,

lo que se consigue utilizando antenas de diámetro chico y transmisores de baja potencia. Sin embargo hay que destacar que es la economía de escala (en aquellas aplicaciones que lo permiten) el factor determinante para la reducción de los costos.

## 1.1.1 Definiciones y Conceptos Básicos de Telecomunicaciones Satelitales

### 1.1.1.1 Modelos de Enlace del Sistema Satelital

Esencialmente, un sistema satelital consiste de tres secciones básicas: una subida, un transponder satelital y una bajada.

- **Modelo de Subida**

El principal componente dentro de la sección de subida, de un sistema satelital, es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF, un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia (HPA) y algún medio para limitar la banda del espectro de salida (por ejemplo un filtro pasa-banda de salida).

La Figura 1.1. muestra el diagrama de bloques de un transmisor de estación terrena satelital. El modulador de IF convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-banda) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transponder del satélite. Los HPA comúnmente usados son klystons y tubos de onda progresiva.

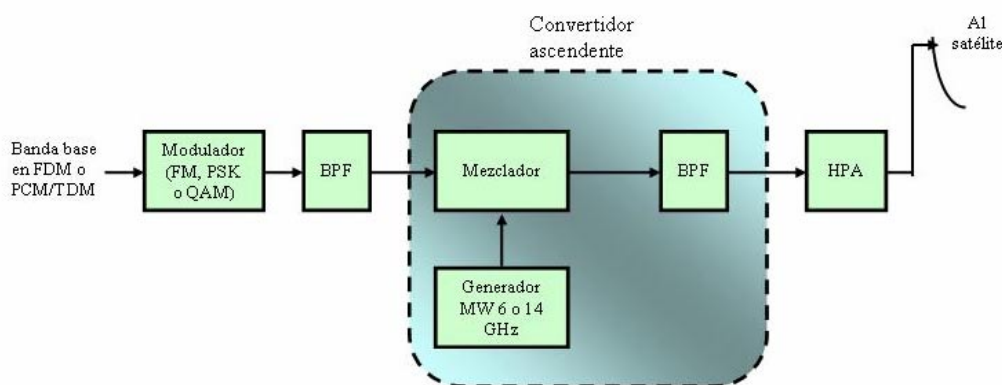


Figura. 1.1. Modelo de subida del satélite

- **Transponder**

Un típico transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un translador de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida.

La Figura 1.2. muestra un diagrama a bloques simplificado de un transponder satelital. Este transponder es un repetidor de RF a RF.

Otras configuraciones de transponder son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los utilizados en los repetidores de microondas.

En la Figura 1.2., el BPF de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada del LNA (un dispositivo normalmente utilizado como LNA, es un diodo túnel).

La salida del LNA alimenta un translador de frecuencia (un oscilador de desplazamiento y un BPF), que se encarga de convertir la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja.

El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas (TWT), amplifica la señal de RF para su posterior transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena.

También pueden utilizarse amplificadores de estado sólido (SSP), los cuales en la actualidad, permiten obtener un mejor nivel de linealidad que los TWT.

La potencia que pueden generar los SSP, tiene un máximo de alrededor de los 50 Watts, mientras que los TWT pueden alcanzar potencias del orden de los 200 Watts.

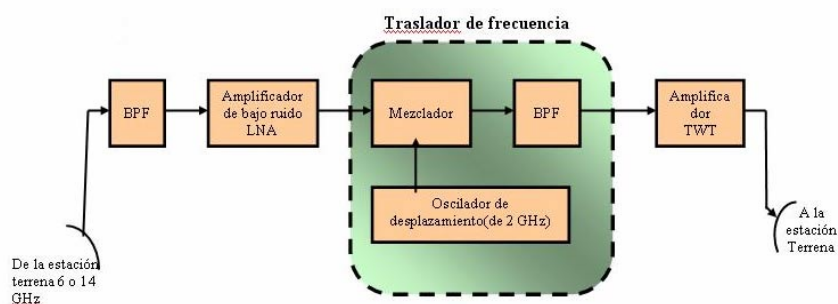


Figura. 1.2. Transponder del satélite

- **Modelo de bajada**

Un receptor de estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. La Figura 1.3. muestra un diagrama a bloques de un receptor de estación terrena típico. Nuevamente el BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido, tal como un amplificador de diodo túnel o un amplificador paramétrico. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador / pasa-bandas que convierte la señal de RF a una frecuencia de IF.

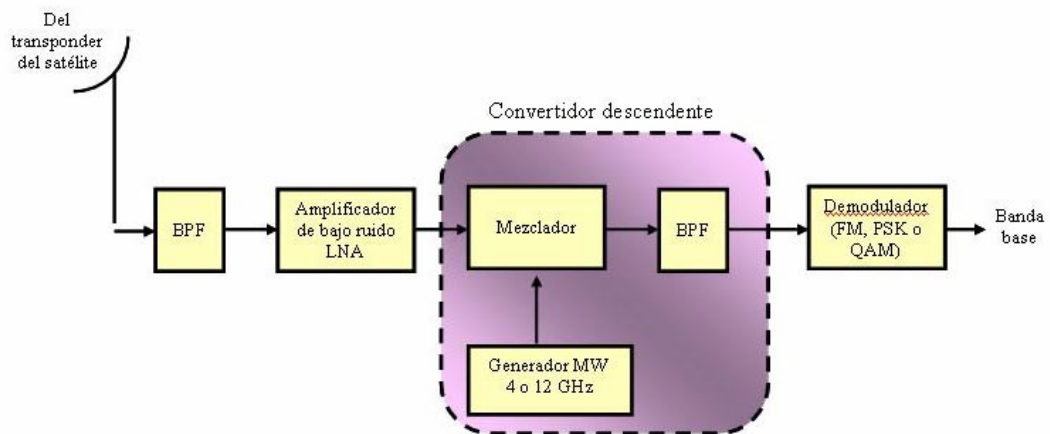


Figura. 1.3. Modelo de bajada del satélite

- **Tipo de órbitas**

Existen tres diferentes tipos de orbitas que son utilizadas para los distintos tipos de servicios satelitales:

- GEO: Satélites de Comunicaciones fijas. Datos; DBS (DirecTV; Dish Network, etc).
- MEO: Satélites de comunicaciones móviles tipo Inmarsat (telefonía aérea; móvil y marítima).
- LEO: GPS, satélites espía; meteorología, Servicio IRIDIUM; Inmarsat.



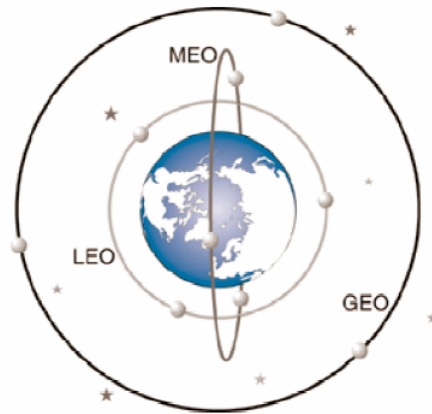


Figura. 1.4. Tipos de Orbitas

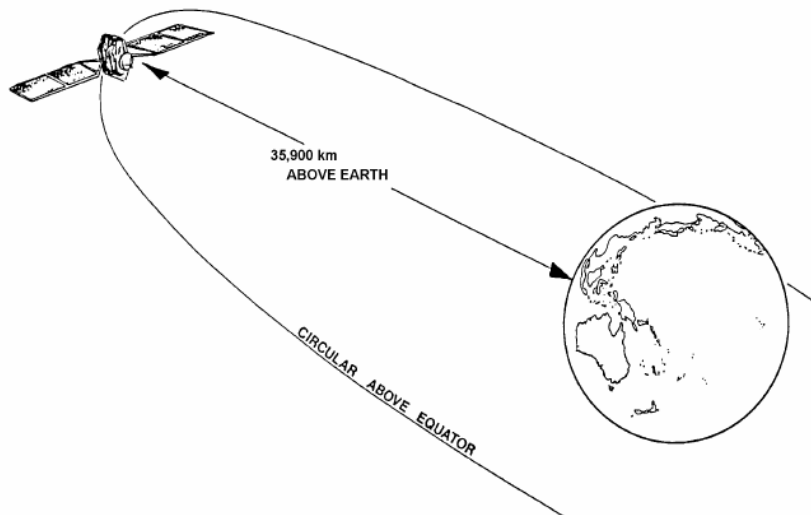


Figura. 1.5. Órbita Geoestacionaria

- **Parámetros típicos de la órbita geostacionaria.**

Es posible calcular algunos parámetros típicos de la órbita geostacionaria, tales como la altura del satélite, o la velocidad del mismo, partiendo de las leyes básicas de la Física.

Como es sabido un satélite geostacionario tiene un periodo de rotación igual al de la Tierra, por lo tanto deberemos saber con exactitud dicho periodo de rotación. Para ello se considera el día sidéreo, que es el tiempo de rotación de la Tierra medido con respecto a una estrella lejana y que difiere del día solar o medido con respecto al sol.

La duración de este día sidéreo es de 23h 56 min. 4.1seg, y es el tiempo que usaremos en nuestros cálculos.

Si hiciésemos la consideración de que la Tierra fuese realmente esférica y con una densidad uniforme, su masa equivalente podría considerarse como puntual y su fuerza de atracción sobre un satélite de masa  $m$ , respondería a la ley de gravitación universal de Newton, esta fuerza puede expresarse como:

$$F_g = G * \frac{mM}{r^2} \quad (1.1.1)$$

Donde:

**M:** Es la masa de la Tierra,  $5.98 \times 10^{24}$  Kg.

**G:** Es la constante de gravitación universal,  $6.67 \times 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

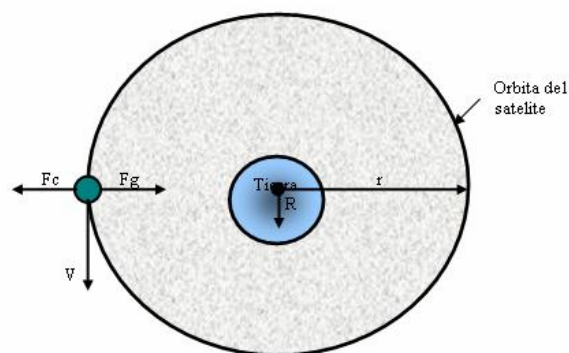
**r :** Distancia desde el satélite al centro de la Tierra.

**m:** Masa del satélite.

Además dado que el satélite se encuentra en una órbita circular, existirá una fuerza centrífuga  $F_c$  debida a su movimiento alrededor de la Tierra, de igual magnitud pero opuesta a la fuerza  $F_g$ , en consecuencia el satélite se encuentra en una situación de equilibrio.

$$F_c = \frac{mV^2}{r} \quad (1.1.2)$$

**V:** Velocidad del satélite.



**Figura. 1.6. Fuerzas sobre el Satélite.**

De la ecuación (1.1.2) podemos despejar la velocidad del satélite

$$V = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad (1.1.3)$$

El periodo de rotación T, del satélite es:

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{V} \quad (1.1.4)$$

Reemplazando (1.1.3) en (1.1.4) y despejando el radio r, nos queda:

$$r = \sqrt[3]{GM \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2} \quad (1.1.5)$$

Como un satélite geostacionario tiene un periodo de rotación T igual al de la Tierra, dicho periodo será entonces, la duración de un día sidéreo (23h 56min 4.1seg).

Por lo tanto de la expresión (1.1.5) podemos obtener la distancia del satélite al centro de la Tierra, y si a este valor le restamos el radio terrestre  $R = 6370 \text{ Km.}$ , obtendremos la altura de la órbita geostacionaria. Por último de la expresión (1.1.3) se obtiene la velocidad del satélite.

Todos estos parámetros se han resumido en la siguiente tabla:

<b>Parámetros de la órbita geostacionaria</b>	
<b>Radio medio de la Tierra.</b>	6370 Km.
<b>Periodo de rotación (Tierra y satélite).</b>	23h 56 min 4.1 seg
<b>Radio de la órbita geostacionaria.</b>	42173 Km.
<b>Altura del satélite sobre la Tierra.</b>	35803 Km.
<b>Velocidad del satélite.</b>	3.075 Km./seg.

**Tabla. 1.1. Parámetros de la Orbita Geostacionaria**

- **Ubicación Satélite Geostacionario**

La mayoría de los Satélites utilizados para Telecomunicaciones se encuentran en órbitas geostacionarias (sincrónicas). Esto indica que se encuentran ubicados en el plano ecuatorial y con igual velocidad angular que la del planeta Tierra.

A esta altura se produce una órbita geostacionaria, también llamada “Cinturón de Clarke”, el Satélite aparece como un punto fijo en el cielo para un observador ubicado en cualquier lugar de la Tierra.

Los satélites geostacionarios o geosíncronos son satélites que giran en un patrón circular, con una velocidad angular igual a la de la Tierra. Por lo tanto permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la Tierra. Una ventaja obvia es que están disponibles para todas las estaciones de la Tierra, dentro de su sombra, el 100% de las veces. La sombra de un satélite incluye a todas las estaciones de la Tierra que tienen un camino visible a él y están dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite. Una desventaja obvia es que a bordo, requieren de dispositivos de propulsión sofisticados y pesados para mantenerlos fijos en una órbita. El tiempo de órbita de un satélite geosíncrono es de 24 h, igual que la Tierra.

- **Patrones orbitales**

Una vez lanzado, un satélite permanece en órbita debido a que la fuerza centrífuga, causada por su rotación alrededor de la Tierra, es contrabalanceada por la atracción gravitacional de la Tierra. Entre mas cerca gire de la Tierra el satélite, más grande es la atracción gravitacional y mayor será la velocidad requerida para mantenerlo alejado de la Tierra. Los satélites de baja altitud tienen órbitas cercanas a la Tierra (160 a 480 Km. de altura), viajan aproximadamente a 28160 Km. por hora. A esta velocidad, se requiere aproximadamente de 1 1/2 h para girar alrededor de toda la Tierra. Consecuentemente el tiempo que el satélite esta visible en una estación terrestre en particular, es solamente 1/4 h o menos por órbita. Los satélites de altitud media (9600 a 19300 Km. de altura), tienen un periodo de rotación de 5 a 12 h y permanecen a la vista de una estación terrestre específica de 2 a 4 h por órbita. Los satélites geosíncronos de elevada altitud (30570 a 40200 Km. de altura), viajan aproximadamente a 11070 Km. por hora y tiene un periodo de rotación de 24 h, exactamente el mismo que la Tierra. De esta manera, permanecen en una posición fija, con respecto a una estación de la Tierra específica y tienen un tiempo de disponibilidad de 24 h.

La Figura 1.7. muestra los tres trayectos que un satélite puede tomar, conforme gira alrededor de la Tierra. Cuando el satélite gira en una órbita arriba del ecuador, se llama órbita ecuatorial. Cuando el satélite gira en una órbita que lo lleva arriba de los polos norte

y sur, se llama órbita polar. Cualquier otro trayecto orbital se llama órbita inclinada. Un nodo ascendente, es el punto en donde la órbita cruza el plano ecuatorial de sur a norte; un nodo descendente, es el punto donde la órbita cruza el plano ecuatorial de norte a sur. La línea que une a los nodos ascendentes y descendentes por el centro de la Tierra, se llama línea de nodos.

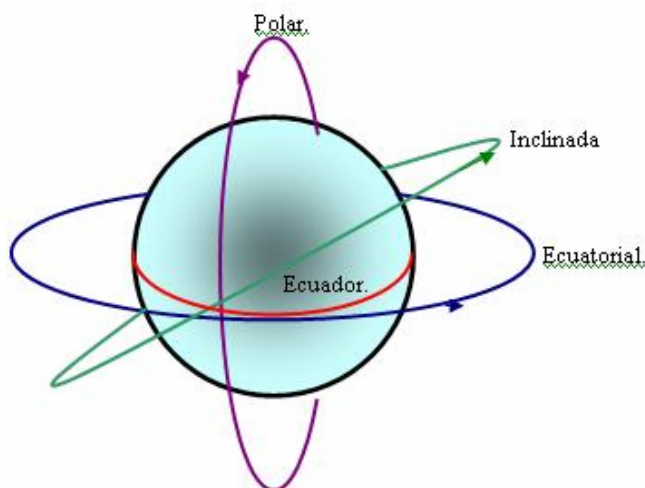


Figura. 1.7. Órbitas del satélite.

- **Latitud - Longitud**

Como primera medida para describir el paso de un satélite en órbita, deberemos designar un punto de observación o un punto de referencia. Este punto podrá tratarse de un lugar distante, tal como una estrella, o un punto en la superficie de la tierra, o también el centro de la Tierra, que a su vez es el centro de gravedad del cuerpo principal.

En caso de tomar como lugar de observación un punto en la superficie de la Tierra, deberemos estar en condiciones de localizar dicho punto mediante algún método.

Este método de localización es a través de un grillado imaginario denominado meridianos. Estas líneas conforman un cuadrículado sobre la superficie de la Tierra. Las líneas verticales se denominan Longitud y las líneas horizontales se denominan Latitud.

Las líneas de Longitud se extienden desde el Polo Norte al Polo Sur, es decir que son círculos iguales al contorno de la Tierra que se interceptan en los polos. Se ha definido por

convención, como primer meridiano o Longitud cero grados, al meridiano que pasa por la ciudad de Greenwich, tomando el nombre de dicha ciudad.

En total son 360 líneas, lo que equivale a 18 círculos completos. De esta manera se componen los 360 grados de Longitud, partiendo desde la línea de Longitud 0° hacia el Este.

Las líneas de Latitud están conformadas por 180 círculos paralelos y horizontales, siendo el círculo mayor el ubicado en la línea del Ecuador denominada Latitud cero grados.

De esta forma existen 90 hacia el hemisferio Norte, denominados Latitud Positiva y 90 hacia el hemisferio Sur, denominados Latitud Negativa.

Por lo tanto mediante la intersección de las coordenadas de Latitud y Longitud podremos localizar un punto que este sobre la superficie de la Tierra.

En cuanto a un satélite, este se encuentra en el espacio, y su posición puede ser estimada con una Latitud, una Longitud y una altura. Dicha altura estará referida a un punto sobre la Tierra que es la intersección de la recta que une al satélite con el centro de la Tierra y la superficie terrestre.

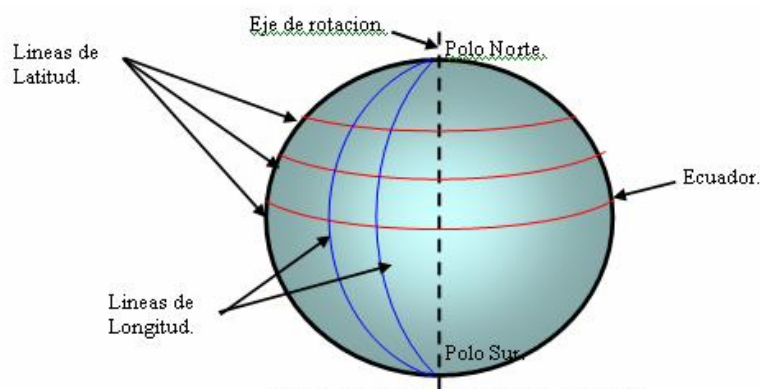


Figura. 1.8. Líneas de Latitud y Longitud

- **Ángulos De Vista**

Para orientar una antena desde una estación terrena hacia un satélite, es necesario conocer el ángulo de elevación y azimut (ver Figura 1.9.). Estos se llaman ángulos de vista.

- **Angulo de elevación**

El ángulo de elevación es el ángulo formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Entre más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la Tierra. Como cualquier onda propagada a través de la atmósfera de la Tierra, sufre absorción y, también, puede contaminarse severamente por el ruido. De esta forma, si el ángulo de elevación es demasiado pequeño y la distancia de la onda que esta dentro de la atmósfera de la Tierra es demasiado larga, la onda puede deteriorarse hasta el grado que proporcione una transmisión inadecuada. Generalmente,  $5^\circ$  es considerado como el mínimo ángulo de elevación aceptable.

La Figura 1.10. muestra como el ángulo de elevación afecta la intensidad de la señal de una onda propagada debido a la absorción atmosférica normal, absorción debida a neblina pesada, y absorción debida a fuerte lluvia. Puede observarse que la banda de 14/12 GHz (Figura. 1.10b.) es, severamente mas afectada que la banda de 6/4 GHz (Figura. 1.10a.). Esto se debe a las longitudes de onda más pequeñas asociadas con las frecuencias más altas. Además, en ángulos de elevación menores que  $5^\circ$ , la atenuación se incrementa rápidamente.

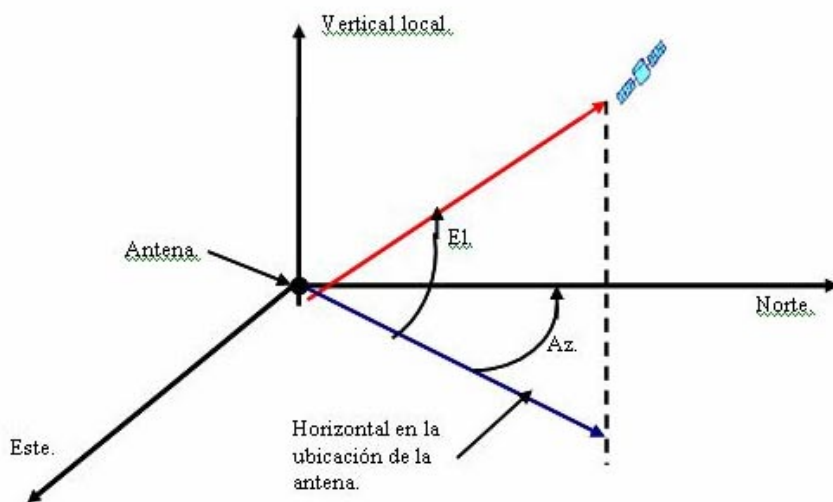


Figura. 1.9. Ángulos de vista (Azimut y ángulo de elevación)

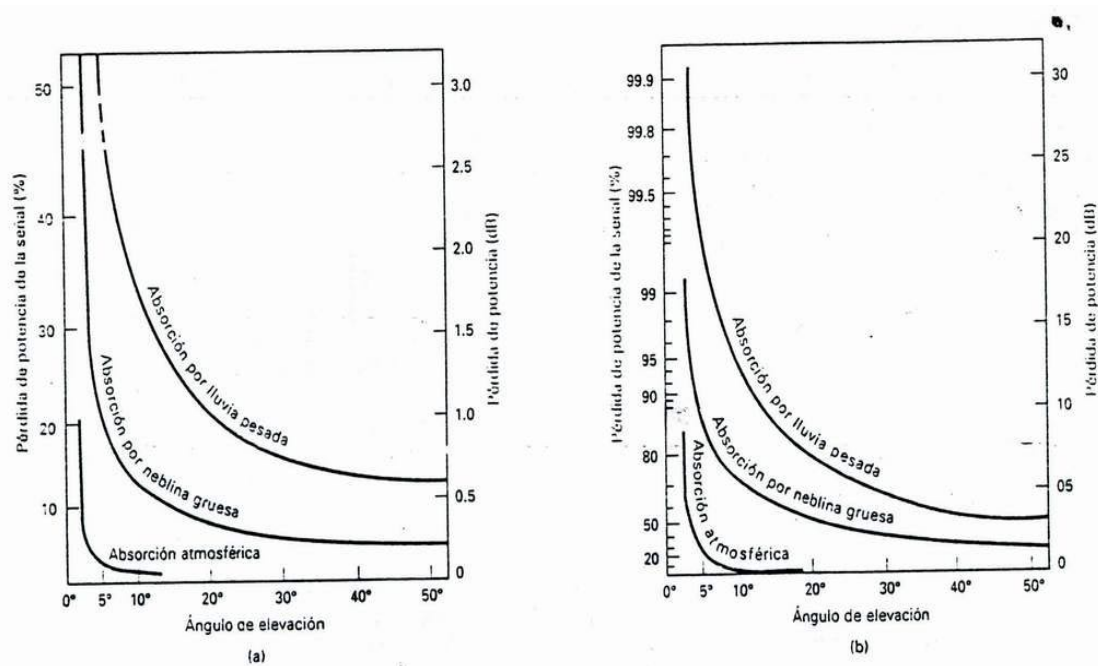


Figura. 1.10. Atenuación debida a la absorción atmosférica:

(a) banda de 6/4 GHz; (b) banda 14/12GHz.

- **Azimut**

Azimut se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena. Se toma como referencia el Norte como cero grados, y si continuamos girando en el sentido de las agujas del reloj, hacia el Este, llegaremos a los 90° de Azimut.

Hacia el Sur tendremos los 180° de Azimut, hacia el Oeste los 270° y por último llegaremos al punto inicial donde los 360° coinciden con los 0° del Norte.

El ángulo de elevación y el azimut, dependen ambos, de la latitud de la estación terrena, así como el satélite en órbita.

- **Clasificaciones De Los Satélites, Espaciamento Y Asignaciones De Frecuencia**

Hay dos clasificaciones principales para los satélites de comunicaciones: hiladores (*spinners*) y satélites estabilizadores de tres ejes. Los satélites *spinners*, utilizan el movimiento angular de su cuerpo giratorio para proporcionar una estabilidad de giro.

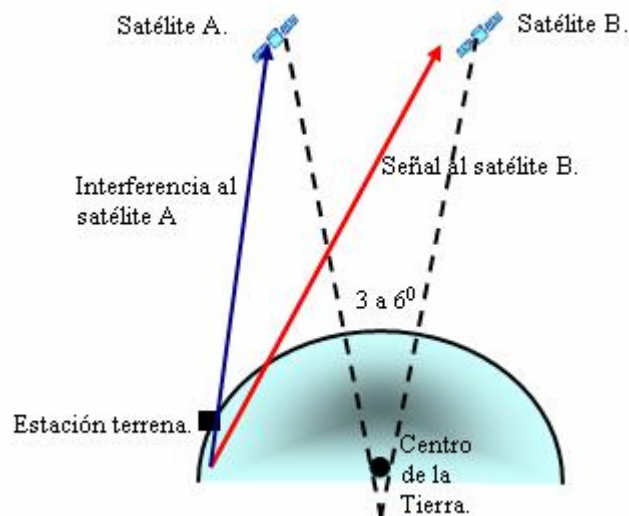
Los satélites geosíncronos deben compartir un espacio y espectro de frecuencia limitados, dentro de un arco específico en una órbita geoestacionaria. A cada satélite de



comunicación se asigna una longitud en el arco geostacionario, aproximadamente a 36000 Km., arriba del Ecuador. La posición en la ranura depende de la banda de frecuencia de comunicación utilizada. Los satélites trabajando, en casi la misma frecuencia, deben estar lo suficientemente separados en el espacio para evitar interferir uno con otro (Figura 1.13). Hay un límite realista del número de estructuras satelitales que pueden estar estacionadas, en un área específica del espacio. La separación espacial requerida depende de las siguientes variables:

- 1) Ancho de haz y radiación del lóbulo lateral de la estación terrena y antenas del satélite.
- 2) Frecuencia de la portadora de RF.
- 3) Técnica de codificación o de modulación usada.
- 4) Límites aceptables de interferencia.
- 5) Potencia de la portadora de transmisión

Generalmente se requieren 3 a 6° de separación espacial dependiendo de las variables establecidas anteriormente.



**Figura. 1.11. Separación espacial de satélites en una órbita geosíncrona**

Las frecuencias de portadora, más comunes, usadas para las comunicaciones por satélite, son las bandas 6/4 y 14/12 GHz. El primer número es la frecuencia de subida (ascendente, estación terrena a transponder) y el segundo número es la frecuencia de bajada (descendente, transponder a estación terrena). Entre más alta sea la frecuencia de la portadora, más pequeño es el diámetro requerido de la antena para una ganancia específica.

La mayoría de los satélites domésticos utilizan la banda de 6/4 GHz, esta banda también se usa extensamente para los sistemas de microondas terrestres, por lo que se debe tener cuidado cuando se diseña una red satelital para evitar interferencias con los enlaces de microondas establecidas.

Ciertas posiciones en la órbita geosíncrona tienen más demanda que otras. Por ejemplo, la posición Atlántico - medio que es usada para interconectar Estados Unidos y Europa es de alta demanda. La posición de Pacifico-medio es otra.

Las frecuencias distribuidas por WARC (Conferencia de Radio Administrativa Mundial), se resumen en la Figura 1.12.

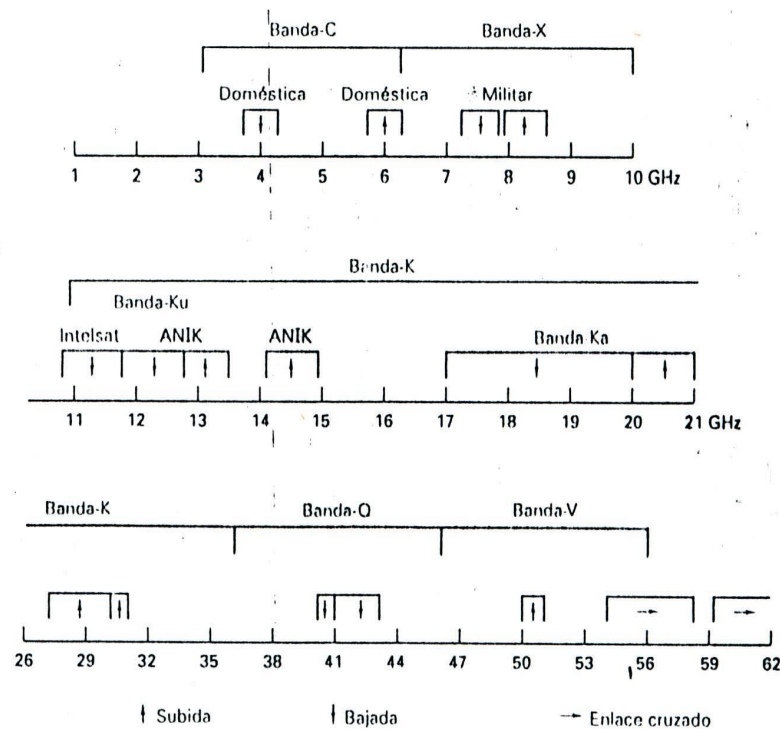


Figura. 1.12. Asignaciones de frecuencia satelital dadas por la WARC

- **Características de un Satélite**

- **Polarización**

Es la alineación del alimentador o FEED de la antena terrestre respecto del alimentador o FEED de la antena del Satélite.

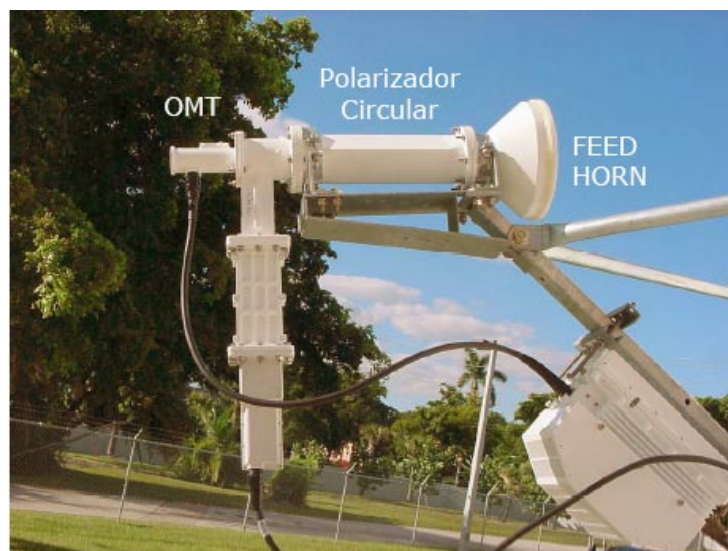
Los Satélites emiten y reciben señales con diferentes polarizaciones:

- LHCP (Left Hand Circular Polarized) INTELSAT, NSS, DirecTV.
- RHCP (Right Hand Circular Polarized) INTELSAT, NSS, DirecTV.
- Lineal Vertical PANAMSAT, NAHUEL, BRASILSAT, INT 805.
- Lineal Horizontal PANAMSAT, NAHUEL, BRASILSAT, INT 805.

Generalmente se utiliza una polarización para el enlace de subida y otra para el enlace de bajada.

#### ○ **Polarización circular**

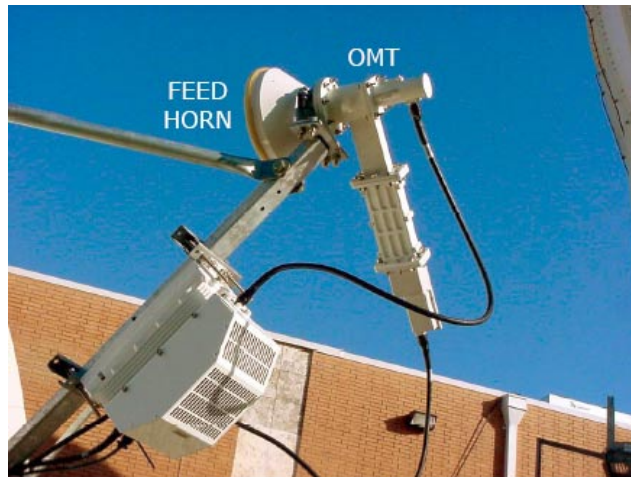
- No requiere que se polarice la antena para el comisionamiento de la estación.
- Requiere de un elemento adicional entre el Feed Horn y el OMT.
- Mejora comportamiento del enlace en condiciones de lluvia.
- Facilita la instalación.



**Figura. 1.13. Elementos Polarización Circular**

#### ○ **Polarización lineal**

Puede ser lineal vertical u horizontal.



**Figura. 1.14. Elementos Polarización Lineal**

### ○ **Bandas de Operación**

Los Satélites Geoestacionarios actuales cubren cuatro Bandas de frecuencia en forma simultánea ó separada:

<b>Banda</b>	<b>RX</b>	<b>TX</b>
C	3.625 - 4.200 MHz	5.850 - 6.425 MHz
X*	7.250 - 7.750 MHz	7.900 - 8.400 MHz
Ku**	10.950 - 12.750 MHz	14.000 - 14.500 MHz
Ka***	19.190 – 20.090 MHz	28.910 – 29.810 MHz
(*) Uso Militar		
(**) Se divide en Bandas por Región ITU. NORAM es la actualmente utilizada en América		
(***) Fin de estado experimental se utilizará para tráfico multimedia		

**Tabla. 1.2. Bandas de Operación**

- INTELSAT LB                      10950 -11200 MHz
- PANAMSAT                        11450 -11950 MHz
- INTELSAT HB                    11450 -11700 MHz
- NORAM                            11700 -12200 MHz (Utilizado por Impsat)
- AUSSAT                            12250 -12750 MHz
- EUTELSAT                        12500 -12750 MHz

### ○ **Banda C, ventajas y desventajas**

Ventajas:

- Estable frente a condiciones de lluvia ó nieve intensas.

- Menor atenuación en el espacio libre (196 dB @ 4 GHz).
- Poco sensible a movimientos del satélite a igual diámetro en banda Ku.

Desventajas:

- Infraestructura de soporte mas cara (Ø antena, base soporte, etc.).
- Requiere mayor PIRE de bajada.
- Capacidad satelital más cara comparada con Banda Ku.
- Banda de frecuencia (3.7 –4.2 GHz) compartida con servicios terrestres.
- Vulnerable a las interferencias terrestres controladas y aleatorias.
- Requiere verificación de interferencias antes de una instalación.

#### ○ **Banda Ku, ventajas y desventajas**

Ventajas:

- Infraestructura de soporte mas económica (Ø antena, base soporte, etc.).
- Banda de frecuencia exclusiva para este servicio.
- No existen fuentes de interferencia identificadas para esta banda.
- Requiere menor PIRE de bajada.
- Capacidad satelital mas económica comparada con Banda C.

Desventajas:

- Altamente inestable frente a condiciones de lluvia ó nieve intensas, requiere hardware específico para compensar estos efectos con 98 % de éxito.
- Mayor atenuación en el espacio libre (205 dB @ 12 GHz).
- Muy sensible a movimientos del satélite a igual diámetro en banda C.

### **1.1.2 Evolución de las telecomunicaciones Satelitales en el Ecuador**

#### **1.1.2.1 Evolución de las Telecomunicaciones Satelitales**

El concepto de un sistema mundial de comunicaciones por Satélite fue presentado por primera vez en un artículo de la revista WIRELESSWORLD de Mayo de 1945 escrito por Arthur C. Clarke (Científico y escritor). Un párrafo de dicho artículo decía:

“Todos los problemas de comunicaciones se podrían resolver mediante una cadena de estaciones espaciales con un período orbital de 24 Horas, lo que exigiría que estuviesen a 42.000 Km. del centro de la tierra. Existen varias disposiciones posibles de una cadena de este tipo. Las estaciones estarían ubicadas en el plano ecuatorial de la Tierra y, por ende, vistas por observadores de la tierra, permanecerían siempre fijas en los mismos puntos del cielo. A diferencia de los otros cuerpos celestes nunca tendrían aurora ni ocaso, lo cual facilitaría enormemente el uso de receptores direccionales instalados en la tierra”

- **Evolución del satélite**

- 1945 Arthur C. Clarke escribe el artículo: "Extra-Terrestrial Relays"
- 1955 John R. Pierce escribe el artículo: "Orbital Radio Relays"
- 1956 Primer Cable Telefónico Trans-Atlántico: TAT-1
- 1957 Sputnik: Rusia lanza el primer satélite.
- 1960 1er Lanzamiento exitoso del vehículo DELTA.
- 1960 AT&T aplica ante la FCC por una licencia experimental de comunicaciones por satélite.
- 1961 Inicio formal de los programas TELSTAR, RELAY y SYNCOM.
- 1962 TELSTAR y RELAY son lanzados.
- 1963 Lanzamiento de SYNCOM.
- 1964 Se forma INTELSAT.
- 1965 COMSAT EARLY BIRD: 1er Satélite de comunicaciones comercial.
- 1969 INTELSAT-III Primera serie que provee cobertura global
- 1972 ANIK: 1er Satélite de comunicaciones doméstico (Canadá).
- 1974 WESTAR: 1er Satélite de comunicaciones doméstico de USA.
- 1975 INTELSAT-IVA: 1er Satélite que aplica el uso de doble polarización.
- 1975 RCA SATCOM: 1er Satélite de comunicaciones operacional con cuerpo estabilizado.
- 1976 MARISAT: 1er Satélite de comunicaciones móviles.
- 1976 PALAPA: 3er País en lanzar un satélite doméstico (Indonesia).
- 1979 Se forma INMARSAT.
- 1988 TAT-8: 1ercable de Fibra Óptica Trans-Atlántico.

- **Evolución de Satélites INTELSAT**

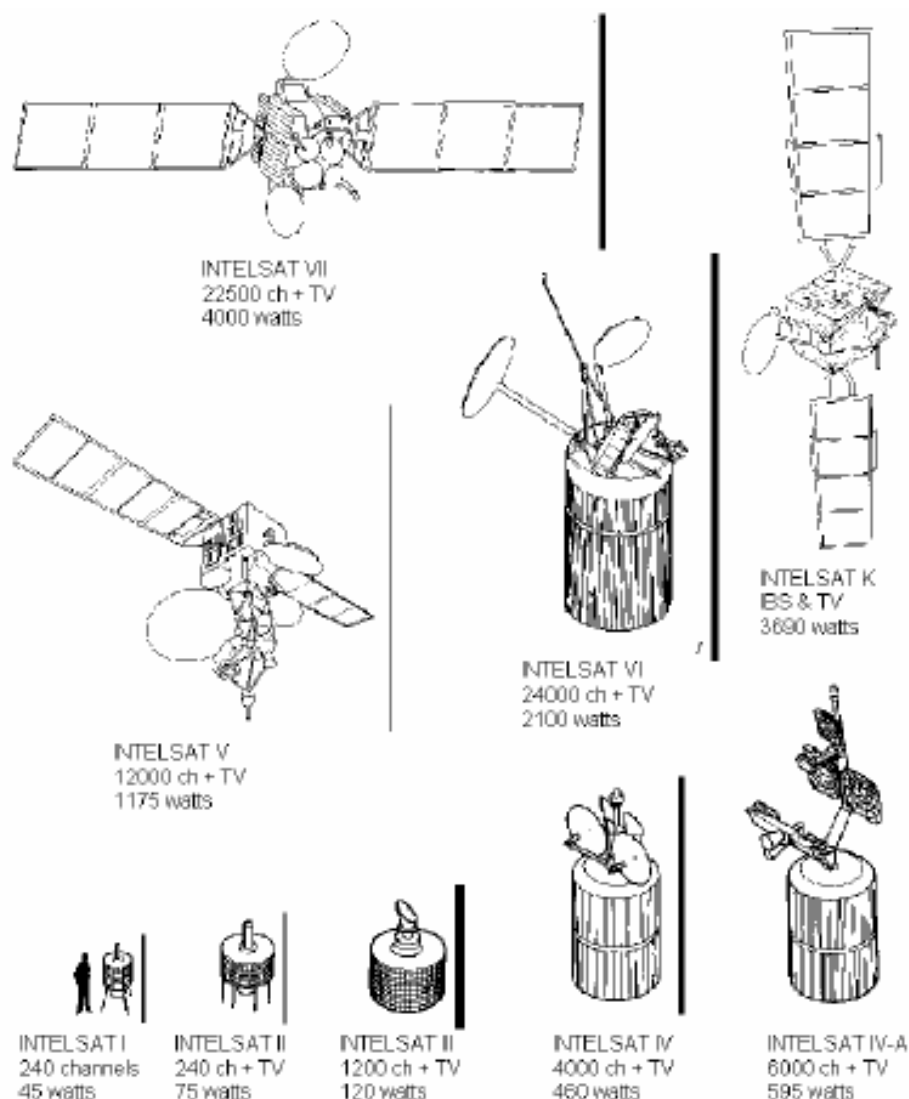


Figura. 1.15. Evolución Satélite INTELSAT

### 1.1.2.2 Breve Reseña Histórica de Telecomunicaciones Satelitales en el Ecuador

“Radio Internacional del Ecuador fue fundada en 1943 como una organización estatal independiente para los servicios de telegrafía y telefonía internacional, así como servicios telefónicos de larga distancia. Hasta ese entonces éstas habían sido monopolizadas por All America Cable y Radio. La nueva compañía operó a través de todo el país.

All America Cable and Radio fue nacionalizada en 1970 y cambió su nombre a Cables y Radio del Estado. Su función principal fue la operación de los sistemas de télex y el sistema público nacional e internacional de telégrafos. El mismo año, iniciaron la operación de cuatro canales internacionales de teléfonos vía satélite para la estación de Choconta (Colombia).

En octubre de 1972, el Gobierno Nacional tomó la decisión de integrar, definitivamente, todos los sectores de las telecomunicaciones en un solo organismo rector, el Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL). Pocos días después se inaugura la primera estación terrena del Ecuador, la cual incorpora al país a los beneficios de las comunicaciones vía satélite.

En 1991 entra en funcionamiento la segunda estación terrena en el Ecuador, instalada en las cercanías de Guayaquil. Este sistema satelital es el primero con tecnología digital instalado en Latinoamérica.

En marzo de 1992 entró en servicio una nueva estación terrena, instalada en Puerto Baquerizo Moreno, capital de la provincia insular de Galápagos. El sistema permite la conexión directa entre varias islas del archipiélago con el Ecuador continental y el mundo”<sup>1</sup>.

### 1.1.3 Equipos Satelitales disponibles en el Mercado.

Entre los Principales proveedores de equipos Satelitales en el Mercado podemos citar:




Nombre Empresa	Dirección Electrónica
	<a href="http://www.satcomresources.com">http://www.satcomresources.com</a>
	<a href="http://www.servsat.com/esp/htmls/espanol.html">http://www.servsat.com/esp/htmls/espanol.html</a>
	<a href="http://www.gdsatcom.com/index.html">http://www.gdsatcom.com/index.html</a>

Tabla. 1.3. Proveedores Equipos Satelitales

Las marcas de equipos satelitales más importantes en el mercado son:



<sup>1</sup> Fuente: [http://www.conatel.gov.ec/website/quien somos/historia.php?cod\\_cont=7](http://www.conatel.gov.ec/website/quien somos/historia.php?cod_cont=7)  
Las tecnologías de información y comunicación para el desarrollo humano Informe





Figura. 1.16. Principales Marcas de Equipos Satelitales

A continuación se mostrará algunos ejemplos de equipos de las distintas marcas presentes en el mercado.

- Equipos NORSAT



Figura. 1.17. LNA Norsat

LNA		
Frecuencia (GHz)	Ganancia (dB)	Temperatura de Ruido (°K)
3.4 – 4.2	55 – 70	20 – 30

Tabla. 1.4. Características LNA Norsat

- Equipos PARADISE DATACOM



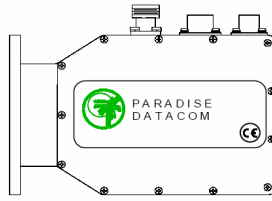


Figura. 1.18. LNA Paradise Datacom

LNA		
Frecuencia (GHz)	Ganancia (dB)	Temperatura de Ruido (°K)
3.4 – 4.8	60	30 – 45

Tabla. 1.5. Características LNA Paradise Datacom



Figura. 1.19. Módem Satelital Paradise Datacom

Módem Satelital		
Frecuencia IF (MHz)	Modulación	Potencia de TX (dBm)
50 – 90	BPSK, QPSK, OQPSK, [8PSK]	-30 a -5

Tabla. 1.6. Características Módem Satelital Paradise Datacom



Figura. 1.20. Transceiver Satelital Paradise Datacom

Transceiver				
Frecuencia RF (MHz)		Frecuencia IF (MHz)		Ganancia (dB)
TX	RX	TX	RX	Depende modelo
5850 - 6425	3625 - 4200	70 ± 18	70 ± 18	25

Tabla. 1.7. Características Transceiver Paradise Datacom

**Equipos TERRASAT**



Figura. 1.21. Transceiver Satelital Terrasat

Transceiver		
Frecuencia RF (MHz)		Ganancia (dB)
TX	RX	Depende modelo
5850 - 6425	3625 - 4200	69

**Tabla. 1.8. Características Transceiver Terrasat**

**Equipos DATUM SYSTEMS**



**Figura. 1.22. Módem Satelital Datum Systems**

<b>Módem Satelital</b>			
<b>Frecuencia IF (MHz)</b>	<b>Modulación</b>	<b>Potencia de TX (dBm)</b>	<b>Tasa digital de Datos</b>
50 – 90	BPSK, QPSK	- 35 a + 5	2.4Kbit/s – 2.460 Kbit/s

**Tabla. 1.9. Características Módem Satelital Datum Systems**

**Equipos VERTEX**



Figura. 1.23. Down Converter Vertex

Down Converter	
Banda de Frecuencia (GHz)	Ganancia (dB)
3.4 - 4.2	47

Tabla. 1.10. Características Down Converter Vertex



Figura. 1.24. LNA Vertex

LNA		
Frecuencia (GHz)	Ganancia (dB)	Temperatura de Ruido (°K)
3.6 – 4.2	64	40 – 45

Tabla. 1.11. Características LNA Vertex

## Equipos Patriot



Figura. 1.25. Antena Patriot

Antena Satelital			
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dBi)	Diámetro (mts)
<b>TX</b>	<b>RX</b>	<b>Banda C Lineal</b>	
5.7-6.725	3.625-4.2	36.4	1.2

Tabla. 1.12. Características Antena Patriot

## Equipos SATCOM



Figura. 1.26. Amplificador de Potencia

Amplificador de Potencia		
Potencia de Salida (dBm)	Ganancia (dB)	Ancho de Banda (MHz)
56.02	78	800

Tabla. 1.13. Características Amplificador de Potencia

## 1.2 INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA MICROONDA

La ingeniería de microondas/milimétricas tiene que ver con todos aquellos dispositivos, componentes y sistemas que trabajen en el rango frecuencial de 30 MHz a 30 GHz. Debido a tan amplio margen de frecuencias, tales componentes encuentran aplicación en diversos sistemas de comunicación. Ejemplo típico es un enlace de Radiocomunicaciones terrestre a 6 GHz en el cual detrás de las antenas emisora y receptora, hay toda una circuitería capaz de generar, distribuir, modular, amplificar, mezclar, filtrar y detectar la señal. Otros ejemplos lo constituyen los sistemas de comunicación por satélite, los sistemas radar y los sistemas de comunicación móviles, muy en boga en nuestros días.

La tecnología de semiconductores, que proporciona dispositivos activos que operan en el rango de las microondas, junto con la invención de líneas de transmisión planares; ha permitido la realización de tales funciones por circuitos híbridos de microondas.

En estos circuitos, sobre un determinado sustrato se definen las líneas de transmisión necesarias. Elementos pasivos (condensadores, resistencias) y activos (transistores, diodos) son posteriormente incorporados al circuito mediante el uso de pastas adhesivas y técnicas de soldadura. De ahí el nombre de tecnología híbrida de circuitos integrados (HMIC: "*Híbrid Microwave Integrated Circuit*"). Recientemente, la tecnología monolítica de circuitos de microondas (MMIC), permite el diseño de circuitos/subsistemas capaces de realizar, muchas de las funciones mencionadas anteriormente, en un sólo "chip". Por las ventajas que ofrece ésta tecnología, su aplicación en el diseño de amplificadores para receptores ópticos, constituye un campo activo de investigación y desarrollo.

El diseño de circuitos de microondas en ambas tecnologías, ha exigido un modelado preciso de los diferentes elementos que forman el circuito. De especial importancia son los dispositivos activos (MESFET, HEMT, HBT); pues conocer su comportamiento tanto en pequeña señal como en gran señal (régimen no lineal), es imprescindible para poder predecir la respuesta de un determinado circuito que haga uso de él.

Los enlaces de microondas varían de 15 a 4000 millas y tienen capacidades que van desde 12 canales de banda de voz hasta más de 22,000. Son de gran utilidad y prácticos debido a que no requieren de instalaciones físicas entre las estaciones Tx y Rx, como cable coaxial o fibra óptica, por lo que no requieren de adquisiciones de derecho de vías entre las estaciones ni de instalaciones subterráneas o cableado sobre postes, sólo requieren la compra o alquiler de un pequeño terreno. Cuando la distancia entre Tx y Rx excede los 10 Km. es necesario tomar en cuenta el radio de curvatura de la tierra por lo que se tiene que elevar las alturas de las antenas Tx y Rx.

“En el análisis y diseño de enlaces de comunicaciones por microondas es necesario hacer un estudio sobre las condiciones de la trayectoria del enlace, que involucran la distancia entre las antenas, condiciones climatológicas, rugosidad de la superficie, perfil topográfico, vegetación. En base a estas variables se debe considerar un margen de desvanecimiento o factor de acolchonamiento para garantizar la disponibilidad del enlace. También es necesario considerar la atenuación que presenta la señal al propagarse por la

línea de transmisión del equipo Tx y Rx hacia las antenas, así como las pérdidas por propagación en el espacio libre y por diversidad, entre otras. También se tiene que definir el tipo de antena, así como su eficiencia y ganancia. Una vez calculadas todas las atenuaciones y ganancias involucradas en el enlace se puede calcular la ganancia mínima que deberá tener el sistema.

$$G_s \geq P_t - C_{\min} \quad (1.2.1)$$

Donde:

$G_s$  es la ganancia del sistema [dB].

$P_t$  es la potencia de transmisión [dBm].

$C_{\min}$  es el umbral del receptor [dBm]

### 1.2.1 Definiciones y conceptos básicos de Telecomunicaciones vía Microonda.

De la ecuación (1.2.1) se puede determinar que la ganancia del sistema deberá ser mayor o igual que todas las pérdidas involucradas en el enlace menos las ganancias de las antenas, es decir:

$$P_t - C_{\min} \geq \text{pérdidas} - \text{ganancias} \quad (1.2.2)$$

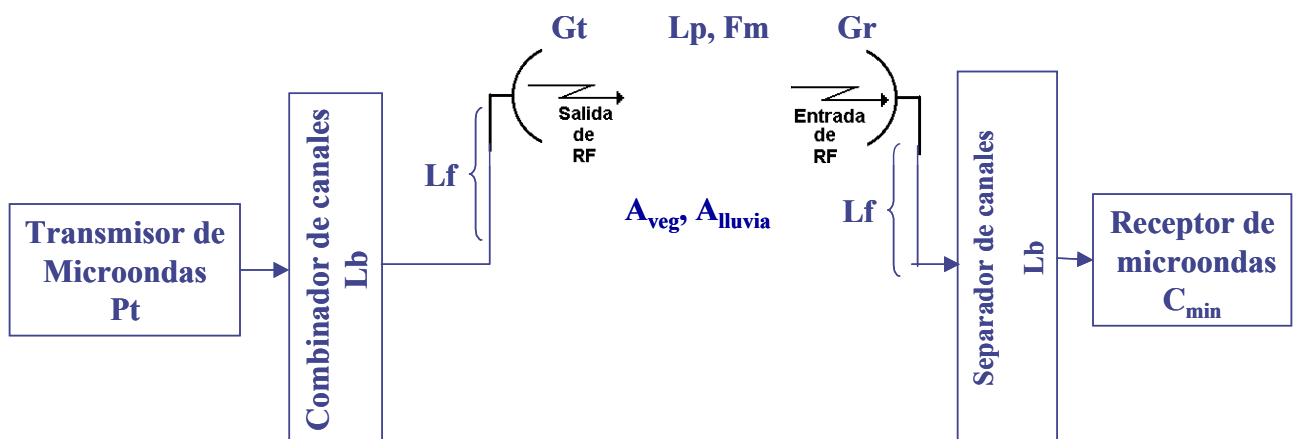


Figura. 1.27. Diagrama a bloques del enlace de microondas



La Figura. 1.27. muestra el diagrama de bloques del enlace de microondas indicando las principales variables que se involucran en el sistema de comunicación.

### **Ganancias**

$G_t$  es la ganancia de la antena Tx [dB].

$G_r$  es la ganancia de la antena Rx [dB].

### **Pérdidas**

$L_p$  son las pérdidas en la trayectoria de espacio libre [dB].

$L_f$  son las pérdidas en la línea de transmisión (Tx y Rx) [dB].

$L_b$  son las pérdidas por diversidad [dB].

$F_m$  es el margen de desvanecimiento [dB].

$A_{\text{lluvia}}$  es la atenuación por lluvia [dB].

$A_{\text{veg}}$  es la atenuación por vegetación [dB].

- **Cálculo de los parámetros del enlace**

- **Pérdida en la trayectoria de espacio libre [Lp]**

Se define como la pérdida incurrida por una onda electromagnética al propagarse en línea recta a través del vacío, sin atenuación por absorción y reflexión debidas a objetos cercanos. Estas pérdidas dependen de la frecuencia, y aumentan directamente con la distancia.

Se calcula con la siguiente ecuación de Friis:

$$L_p = \left( \frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left( \frac{4\pi f D}{c} \right)^2 \quad (1.2.3)$$

En dB, obtenemos

$$L_p = 20 \text{Log} \left( \frac{4\pi f D}{c} \right) \quad [\text{dB}] \quad (1.2.4)$$

Donde:

f es la frecuencia [Hz].

D es la distancia entre las antenas [m].

c es la velocidad de la luz [ $3 \times 10^8$  m/s].

### ○ Pérdidas por lluvia

Para frecuencias mayores a 10 GHz, existen otros factores que afectan la propagación de las señales de microondas, como la Absorción por Gases y Vapor de Agua, la Atenuación por Lluvia y la Atenuación por Vegetación y, entre otras.

Considerando una tasa de distribución de lluvia R, se puede calcular la atenuación específica como:

$$A_{\text{lluvia}} = a R^b \quad [\text{dB} / \text{Km}] \quad (1.2.5)$$

Donde:

$A_{\text{lluvia}}$  es la Atenuación por lluvias [dB/Km].

R es la tasa de lluvia de la región [mm/h].

$$a = \begin{cases} 4.21 \times 10^{-5} f^{2.42} & 2.9 \text{GHz} \leq f \leq 54 \text{GHz} \\ 4.09 \times 10^{-2} f^{0.699} & 54 \text{GHz} \leq f \leq 180 \text{GHz} \end{cases} \quad (1.2.6)$$

$$b = \begin{cases} 1.41 f^{-0.0779} & 8.5 \text{GHz} \leq f \leq 25 \text{GHz} \\ 2.63 f^{-0.272} & 25 \text{GHz} \leq f \leq 164 \text{GHz} \end{cases} \quad (1.2.7)$$

Para enlaces terrestres con trayectorias mayores a 6 Km., la atenuación debido a la distancia entre antenas es menor de lo que muestra esta cifra cuando la lluvia afecta solo a una parte de la trayectoria del enlace.

Por lo tanto es necesario aplicar un factor de reducción para la distancia efectiva del enlace, el cual está dado como:

$$r = \frac{90}{90 + 4d} \quad (1.2.8)$$

Donde:

$r$  es el factor de reducción.

$d$  es la distancia real entre las antenas Tx y Rx, [Km].

Por lo tanto la ecuación más exacta para el cálculo de la atenuación por lluvia es:

$$A_{lluvia} = (a) (R^b) (d)(r) \quad [dB] \quad (1.2.9)$$

#### ○ Pérdidas por vegetación

Existen varios estudios sobre la influencia que ejerce el tamaño, la densidad, el tipo y la forma de vegetación en la atenuación que sufre la señal al propagarse por áreas con vegetación. El modelo expresado en la siguiente ecuación se aplica para el rango de frecuencias de 200 MHz a 95 GHz.

$$A_{veg} = 0.2 f^{0.3} d_p^{0.6} \quad [dB] \quad (1.2.10)$$

Donde:

$A_{veg}$  es la atenuación por vegetación [dB].

$f$  es la frecuencia [GHz].

$d_p$  es la altura de la vegetación [m].

El modelo que logra una predicción más cercana a la realidad es el siguiente y se recomienda para el rango de frecuencias de 10 a 40 GHz.

$$A_{veg} = 0.39 f^{0.39} d_p^{0.25} \quad [dB], \text{ árbol con hojas} \quad (1.2.11)$$

$$A_{veg} = 0.39 f^{0.18} d_p^{0.59} \quad [dB], \text{ árbol sin hojas} \quad (1.2.12)$$

### o Ganancia de las antenas

Una antena parabólica tiene una ganancia aparente porque concentra la potencia irradiada en un haz angosto en lugar de enviarlo en forma uniforme en todas las direcciones (antena isotrópica), y el ancho del haz se reduce con los incrementos en la ganancia de la antena, como se puede observar en la ec. (1.2.4)



Figura. 1.28. Reflector parabólico

El ancho del haz de la antena en el punto a 3 dB, se calcula con la ecuación:

$$\theta_{3dB} = \frac{70c}{f D_{ant}} \quad [^\circ] \quad (1.2.13)$$

Donde:

$D_{ant}$  es el diámetro de la antena [m].

La **Ganancia** de la antena parabólica se calcula con la siguiente ec.:

$$G = \eta \left( \frac{\pi D_{ant}}{\lambda} \right)^2 \quad (1.2.14)$$

Donde

$\eta$  es la eficiencia de la antena (Ej. 60%  $\eta = 0.60$ ).

$\lambda$  es la longitud de onda de la señal  $\lambda = \frac{c}{f}$  [m].

La ganancia de la antena en dB, sería,

$$G_{dB} = 10 \text{Log}(G) \quad [dB] \quad (1.2.15)$$

#### o **Margen de Desvanecimiento (Fm)**

Es un “factor de acolchonamiento” incluido en la ecuación de ganancia del sistema que considera las características no ideales y menos predecibles de la propagación de ondas de radio, tal como la propagación de múltiples trayectorias, sensibilidad a superficie rocosa, condiciones climatológicas, objetivos de confiabilidad y es válido para una distancia máxima de 400 Km . El Fm se calcula como:

$$Fm = \underbrace{30 \text{Log}_{10}(D)}_{\text{Efecto de la trayectoria}} + \underbrace{10 \text{Log}_{10}(6ABf)}_{\text{Sensibilidad al Terreno y al clima}} - \underbrace{10 \text{Log}_{10}(1-R)}_{\text{Objetivos de confiabilidad}} - \underbrace{70}_{\text{Constante}} \quad [dB] \quad (1.2.16)$$

Donde:

D es la distancia entre las antenas Tx y Rx [Km].

f es la frecuencia del enlace de microondas [GHz].

R es el objetivo de confiabilidad del enlace, (ej. 99.99% R=0.9999).

A es el factor de rugosidad de la trayectoria.

A = 4 sobre agua o terreno muy parejo.

A = 1 sobre terreno normal

A = 0.25 sobre terreno montañoso o muy disparejo.

B es el factor para convertir la probabilidad del peor de los meses en probabilidad anual.

$B = 1$  Para clima muy lluvioso y con mucha neblina.

$B = 0.5$  para áreas calientes y húmedas (calor húmedo).

$B = 0.25$  para clima normal.

$B = 0.125$  para áreas muy secas o montañosas.

○ **Potencia de ruido a la entrada del receptor se define por:**

$$N = KTB \quad (1.2.17)$$

Donde:

$N$  es la potencia de ruido [Watts].

$K$  es la constante de Boltzman ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/°K)

$T$  es la temperatura equivalente del ruido del receptor (°Kelvin)

$B$  es el ancho de banda de ruido [Hz].

○ **Umbral del Receptor, o Sensibilidad del Receptor**

Es la potencia mínima de portadora de banda ancha ( $C_{min}$ ) a la entrada de un receptor que produzca una salida útil de banda base, esta se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$C_{min} = \frac{C}{N} + N_{dBm} + NF \quad [dB] \quad (18)$$

Donde:

$\frac{C}{N}$  es la relación portadora a ruido del receptor.

$N_{dBm}$  es la potencia de ruido del receptor [dBm].

$NF$  es la figura de ruido del receptor [dB]

○ **Potencia del transmisor**

De la ec. (1.2.2) se puede obtener la potencia del transmisor,

$$P_t = G_s + C_{\min} \quad [dBm] \quad (19)$$

○ **Altura de las torres**

A distancias mayores de 10 Km se debe tomar en cuenta el radio de curvatura de la tierra para garantizar que haya línea de vista entre las antenas Tx y Rx.

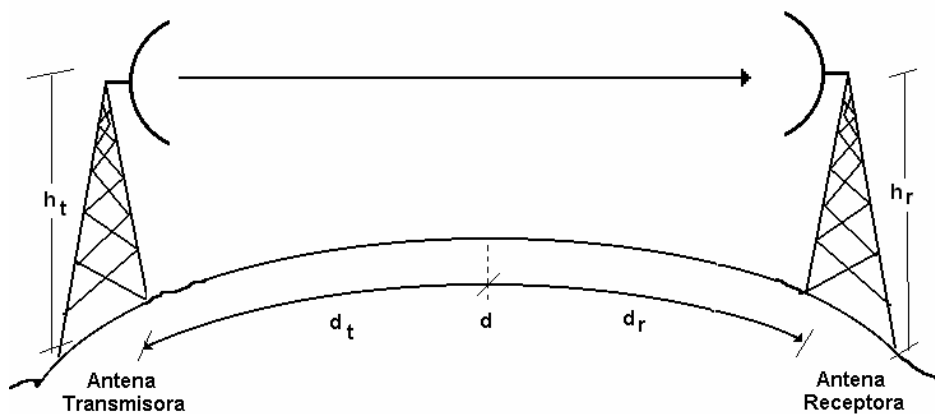


Figura. 1.29. Altura de las antenas para librar el radio de curvatura de la tierra

El radio horizonte de línea de vista para una sola antena es:

$$d = \sqrt{2h} \quad (1.2.20)$$

Donde:

$d$  es la distancia a radio horizonte (millas).

$h$  es la altura de la antena sobre el nivel del mar (pies).

Para una antena Tx y Rx, la distancia entre las dos antenas se expresa como:

$$d = d_t + d_r \quad (1.2.21)$$

Y en función de  $h_t$  y  $h_r$  se expresa como:

$$d = \sqrt{2h_t} + \sqrt{2h_r} \quad (1.2.22)$$

Donde:

$d$  es la distancia entre las antenas [millas]

$h_t$ ,  $h_r$  son las alturas de las antenas Tx y Rx en [pies]<sup>2</sup>.

## 1.2.2 Evolución de las Telecomunicaciones vía Microonda en el Ecuador

### 1.2.2.1 Evolución de las Telecomunicaciones vía Microonda

- “La existencia de ondas electromagnéticas, de las cuales las microondas forman parte del espectro de alta frecuencia, fueron predichas por James Clerk Maxwell en 1864 de sus famosas ecuaciones.
- En 1888, Heinrich Hertz fue el primero en demostrar la existencia de ondas electromagnéticas mediante la construcción de un aparato para producir ondas de radio.
- 1950 Se establece el primer enlace de comunicaciones vía MICROONDAS, dotado de comunicaciones en un alto volumen a muy grandes distancias.
- 1963 Se perfecciona los osciladores de microondas de Estado Sólido por Gunn.
- 1983 La FCC aprueba la tecnología de televisión vía microondas MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service)<sup>3</sup>.

### 1.2.2.2 Breve Reseña Histórica de Telecomunicaciones vía microonda en el Ecuador

“La Empresa de Radio Telégrafos y Teléfonos Ecuador fue creada en 1958 por la Unión de la Dirección de Telégrafos y Radio Internacional del Ecuador. El propósito principal de la nueva compañía era poner al día el sistema de comunicaciones internacionales. El gobierno nacional de 1959 contrató a British Marconi para 48 canales VHF entre Quito y Guayaquil. Después se usaron los enlaces VHF para conectar el resto de las ciudades del país.

<sup>2</sup> Fuente: <http://somi.cinstrum.unam.mx/somi18/sesion/Sesi%F3n1MT.htm>

<sup>3</sup> Fuente: <http://www.eveliux.com/fundatel/historia.html>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Microonda>



En 1960 se crea el primer sistema de radio UHF (115000).

En 1963 se da el convenio entre la Empresa de Radio, Telégrafos y Teléfonos del Ecuador (ERTTE), ETQ y ETG para automatizar el servicio telefónico nacional.

En 1967 se reemplaza la ERTTE por la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL) y se crea un Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) como coordinador de las actividades de telecomunicaciones en el país.

En 1968 opera el primer sistema de micro-onda Quito - Guayaquil.

En 1983 entra en funcionamiento, en Riobamba, la primera central telefónica digital, con una capacidad de 6.000 líneas.

En 1987 se inicia el proceso de ampliación de la tecnología digital en el Ecuador, con la puesta en marcha de las centrales de esta tecnología en Quito y Guayaquil.

En 1989 se tiene el 43% de digitalización.

El 26 de agosto de 1993 el Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones (CONECEL S.A.) suscribió el contrato de concesión para la explotación del servicio de telefonía móvil celular con la Superintendencia de Telecomunicaciones. CONECEL es una empresa legalmente constituida en el Ecuador, titular de la concesión conferida por el estado ecuatoriano para la prestación del servicio en la Banda A. PORTA CELULAR es el nombre comercial que ha utilizado desde 1994 hasta la fecha. En el mes de febrero del 2000, Teléfonos de México S.A. (TELMEX) adquirió una participación accionaria del 60% de CONECEL.

El 29 de noviembre de 1993 la compañía OTECEL S.A. suscribió el contrato de concesión para la explotación del servicio de telefonía móvil celular con la Superintendencia de Telecomunicaciones. OTECEL es una empresa legalmente constituida en el Ecuador, titular de la concesión para la prestación del servicio de telefonía móvil celular en la Banda B. El nombre comercial que emplea es BELLSOUTH<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Fuente: [http://www.conatel.gov.ec/website/quien somos/historia.php?cod\\_cont=7](http://www.conatel.gov.ec/website/quien somos/historia.php?cod_cont=7)  
Las tecnologías de información y comunicación para el desarrollo humano

### 1.2.3 Equipos Microonda disponibles en el Mercado.

En esta sección se mostrará algunos ejemplos de equipos de microondas de las distintas marcas presentes en el mercado.

- Equipos Marca Lynx 1500



Figura. 1.30. IDU Lynx

<b>Banda de Frecuencias</b>	1.4 –1.5 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	10 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	27 dBm
<b>Modulación</b>	QPSK
<b>Ganancia del Sistema</b>	121 dBm

Tabla. 1.14. Características IDU Lynx

- Equipos Marca STRATEX NETWORKS

- Modelo ALTIUM MX



Figura. 1.31. Equipos Altium MX

<b>Banda de Frecuencias</b>	6– 38 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	28 - 56 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	15.5 – 24 dBm
<b>Modulación</b>	128, 256 QAM
<b>Ganancia del Sistema</b>	75.5 – 94 dB

Tabla. 1.15. Características Equipos Altium MX

- Equipos marca P-COM

## AirLink™ 64–512 kbps

S-Band 2.400 – 2.4835 GHz Digital Microwave Radio



Figura. 1.32. Equipos Airlink

<b>Banda de Frecuencias</b>	2.400 – 2.4835 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	5.1 – 41.0 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	28 dBm
<b>Ganancia de la Antena</b>	8 – 24 dBi

Tabla. 1.16. Características Equipos Airlink

- Equipos Marca AIRAYA

# AIRAYA



Figura. 1.33. Equipos Airaya

<b>Banda de Frecuencias</b>	4.94 - 4.99 GHz. 5.25 - 5.35 GHz. 5.47 - 5.72 GHz. 5.725- 5.850 GHz
<b>Velocidad de Datos</b>	40 Mbps
<b>Ganancia de la Antena</b>	32 dBi

Tabla. 1.17. Características Equipos Airaya

- Equipos Marca Mixbaal

# MIXBAAL

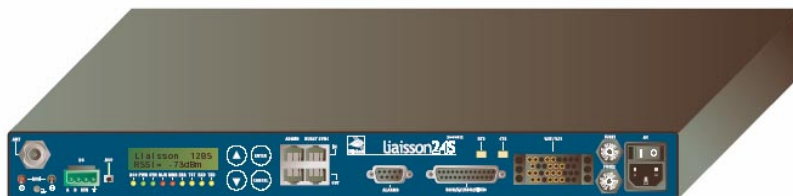


Figura. 1.34. Equipos Mixbaal

<b>Banda de Frecuencias</b>	2.4 – 5.8 GHz
<b>Velocidad de</b>	512 Mbps

<b>Datos</b>	
<b>Potencia de transmisión</b>	28 dBm

**Tabla. 1.18. Características Equipos Mixbaal**

**1.3 PRESENTACIÓN IMSATEL – ECUADOR S.A. (IMPSAT)**

Impsat es una empresa de telecomunicaciones nacida en Latinoamérica, que provee soluciones integradas de voz, datos e Internet en Banda Ancha a empresas en toda la región, abriendo operaciones en numerosos países de Latinoamérica y llegando a los Estados Unidos.

Impsat Fiber Networks nace **en 1990** como una empresa especializada en soluciones integrales de telecomunicaciones de alta calidad para corporaciones de Latinoamérica.

Nuestros servicios **punto a punto** conectan los principales centros de actividad económica de la región mediante una red de banda ancha compuesta (*fibra óptica + tecnología satelital + radio*).

Contamos con operaciones en **8 países**: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, EEUU y Venezuela.



Figura. 1.35. Principales Telepuertos Impsat

La infraestructura Impsat incluye **15 redes metropolitanas** en las principales ciudades, **redes de banda ancha** en Argentina, Brasil, Chile y Colombia, y **capacidad submarina contratada** para conectar America Latina con EEUU y el resto del mundo.



Figura. 1.36. Red Impsat en América

### 1.3.1 Papel de IMPSAT en el Ámbito de las Telecomunicaciones dentro del Ecuador.

Impsat con su experiencia en el sector de las telecomunicaciones ha podido expandir cada vez más sus servicios de telecomunicaciones integrales, que hoy incluyen:

- Datos
- Internet
- Telefonía
- Data Centers.

- Datos

Servicio de transmisión de datos urbanos, interurbanos e internacionales en las principales ciudades de Latinoamérica, a través de la red de fibra óptica de mayor capacidad y velocidad de la región.

El servicio comprende:

- International IP MPLS
- International Frame Relay
- International ATM
- International Clear Channel
- Voz Corporativa

- **Data Center**

Para hospedar soluciones y servicios informáticos de IT e Internet, en un ámbito de máxima seguridad y confiabilidad, garantizando desempeño y calidad World Class, Incluye múltiples posibilidades

- Hosting
- Mail & Messaging
- DRS (Disaster Recovery Services)
- Seguridad Gerenciada
- Storage Utility

- **Internet**

Impsat es pionera en el mercado de Internet en Latinoamérica. Con una gama de soluciones, para ISPs, data centers, carriers y a grandes y medianas empresas.

Diferentes tipos de servicios:

- ADI (Acceso Dedicado a Internet)
- Acceso Remoto
- Teleworker
- Secure IP (Seguridad Gerenciada, IP VPN)
- Videoconferencia

- **Telefonía**

Múltiples servicios y soluciones de voz, diseñados para satisfacer los requerimientos específicos de su escenario particular de negocios.

- Local y Larga Distancia Pública
- Calling Card Mundo Impsat

### 1.3.2 Equipos de Microonda y Satelitales utilizados por IMPSAT para enlaces de última milla.

Los siguientes equipos son los utilizados por Impsat para enlaces de última milla.

Para identificar los equipos utilizados por Impsat se mostrará un sello a lado del logotipo de la marca de cada equipo.

#### 1.3.2.1 Equipos Satelitales:

- **Equipos COMTECH Y EFDATA**





Figura. 1.37. Equipos COMTECH Y EFDATA

LNA		
Frecuencia (GHz)	Ganancia (dB)	Temperatura de Ruido (°K)
3.4 – 4.8	50 -60	30 – 40

Tabla. 1.19. Características LNA EFDATA

Transceiver				
Frecuencia RF (MHz)		Frecuencia IF (MHz)		Ganancia (dB)
TX	RX	TX	RX	Depende modelo
5845 - 6425	3625 – 4200	70 ± 18	70 ± 18	77

Tabla. 1.20. Características Transceiver COMTECH Y EFDATA

Módem Satelital			
Frecuencia RF (MHz)	Modulación	Potencia de TX (dBm)	Tasa digital de Datos
55 – 180	BPSK, QPSK $\frac{1}{2}$ , $\frac{3}{4}$ , 7/8 , 8PSK 2/3	-30 a -5	2.4Kbit/s – 2.5 Mbit/s

Tabla. 1.21. Características Módem Satelital COMTECH Y EFDATA

- Equipos CODAN

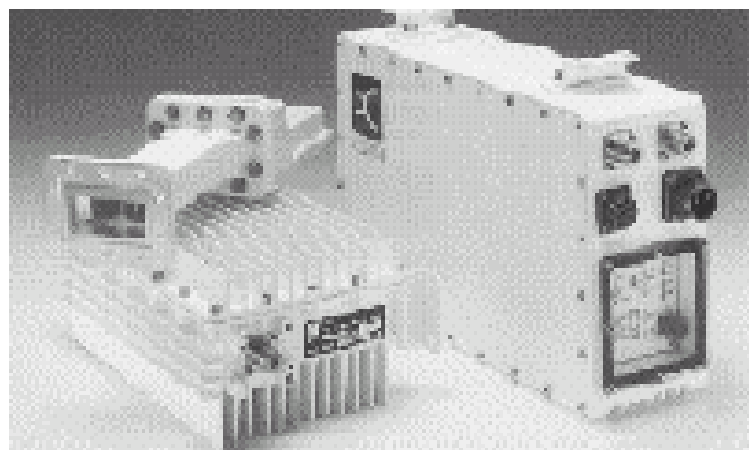


Figura. 1.38. Equipos CODAN

Transceiver				
Frecuencia RF (MHz)		Frecuencia IF (MHz)		Ganancia (dB)
TX	RX	TX	RX	Depende modelo
5845 - 6425	3625 - 4200	70 ± 18	70 ± 18	77

Tabla. 1.22. Características Transceiver CODAN

- Equipos VERTEX

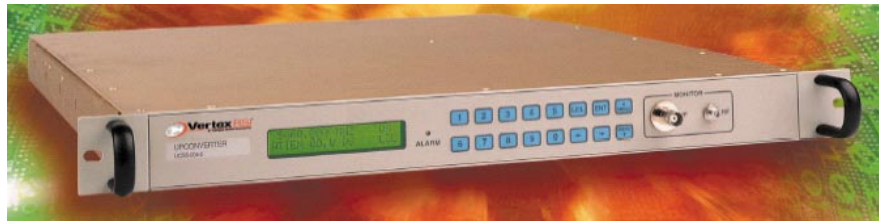


Figura. 1.39. UP Converter Vertex

UP Converter	
Banda de Frecuencia	Ganancia (dB)
C, X, Ku, Kt	29 - 34

Tabla. 1.23. Características UP Converter Vertex

- Antena Satelital 7.2 Metros



Figura. 1.40. Antena Satelital 7.2 Metros

Antena Satelital				
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dBi)		Diámetro (mts)
TX	RX	TX	RX	
5.850 - 6.425	3.625 - 4.200	51.7	47.9	7.2

Tabla. 1.24. Características Antena Satelital 7.2 Metros

- Antena Satelital 1.2 Metros



Figura. 1.41. Antena Satelital 1.2 Metros

Antena Satelital		
Frecuencia (GHz)	Ganancia (dBi)	Diámetro (mts)
C-Band, Ku-Band, X-Band	32 – 43.2	1.2

Tabla. 1.25. Características Antena Satelital 1.2 Metros

- Equipos ANDREW





Figura. 1.42. Antena Satelital 6.5 Metros

Antena Satelital				
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dBi)		Diámetro (mts)
TX	RX	TX	RX	
5.850 - 6.425	3.625 - 4.200	51.3	47.8	6.5

Tabla. 1.26. Características Antena Satelital 6.5 Metros

- Equipos PRODELIN



Figura. 1.43. Feed Satelital Banda C



Figura. 1.44 Antena Satelital 1.2 Metros

Antena Satelital				
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dBi)		Diámetro (mts)
Banda C	Banda Ku	Banda C	Banda Ku	
3.65 – 4.2	10.95 – 12.75	32	42	1.2

Tabla. 1.27. Características Antena Satelital 1.2 Metros



Figura. 1.45. Antena Satelital 1.8 Metros

Antena Satelital				
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dBi)		Diámetro (mts)
Banda C	Banda Ku	Banda C	Banda Ku	
3.65 – 4.2	10.95 – 12.75	35.5	45.5	1.8

**Tabla. 1.28. Características Antena Satelital 1.8 Metros**



**Figura. 1.46. Antena Satelital 2.4 Metros**

Antena Satelital				
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dBi)		Diámetro (mts)
Banda C	Banda Ku	Banda C	Banda Ku	
3.65 – 4.2	10.95 – 12.75	37.5	47	1.8

**Tabla. 1.29. Características Antena Satelital 2.4 Metros**

- **Equipos HUGHES Networ Systems**

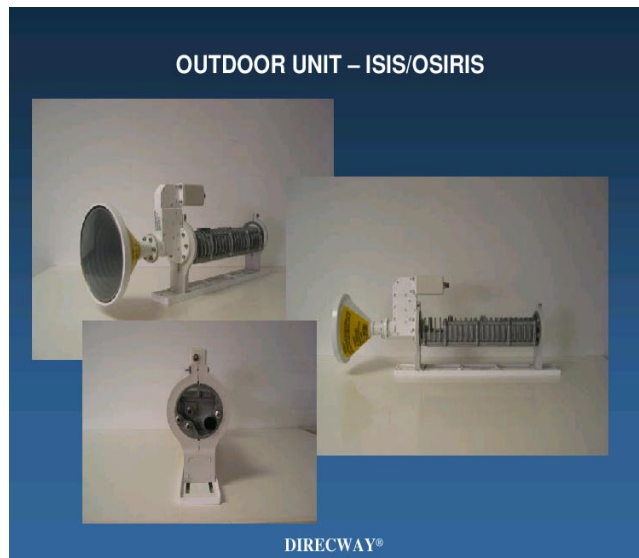


Figura. 1.47. ODU Hughes Diecway

ODU Satelital				
Frecuencia (GHz)		Ganancia (dB)		Potencia TX (W)
TX	RX	TX	RX	1 - 2
14 - 14.5	10.95 - 12.75	54	66	

Tabla. 1.30. Características ODU Hughes Diecway



Figura. 1.48. IDU Hughes Diecway DW6000

La DW6000 es una indoor unit de bajo costo, doble vía, que soporta aplicaciones TCP/IP de alta velocidad.

Enruta tráfico IP desde el outroute hacia la LAN del sitio remoto y transmite datos de retorno en el inroute.

### 1.3.2.2 Equipos Microondas:

- Equipos Marca Alvarion



Figura. 1.49. Equipos Alvarion

Banda de Frecuencias				
Familia 4.9 GHz	Familia 5.2 GHz	Familia 5.3 GHz	Familia 5.4 GHz	Familia 5.8 GHz
4.900 – 5.000	5.150 – 5.350	5.250 – 5.350	5.470 – 5.725	5.725 – 5.850
<b>Ancho de Banda</b>	20 MHz, 10 MHz			
<b>Potencia de transmisión</b>	21 dBm			
<b>Modulación</b>	OFDM, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM			
<b>Ganancia de la Antena</b>	8 - 17dBi			

Tabla. 1.31. Características Equipos Alvarion

- Equipos Marca Air Mux – 104







Figura. 1.50. Equipos AirMux104

<b>Banda de Frecuencias</b>	5.725 – 5.850 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	10 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	16 dBm
<b>Modulación</b>	QPSK
<b>Ganancia de la Antena</b>	23 dBi

Tabla. 1.32. Características AirMux104

- Equipos Marca CERAGON



Figura. 1.51. Equipos Ceragon

<b>Banda de Frecuencias</b>
-----------------------------

2.400 - 2.4835	4.940 - 4.990	5.250 - 5.350	5.470 - 5.725	5.725-5.850
GHz	GHz	GHz	GHz	GHz
<b>Ancho de Banda</b>	20 MHz			
<b>Potencia de transmisión</b>	> 18 dBm			
<b>Modulación</b>				
OFDM	BPSK	QPSK	16QAM	64 QAM
<b>Ganancia de la Antena</b>	17 - 22dBi			

Tabla. 1.33. Características Equipos Ceragon

- Equipos Marca HARRIS



Figura. 1.52. Equipos Harris

<b>Banda de Frecuencias</b>	
21.200 - 23.600	38.600 - 40.000
GHz	GHz
<b>Ancho de Banda</b>	40 MHz
<b>Modulación</b>	
FSK	QPSK
<b>Ganancia de la Antena</b>	35-38 dBi

Tabla. 1.34. Características Equipos Harris

- Equipos Marca STRATEX NETWORKS

- Modelo ECLIPSE



Figura. 1.53. Equipos Stratex Networks Modelo Eclipse

<b>Banda de Frecuencias</b>	5 – 38 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	3.5 - 56 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	21- 30.5 dBm
<b>Modulación</b>	QPSK, 16, 32, 64, 128 QAM
<b>Ganancia del Sistema</b>	90.5 - 123.5 dB

Tabla. 1.35. Características Equipos Stratex Networks Modelo Eclipse

- Equipos Marca Digital Microwave Corporation

- Modelo DART Digital Access Radio Technology





Figura. 1.54. Equipos DMC Dart

<b>Banda de Frecuencias</b>	15 – 38 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	3.5 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	16 dBm
<b>Modulación</b>	2FSK
<b>Ganancia del Sistema</b>	96.5 – 102 dB

Tabla. 1.36. Características Equipos DMC Dart

○ **Modelo DMC 23 Classic II Multirate**



Figura. 1.55. Equipos DMC 23 Classic II Multirate

<b>Banda de Frecuencias</b>	21.2 GHz – 23.6 GHz
<b>Ancho de</b>	14 MHz

<b>Banda</b>	
<b>Potencia de transmisión</b>	16 dBm
<b>Modulación</b>	QPSK
<b>Ganancia de la Antena</b>	40.3 dBi
<b>Ganancia del Sistema</b>	97 dB

Tabla. 1.37. Características Equipos DMC 23 Classic II Multirate

○ **Modelo SPECTRUM II SERIES**



Figura. 1.56. Equipos Spectrum II Series

<b>Banda de Frecuencias</b>	7 GHz – 38 GHz
<b>Ancho de Banda</b>	3.5 - 28 MHz
<b>Potencia de transmisión</b>	16 – 27 dBm
<b>Modulación</b>	4FSK
<b>Ganancia del Sistema</b>	87 - 111 dB

Tabla. 1.38. Características Equipos Spectrum II Series

• **Antenas:**

○ **Antenas Marca Gabriel Electronics Incorporated**





Figura. 1.57. Antena Standard 14 GHz

	Baja	Media	Alta
<b>Ganancia (dBi):</b>	50.0	50.3	50.5
<b>Frecuencia (GHz):</b>	14.25 – 15.35		

Tabla. 1.39. Características Antena Standard 14 GHz



Figura. 1.58. Antena de Alto Rendimiento 14 GHz

	Baja	Media	Alta
<b>Ganancia (dBi):</b>	49.8	50.1	50.4
<b>Frecuencia (GHz):</b>	14.25 – 15.35		

Tabla. 1.40. Características Antena de Alto Rendimiento 14 GHz



**Figura. 1.59. Antena Parabólica Standard 23 GHz**

	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
<b>Ganancia (dBi):</b>	49.0	49.5	49.9
<b>Frecuencia (GHz):</b>	21.20 – 23.60		

**Tabla. 1.41. Características Antena Parabólica Standard 23 GHz**



**Figura. 1.60. Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz**

	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
<b>Ganancia (dBi):</b>	49.0	49.5	50.0
<b>Frecuencia (GHz):</b>	21.20 – 23.60		

**Tabla. 1.42. Características Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz**



Figura. 1.61. Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz

	Baja	Media	Alta
<b>Ganancia (dBi):</b>	45.5	46.0	46.5
<b>Frecuencia (GHz):</b>	21.20 – 23.60		

Tabla. 1.43. Características Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz



Figura. 1.62. Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz

	Baja	Media	Alta
<b>Ganancia (dBi):</b>	48.4	48.9	49.4
<b>Frecuencia (GHz):</b>	21.20 – 23.60		

Tabla. 1.44. Características Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz

**Antenas Marca ANDREW**







**Figura. 1.63. Antena Andrew**

	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
<b>Ganancia (dBi):</b>	46.6	47.2	47.9
<b>Frecuencia (GHz):</b>	7.125 - 8.400		

**Tabla. 1.45. Características Antena Andrew**

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DE EQUIPOS SATELITALES**

Se puede describir el funcionamiento de los equipos para enlaces satelitales tomando en cuenta algunas de sus características principales como son: el tipo de datos, el tipo de modulación utilizada, los modos de acceso al Satélite entre otros.

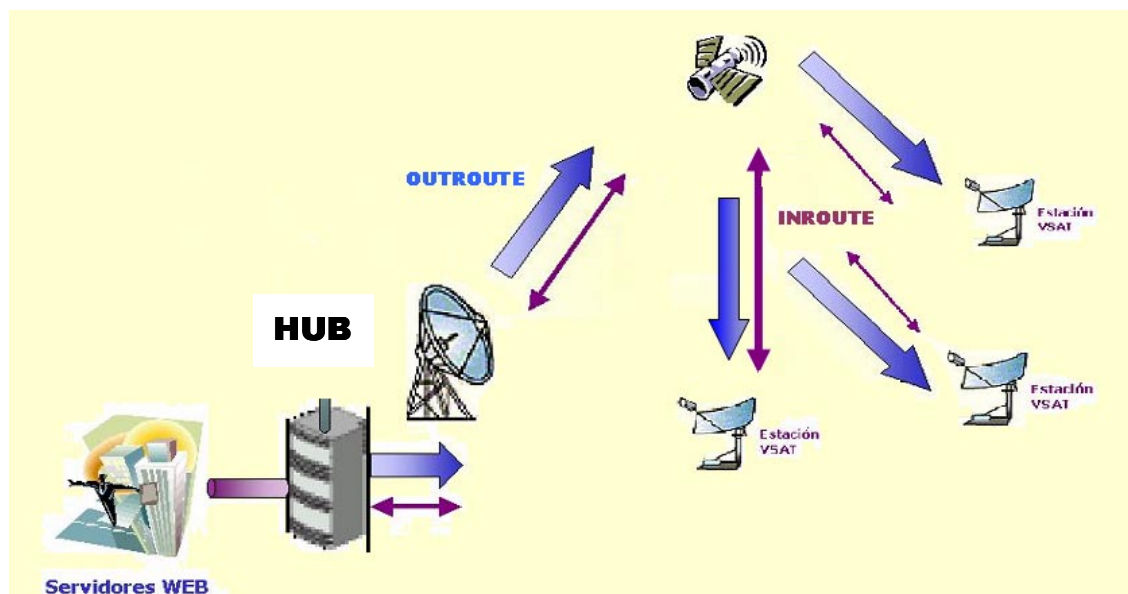
Se a considerado conveniente realizar esta descripción de los equipos partiendo de su modo de acceso al satélite para poder cubrir de manera general los distintos tipos de enlaces satelitales existentes.

##### **2.1.1 Modos de acceso al Satélite:**

###### **2.1.1.1 TDMA (*Time División Multiple Acces*)**

Los servicios TDM / TDMA proveen comunicación entre una ubicación central y múltiples ubicaciones remotas en lo que se denomina topología tipo estrella.

En esta red de topología estrella tenemos una estación terrena compartida denominada HUB y muchas estaciones remotas denominadas VSAT. (“Very Small Aperture Terminal”) las cuales han sido masivamente usadas, inicialmente, para comunicaciones de datos.



**Figura. 2.1. Red VSAT con topología en estrella**

Desde la Estación Central se puede monitorear y controlar la operación de todas las partes del sistema. Estos servicios pueden operar en las bandas C, Ku y Ka.

En esta ubicación todos los equipos son redundantes y el diámetro de la antena que conforma el HUB varía entre 5.9 y 9 m. A esta localidad llegan los canales de voz, datos y videos que se desean transportar a las estaciones remotas.

Esta solución goza de una libertad total de localización de la estación, sin estar sujetos a la necesidad de fuentes de energía, ya que se pueden encontrar sistemas VSAT de bajo consumo que permiten ser operadas mediante paneles solares y acumuladores. Esta solución, aunque tiene asociados mayores retardos, permite un control total de los recursos de comunicaciones y ofrece una gran facilidad de escalabilidad de la red de estaciones. La utilización de comunicaciones vía satélite facilita el intercambio de datos entre distintas agencias. Por otro lado el establecimiento de redes satelitales requieren de una fuerte inversión inicial, pero al final se tiene unos costes de explotación mucho menores que los asociados a redes fijas terrenas.

La tecnología VSAT permite una gran variedad de servicios de comunicación con antenas menores de 2.4 metros. Estas estaciones no pueden soportar capacidades elevadas pero son muy baratas y fáciles de instalar en comparación a las estaciones de gran capacidad de las redes públicas. Con los terminales VSAT los equipos del usuario se

conectan directamente a la plataforma de comunicaciones, evitando así el uso de las redes públicas.

Las redes VSAT actuales utilizan satélites geoestacionarios que orbitan sobre el plano ecuatorial a una altura de 35786 Km. Estas órbitas hacen que la posición aparente del satélite, vista desde la tierra, sea estacionaria.

El hecho de utilizar satélites geoestacionarios simplifica la estructura de las estaciones terrenas ya que no han de equiparse con ningún sistema de seguimiento del satélite”<sup>1</sup>.

- **Componentes de una Red VSAT**

Una red VSAT completa está formada por tres componentes básicos:

- Terminal VSAT remota
- Satélite
- Estación de tierra maestra

**La estación VSAT remota:** está formada por dos componentes básicos, el equipo externo ODU (*Outdoor Unit*) y el equipo digital interno DIU (*Digital Indoor Unit*), estos componentes se interconectan con un cable coaxial individual. El diámetro de las antenas VSAT oscila entre 0.75m y 2.4m, (en el caso de Impsat - Ecuador se emplean antenas de 1.8m).

**El Satélite:** para las redes VSAT se emplean satélites geoestacionarios, la cobertura del satélite que utiliza Impsat - Ecuador garantiza la cobertura en todo el territorio nacional, tanto continental como insular.

**La estación de tierra maestra o Hub:** esta estación posee la capacidad para monitoreo en tiempo real, control y administración de la red, y capacidad de generación de reportes incluyendo estudio de horas pico, utilización del canal y de los puertos. Impsat - Ecuador dispone de un Hub en el Telepuerto de Quito, además de toda la infraestructura de periféricos necesarios para el monitoreo permanente de la red.

---

<sup>1</sup> Fuente: [http://www.citel.oas.org/sp/ccp2-adio/VSAT/VSAT\\_report\\_2.asp#ESCENARIO%20ACTUAL](http://www.citel.oas.org/sp/ccp2-adio/VSAT/VSAT_report_2.asp#ESCENARIO%20ACTUAL)

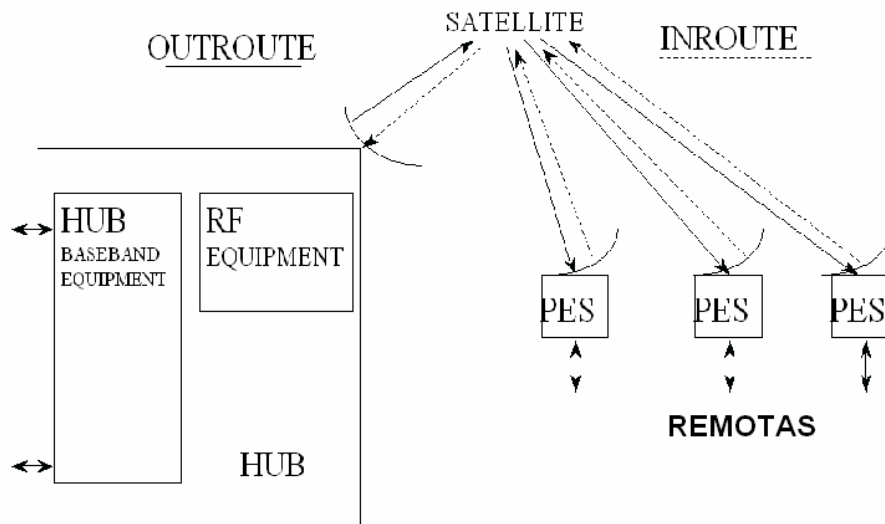


Figura. 2.2. Estación Principal y Remotas

- **Outroute**

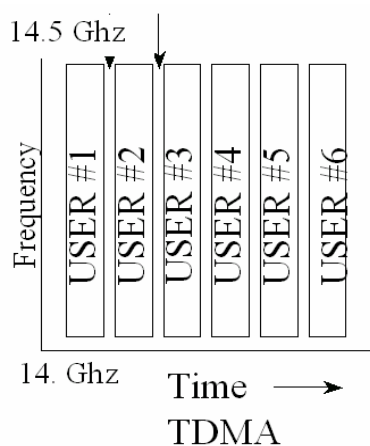
Existe un único Outroute que es la portadora permanente desde el HUB a las remotas.

Consiste en paquetes concatenados creados por los puertos y los procesos de supervisión en el HUB, que están direccionados a las “port cards” (puertos) de las estaciones remotas.

- **Inroute**

Son las portadoras desde las remotas al HUB.

Cada INROUTE es una secuencia de datos con Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA), la transmisión desde los puertos remotos es por ráfagas.



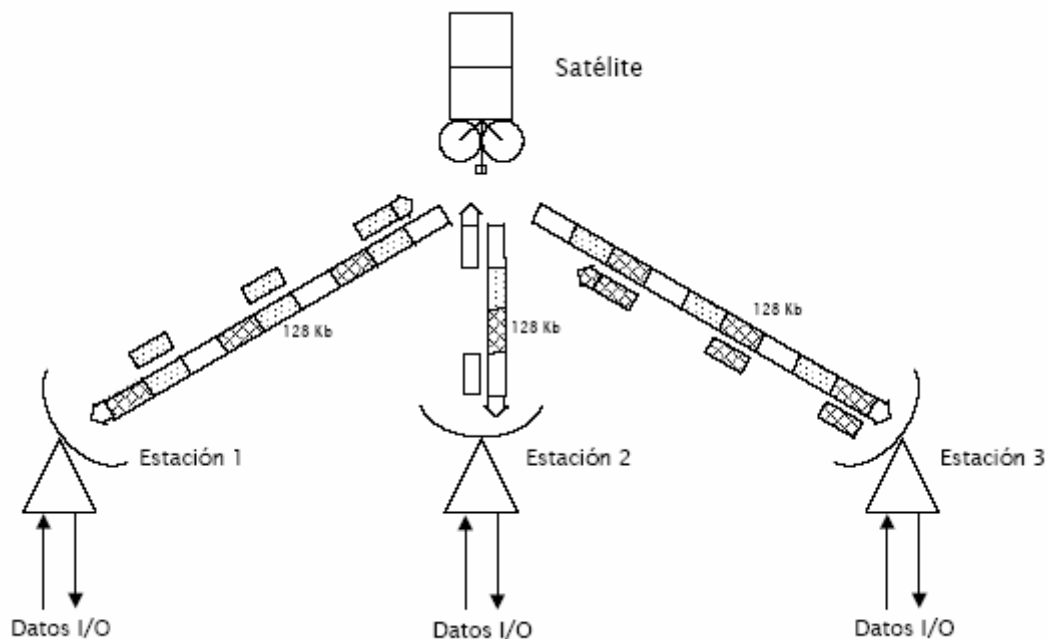


Figura. 2.3. Esquema típico del acceso TDMA al satélite

#### 2.1.1.2 SCPC (*Single Channel Per Carrier*)

Canal único por portadora Requiere el uso de una portadora separada por canal de voz. El SCPC puede ser usado tanto con técnicas de modulación analógica como con modulación digital.

La tendencia usual en la industria está casi enteramente enfocada hacia el uso de modulación digital con uno de los algoritmos disponibles de codificación de voz. La ventaja principal del SCPC es que permite una conexión total entre dos canales cualesquiera de la red. Adicionalmente, el SCPC permite un uso progresivo del transponder del satélite y en consecuencia una expansión flexible de la red. Existen, sin embargo, varias desventajas en el SCPC cuando se lo compara con otras técnicas.

Primero, cada canal de voz requiere de un módem separado en cada estación terrena. Según el número de circuitos requeridos en cada sitio el equipo terrestre se incrementa.

Segundo, cada portadora SCPC toma un cierto porcentaje de banda de protección sobre el transponder, y consecuentemente requiere de una utilización relativa más alta del ancho de banda comparado con otras técnicas.

Otra desventaja del SCPC es que cuando se usan varios canales de voz en cualquier estación remota, el amplificador de potencia tiene que ser operado a un nivel razonablemente más bajo que su máxima salida. Este es un aspecto significativo de reducción de costos en los VSAT's normales, donde solamente hay una portadora transmitida desde el amplificador y por lo tanto requiere menor potencia.

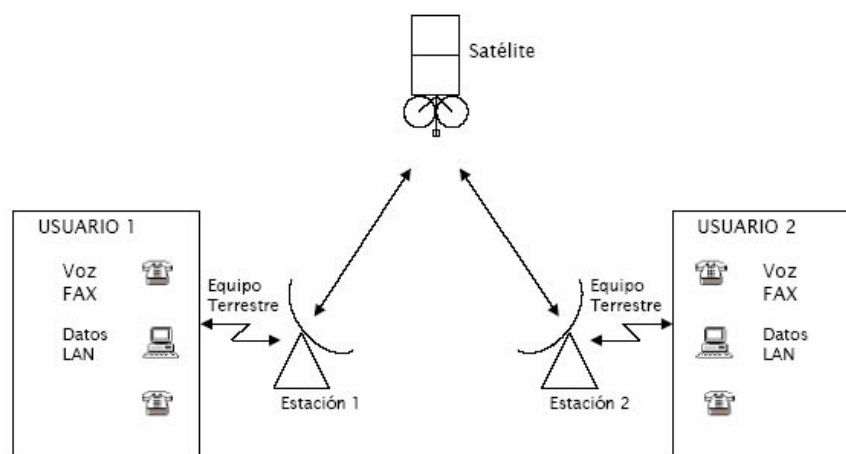


Figura. 2.4 Acceso SCPS al Satélite

- **Parámetros utilizados en acceso SCPC**

- **Modulación:**

- BPSK, Bi-Phase Shift Keying (VSAT Outroute).
- QPSK; Quadrature Phase Shift Keying.
- O-QPSK; Offset Quadrature Phase Shift Keying.
- MSK; Minimum-Shift Keying (VSAT Inroute).
- 8-PSK; Eight Phase Shift Keying.
- 16-QAM; Quadrature Amplitud Modulation.

- **Corrección de errores:**

**FEC<sup>2</sup>** (*Forward Error Correction*) 1/2; 3/4; 7/8; 2/3; 5/6.

<sup>2</sup> **FEC** (*Forward Error Correction*): Corrección de un número de errores sin retransmisión. Ej: 3/4 – Por cada 3 bits de información se transmite 1 Bit más de Codificación, es decir un total de 4 bits de Transmisión

Se utilizan generalmente sistemas de corrección de errores sin vía de retorno que resultan:

- FEC 1/2: Se transmite 2 BIT codificados por cada 1 BIT original.
- FEC 3/4: Se transmiten 4 BIT codificados por cada 3 BIT originales.
- FEC 7/8: Se transmiten 8 BIT codificados por cada 7 BIT originales.

Ejemplo de relación entre FEC, Eb/No y BER

SIN CODIFICAR		FEC $\frac{3}{4}$		FEC $\frac{7}{8}$	
Eb/No	VER	Eb/No	BER	Eb/No	BER
11,3 dB	3,00E-0	76 dB	1,00E-0	78 dB	2,00E-05
8 dB	2,00E-0	48 dB	1,00E-10		

Tabla. 2.1. Ejemplo Relación FEC Eb/No

○ **Código de corrección:**

**Sequential:**

- Se utiliza únicamente en redes cerradas.
- La tarea del decodificador es determinar cuales BIT's están corruptos y corregir tantos como sea posible.
- El decodificador procesa los datos a una velocidad fija que es mucho mayor que el *symbol rate* de los datos de entrada.
- El decodificador secuencial provee también la señal de LOCK al M&C cuando el nivel de errores baja de un límite preestablecido.
- La cuenta de RAW BER se realiza comparando la señal de entrada con la de salida.
- No es efectivo a velocidades mayores que 1 Mb, algunos módem no permiten asignar este código a velocidades superiores a 1024 Kb.

**Viterbi:**

- Se utiliza básicamente en redes abiertas, IBS ó IDR.
- El DECODER trabaja en conjunto con el ENCODER convolucional.
- Para un mismo BER, requiere mayor Eb/No comparado con SECUENCIAL.
- Velocidad de proceso mayor que el algoritmo SECUENCIAL debido a que la referencia del algoritmo es el data rate.



- Requiere mas potencia de procesamiento para efectuar los cálculos.
- El RAW BER se genera de la comparación de la medición máxima y mínima.
- La señal de sincronismo se utiliza para indicar señal LOCK DETECT, luego ésta se envía al M&C.

### **Reed Solomon:**

- Trabaja junto con la interfase para proveer codificación y decodificación convolucional concatenada.
- Requiere un OVERHEAD para llevar a cabo su proceso.
- Compensa los *burst* de errores que presenta VITERBI.
- Requiere un codificador VITERBI para su funcionamiento.
- Para un mismo BER, requiere menor Eb / No que VITERBI.
- Es un código de bloques. Se basa en la expresión  $k - n = 2t$ .
- Su curva de respuesta Eb/ No versus BER cae abruptamente fuera de especificación.

### ○ **Cálculo del Ancho de Banda Ocupado**

QPSK                     $\text{KHz} = (\text{D.R.} / \text{FEC} / 2) \times 1.4$

BPSK                     $\text{KHz} = \text{D.R.} / \text{FEC} \times 1.4$

8-PSK                    $\text{KHz} = ((\text{D.R.} / \text{FEC}) \times 1/3) \times 1.4$

16QAM                   $\text{KHz} = (\text{D.R.} \times (1 / \text{FEC}) \times 1/4) \times 1.4$

**D.R.** = Data Rate.

**FEC** = Forward Error Correction asignado.

**1.4** = Roll Off, este valor se utiliza para configurar la máscara de potencia espectral a la salida del demodulador. La utilización del código Reed Solomon requiere que se agregue un 13/12 del ancho de banda resultante. Ejemplo:

8-PSK:  $\text{KHz} = ((\text{D.R.}/\text{FEC}) \times 1/3) \times 13/12) \times 1.4$

### ○ **Diagrama de bloques de estación SCPC**

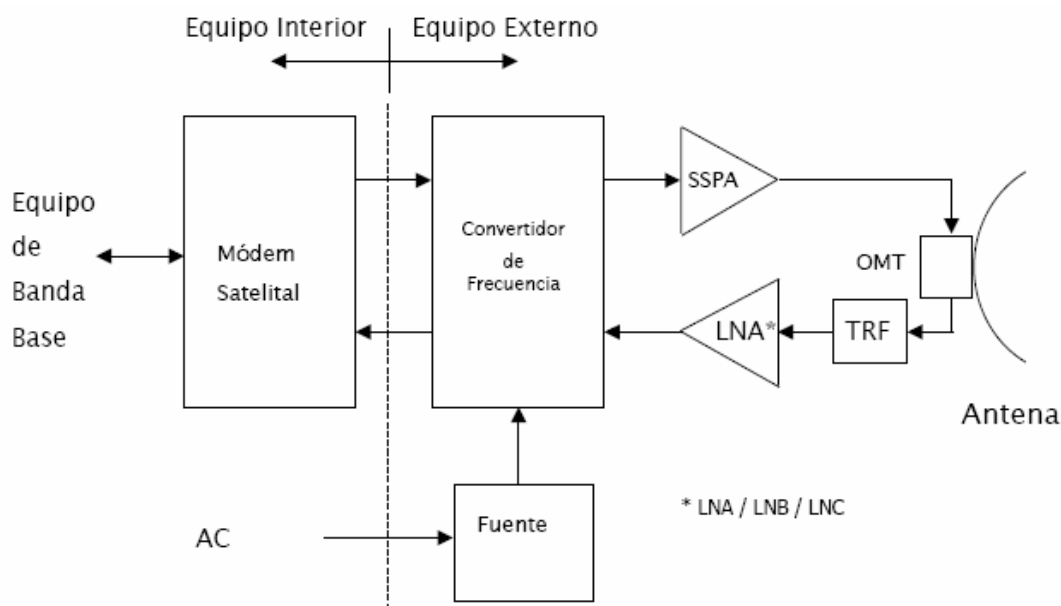


Figura. 2.5. Diagrama de Bloques Estación SCPC

## ○ Componentes de un Sistema SCPC

### Estación Central o Maestra

Las redes “Estrella” confluyen en un punto central, generalmente llamado Telepuerto como punto de concentración de tráfico, se define al Telepuerto como Nodo Primario.

Los Telepuertos tienen características particulares debido a la capacidad de tráfico que deben manejar, generalmente están compuestos por antenas de grandes diámetros (más de 6 mts.); HPA de potencias superiores a los 100Watts y cadenas de convertidores de subida y bajada.

A excepción de la Antena, el resto del Hardware posee redundancia automática.

La energía de un Telepuerto es provista por configuraciones que poseen respaldo de Sistemas de alimentación ininterrumpibles (Ejemplo: UPS y generadores que actúan como alternativa de la Red Pública en caso que ésta se interrumpa).

### Módem Satelital

Módem: acrónimo de modulador-demodulador

Los módems satelitales se los utiliza para convertir la señal de banda base digital provista por las unidades del usuario (terminal; router; multiplexor; etc.) en una señal analógica modulada que permita transmitir la información en el medio elegido.

Estos equipos son disponibles en formas diferentes:

- Modulador solamente (IBS / IDR NEC, alta Velocidad SDM2020).
- Demodulador solamente (IBS / IDR NEC, alta velocidad SDM2020).
- Módem dúplex en una sola unidad, puede ser configurado TX ó RX solamente dependiendo de la marca.
- Tarjetas moduladoras ó tarjetas demoduladoras para sistemas de acceso múltiple.

<b>Módem Satelitales utilizados por Impsat en enlaces de Última milla en Ecuador</b>	
<b>Modelo:</b>	<b>Principales Características</b>
<b>EF DATA SDM 300</b>	512 / 2048 Kb, V.35 / RS232 / RS449, AUPC
<b>EF DATA SDM 300A</b>	512 / 2048 / 5000 Kb, V.35 / RS232 / RS449 / G703,AUPC, 8-PSK, REED SOLOMON, D&I
<b>COMTECH CDM 550T</b>	2048 Kb, V.35 / RS232 / RS449 / G703,AUPC, VITERBI / SEQ / TURBO

**Tabla. 2.2. Modem's Satelitales utilizados por Impsat**

### **Transceptor (Transceiver)**

Transceptor: acrónimo de transmisor-receptor.

Para acceder al satélite se necesita convertir la señal de IF proveniente del módem ó modulador a una señal de iguales características con el espectro de frecuencias y la potencia adecuada para que pueda ser recibida y repetida en el satélite. De la misma forma se requiere recibir la señal emitida por el satélite para convertirla a banda de IF y enviarla a módem ó demodulador.

Estos equipos se consiguen con las siguientes configuraciones para banda C y Ku:

- Transceptor de doble ó simple sintetizador
- Unidades integradas ó separadas.
- Banda de IF 70 MHz; 140 MHz ó ambas.
- Banda L en algunas tecnologías propietarias (Sierracom; Hughes; Gilat)
- Potencias: 5; 10; 20 y 40 Watt Banda C. 2; 4; 8 y 16 Watt BandaKu

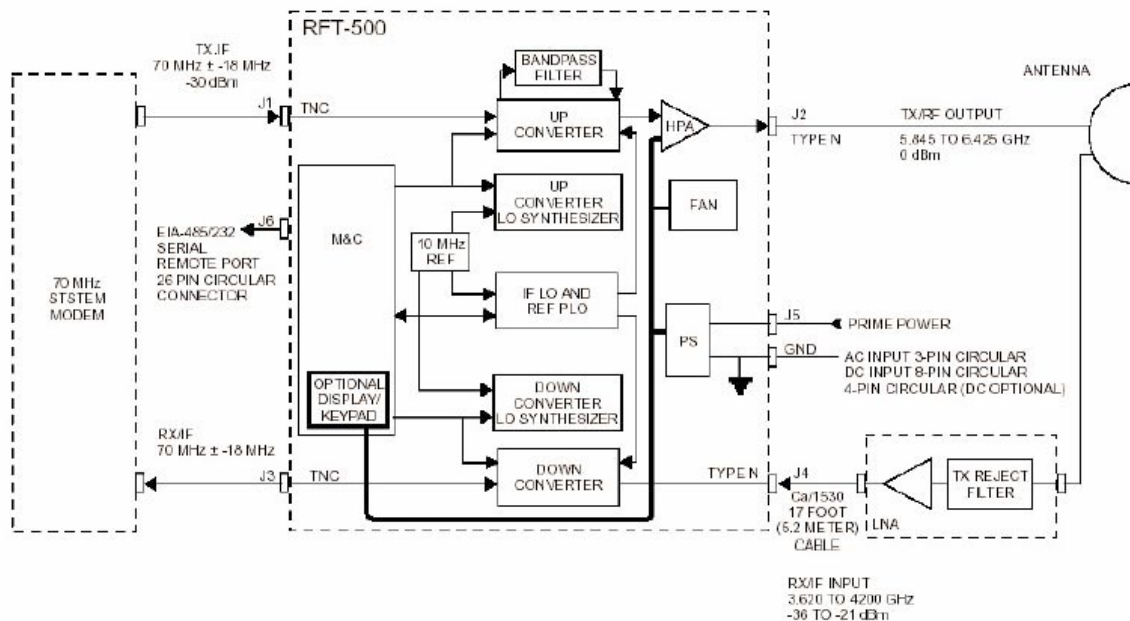


Figura. 2.6. Diagrama de Bloques de un Transceptor

### Receptor

Es la unidad responsable de tomar las señales débiles provenientes del satélite y amplificarlas hasta un nivel determinado agregando el menor ruido posible.

Existen tres variantes, LNA; LNB y LNC.

Se especifican a una Temperatura de ruido y Ganancia dada.

La temperatura de ruido de sus componentes es crítica debido al nivel de las señales de entrada que debe amplificar, los primeros LNA utilizaban refrigeración criogénica (circulación de helio gaseoso).

Su figura de mérito es el  $G/T$  [dBi/°K] = Ganancia [dBi] - 10 log T sistema

Una vez que el receptor entrega una señal con un valor de C/N dado, los efectos de la atenuación natural del cable que lo vincula con el convertidor ó transceptor solamente modifica el nivel de recepción cuando la atenuación total no exceda la ganancia del receptor.

El punto anterior es válido mientras la integridad del cable no sea modificada por daños, cortes, etc.

Debe instalarse un TRF (filtro de rechazo de transmisión) en estaciones duplex.

### Tipo de receptores

#### ➤ LNA (*Low Noise Amplifier*):

Este dispositivo es un amplificador de bajo ruido cuya banda de frecuencia de entrada es exactamente la misma que la banda de salida, por lo tanto no requiere de dispositivos conversores ó mezcladores de frecuencia. Su ganancia típica está entre los 50 y 60 dB. La alimentación del dispositivo puede ser entregada a través del cable coaxial ó un conector dedicado para este efecto. El valor de tensión de alimentación requerido oscila entre 11 y 18 VDC dependiendo del fabricante.

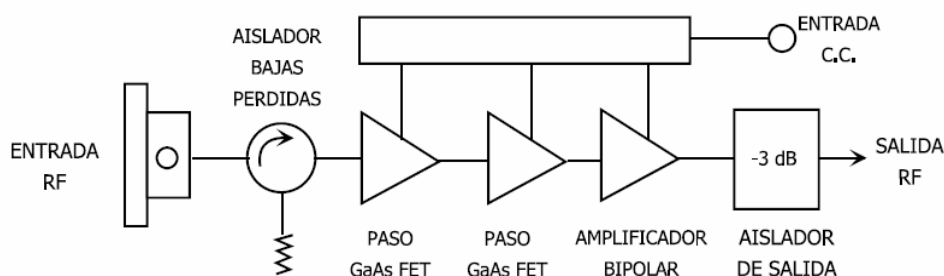


Figura. 2.7. Diagrama de Bloques LNA

#### ➤ LNB (*Low Noise Block*):

Para cualquier banda de entrada, ya sea C o Ku este dispositivo siempre convierte la salida a banda L (950 –1450 MHz) Este tipo de receptor puede contar con un Oscilador Local externo ó interno, se encuentran casos de unidades con oscilador interno sintetizado. Estos amplificadores se alimentan exclusivamente a través del cable coaxial, la tensión de alimentación requerida por los mismos oscila entre 12 y 18 VDC, en algunos casos se encuentran unidades que permiten ser alimentadas con valores de tensión de hasta 24 VDC. Una particularidad de este dispositivo es que el espectro en las unidades de Banda C aparece invertido a la salida respecto de la entrada, esto se debe a que la frecuencia del oscilador local (5150 MHz) es mayor que la frecuencia de recepción (3700 – 4200 MHz).

Para calcular en Banda L la ubicación de una portadora dada en Banda C se debe hacer la siguiente operación:

$$5150 - \text{Frec. Banda C} = \text{Frec. En Banda L.}$$

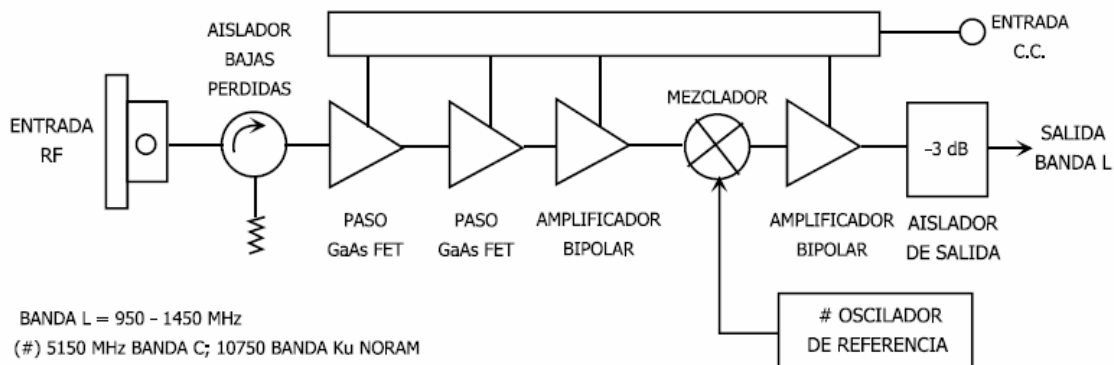


Figura. 2.8. Diagrama de Bloques LNB

➤ LNC (Low Noise Converter):

Para cualquier banda de trabajo de entrada este dispositivo devuelve señal en la banda de F.I. (50–160 MHz). El Oscilador Local que requiere éste tipo de unidad para lograr la conversión tiene en la mayoría de los casos una referencia externa que es generalmente provista por el transceptor, por lo tanto no es posible utilizar un LNC sin un transceptor ó referencia asociada para recibir señales satelitales.

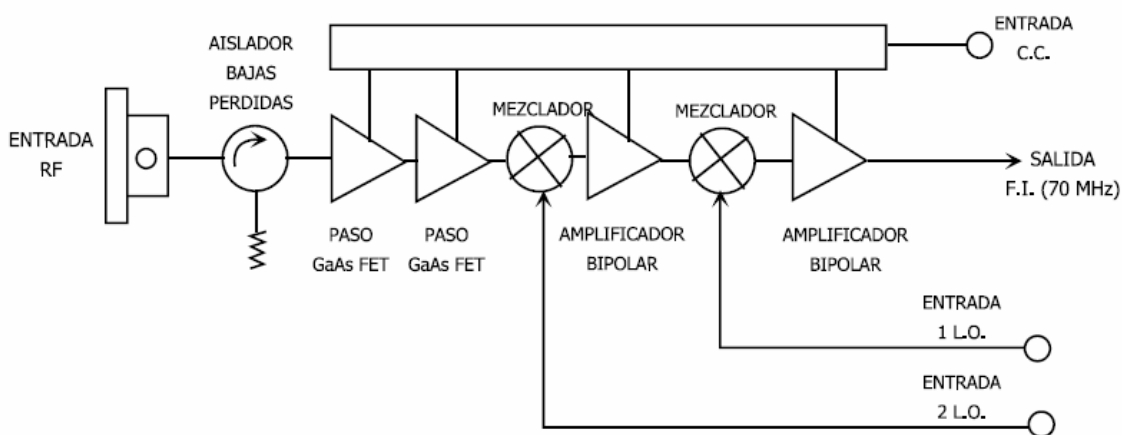
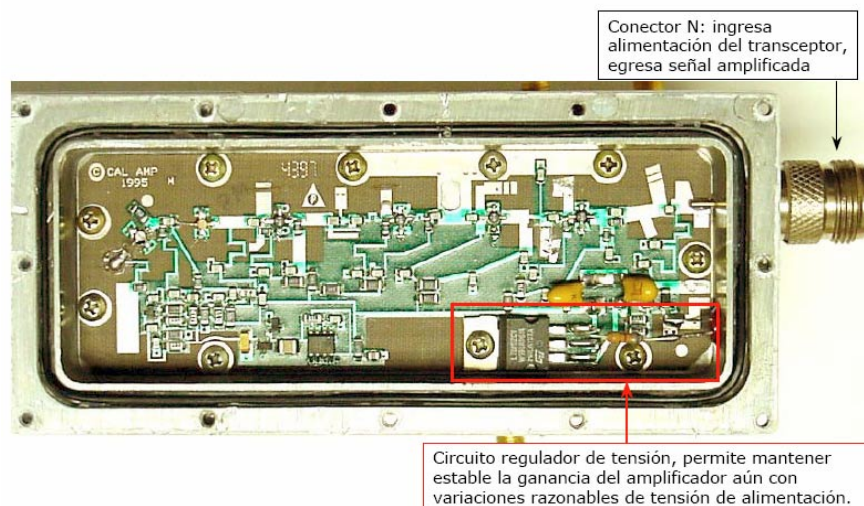


Figura. 2.9. Diagrama de Bloques LNC

Los LNA utilizados en estaciones maestras son alimentados mediante puertos específicos para el ingreso de tensión continua permitiendo así independizar el circuito de detección de alarma.



**Figura. 2.10. Circuitería Interna de un LNA**

Algunas marcas de LNA proveen un LED que indica la presencia de alimentación proveniente del equipo principal.

### **Transmisor**

El transmisor se compone de dos partes principales:

- Convertidor de subida
- Amplificador de potencia.

Se especifica su potencia en dBm y es la entregada en el puerto de salida ó Flange.

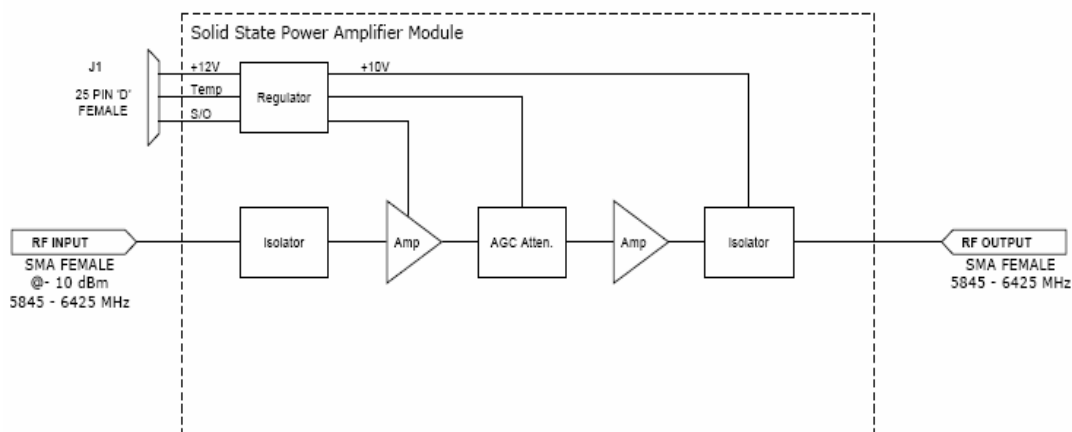
Hay tres tipos de amplificadores de potencia:

- SSPA (amplificador de estado sólido)
- TWTA (amplificador de tubo de ondas progresivas)
- Klystron.

Los SSPA especifican su potencia a 1 dB de compresión, los TWTA a saturación de la unidad.

El convertidor tiene tres principales características, ganancia, estabilidad y ruido de fase.

Los transeptores mejoran la estabilidad de potencia compensando las variaciones térmicas con una realimentación que modifica la ganancia ó atenuación del convertidor.



**Figura. 2.11. Diagrama de Bloques de un SSPA**

## Antena

La Antena es un Transformador de impulsos eléctricos en electromagnéticos.

Para acceder al satélite se necesita convertir la señal de RF proveniente del transeptor a una señal electromagnética que pueda ser propagada por el espacio, de la misma forma es necesario capturar la información proveniente del satélite y convertirla en energía eléctrica.

Las antenas se consiguen con las siguientes configuraciones para banda C y Ku:

- Transmisión-recepción ó recepción solamente.
- Dos ó cuatro puertas.
- Combinadas banda C y banda Ku (TX / RX banda C, RX banda Ku)
- Diferente geometría y diámetros.
- Diferente tipo de montajes incluyendo para uso móvil.
- Diferente standard de acuerdo a la nomenclatura de INTELSAT.
- Aprobadas ó no por la FCC e INTELSAT.

## Ganancia y rendimiento



Es la capacidad de la antena para amplificar las señales que transmite ó recibe en cierta dirección, este valor se mide en dB referidos a una antena isotrópica<sup>3</sup> (dBi).

La antena recoge la potencia de las señales en su abertura eficaz, los valores de AE oscilan entre 55 y 75%.

El rendimiento de la antena depende de:

- Bloqueo del sub-reflector y estructura de soporte.
- La desviación del valor eficaz de la superficie del reflector principal
- El rendimiento de la iluminación que incluye la no uniformidad de la iluminación y la distribución de fase en la superficie de la antena.
- La potencia radiada en los lóbulos laterales.

### **Lóbulos laterales**

La mayor parte de la potencia irradiada por la antena se concentra en el lóbulo principal, los lóbulos laterales son una propiedad intrínseca de la radiación de una antena y no es posible suprimirlos completamente.

Los lóbulos laterales dependen también de los defectos de la antena y su tipo de geometría.

Es importante entender que los lóbulos laterales consumen parte importante de la potencia transmitida y recibida.

El armado de la antena impacta seriamente en la posibilidad de generar lóbulos de radiación que excedan los estándares aceptados.

CCIR<sup>4</sup> 465:  $32 - 25 \text{ Log } \theta$

FCC<sup>5</sup> 25209:  $29 - 25 \text{ Log } \theta$  (desde año 1983)

---

<sup>3</sup> Antena ficticia que irradia simultáneamente con la misma densidad de potencia en todas las direcciones alrededor de ella.

<sup>4</sup> CCIR son las siglas de **Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones - International Radio Consultative Committee**, antiguo nombre del comité de normalización de las radiocomunicaciones en la UIT ahora conocido como **UIT-R**

<sup>5</sup> FCC Federal Communication Commission (Comisión Federal de Comunicaciones).

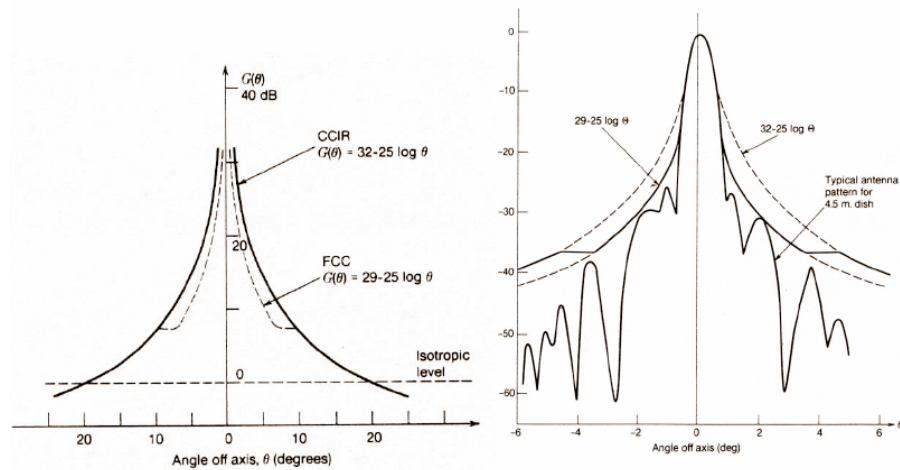


Figura. 2.12. Diagrama de Lóbulos Laterales según estándares de la CCIR y FCC

## Lóbulos Laterales

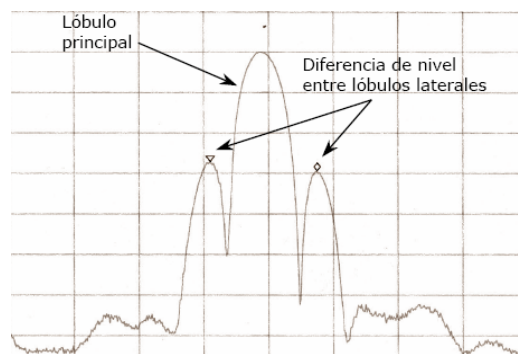


Figura. 2.13. Diferencia de Nivel entre Lóbulos Laterales

Patrón de antena maestra al momento de su instalación, la corrección de diferencia de nivel entre lóbulos permite incrementar la ganancia de TX y RX.

## Cálculos para un enlace Satelital:

### Parámetros:

- $G / T$ : Relación ganancia de recepción del sistema a temperatura de ruido.
- $C / T$ : Relación señal a temperatura de ruido del sistema.
- $C / N_0$ : Relación Señal a Ruido en un ancho de banda de 1 Hz.
- $C / N$ : Relación señal a ruido.
- $C / (N+I)$ : Relación señal a ruido más interferencia.
- $E_b / N_0$ : Relación energía por bit a ruido.

## Potencia

**dBm:** la relación en dB de la potencia relativa a 1mW

$$0 \text{ dBm} = 1\text{mW}$$

$$\text{dBm} = 10\text{Log}(P) \text{ ó } P = 10^{\text{dBm}/10} \text{ donde } P \text{ es la potencia en mW}$$

**dBW:** la relación en dB de la potencia relativa a 1W

$$0 \text{ dBW} = 1\text{W}$$

$$\text{dBW} = 10\text{Log}(P)$$

$$P = 10^{\text{dBW}/10}$$

Donde P es la potencia en Watts

$$0 \text{ dBW} = +30 \text{ dBm}$$

## Ganancia de antena

Se expresa en dBi, relativo a la ganancia de una antena isotrópica.

La figura de ganancia de una antena se aplica solamente a una dirección y frecuencia en particular, la siguiente tabla muestra valores típicos para comparación.

Diámetro	Ganancia TX	Ganancia RX	Temperatura de ruido
2.4 banda C	42.0 dBi	38.0 dBi	45° K
2.4 banda Ku	49.2 dBi	47.6 dBi	28° K
3.8 banda C	46.2 dBi	41.8 dBi	23° K
3.8 banda Ku	53.2 dBi	51.7 dBi	20° K

**Tabla. 2.3. Valores Típicos de Diámetro, Ganancia y Temperatura**

## Temperatura de Ruido de Antena

Es la medida de todo el ruido externo recolectado por la Antena. Se la mide en ° Kelvin (K). Las Fuentes de Ruido incluyen:

- Ruido cósmico (atmósfera, Sol, Luna, Estrellas, etc).
- Ruido terrestre (radio enlaces, máquinas eléctricas, motores eléctricos ó de explosión, etc.).
- Misceláneas (pérdidas de RF, fugas Cross-Pol, señal remanente de la transmisión que es detectada por el LNA).

### **Temperatura de ruido del LNA**

- Se mide en ° Kelvin, mientras más bajo este valor mejor.
- Es la medida del cúmulo de ruido generado por los componentes electrónicos del LNA.
- Valores típicos: 30° K (banda C) a 70° K (banda Ku).
- Relación de Ganancia sobre Temperatura (G/T)
- $G / T = \text{Ganancia de Antena} - 10 \text{ Log } T$  (temperatura del sistema)
- Ganancia de Antena en dBi
- Temperatura de ruido del sistema en °K

$G / T$  es la figura de mérito para una estación terrena y se expresa como dB / °K (dB por °K).

Cuanto más alto el valor, mejor. El  $G / T$  puede ser incrementado usando una antena más grande o un LNA con menor temperatura de ruido.

El  $G / T$  también es afectado por el ángulo de elevación de la antena, los casos normales consideran antenas con un ángulo de elevación mayor a 30°.

### **Nivel de Señal a Ruido (*C / N Carrier Over Noise Level*)**

Es uno de los parámetros que permite medir el desempeño de una estación satelital.

Se define como la relación entre la potencia de la portadora recibida y la potencia de ruido total del receptor.

Los parámetros del enlace y las características del receptor afectan el  $C / N$ .

Es afectado directamente por:

- Pérdidas en el espacio libre.
- $G / T$ , factor de calidad del receptor.
- $K$ , constante de Boltzmann<sup>6</sup>.
- Ancho de banda ocupado por la portadora recibida.
- Interferencias recibidas por el receptor incluyendo intermodulación del transponder.

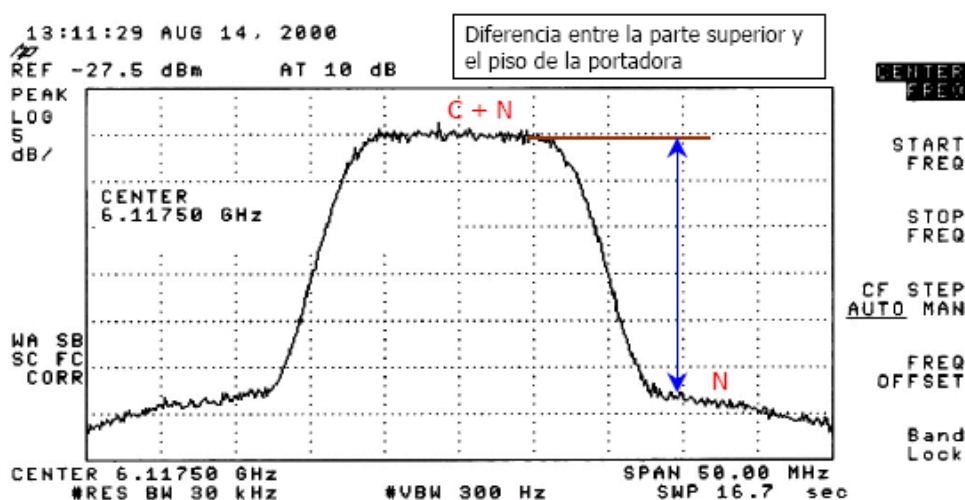


Figura. 2.14. Relación Señal a Ruido

### $E_b / N_0$ (Energy bit sobre ruido)

La calidad de transmisión de las señales digitales se evalúa por la proporción de bits errados dentro de una trama. En los sistemas de desplazamiento de fase (PSK) los errores pueden ser causados por ruido térmico; interferencia intersimbólica y la fluctuación de fase de la portadora recuperada. En la recomendación *522 del CCIR* se especifican los criterios de calidad de funcionamiento para los enlaces satelitales digitales. El valor de  $E_b/N_0$  depende exclusivamente de  $C / N$  y por ende del  $G / T$  de la estación. Dentro del rango especificado el  $E_b / N_0$  no es dependiente del RX Signal ó valor de AGC del demodulador. La técnica de medición del  $E_b / N_0$  difiere dependiendo del diseño del demodulador.

### RX Signal / AGC Level (nivel de recepción)

<sup>6</sup> Relaciona la energía total de una molécula con su temperatura absoluta,  $k = 1.38066 \times 10^{23}$ , vale como el aporte de ruido de los componentes electrónicos del receptor (LNA; LNB óLNC)

El receptor del demodulador se especifica con umbrales de recepción mínimos y máximos, en el caso de EF Data el rango cubre  $-25$  dBm a  $-60$  dBm.

Es un valor proporcional a la tensión de AGC de la etapa receptora, en tecnologías como COMTECH se muestra directamente el valor de voltaje de AGC.

El ancho de banda de la portadora es otro parámetro que debe ser considerado, a mayor ancho de banda mayor valor de RX Signal para un mismo piso de ruido.

El valor depende de la ganancia del convertidor de bajada y las pérdidas de los cables de interconexión.

Se recomienda configurar las cadenas de recepción para que el valor de AGC ó RX Signal medido se ubique en el medio del rango para permitir así estabilidad de la señal recibida y dar lugar a futuras ampliaciones de ancho de banda recibido sin necesidad de modificar ganancias de los convertidores.

Aunque el valor de C/N recibido sea adecuado, si el RX Signal está fuera del rango puede causar que el módem no sincronice ó se sature degradando la calidad de la señal recibida.

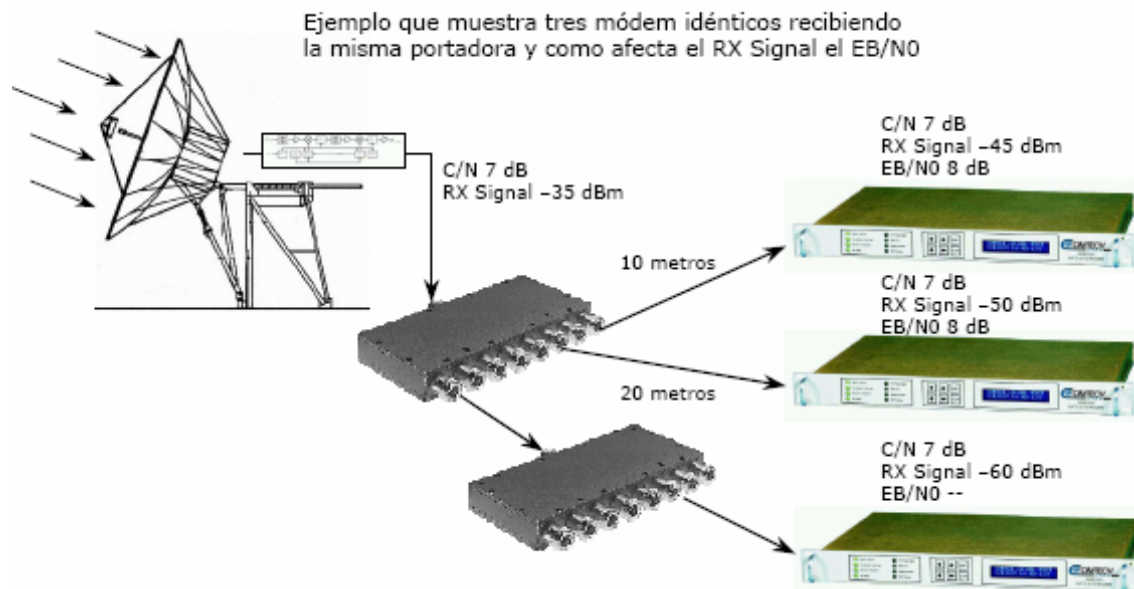


Figura. 2.15. RX Signal / AGC Level (nivel de recepción)

### **VSWR, *Voltage Standing Wave Ratio***

VSWR es la medida de la precisión del acople de impedancia en un punto de conexión.

VSWR se expresa como una relación, Ejemplo: 1.3:1

Una adaptación perfecta da un VSWR de 1:1

El VSWR se utiliza generalmente en microondas

Las pérdidas de retorno, expresadas en dB, son más utilizadas en F.I.

#### **2.1.1.3 DAMA (*Demand Assigned Multiple Access*)**

Son servicios de comunicación satelital donde se puede controlar el acceso a los canales de comunicación, permitiendo la asignación dinámica de canales entre parejas de estaciones, lo que permite la creación de redes en topología tipo malla.

En esta modalidad de servicio existe un canal de control que permite a las estaciones solicitar la asignación de un par de frecuencias para comunicarse con cualquier otra estación de la red. Una vez concluida la comunicación se libera el canal para ser reutilizado por cualquier otra pareja de estaciones.

Se caracterizan las antenas de estas estaciones porque tienen un diámetro pequeño (0,7 a 2,8 m) y el servicio puede operar en las bandas C, Ku y Ka.

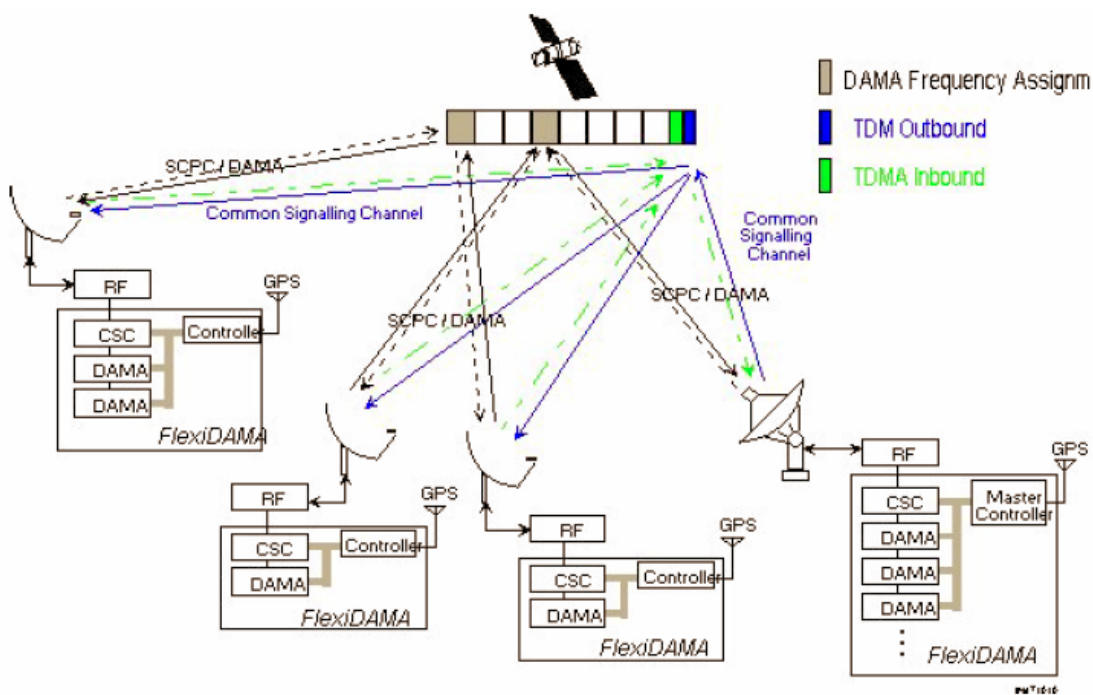


Figura. 2.16. Esquema típico del acceso DAMA al satélite

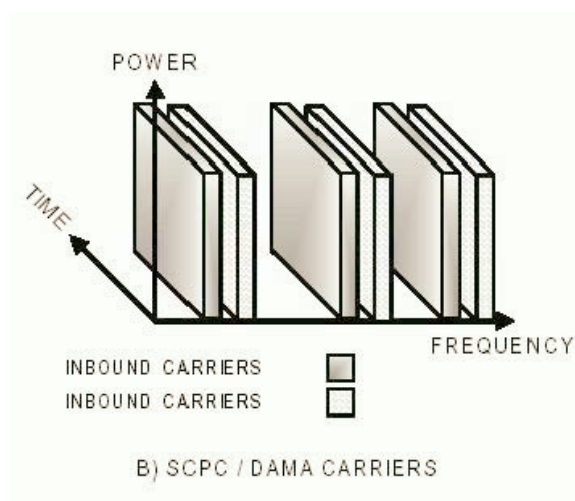


Figura. 2.17. Portadoras SCPC ó DAMA en el Dominio del Tiempo y la Frecuencia

### 2.1.1.4 Broadcast

Es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo.

Estructura de las redes Satelitales por tipo de acceso	
Punto a punto	SCPC
Punto –Multipunto; Estrella	SCPC; TDMA (DAMA); TDM / TDMA (VSAT)



<b>Multipunto - Multipunto; Malla</b>	SCPC; DAMA
---------------------------------------	------------

**Tabla. 2.4. Estructura de redes Satelitales por tipo de Acceso**

<b>Principales Diferencias entre Tipos de Acceso al Satélite</b>	
<b>SCPC</b>	Portadoras discretas Asignadas permanentemente
<b>TDMA</b>	Time Slots discretos Orientada a Datos preferentemente
<b>DAMA</b>	Portadoras asignadas sobre demanda Acceso orientado originalmente a la telefonía

**Tabla. 2.5. Estructura de redes Satelitales por tipo de Acceso**

Dentro de los sistemas de comunicaciones vía satélite los de mayor acogida por parte Impsat son:

- VSAT
- SCPC

A continuación se explicará la configuración y funcionamiento de los equipos que utilizan cada uno de estos tipos de comunicaciones vía satélite.

### **2.1.2 Configuración de los equipos Satelitales VSAT**

Dentro de los equipos VSAT utilizados por Impsat podemos citar:

- PES 5000
- PES 8000
- Direcway

La configuración y descripción de cada uno de estos equipos se lo realizará a continuación:

#### **2.1.2.1 PES (*Personal Earth Station system*)**

Comunicación de datos, voz/fax y TV.

Comunicación en ambos sentidos entre un lugar centralizado único (HUB) y lugares remotos (PES o remotas) a través de un satélite geoestacionario.

- **PES 8000**

El equipo PES 8000 provee comunicación de voz y datos. Tiene cuatro slots para las distintas RDPC's (MPC, TPC, VDPC); el cuarto slot es para la tarjeta IFM.

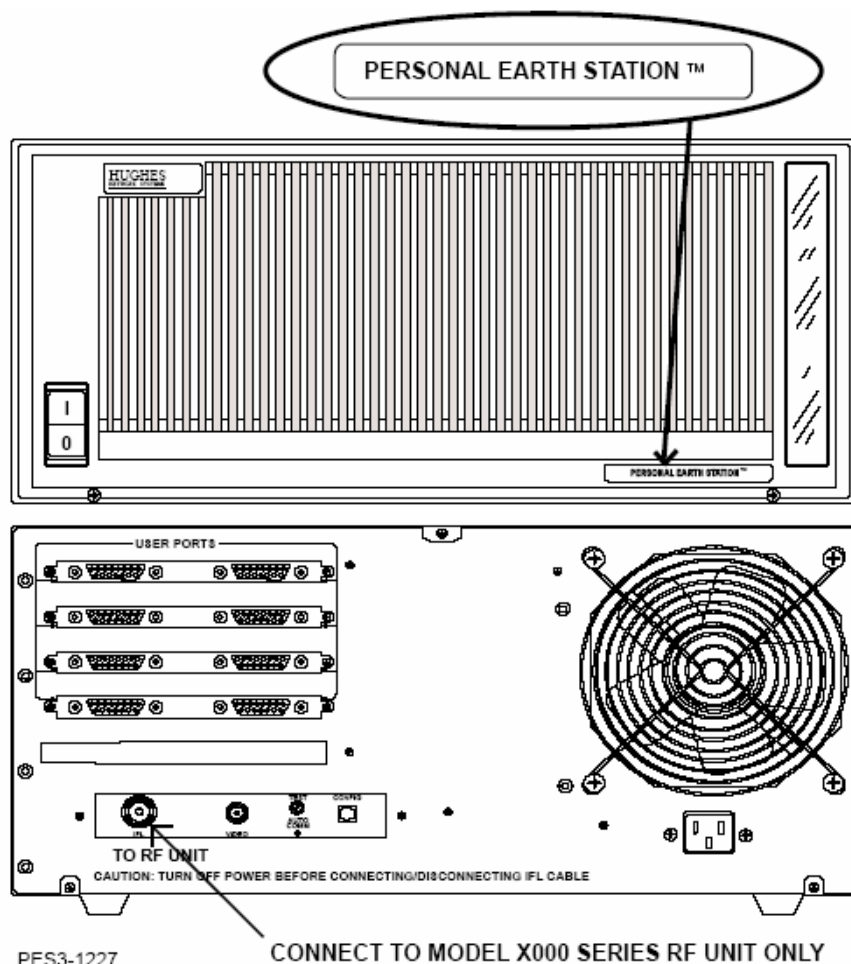


Figura. 2.18. PES 8000 Indoor Unit

- **PES 5000**

Provee comunicación de datos pero no de voz. Tiene una sola tarjeta que hace funciones de Frecuencia Intermedia y digitales que es la IPC (*Integrated Port Card*).

Además acepta un módulo (opcional) para un puerto adicional LAN.

IPC (Integrated Port Card) para PES 5000 provee 2 o 4 *ports* de datos serie. Dos de estos son siempre RS-232, los otros dos con el agregado de un PLC pueden ser: RS-232, V.35, RS-422 y Modem Backup

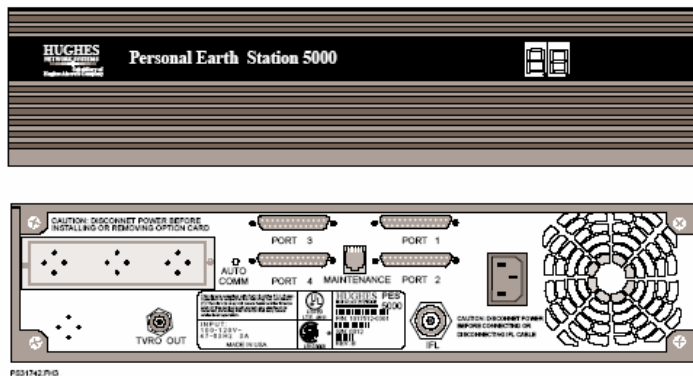


Figura. 2.19. PES 5000 Indoor Unit

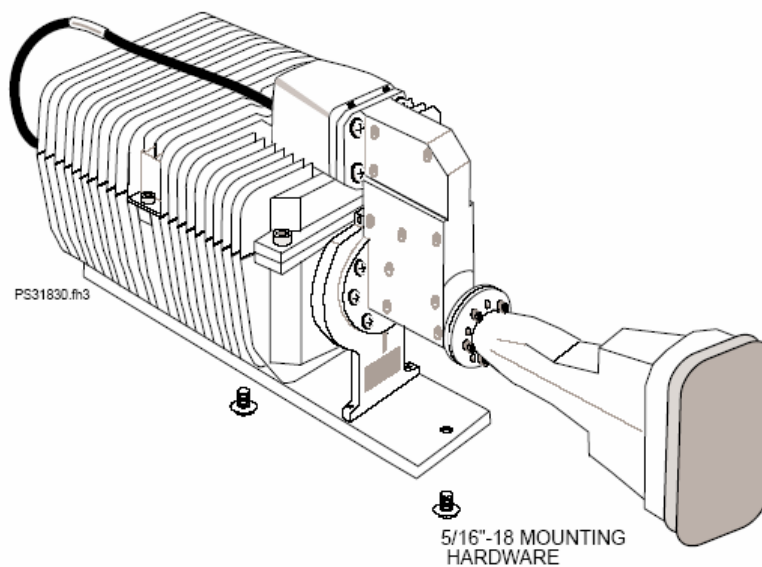
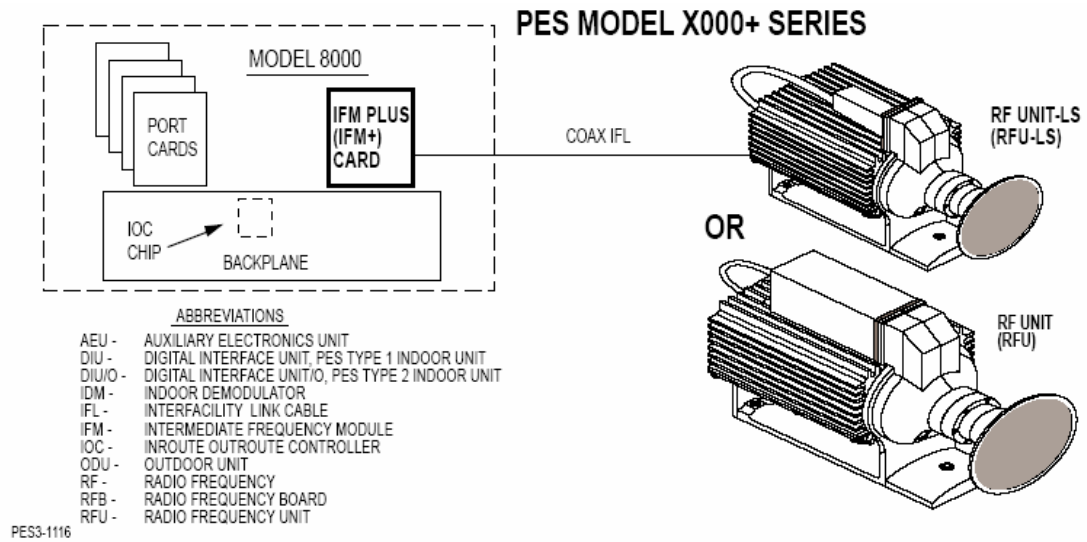
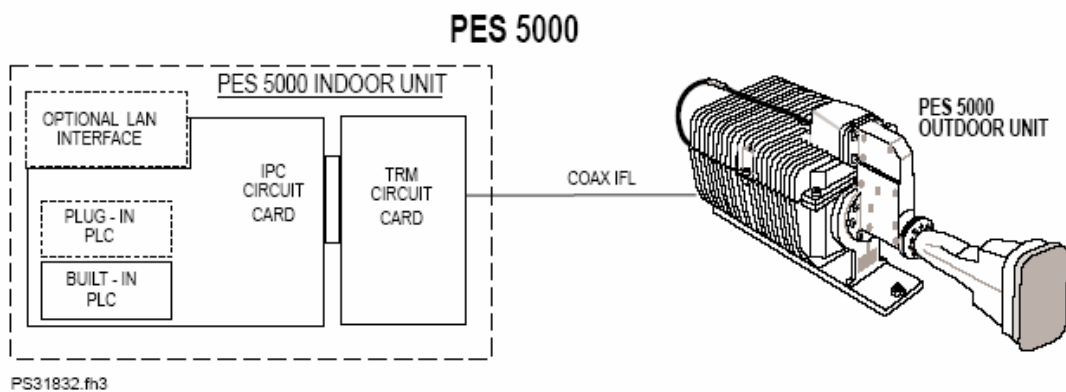


Figura. 2.20. PES 5000 Outdoor Unit, con Feed Rectangular

• **Diagrama de Bloques de las PES**



**Figura. 2.21. Diagrama de Bloques PES 8000**



**Figura. 2.22. Diagrama de Bloques PES 5000**

• **Tipos De Tarjetas RDPC**

A continuación se describe brevemente las diferentes tarjetas de voz y datos que se pueden emplear en los equipos VSAT.

<b>Tipo de Tarjeta (Abreviación)</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Número de Parte</b>	<b>Funciones que Proporciona</b>	<b>Panel Trasero Características Identificables</b>
Data Port Card (DP)	RDPC	29840-8 71263-8 200228-3	1 - RS232 puerto 1 - módem puerto de backup puerto (DIAG)nóstico	1 hembra DB-25 1 macho DB-25 ALT/BYPASS/NORM switch
Multiport Card (MP)	MPC	3000038-0001 3000038-0002	Mas de 8 puertos	2 - 78 pin connectors (para PES Modelo 6000, cubiertas por 2 conectores DB-25hembra de 2 adaptadores de puerto)
Turbo Port Card (TP)	TPC	1012076-0001 (original style) 1015338-0001 (later style)	Más de 4 puertos con funciones especiales como Ethernet LAN o Token-Ring LAN	1 - 78 pin connector 1 - DB9 connector 1 - RJ-45 connector 1 - BNC connector
Compact Port Card (CPC)	--	3000812-0001 (versión original o de fábrica y rework style) 3001279-0001 (versión revisada)	Más de 4 puertos de datos	2 DB-9hembra 1 78-pin connector
Voice Data Port Card (VDPC)	--	3000882-0001 (original version) 3001477-0001 (later version)	1 CELP puerto de voz Más de 4 puertos de datos	1 RJ-11 connector 1 RJ-45 connector 1 78-pin connector
Voice Data Port (VDP)	VPC, RVPC	29840-9 71263-9 200228-4	RELP funciones de voz	1 puerto DB-25 macho de (DIAG)nostico
Voice Port, Telephone (VP TEL)	VP TEL	71283-5	Interface para teléfono	RJ-11 jack
Voice Port, Private Branch Exchange (VP PBX)	VP PBX	71283-4	Interface para PBX	1 - DB9 connector
Dual Voice Grade Modem Card (DMC)	DMC	1011116-0001	Dos modems	DIP switch 2 - RJ-11 connectors 2 - 10-pin RJ connectors

**Tabla. 2.6. Tarjetas RDPC's**

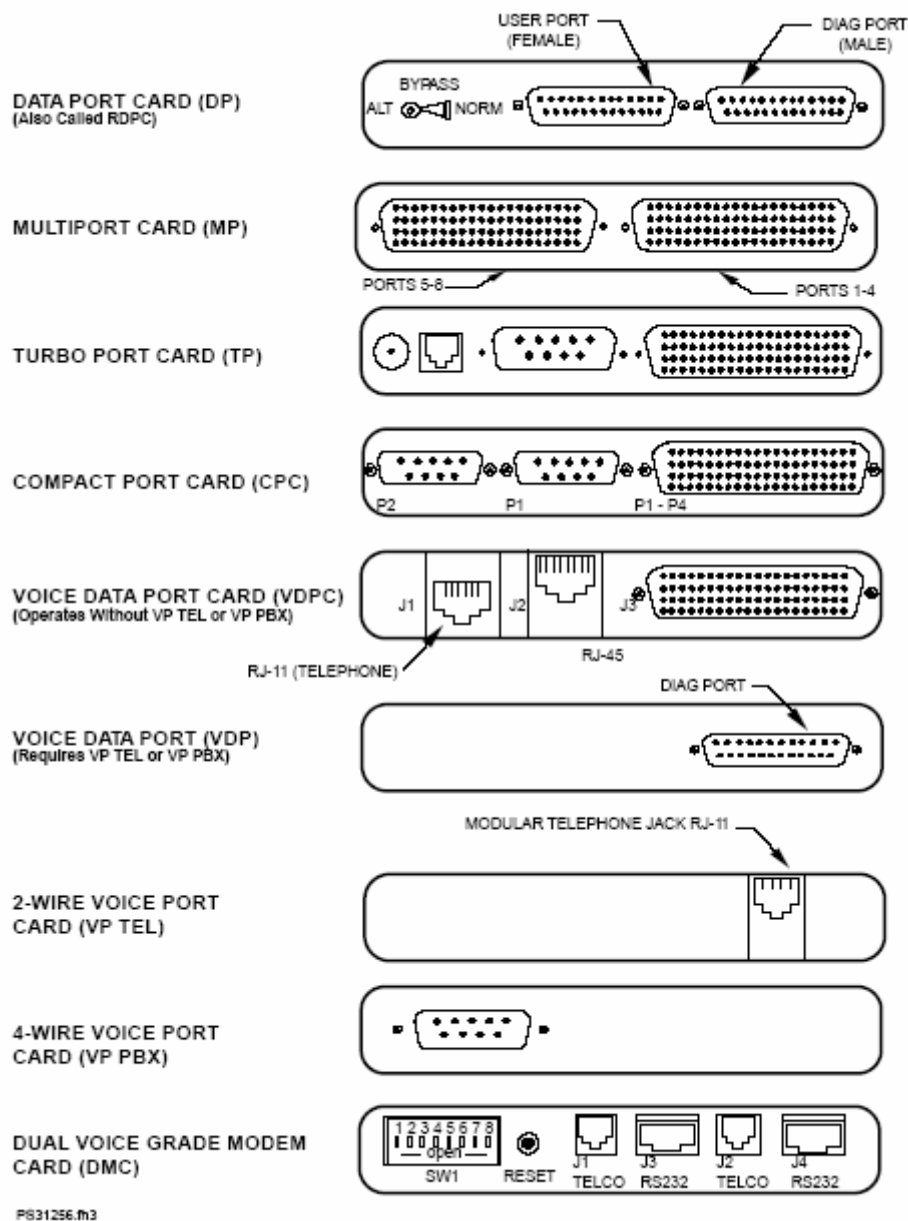


Figura. 2.23. Diagrama Identificación Tarjetas RDPC

o **Tarjeta MPC (Multi Port Card)**

Esta tarjeta es el interfaz para el equipo digital de usuario y puede proporcionar 2, 4, 6 hasta 8 puertos seriales de datos de usuario. Se puede tener de 1 a 4 módulos de conversión de puertos PLC's (Port Level Conversión). Por cada 2 puertos de usuario se debe tener una PLC, que se coloca en la parte superior de la tarjeta.

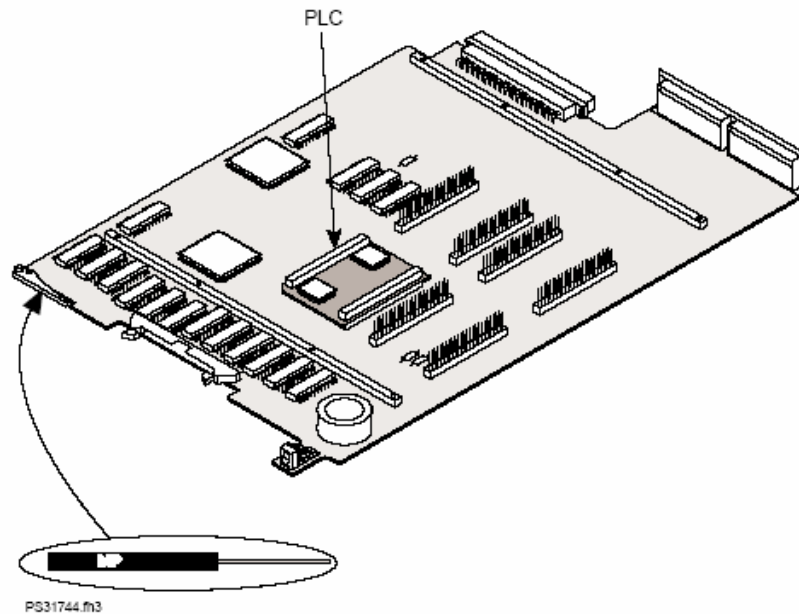


Figura. 2.24. Tarjeta MPC

#### ○ Tarjeta TPC (Turbo Port Card)

Esta tarjeta se usa básicamente para aplicaciones de red LAN. Se reconoce por que en la parte trasera tiene un conector BNC, RJ45, DB9 y 78 pines. Tiene dos clases de piggyback (PLC) para LAN:

- Ethernet. Esta piggyback hace uso de los conectores BNC (10Base2) y RJ45 (10BaseT). Para intercambiar entre estas dos opciones, de deben cambiar dos jumpers ubicados en la PLC.
- Token Ring. Esta PLC hace uso del conector DB9. Tiene un juego de jumpers para seleccionar 4 Mbps o 16 Mbps.

Además, incluye una PLC RS-232 incorporada y se puede colocar una PLC adicional para 2 puertos seriales.

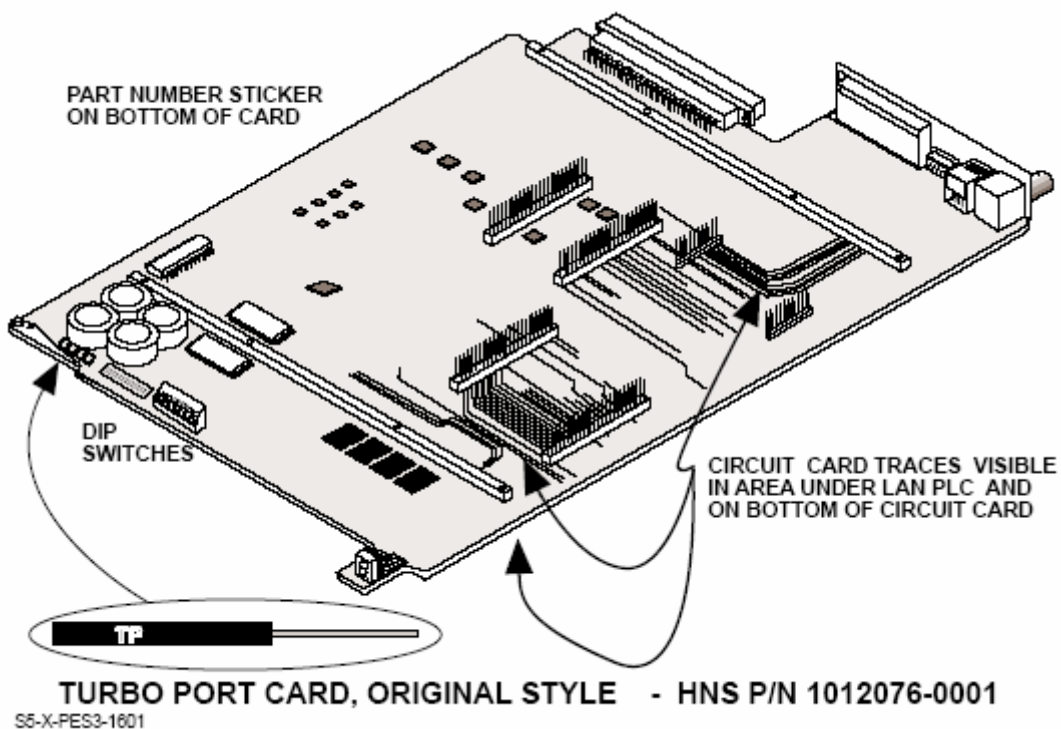


Figura. 2.25. Tarjeta TPC

En Impsat Ecuador se trabaja con redes LAN Ethernet 10 Base T. Por lo tanto se debe verificar que en la tarjeta LAN PLC los dos jumpers se coloquen en los correspondientes a 10 Base T.

#### o Tarjeta VDPC (*Voice Data Port Card*)

Esta tarjeta maneja voz a 5.6 Kbps y fax desde 300 bps hasta 9.6 Kbps. La opción de fax requiere de una PLC especial para operar. El tipo de PLC depende de la interfaz eléctrica:

*Tie Trunk Line Card (TTLC)*. esta tarjeta genera señalización E&M a través del conector RJ45 ubicado en la parte trasera de la tarjeta. Tiene jumpers para seleccionar modos E&M del 1 al 5.

*Central Office Line Card (COLC)*. Esta tarjeta usa la interfaz RJ11 y hace que la VSAT se comporte como troncal. Es decir, se puede conectar directamente un aparato telefónico o una troncal de conmutador.



PLC. La tarjeta tiene incorporada una PLC RS232 que se puede usar conectando una *junction box*. Además tiene un conector para una PLC adicional, que provee puertos 3 y 4.

Fax Interface Module (FIM). Si el cliente requiere servicio de FAX, la VDPC debe tener conectada una FIM, adicional a la TTLC o COLC que proveerá la interfaz eléctrica del puerto.

- **VDP (*Voice Ports*)**

Provee un port de voz. Utiliza el algoritmo RELP. Para el port de voz necesita placas adicionales en slots adyacentes: VP PBX (4 hilos) o VP TEL (2 hilos).

- **DMC (*Dual Modem Card*)**

Provee dos modems. Estos modems convierten la señal RS-232 a tonos de frecuencia de audio y viceversa para transmisión sobre una línea telefónica

- **Configuración PES 8000 y 5000**

### Programa Editor

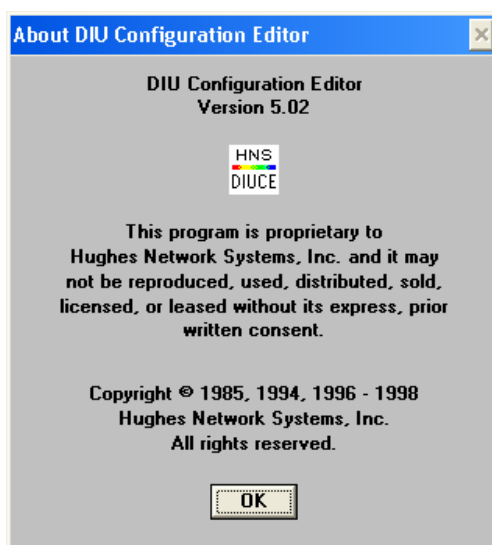


Figura. 2.26. Software de Configuración PES 8000 y 5000

### Requerimientos del Software *DIU Configuration Editor*

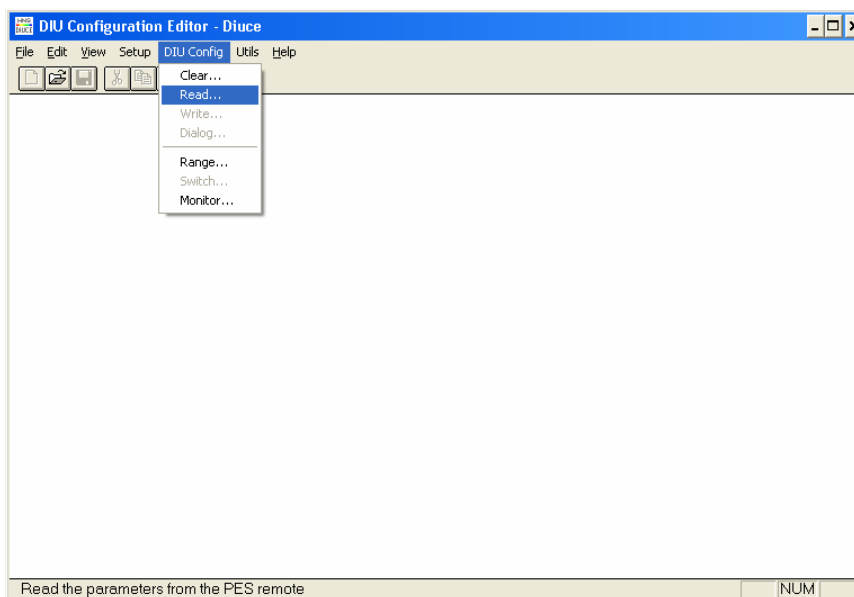
- Windows 98, 2000, XP

➤ Tipos de Terminal:

- PC
- Laptop

Menú	Submenús
Setup	Com Port
	Config Editor Mode
	Latlong
	Save Setup
DIU Config	Clear
	Read
	Write
	Dialog
	Range
	Switch
	Monitor
Utils	Terminal
	Latlong
	Freq Convert...
	Ballast

**Tabla. 2.7. Menus del programa DIU Configuration Editor**



**Figura. 2.27. Pantalla inicial DIU Configuration Editor**

### Com Port Setup

Se debe setear el puerto por el cual se va a comunicar la Pc con la IDU.

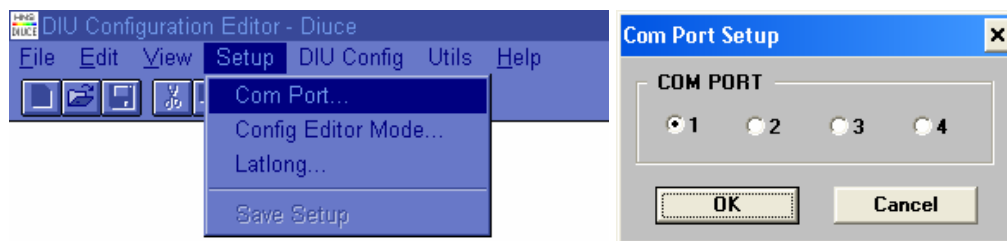


Figura. 2.28. Seteo Puerto COM de PC

### Config Editor Mode

Tenemos que configurar el modo de operación para lo cual seleccionamos Model X000 (IFM) mode ya que estamos trabajando en la tarjeta IFM de las PES 5000 u 8000.

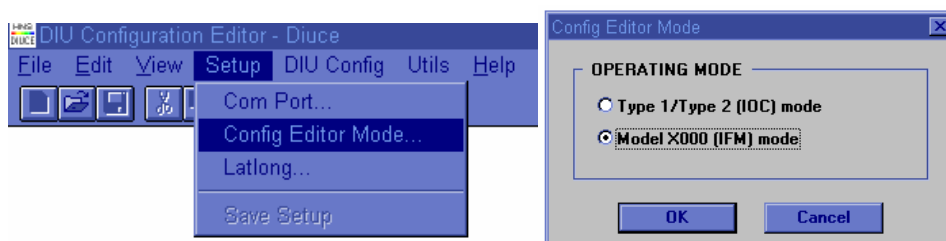


Figura. 2.29. Configuración del Modo del Editor

### Pinout del Cable de Conexión de la PC a la DIU

Se debe conectar la PC a la IDU para la respectiva configuración. Esto se lo realiza a través del puerto serial de la PC y el puerto de Maintaince en la IDU.

RJ11	DB-9 (H)
1	--
2	2
3	5
4	--
5	3
6	--

Tabla. 2.8. Pinout del Cable de Configuración para PES 5000 y 8000

### Almacenamiento de datos

Se transfieren datos entre la terminal y la unidad interior. Según la función del EDITOR utilizada, la información puede ser almacenada en :

- EEPROM
- DATABASE
- FILE

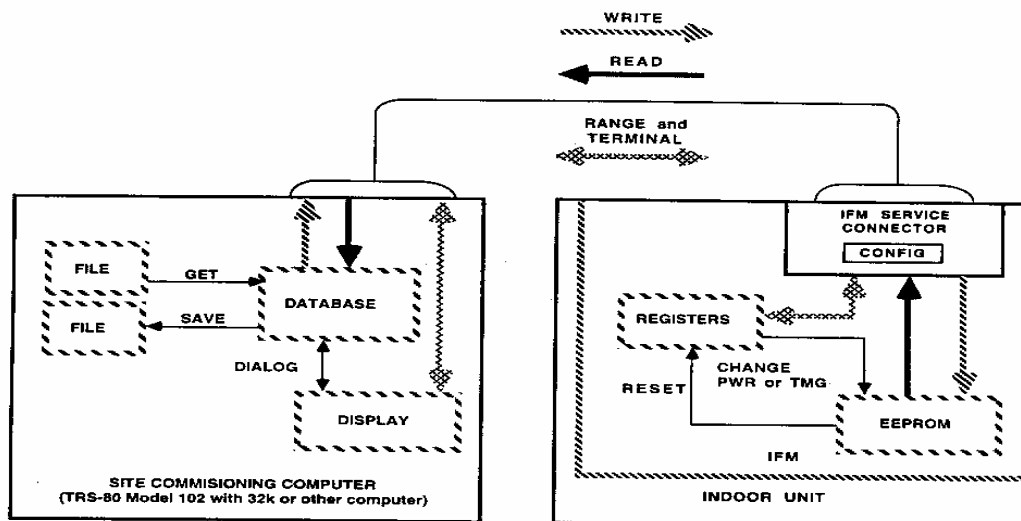


Figura. 2.30. Diagrama de Bloques Almacenamiento de Datos

## EEPROM

- Ubicada en la placa de IF (IFM, IOC, TRM)
- Contiene los parámetros de configuración de la remota.
- Sólo se pueden alterar con las funciones SWITCH, RANGE, CLEAR y WRITE.
- La función WRITE necesita que se apague y encienda el equipo para actualizar el contenido de la EEPROM.

## DATABASE

- Área de la RAM de la terminal que se utiliza para almacenar los datos temporalmente y se borra cada vez que se reinicia el programa.

## FILES

- Son archivos que contienen configuraciones y son almacenadas en memoria no volátil. La extensión de estos archivos es “.do”.

## DIU Config:

## Función Read

Copia los parámetros de Configuración de la EEPROM de la IFM en Database.

No tiene influencia en la IFM ni en Files.

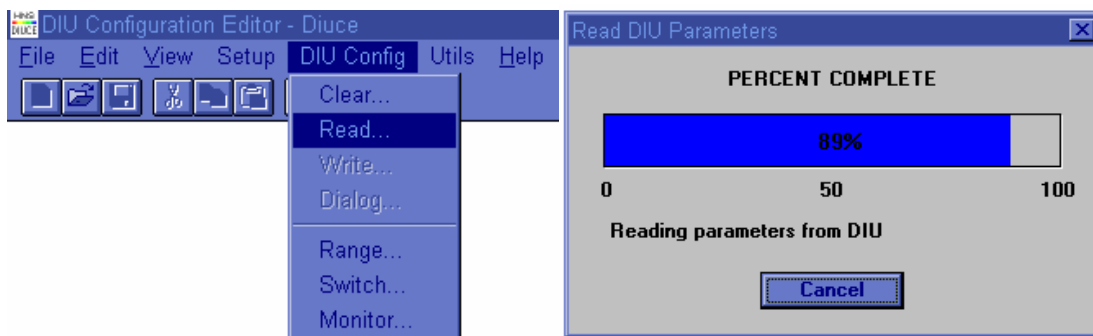


Figura. 2.31. Lectura de Configuración de la PES

## Función Dialog

- Permite cambios en los parámetros de la remota.
- Realiza los cambios sobre Database.
- Se debe utilizar la función Write para copiar los cambios en la EEPROM de la IFM.

Hay cinco tipos de parámetros:

- Parámetros de modulador - demodulador del Enlace (PES X000).
- Parámetros DMBU (DIU/O)
- Parámetros de placas (Port Cards).
- Parámetros de ajuste.
- Parámetros de red.

## Parámetros de modulador - demodulador

- **Outroute Spectral Spreading:** habilita/deshabilita al módem al recibir un outroute con “spectral spreading”. En nuestro caso: debe estar deshabilitado (00).
- **Receive Only IFM:** habilita “Rx only”(01) o Tx/Rx. En nuestro caso: debe ser Tx/Rx (00).
- **Spectral Inversion:** siempre deshabilitado, salvo en Banda C “Rx only” (00).

- **R/O Ku Band Low Stability Radio:** siempre deshabilitado a menos que la remota sea “Rx only” con receptor “LS”.
- **Outroute Data Rates:** 1664, 512 o 128 Kbps. En nuestro caso es 512 Kbps.
- **Inroute Data Rates:** 256, 128 Kbps.
  - DIU/O y PES 8000: 128 Kbps o 256 kbps.
  - PES 5000: 128 Kbps

### Parámetros de DMBU (Sólo aplicable a DIU/O)

- **DMBU (Dial Modem Backup Unit) enable/disable:** en una remota siempre debe estar deshabilitado.
- Únicamente utilizado para una aplicación especial de EDIU (Expanded Digital Interface Unit). Esta EDIU y una placa asociada DMBU en el HUB permiten al HUB comunicarse con una PES remota a través de líneas terrestres cuando el enlace satelital falla.
- **Data Rates Outr:** 512 o 128 Kbp. En nuestro caso: 512 Kbps
- **Data Rates Inr:** 256 ó 128 Kbps.

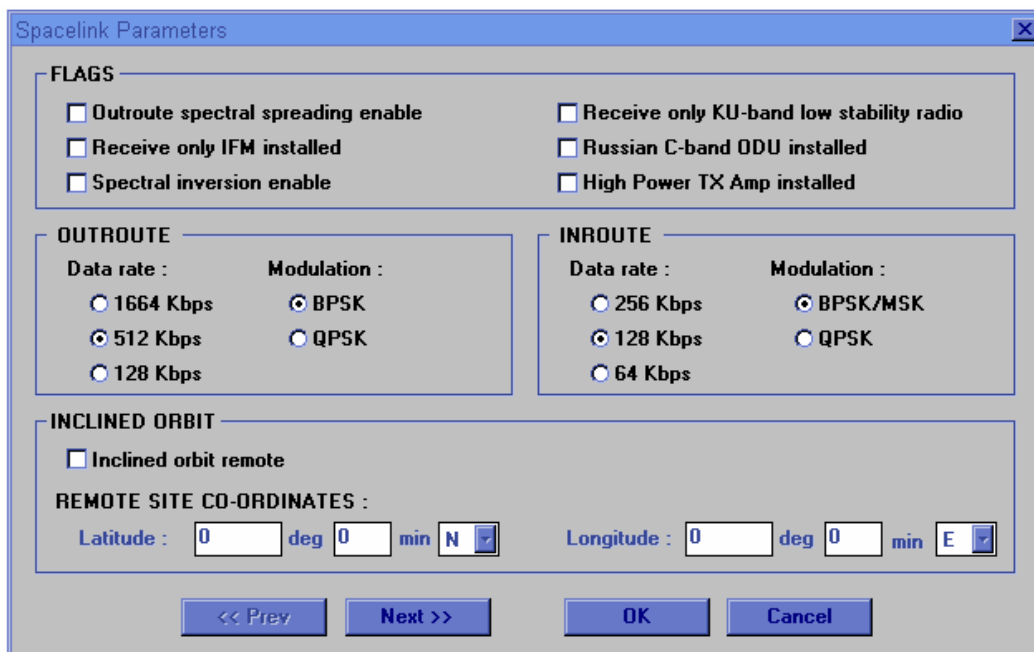


Figura. 2.32. Función Dialog Parámetros de modulador - demodulador

### Parámetros de placas (Port Cards)

Especifican qué slots están ocupados y cuál es su dirección.

- Deben ser editados siempre que una remota va a ser comisionada o se agrega una placa.
- **Remote site address (MSB)**
  - Permite filtrar los paquetes de outroute
  - Compartido por todos los “addresses” de la remota
- **Port card addresses (LSB)**
  - Sirve para direccionar cada port card
  - En PES 5000 debe setearse “Tx/Rx card” siempre en el slot 1, ya que se considera que el mismo es ocupado por la IPC
- **Type**
  - 00: no hay placa o hay una DMC, VP TEL o VP PBX
  - 01: “Tx/Rx card”
  - 02: “Rx only card”

Port Card Parameters

Remote base address MSB :   EDIU or HDC chassis

Slot #	Base address LSB	Slot Type			Slot #	Base address LSB	Slot Type		
		No Card	Tx/Rx	Receive Only			No Card	Tx/Rx	Receive Only
Slot #1 :	<input type="text" value="00"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slot #9 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #2 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slot #10 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #3 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slot #11 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #4 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Slot #12 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #5 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Slot #13 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #6 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Slot #14 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #7 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Slot #15 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Slot #8 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Slot #16 :	<input type="text" value="FF"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

<< Prev    Next >>    OK    Cancel

**Figura. 2.33. Parámetros de Configuración de las Port Cards****Parámetros de ajuste (Ranging):****➤ Current Ranged Values**

- Valores alcanzados luego de realizar el comisionado.
- Solo se modifican con la función RANGE
- En el caso de la PES 5000 como la potencia de salida es fija, valor de Power Level representa el nivel de AGC logrado en el HUB después de comisionar.

**➤ Initial Ranging Parameters**

- Parámetros que se ajustan durante el proceso de comisionado

**➤ Initial Power Level**

- Potencia inicial de la remota cuando la remota entra en comisionado, se setea según el tipo de ODU. En las PES5000 no tiene significado ya que la potencia es fija

**➤ Initial Timing Offset:**

- Valor hexadecimal que depende de la distancia entre la remota y el satélite
- Usado cuando la remota entra en comisionado
- Usado en la temporización de los frames en Tx.



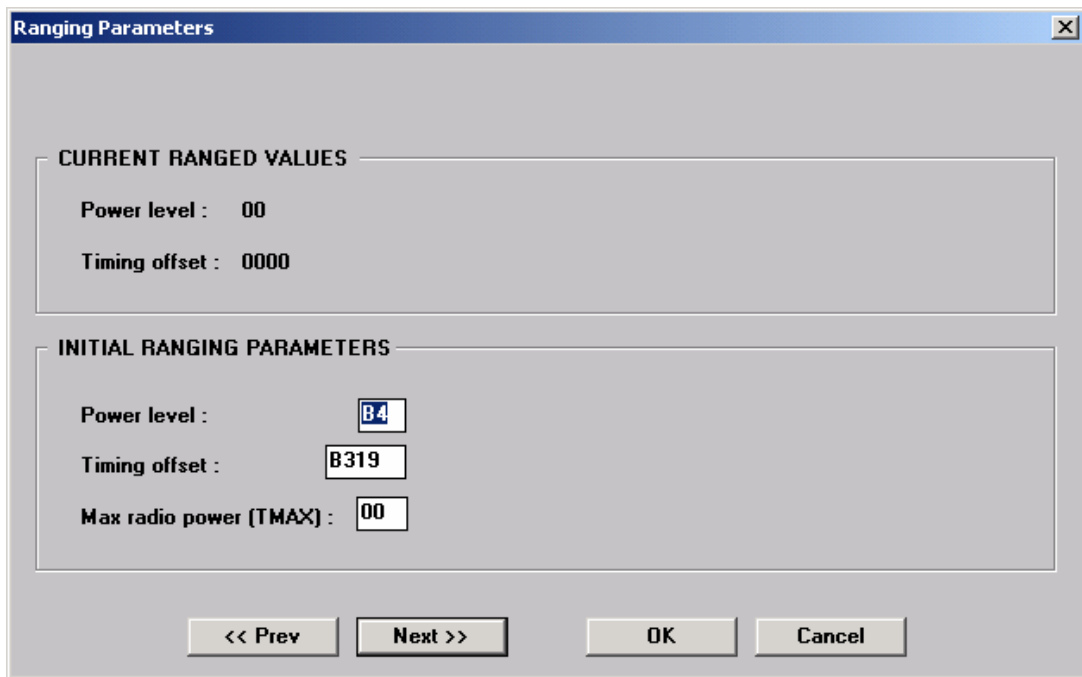


Figura. 2.34. Parámetros de ajuste (Ranging)

### Parámetros de red

➤ **Outroute Carrier ID**

- Código de identificación de una red

➤ **Primary Frequency**

- Código que da la frecuencia central del outroute.

➤ **Backup Frequency**

- Código que da una frecuencia secundaria de outroute, a usar en caso de falla de la primaria.

➤ **Inroute Frequency**

- Código que da la frecuencia de Tx para cada inroute.

Figura. 2.35. Parámetros de Red

### Carga de parámetros

Es necesario determinar la siguiente información para realizar la carga de parámetros :

- Timing offset =>Utilizando la función LATLONG
- Determinación del “Initial Power Level”.
- Determinación del Carrier ID.

### Función Write

Copia los parámetros de Database en la EEPROM de la IFM.

Necesita que se apague y encienda el equipo para actualizar el contenido de la EEPROM.

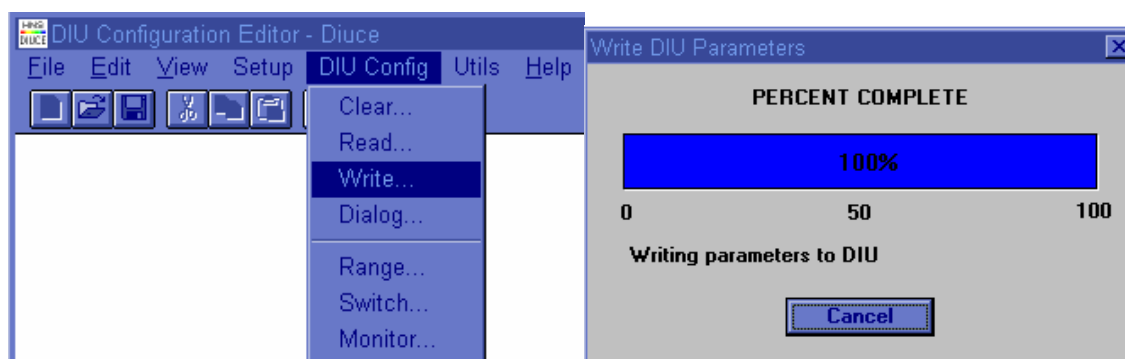


Figura. 2.36. Escritura de Parámetros configurados en la PES

### Función Latlong

Calcula:

- Angulo de Elevación
- Angulo de Azimuth
- Polarización de la antena
- Estima el Timing Offset.
- Esta función no afecta al sitio remoto.

#### ○ **Timing offset:**

Valor del Inicial Timing Offset.

#### ○ **Elevation angle (degs):**

Posición del reflector respecto al plano horizontal teniendo en cuenta una antena con foco primario.

#### ○ **Azimuth angle (degs):**

Posición del reflector sobre el plano horizontal utilizado para apuntar la antena.

#### ○ **Polarization angle (degs):**

Angulo de alineación del feed de la remota respecto al feed del satélite.

El LATLONG asume el transponder con polarización de down link horizontal.

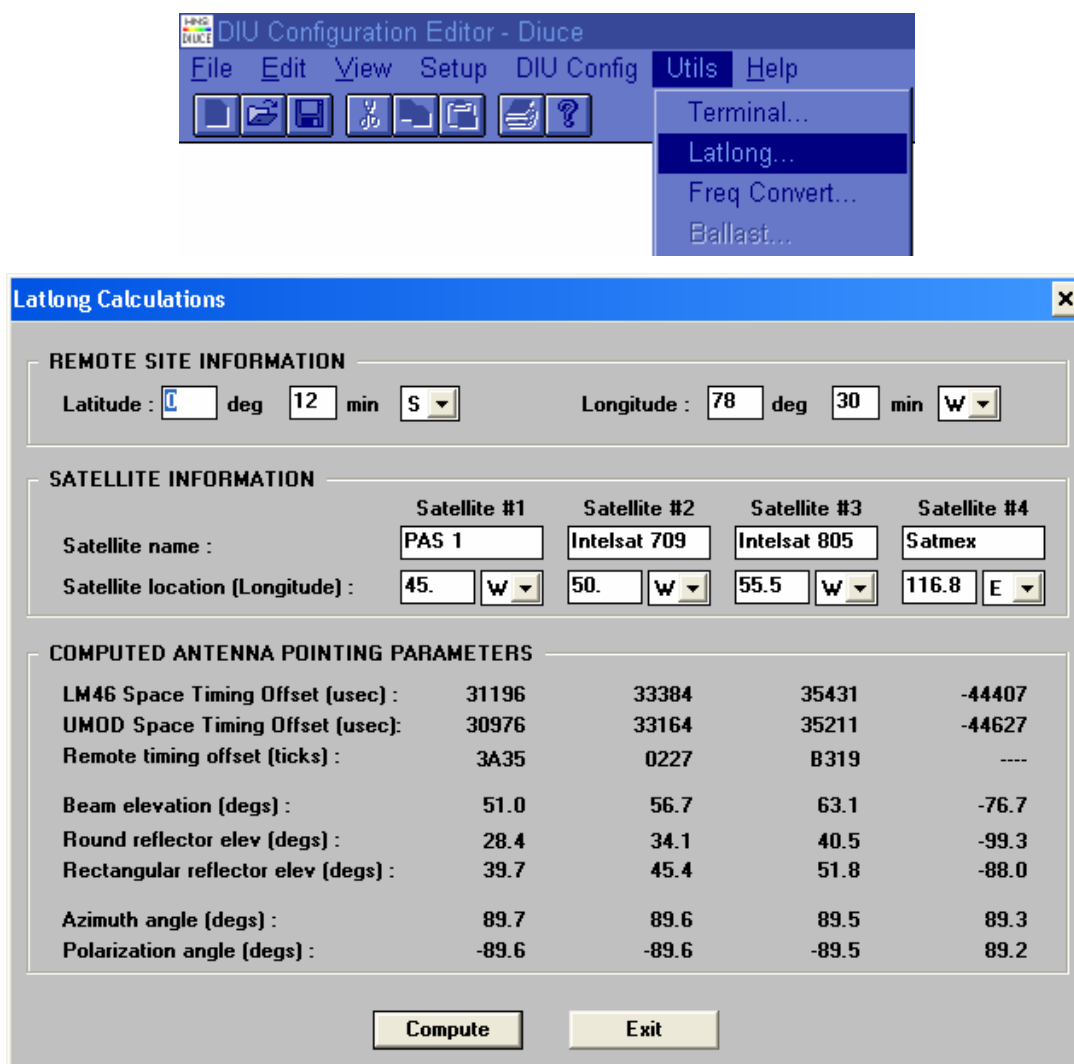


Figura. 2.37. Función Latlong

### Función Clear

- Borra la EEPROM de la IFM
- Pone en cero los parámetros en el database de la terminal.
- Se debe utilizar sólo en el comienzo del proceso de configuración.
- No tiene efecto sobre los Files almacenados en el terminal del sitio.

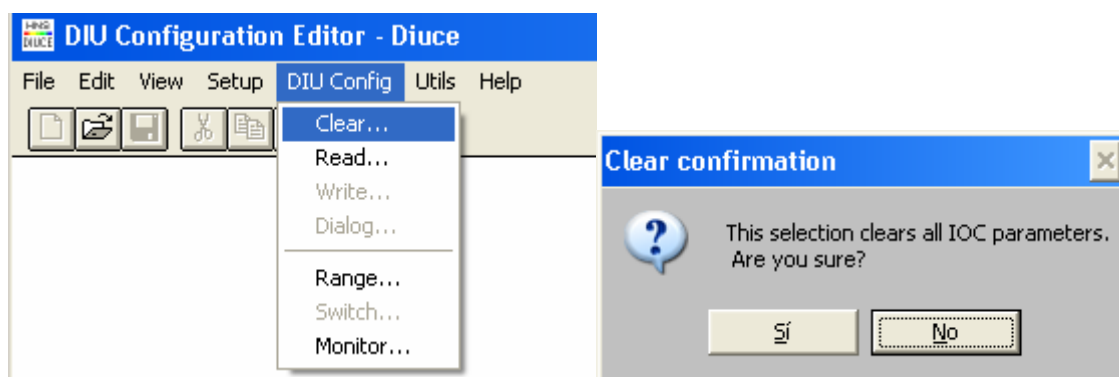


Figura. 2.38. Función Clear

### Función Terminal

Convierte en terminal asincrónico a la computadora; permite la utilización de comandos especiales de configuración.

### Función Save

- Guarda lo que está cargado en DATABASE como un FILE del terminal.
- El nombre de FILE puede tener hasta 6 caracteres.
- No afecta la EEPROM del sitio.

### Función Range

Se utiliza sólo para realizar comisionamiento iniciado en el Hub con ajustes deshabilitados.

Muestra y cambia el Timing Offset y Power Level en tiempo real, afectando la EEPROM de la IFM.

No actualiza el Database.

#### ○ Timing Correction

Signo (+/-) seguido de cantidad de mseg. de corrección del timing offset. (Step mínimo= .1mseg)

#### ○ Power Correction

Signo (+/-) seguido de cantidad de dB (Step mínimo =.1dB).

Para realizar un ajuste :

- Inicie la remota en modo normal.
- Realice la corrección necesaria.
- Ejecute READ para que los valores ajustados en la EEPROM de la IFM se actualicen en el DATABASE del terminal.

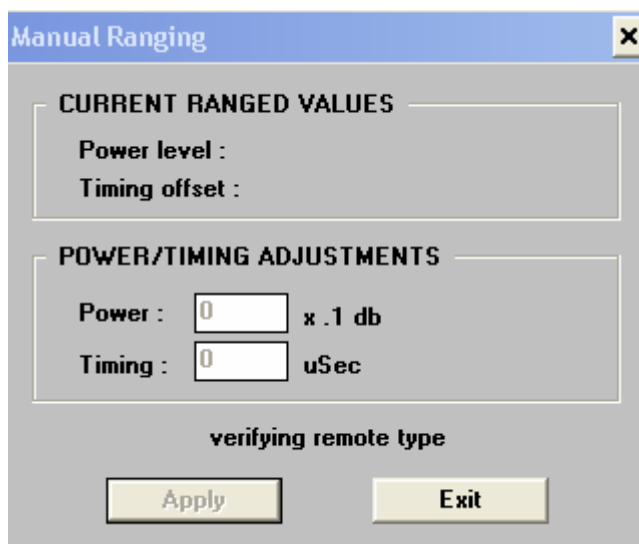


Figura. 2.39. Diagrama Identificación Tarjetas RDPC

### Ballast

- Calcula el mínimo peso requerido para la base del montaje no penetrante.
- Depende de la zona donde se debe hacer la instalación.

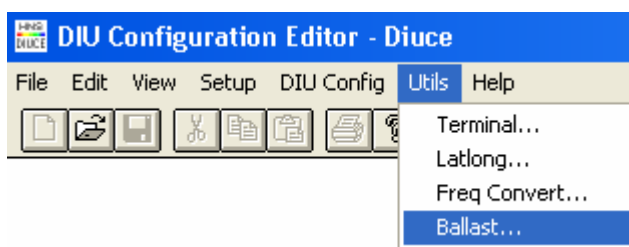




Figura. 2.40. Función Ballast

**NOTA:** No es necesario utilizar esta función ya que las bases provistas por IMPSAT respetan las normas de seguridad exigidas para instalaciones con las condiciones más desfavorables en cualquier punto del país.

### Función Switch

- No aplicable a DIU/O
- Permite la selección de modo de operación
- Diagnóstico (DIAG)
- Normal (NORMAL)
- Comisionado (COMM)
- Instalación (INSTALL)

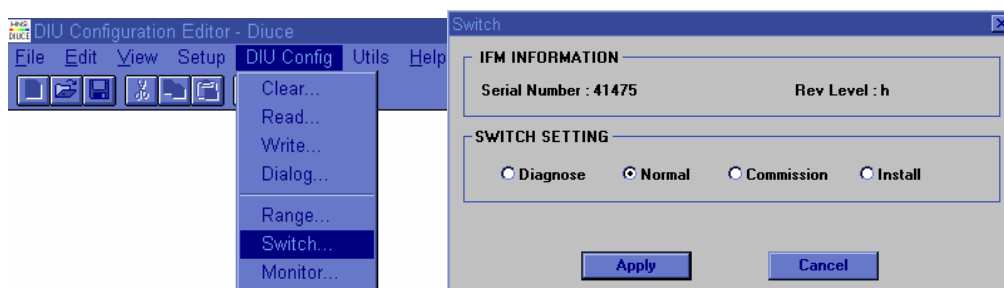


Figura. 2.41. Comisionamiento de la PES

### ○ Comisionamiento

Proceso por el cual el HUB realiza un ajuste fino de potencia y timing offset de la remota, basado en la recepción de las ráfagas de ranging enviadas por la remota. El proceso se inicia cuando la remota está en modo comisionado. Cuando alguna de las placas de aplicación llega a 3/H. indica que la IFM está guardando los nuevos valores de timing y potencia. Luego al pasar a 3/h. inicia el LQT (Link Quality Test). Este test verifica la calidad de la señal de Tx y Rx de la remota. Al llegar a 3/b. indica que el proceso terminó satisfactoriamente.

### Función Monitor

#### ➤ Status de la señal de outroute recibida:

- Eb/No de la señal de outroute
- CER: channel error rate del outroute recibido. El decodificador secuencial presente en la IOC corrige los errores y estima el CER

#### ➤ Status de la señal de inroute:

- TX Power: número hexadecimal proporcional a la potencia transmitida por la remota
- Timing Offset: número hexadecimal que determina cuándo debe transmitir la remota. Depende de la distancia entre la remota y el satélite
- Frequency Code: código hexadecimal que determina la frecuencia de inroute en la que transmitirá la remota.



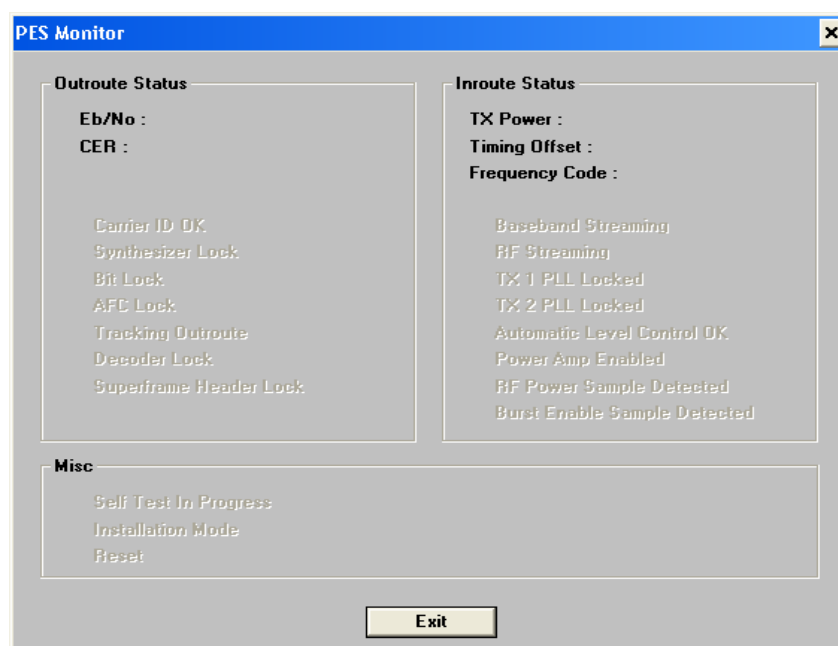


Figura. 2.42. Función Monitor de la PES

### ➤ Variables de estado

Hay 18 variables de estado. Las ocho mostradas a la derecha en el recuadro de **Inroute Status** de la pantalla tienen relación con la transmisión de la remota. Las tres siguientes con el status de la misma y las siete últimas en el recuadro de **Outroute Status** con la recepción de la remota. Estas variables pueden tener 2 estados: ON (TRUE) o OFF (FALSE).

#### 2.1.2.2 Configuración DW 6000

La red VSAT Direcway es la nueva red satelital que utiliza IMPSAT para prestar los servicios de interconexión de redes basados en el protocolo IP. Los nuevos servicios satelitales se denominan Direct IP.

#### ○ Diagrama de la Red

La topología de la red es en estrella, al igual que las redes Vsat tradicionales.

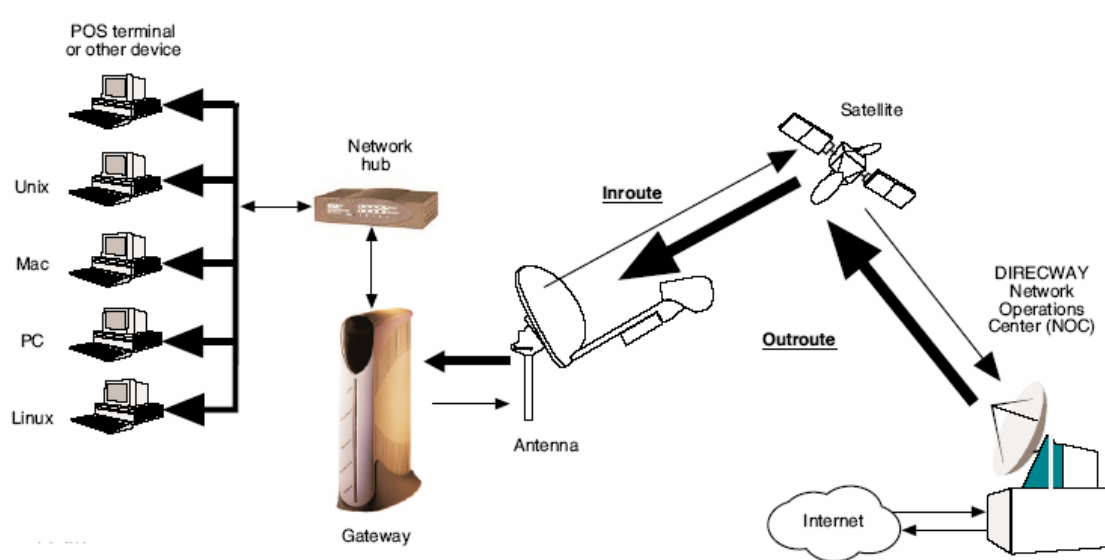


Figura. 2.43. Red Direcway

El modelo de estación remota utilizada es la DW6000.

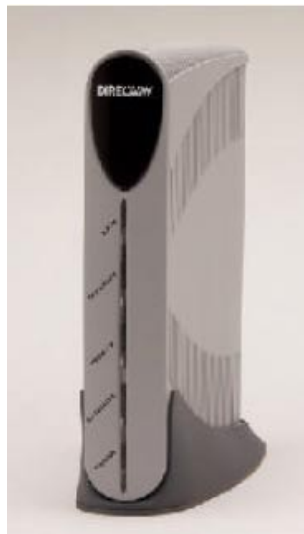


Figura. 2.44. IDU DW6000

○ Cabeza RF (ODU).

Las cabezas de RF utilizadas por Impsat son de dos tipos cuyos números de parte son:

- Cabeza de RF 1W = #1032552-0002
- Cabeza de RF 2W = #1033506-0002



Figura. 2.45. Cabeza de RF modelo Isis.

o **Cable IFL y conectores**

La estación remota Direcway usa dos cables coaxiales tipo RG6 de 75 Ohmios para conectar la DIU con la cabeza de RF, uno para la transmisión y otro para la recepción.

Se usaran cuatro conectores F para cable RG6.

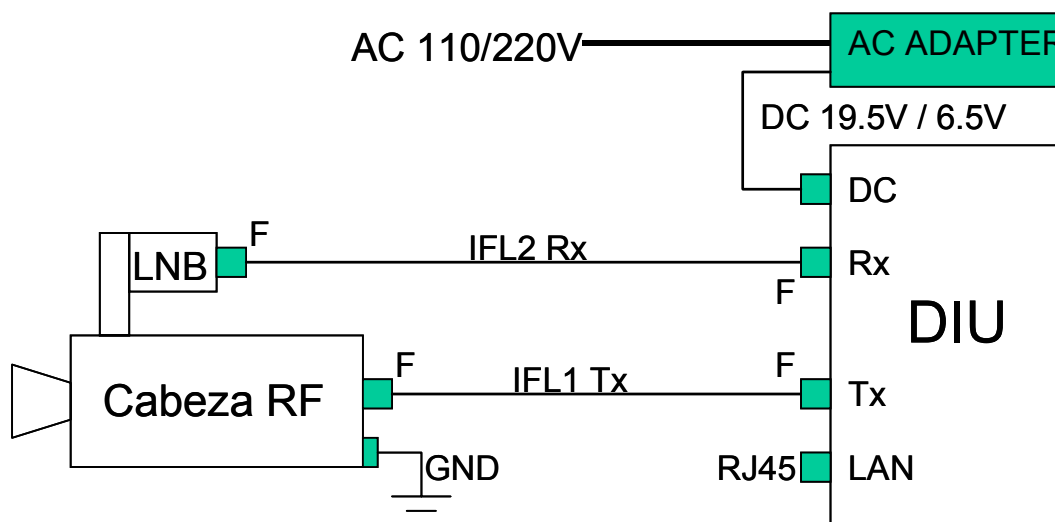


Figura. 2.46. Conexiones de los Equipos

o **Requerimientos del PC de instalación**

El PC a usar para la instalación debe tener las siguientes características:

- Windows 98 o superior, con DHCP para obtener automáticamente una dirección IP.
- Puerto Ethernet.
- Cables Ethernet RJ45-RJ45 (1 directo y 1 cruzado). Se puede usar cualquiera de los dos cables, la DIU puede autodetectar cual es la configuración apropiada para funcionar.

#### ○ **Instalación de la antena**

La antena a usar para las estaciones remotas Direcway es una antena marca Prodelin de 1.2m. La referencia usada es la 1123.

#### ○ **Instalacion y Configuracion de la DW6000**

La instalación se realiza a través de la consola de instalación de la DW6000. Se puede acceder a la consola de instalación a través del comando TELNET desde una ventana de DOS en Windows.

Verifique que tiene DHCP habilitado en el PC, para recibir la dirección IP.

#### ○ **La fuente de poder o AC Adapter**

La estación remota Direcway viene con una fuente de poder para convertir de AC a DC. La fuente de poder recibe AC en los rangos 110V o 220V y entrega DC a 19.5V y 6.5V. Sobre el sticker que trae la fuente viene un diagrama de los pines y sus respectivos valores.

#### **NOTA:**

- Nunca desconecte la fuente de poder del lado de la DIU. Esto puede causar daños en los pines del conector y causar un corto circuito. Desconecte del lado de la toma de AC.
- Coloque la DIU en un lugar ventilado, Preferiblemente dentro de un rack. No coloque la DIU al lado de fuentes de calor excesivo.

#### ○ **Armado de la DW6000**

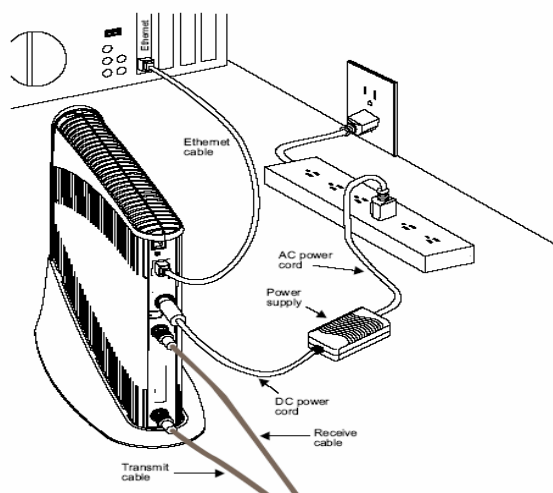
1. Tome la base pedestal en una mano y la DIU en la otra. Oriente los dos como se ve en la Figura. 2.47. El LED de power queda en la parte de abajo.

2. La base pedestal tiene dos crestas curvas, una a cada lado de su abertura central. La DIU tiene 6 guías que se deslizan dentro de las crestas.
3. Alinee las guías con las crestas.
4. Deslice suavemente la DIU dentro de la base hasta que esta haga clic y quede ajustada.



**Figura. 2.47. Armado de la IDU**

5. Conecte los cables de interconexión. Ver la Figura. 2.48 para el cableado final de la DIU. No conecte los cables de IFL todavía, posteriormente se lo realizará.
6. Conecte la fuente (AC Adapter) a la DIU. Asegúrese de la conexión sea firme.



**Figura. 2.48. Conexión de IDU a la PC y a su Fuente de Energía**

#### ○ Encendido de la DIU y lectura de los LEDs

Después de realizadas las conexiones a la DIU, conecte la fuente de poder a la toma eléctrica. Los LEDs de la DIU deben comenzar a mostrar una actividad.

- El LED de LAN permanece apagado mientras no se conecte el PC de instalación. Luego de conectado el PC este permanecerá encendido.
- El LED de Power parpadeará constantemente al encender la DIU. Este LED permanecerá parpadearando mientras se carga el archivo de software main.bin durante el comisionamiento. Luego permanecerá encendido.

Si los LEDs muestran un comportamiento diferente al descrito, se deben verificar las conexiones y la alimentación eléctrica.

#### ○ **Configuración de dirección IP de la PC y verificación de conectividad**

Se debe poner en red la PC que se va a utilizar para la configuración de los distintos parámetros de la DIU.

IP PC	IP DW 6000 (default)
192.168.0.2 / 24	192.168.0.1 / 24

**Tabla. 2.9. Direcciones a configurarse en DW 6000 y PC**

Confirme que la PC se puede comunicar con la DIU. Haga un ping a la dirección IP de la DIU y confirme que la respuesta es positiva.

**NOTA:** La dirección IP arriba mencionada está siempre configurada internamente en la DW6000. En caso de que ya haya sido instalada en algún otro lado, la DIU traerá la dirección IP de ese sitio. Se debe anotar la dirección IP de la DW6000 en un sticker y pegarlo en la DIU.

#### ○ **Comunicación con la DIU usando TELNET**

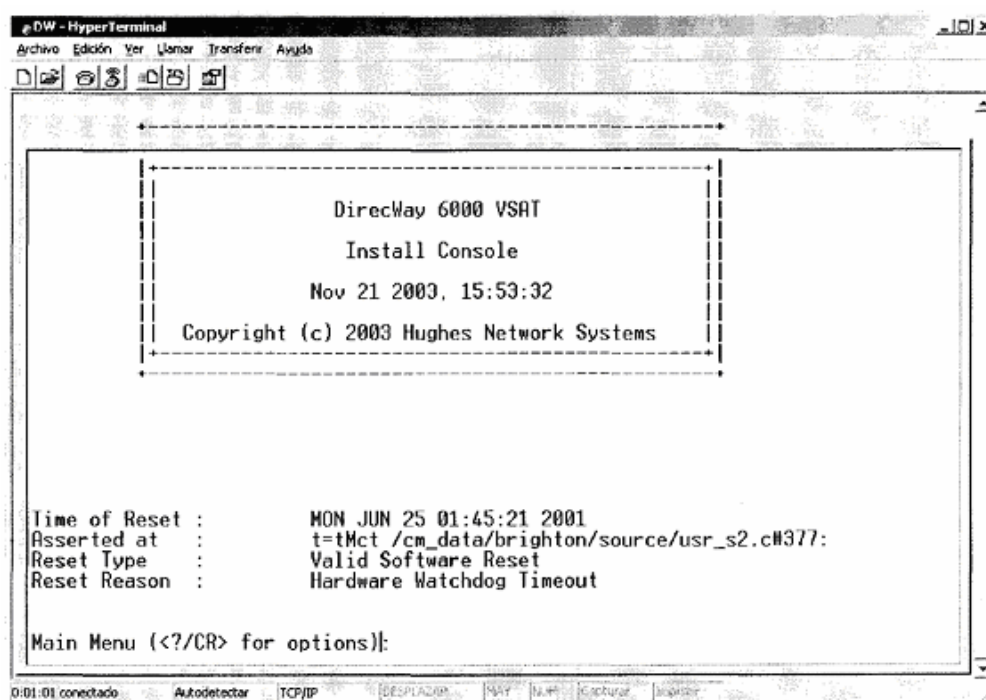
Después que la DIU termina la secuencia de los LEDs se usará una conexión tipo TELNET para poder acceder a la DIU.

En la terminal DOS dar el comando:

```
C:\ telnet 192.168.0.1 1953
```

Aparece la página de inicio de la consola de instalación (Figura. 2.49.).

**NOTA:** no olvidar el puerto 1953, de lo contrario la DIU responde con un prompt de servicio.



**Figura. 2.49. Pantalla Inicial de la Consola**

Presione ENTER para mostrar el Main Menu, como se ve a continuación:

Main Menu:

- (a) Configure Boot Parameters
- (b) Display Current Configuration
- (c) Display Satellite Interface Statistics
- (d) Display Active Routing Table
- (f) Run Software Download Monitor
- (h) Display Reset History
- (i) Installation
- (pc) (Parameter Clear) Clear Configuration
- (pw) (Parameter Write) Write Configuration
- (rr) (DW6000 Reset) Reset the DW6000
- (rd) (DW6000 Deconfigure) Force Download and Acquire New Keys
- (z) Logout

#### o Número serial de la DW6000

Escoja la opción c para mostrar el menú Satellite Interface Statistics, como se ve a continuación:

```
Main Menu (<?ICR> for options): c
Satellite Interface Stats Menu:
```

- (a) Display Main Statistics.
- (b) Clear Statistics.
- (c) Display Satellite Interface Serial Number.
- (d) Display signal Quality Factor.
- (g) Display PEP Statistics.
- (z) Return to Main Menu

Satellllite Interface Stats Menu (<?ICR> for options):

Escoja c para mostrar el número serial de la DW6000. Según se ve abajo.

```
Satellite Interface Stats Menu (c?ICR> for options): c
Satellite interface serial number: xxxxxxxX
Satellite Interface Stats Menu (<?/CR> for options):
```

Escoja la opción z para regresar al menú principal (Main Menu)

El serial debe ser matriculado en el Hub para que la estación pueda trabajar.

#### o **Configuración de los parámetros iniciales**

Use el menú “Configure Boot” Parameters para los parámetros iniciales de la DW6000.

NOTA:

- El parámetro VSAT Return Path debe ser siempre “Inroute”.
- En el anexo A encontrará la tabla de coordenadas para las principales ciudades de Colombia.

Escoja la opción a para comenzar. Todos los parámetros mostrados abajo salen línea por línea para permitir el ingreso de cada uno por separado.

**NOTA:** Todos los parámetros se pueden ver en un solo pantallazo al escoger la opción b del menú principal. Esta opción se escoge para verificar el correcto seteo de cada parámetro.

```
Current Software Image Executing:      Main.bin
Creation Date [Release#]:             Nov21 2003, 15:43:08 [4.2.1.5]
NAT Status:                           Disabled
DHCP Server Status:                   Enabled
Firewall Status:                      Disabled
```

```
-----
-----
Parameter                               Value entered      Value in use
VSAT Return Path:                       Inroute           Inroute
Satellite Longitude in degrees:         45                45
```



Satellite Hemisphere:	West	West
VSAT Longitude in degrees:	76	78
VSAT Longitude in minutes:	58	30
VSAT Longitude Hemisphere:	West	West
VSAT Latitude in degrees:	0	0
VSAT Latitude in minutes:	27	30
VSAT Latitude Hemisphere:	South	South
Satellite Channel Frequency:	11732 (x 100Khz)	11732 (x 100Khz)
Receive Symbol Rate:	5000000 Sps	5000000 Sps
Viterbi Rate:	5/6	5/6
LNB Polarization:	Horizontal	Horizontal
Transmit Polarization	Vertical	Vertical
LNB22KHzSwitch:	Off	Off
DVB Program Num for User Data	20500	20500
DVB Program Num for DNCC Data	0	0
LAN1 IP Address:	64.76.209.250	10.10.10.1
LAN 1 Subnet Mask:	255.255.255.252	255.255.255.000
IP Gateway IP Address:	172.27.207.107	172.27.207.105
SDL Control Channel Multicast Address:	224.0.1.6	224.0.1.6
VSAT Management IP Address:	10.254.3.229	10.254.0.35

Main Menu (c?ICR> for options):

Cuando vayan apareciendo los parámetros, ingrese los valores para el enlace. Presione ENTER para confirmar cada valor.

Escriba — para ir al parámetro anterior. Escriba \ para terminar sin pasar por los parámetros restantes.

Cuando haya escrito todos los parámetros, regrese al menú principal (Main menu) y escriba **pw**. Este comando guarda los cambios en la memoria flash. En este punto la estación DW6000 puede que se resetee, de acuerdo a los cambios ingresados.

Aparece el mensaje: “Writing the configuration — are you sure (y/n)”. Escriba **y** y presione ENTER. En este punto puede que la estación DW6000 se resetee. Si la estación no se resetea, escriba **rr** para forzar un reset.

En el menú principal seleccione la opción **b** para mostrar la configuración actual. Debe aparecer la información igual a la mostrada arriba, con los cambios realizados. Verifique que aparecen los datos que ingresó, de ser necesario repita el procedimiento de ingreso de parámetros.

Adicionalmente a los parámetros descritos arriba, salen los siguientes:

```
Number of Static Routes in Routing Tables <0>:
Default Gateway (meaningfull for LAN return path only) <10.0.0.10>:
```

En los cuales se ingresará ENTER para tomar los valores por default.

**NOTA:** Los valores escritos arriba son solo un ejemplo. No los use para configurar la estación.

○ **Principales Parámetros red Impsat**

Parámetro	Valor	Descripción
VSAT Return Path:	Inroute	
Satellite Longitude in degrees:	45	Configuración de las coordenadas del Satélite PAS 1R
Satellite Hemisphere:	West	
VSAT Longitude in degrees:	78	Configuración de las coordenadas de la Remota
VSAT Longitude in minutes:	30	
VSAT Longitude Hemisphere:	West	
VSAT Latitude in degrees:	0	
VSAT Latitude in minutes:	12	
VSAT Latitude Hemisphere:	South	
Satellite Channel Frequency:	11806 (x 100Khz)	Frecuencia del Canal del Satélite
Receive Symbol Rate:	12000000 Sps	Tasa de transferencia de Datos
Viterbi Rate:	5/6	Código de Corrección de errores
LNB Polarization:	Horizontal	Polarización de Recepción
Transmit Polarization	Horizontal	Polarización de Transmisión
LNB 22KHz Switch:	Off	
DVB Program Num for User Data	20500	
DVB Program Num for DNCC Data	0	
LAN1 IP Address:	172.16.240.14 (Datos) 64.76.209.117 (Internet)	Dir. IP de la LAN del Cliente (Remota)
LAN1 Subnet Mask:	255.255.255.240 (Datos) 255.255.255.252 (Internet)	Máscara de Red de la Ip de la LAN del Cliente
IP Gateway IP Address:	172.27.207.105 (Datos) 172.27.207.107 (Internet)	Dirección del Router que Permite e acceso a Internet para el Cliente
SDL Control Channel Multicast	224.0.1.6	

Address:		
VSAT Management IP Address:	10.254.4.32	Dirección con la cual se la identifica a la remota dentro de la red VSAT Direct Way de Impsat

Tabla. 2.10 Principales Parámetros a configurarse en las estaciones VSAT

**NOTA:** La dirección IP Gateway está configurada con la dirección 172.27.207.107 para dar servicio de Internet y en caso de Transmisión de Datos la dirección de IP Gateway sería: 172.27.207.105.

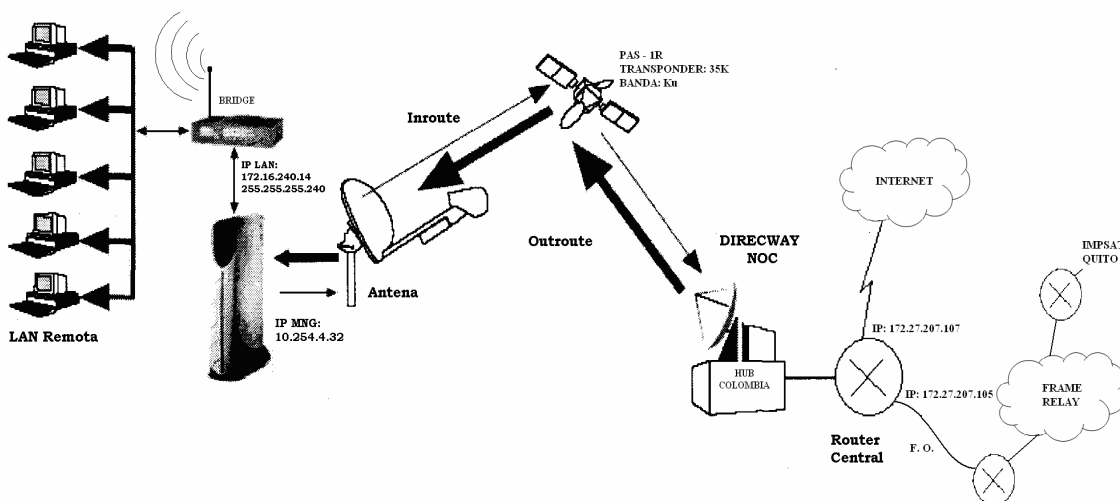


Figura. 2.50. Red VSAT DIRECWAY Impsat

Principales Parámetros a configurarse en las estaciones VSAT	
Parámetro	Valor
Frecuencia de la INROUTE (MHz)	Banda Ku 14000 – 14500 Banda C 5850 – 6425
Frecuencia de la OUTROUTE (MHz)	Banda Ku 11700 – 127500 Banda C 3625 – 4200
Tasa de transferencia de Datos de la INROUTE (Kbps)	64,128,256
Tasa de transferencia de Datos de la OUTROUTE (Kbps)	128, 512, 1668
Potencia de transmisión (W)	1,2
POLARIZACIÓN de TX	Horizontal, Vertical
POLARIZACION de RX	Horizontal, Vertical

Tabla. 2.11. Principales Parámetros a configurarse en las estaciones VSAT

Estos parámetros se los configura en cada equipo mediante su software de gestión o en otros casos vía telnet.

### o Apuntamiento de la antena en recepción

Esta sección describe como verificar que la señal recibida tiene un valor adecuado. El valor apropiados para el SQF es **mayor que 30**.

1. Ingrese al menú principal para entrar al menú de instalación. Si la opción de ACP no está disponible, aparecerá un no disponible sobre la opción (b) Antenna Pointing - Transmitter, Automatic.

Installation Menu:

- (a) Antenna Pointing - Receiver
- (b) Antenna Pointing - Transmitter, Automatic (Not available)
- (c) Antenna Pointing - Transmitter, Manual (Not available)
- (d) Force and Verify Ranging
- (e) ODU Conectivity Test
- (z) Return to Main Menu

Installation Menu (<?/CR> for options):

**NOTA:** Cuando aparezca la pregunta “Enter installer ID” presione ENTER. Sobre la consola aparece el mensaje “Will use default installer ID...”. No se requiere ningún ID especial para acceder a los menús de la DW6000.

2. Seleccione la opción a para obtener los valores de apuntamiento de la antena y los valores asignados para el satélite.

Installation Menu (<?ICR> for options): a

```
Antenna pointing values
Elevation angle in degrees : 55.8
XXX Azimuth angle in degrees : 101.5
Polarization angle in degrees : -80.8
Assigned satellite parameters
Longitud in degrees : 45
Longitud in minutes : 0
Frequencyin 1 KHz : 11806
Press <CR> to return to de menu
SQF = 99, DVB Frames: 0, Errors: 0
```

El **SQF** (Signal Quality Factor) representa la calidad o tamaño de la señal de Outroute. El valor de SQF va entre 0 y 99.

El valor de SQF se interpreta de la siguiente manera:

**0-29:** La DIU no está enganchada a la Outroute. Este valor varía de acuerdo a señales satelitales recibidas.

**31-99:** La DIU está enganchada en la Outroute deseada.

**30:** La DIU está enganchada en una señal de Outroute, pero está esperando la confirmación de sí es la señal deseada. Si el valor no cambia es indicación de la DIU está enganchada en una Outroute equivocada.

3. Si el SQF es menor que 30, reinicie el apuntamiento de la antena. Se debe buscar un valor de SQF lo más cercano posible a 99. Los mensajes de SQF se actualizan automáticamente en la pantalla cada segundo.
4. Si no puede lograr un SQF satisfactorio verifique los siguientes pasos en el orden sugerido hasta que corrija la situación:
  - Verifique que no halla obstrucciones en la línea de vista.
  - Realice un apuntamiento fino de la antena.
  - Verifique la polarización del LNB.
  - Verifique la configuración de la DIU.
  - Reemplaza el LNB
  - Reemplace le estación DW6000

#### ○ **Apuntamiento de la antena en transmisión (Manual)**

Este procedimiento se usa para el ajuste fino de la cross-polarización. Se puede usar el procedimiento manual si falla el procedimiento automático.

1. Seleccione la opción “c” en el menú de instalación (Installation Menu). Aparece el menú “Antenna Pointing — Transmitter, Manual”.

Si existen otras estaciones remotas en proceso de instalación, la pantalla muestra la posición de la cola de espera para esta estación. Cuando el test pueda ejecutarse la pantalla muestra “Active”. Los resultados del test se muestran en el campo “Result: field”, donde se reporta el valor de la isolación para la crosspolarización.

2. Realice pequeños movimientos en la posición del feed y observe el valor de “isolation”. Ajuste la cross-polarización al valor máximo posible.
3. Presione ENTER para regresar al menú de instalación.

○ **Apuntamiento de la antena en transmisión (Automático)**

Este procedimiento se usa para la verificación rápida de la cross-polarización. El procedimiento se denomina ACP (Auto Cross-Pol). Si la antena pasa el test, está disponible para trabajar y no se requieren más ajustes.

1. Seleccione la opción b en el menú de instalación (Installation Menu). Aparece el menú “Antenna Pointing — Transmitter, Automatic”.

Si existen otras estaciones remotas en proceso de instalación, la pantalla muestra la posición de la cola de espera para esta estación. Los resultados del test se muestran en el campo “Result: field”:

**PASS:** indica que el test resultó exitoso y la estación queda habilitada para trabajar.

**FAIL:** indica que el test no resultó exitoso y se debe proceder a repetir el apuntamiento fino y el ajuste de cross-polarización en modo manual.

2. Presione ENTER para volver al menú de instalación.
3. Seleccione la opción “z” para retornar al menú principal (Main Menu).
4. En el menú principal seleccione la opción “c”. Aparece el menú de estadísticas satelitales (Satellite Interface Statistics).
5. Seleccione la opción “a”. Aparece el menú de estadísticas principales (Display Main Statistics). Confirme que el valor de SQF sea el adecuado y que la estación este habilitada para transmitir (The transmitter is available).

Main Menu (<?/CR> for options): c

Satellite Interface Stats Menu:

- (a) Display Main Statistics.
- (b) Clear Statistics.
- (c) Display Satellite Interface Serial Number.
- (d) Display signal Quality Factor.
- (g) Display PEP Statistics.
- (z) Return to Main Menu

Satelllite Interface Stats Menu (<?ICR> for options): a

```
Local Time: MON JUN 25 16:12:51 2001
Adapter Main Statistics:
Signal Strength: 99
Frames Received: 1440014
F-error: N/A
Frame Errors-CRC/BadKey: 0/0
The Sequencer Timeout: 0
Transport Alarm bit: None
No Recv Demod Lock: 66468
No FLL Lock: 69235
Not Syncd to N/wTiming: 315007
Up Time (in Frames): 1286175
Stream Msg-Ackd/Nakd: 0/0
NonStream Msg-Ackd/Nakd: 0/1466
Aloha Starts: 0
Ranging Starts: 6
Addresses Open: 4
IRU Flags: 02000004
Ranging Reason : Previous range failed;
Receive Status: Receiver operational. (RxCode 5)
Transmit Status: Transmitter not locked to network
timing. (TxCode 5)
```

Satelllite Interface Stats Menu (<?/CR> for options):

6. Seleccione la opción z para regresar al menú principal.

**NOTA:** en todas las oportunidades que entre al menú de instalación, puede que encuentre la estación no habilitada para transmitir (transmitter Off). Esto sucede por razones de seguridad. No ingrese al menú de instalación en estos casos, a menos que sea autorizado por personal de Sala de Operaciones (NOC IMPSAT).

#### o Verificación de la descarga de Software

Cuando la estación DW6000 esté enganchada en la red y lista para trabajar, ella comienza a buscar los mensajes del servidor de descarga de software (SDL server), para adquirir el paquete necesario para operar.

1. Para monitorear el progreso de la descarga de software (SDL) seleccione la opción “f” en el menú principal (opción “Software Download Monitor”).
2. Los siguientes mensajes aparecen en la parte inferior de la pantalla:

```
SDL Initialization complete. Awaiting first heartbeat msg.
```

**NOTA:** se puede demorar hasta 10 minutos hasta que se reciba el primer mensaje de Heartbeat.

3. Si el SDL no progresa después de recibido el anterior mensaje, verifique lo siguiente:
  - En la configuración: La dirección IP multicast del SDL (SDL Control Channel Multicast Address).
  - Verifique que el status de los LED sean los correctos.
4. Cuando la DW6000 recibe un mensaje del servidor SDL, aparece el siguiente mensaje en la pantalla:

```
Received first heartbeat message.
```

5. Si no se ve progreso después de recibido el mensaje anterior, verifique que tiene bien configurado el parámetro “VSAT Return Path”. Si la operación es normal se verán los siguientes mensajes:

```
Received first heartbeat message.  
Received File/Group message. Reconciling files...  
MM loading...  
Transferring MM  
All files downloaded. Notifying CFM.
```

6. Después de descargar exitosamente el software, la DW6000 se resetea automáticamente para hacer uso de los nuevos paquetes. La nueva configuración se habilita.
7. Seleccione la opción f del menú principal para monitorear nuevamente el SDL. Debe aparecer el siguiente mensaje:

```
All files downloaded. No pending changes.
```

Lo cual indica que la descarga de software finalizó y no quedan archivos pendientes por bajar.

La estación DW6000 esta lista para trabajar y se puede conectar la LAN remota del cliente.



### 2.1.3 Configuración de los equipos Satelitales SCPC

#### 2.1.3.1 Configuración Equipos EF DATA

- **Módem Satelital SDM 300**

El SDM300 es un módem (modulador/demodulador), con vectorización digital.

El modo de transmisión es full-duplex.

El módem provee alta performance con un ancho de banda angosto, adquisición de señal automática, gran flexibilidad y un amplio circuito de monitoreo.

El módem opera en una banda de frecuencia entre 50 y 180 MHz.

Los tipos de modulación disponible son BPSK y QPSK.

El módem contiene scramblers/descramblers, codificador/decodificador diferencial, sintetizadores de transmisión y recepción, decodificadores secuencial y Viterbi convolucionales con multi-rate FEC.

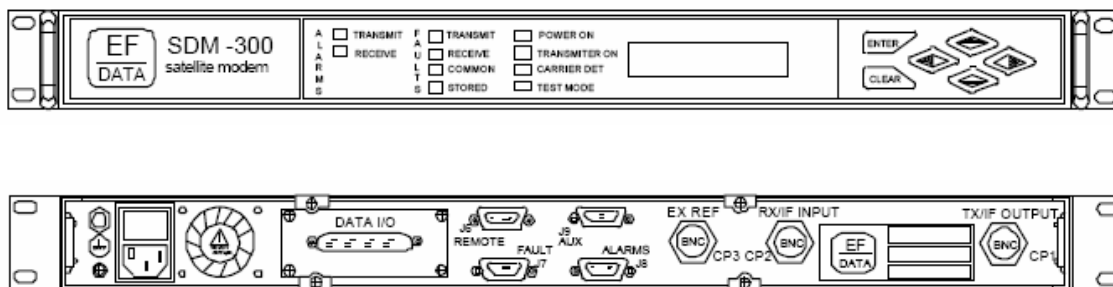
El módem está construido en un diseño modular, y consiste de 2 a 5 placas impresas (PCB) dependiendo del tipo de configuración.

El panel frontal posee indicadores de todas las funciones de control y monitoreo que lleva a cabo el módem.



Figura. 2.51. Módem Satelital SDM 300

La configuración de este equipo se la realiza directamente en el panel frontal del mismo mediante el acceso a los distintos menus y submenus en los cuales escogemos los valores y opciones dependiendo de los cálculos del enlace satelital.



**Figura. 2.52. Vista Frontal y trasera del Módem Satelital SDM 300**

Mediante las 6 teclas del panel frontal podemos acceder a los menús y submenús de configuración:

Símbolo	Nombre	Función
[→]	Flecha Derecha	Muestra las distintas opciones de un menú o submenú hacia la derecha.
[←]	Flecha Izquierda	Muestra las distintas opciones de un menú o submenú hacia la izquierda.
[↑]	Flecha Arriba	Incrementa el valor seleccionado.
[↓]	Flecha Abajo	Decrementa el valor seleccionado.
[ENT]	Enter	Para seleccionar una opción o ingresa a algún menú.
[CLR]	Clear	Para escapar de una operación y volver al menú previo

**Tabla. 2.12. Funciones teclas Panel Frontal**

A continuación se muestran los Menús y submenús de configuración disponibles en este módem:

CONFIGURATION	MODULATOR	TX	QPSK1/2 - 64Kbps
		TX IF FREQUENCY	70MHz
		TX IF Output	OFF
		TX POWER Level	-10dBm
		SCRAMBLER	ON
		DIFF ENCODER	ON
		CARRIER MODE	NORMAL- MODULATED
		MODEM REFERENCE	INTERNAL
	DEMODULATOR	RX RX IF Frecuency	QPSK 1/2 - 64Kbps 70MHz
		DESCRAMBLER	ON
		DIFF DECODER	ON
		RF LOOP BACK	OFF
		IF LOOP BACK	OFF
		BER THRESHOLD	NONE
	SWEEP CENTER	0	
	SWEEP RANGE	60000hz	

		REACQUISITION	0 sec
	INTERFACE	TX CLOCK SOURCE	TX TERRESTRIAL
		TX CLOCK PHASE	AUTO
		EXT-CLK FREQ	1544 KHz
		BUFFER CLOCK	RX (SATELLITE)
		RX CLOCK PHASE	NORMAL
		B-BAND LOOP BACK	OFF
		INTRFC LOOP BACK	OFF
		BUFFER SIZE	384 BITS
		BUFFER CENTER	YES
		LOOP TIMING	OFF
		TX DATA FAULT	NONE
		RX DATA FAULT	NONE
		TX 2047 PATTERN	OFF
		RX 2047 PATTERN	OFF
	LOCAL AUPC	AUPC ENABLE	OFF
		NOMINAL POWER	-20dBm
		MINIMUM POWER	-30dBm
		MAXIMUM POWER	-5dBm
TARGET NOISE		4dB	
TRACKING RATE		5.5dB/m	
LOCAL CL ACTION		NOMINAL	
REMOTE CL ACTION	NOMINAL		
UTILITY	MODULATOR	MODULATOR TYPE	INTELSAT OPEN
		ENCODER TYPE	SEQUENTIAL
	DEMODULATOR	DEMODULATOR TYPE	INTELSAT OPEN
		DECODER TYPE	SEQUENTIAL
	INTERFACE	TX OVERHEAD TYPE	NONE
		RX OVERHEAD TYPE	NONE
		TX DATA PHASE	NORMAL
		RX DATA PHASE	NORMAL
		BUFFER PROGRAM	BITS
	SYSTEM	OPERATION MODE	DUPLEX
		SELF TEST	OFF
MODEM TYPE	CUSTOM		

**Tabla. 2.13. Menus del Panel Frontal**

- **Diagrama de Bloques del Módem satelital SDM 300**

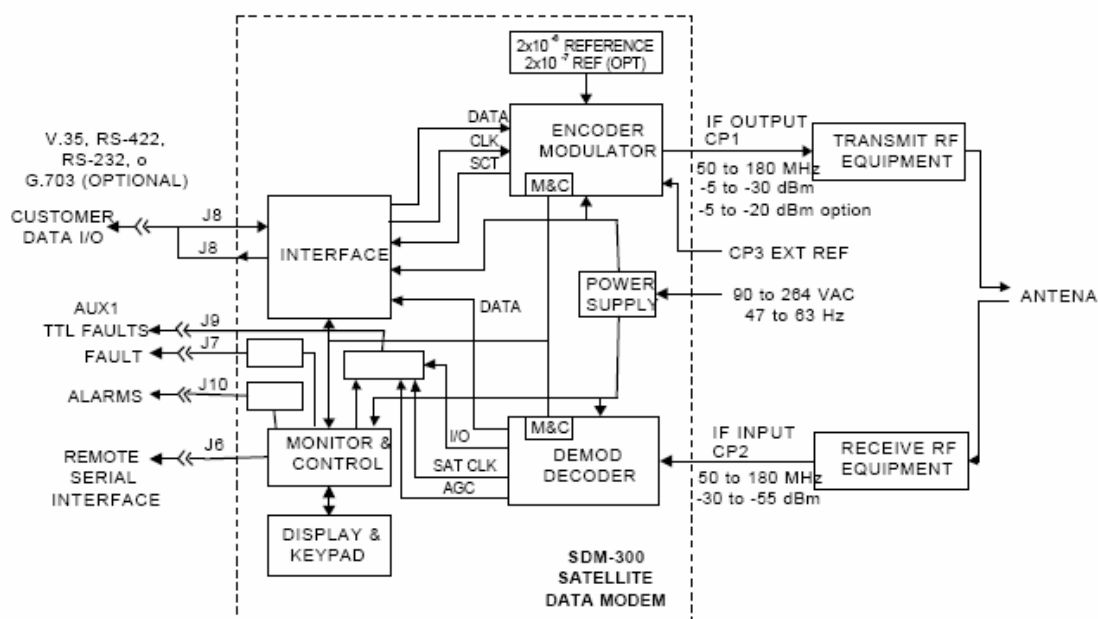


Figura. 2.53. Diagrama de Bloques Módem Satelital

### Modulador

El modulador provee señales moduladas BPSK o QPSK en la banda 50 / 180 MHz.

La señal a la entrada de la interfaz es procesada por una PCB opcional overhead o Reed Solomon. Luego es enviada al scrambler, encargado de lograr que la portadora transmitida tenga una distribución espectral uniforme.

Posteriormente pasa a un codificador diferencial de dos bits. Luego la señal banda base es codificada por un codificador convolucional.

Para la elección de Viterbi, el code rate es 1/2.

Para códigos secuenciales, el codificador genera los bits de paridad desde la señal de entrada, y el rate puede ser 1/2, 3/4 o 7/8.

Luego los datos son enviados a un circuito de vectorización programable y separados en dos canales I y Q. Los datos de ambos canales pasan por filtros de Nyquist idénticos. Dichos filtros son seguidos por una Modulación Digital Directa. Se alcanzan automáticamente "Symbol rates" tan altas como 2.5 Mbits/s.

La portadora modulada será luego aplicada a la sección de RF para la correcta conversión a la frecuencia de salida. La forma espectral será idéntica a la de los datos ingresados, pero duplicada a ambos lados de la frecuencia portadora.

El sintetizador de RF provee la frecuencia para convertir la señal modulada de IF en la frecuencia deseada para la salida, entre 50MHz y 180MHz.

La señal es luego enviada al amplificador de salida, programable para lograr una señal con un nivel entre -5 y -30 dbm.

### **Demodulador**

La señal de IF modulada entra al módulo de RF para hacer la conversión de frecuencia.

La señal de IF es muestreada por un conversor A/D y remodulada digitalmente.

La información de I y Q es filtrada por filtros Nyquist obteniéndose una representación digital de la señal recibida.

Luego pasa por un control automático de ganancia que optimiza dicha representación para su adecuada decodificación.

Un lazo de Costas digital junto con un Sintetizador Digital Directo realizan la recuperación de portadora (DDS).

La salida del DDS es enviada al módulo de RF y provee la señal de referencia con la cual el oscilador local se engancha.

Un lazo de clock digital, en conjunción con otro DDS realizan la recuperación del clock. Los clocks de datos y de símbolos son luego usados por el demodulador.

Un bloque de decisión blanda convierte la señal digital de los canales I y Q en valores de tres bits que son enviados al circuito de vectorización programable. La salida es enviada al decodificador Viterbi o Secuencial (según la opción escogida).

Finalmente pasa por una PCB opcional de overhead o Reed-Solomon.

## **Monitor & Control**

La M & C monitorea el módem y provee la actualización de la configuración a otros modems cuando sea necesario.

Los parámetros de configuración del módem son retenidos en una RAM, la cual provee la total recuperación de los mismos después de un corte en el suministro de energía.

La M & C incluye un reporte amplio de fallas y estados.

Todas las funciones del módem son accesibles a través del panel frontal y desde una interfaz de comunicaciones remota.

## **Interfaz**

Las funciones de la interfaz incluyen varios tipos de multiplexado, demultiplexado y distintos tamaños de buffer de los datos recibidos, monitoreo y presentación en el display del estado de la interfaz sin interrumpir el servicio.

Las interfaces para el módem están definidas por los estándares de comunicación de datos: MIL-STD-188/RS-449, RS-232 o V.35.

La interfaz recibe y transmite para todos estos estándares, haciéndose la selección de los mismos desde el panel. Puede adicionarse un overhead para los modos de operación de IBS e IDR.

## **Self test**

Este test permite una completa medida de BER evitando el uso de generadores de ruido y medidores de BER externos.

Cuando se habilita este test desde el panel frontal o desde el port remoto, el SDM-300 deshabilita los ports TX y RX IF e internamente testea el modulador, el demodulador y la interfaz haciendo una medición de BER. Dicha medición se logra mediante un generador de ruido y un medidor de BER interno. Dicho test actúa por menos de 30 segundos y muestra en el display el resultado del mismo (PASS o FAIL). Si se desea se puede hacer que el test se habilite automáticamente al encenderse el módem seteándolo en AUTO.

El resultado de este test queda registrado en FAULTS / COMMON.

### Loopbacks

El SDM300 provee cuatro Loopbacks que permiten el testeo de ciertas funciones del modem:

**BASEBAND LOOPBACK:** Cuando se activa esta prueba, se testea el equipamiento del usuario y el cableado entre el modem y el equipo del usuario, pues se cierra el lazo en la interfaz de entrada del lado del usuario.

Es un loopback bidireccional en banda base (no así en D&I). Ver Fig.4.

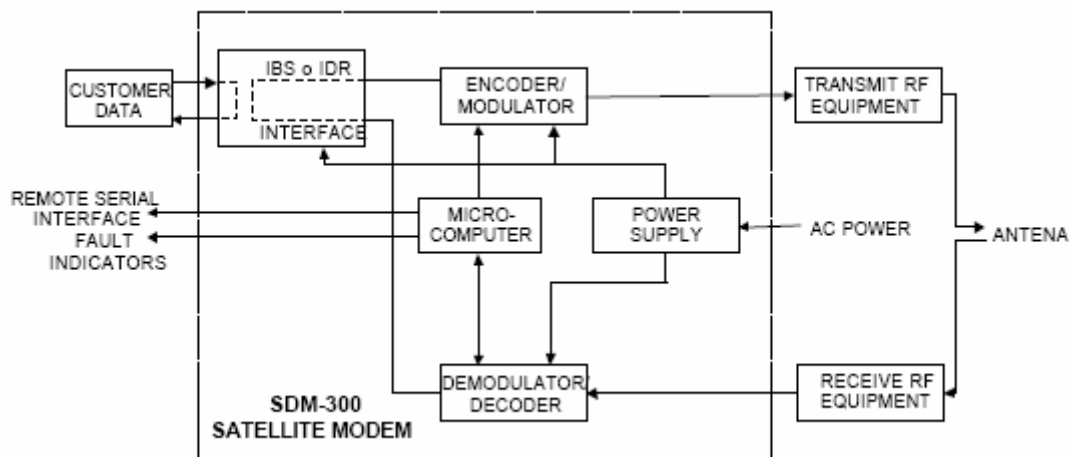


Figura. 2.54. Base Band Loopback

**INTERFACE LOOPBACK:** Cuando se activa esta prueba, se cierra el circuito en la interfaz de entrada del lado del modem. Este test verifica la operación de la interfaz.

Es un loop bidireccional de datos después de que a los datos en banda base se les suma un overhead de 16/15. El clock del BER debe estar en internal. Ver Fig.5.

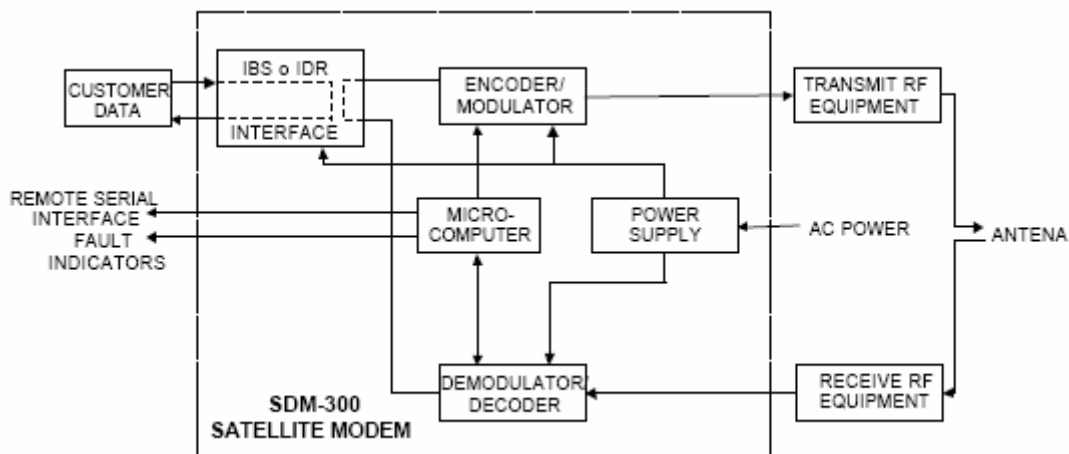


Figura. 2.55. Interface Loopback

**IF LOOPBACK:** Cuando se activa esta prueba, el demodulador se cierra sobre el modulador en forma interna, y el demodulador es programado a la frecuencia del modulador. Este test verifica la operación del modem. Al finalizar el test, el demodulador vuelve a su frecuencia original. Ver Fig.6.

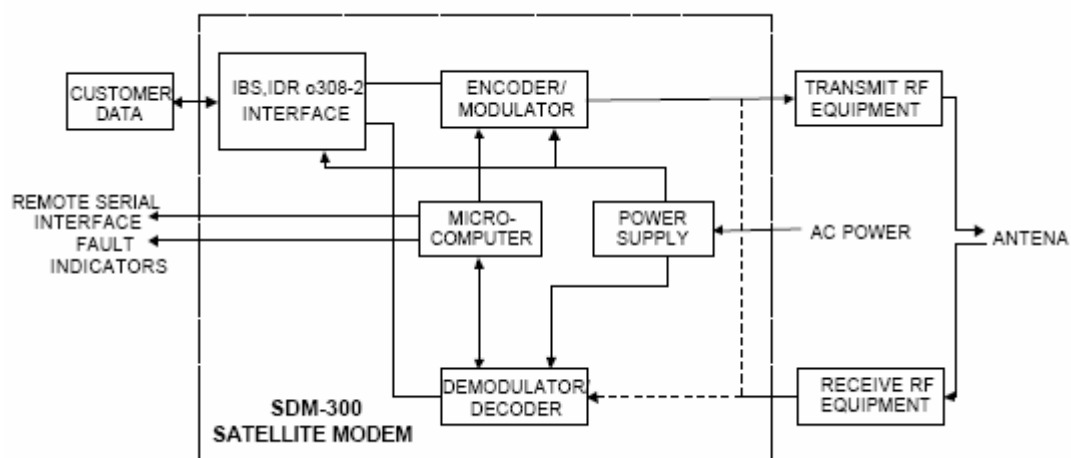


Figura. 2.56. IF Loopback

**RF LOOPBACK:** Cuando se activa esta prueba, la frecuencia del demodulador se cambia y se setea igual que la del modulador. Este test verifica el enlace satelital sin cambiar la frecuencia programada del demodulador. Al finalizar el test, el demodulador vuelve a la frecuencia original. Ver Fig.7.



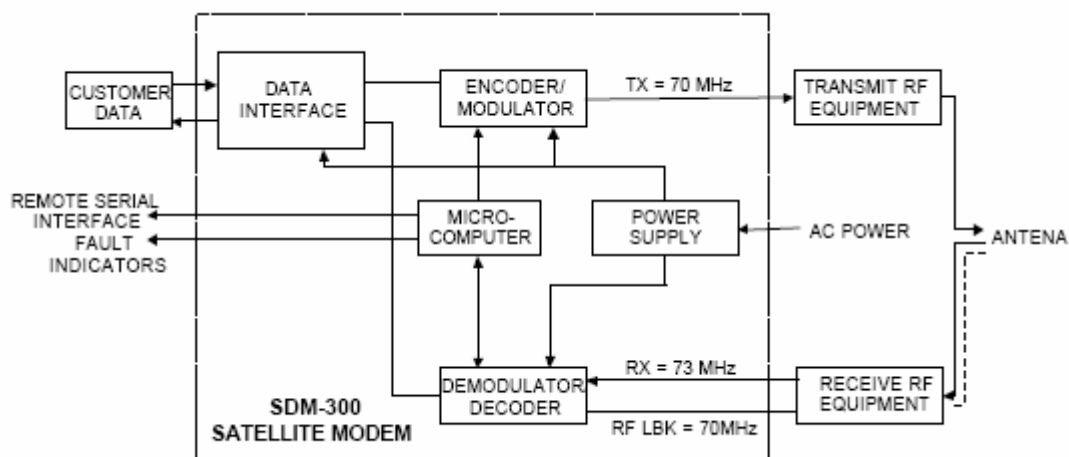


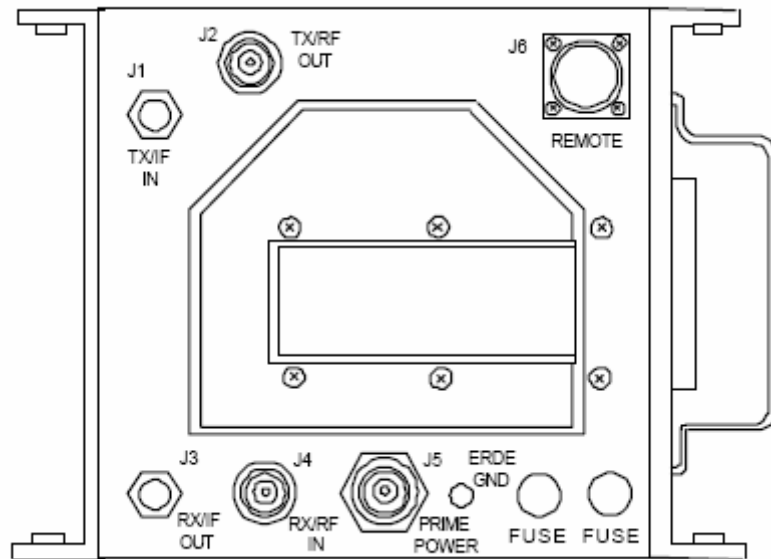
Figura. 2.57. IF Loopback

- **Transceiver EF DATA RFT500**

El equipo RFT 500 de EF DATA es un terminal de radio frecuencia de banda C para ser usado en ambientes exteriores (outdoor), dicho Terminal incluye el downconverter, el upconverter, el amplificador de potencia (de aquí en adelante HPA) y la placa monitor & control, la cual es la encargada de monitorear el sistema, presentar una indicación de fallas y establecer las frecuencias de transmisión y recepción así como las atenuaciones del up y down converter. Dichos parámetros pueden ser monitoreados y seteados a través de un teclado presente en el frente del aparato ó en forma remota a través de un conector tipo Canon por medio de una interfaz RS 232 ó RS 485 y un software (CST\_MC System Monitor Program) provisto con el manual del equipo (CST- 5000 C-Band Terminal System).

El RFT 500 se utiliza junto con un módem para transmitir señales de hasta 2048 Kb/s ó con varios modems en forma de múltiples portadoras sobre un ancho de banda de 36 MHz, ya que en transmisión (uplink) el terminal acepta FI en la banda de los 70 MHz y transmite en la banda de 5.925 a 6.425 GHz y en recepción (downlink), toma la señal del LNA en la banda de 3.620 a 4.200 GHz y la convierte en una señal de FI en la banda de los 70 MHz.

En la Figura. 2.58. se pueden apreciar los diferentes conectores externos que posee el equipo.



**Figura. 2.58. Conectores externos**

En la Figura. 2.59. puede observarse el diagrama en bloques del terminal así como la conexión, marcas, modelos y tipos de conectores de instrumentos y accesorios para el testeo del equipo.

- **Diagrama de Bloques**

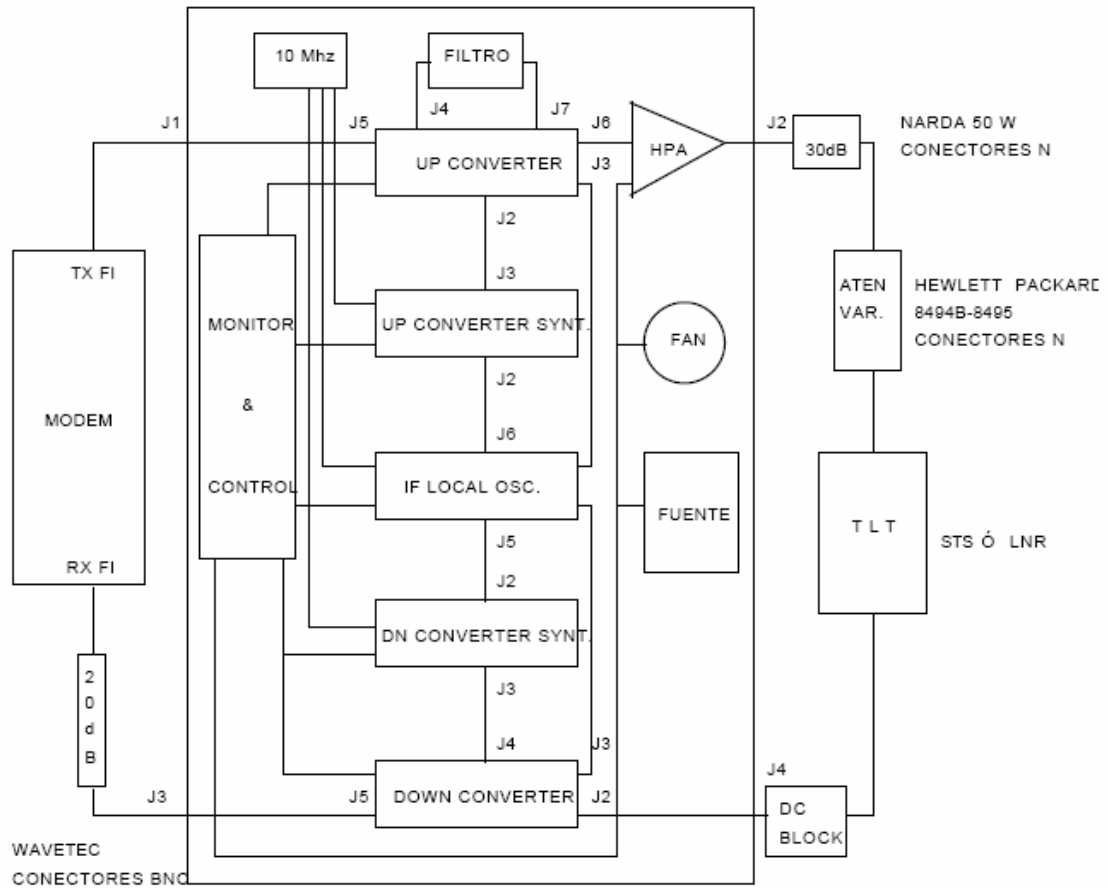


Figura. 2.59. Diagrama en bloques

La ubicación de los distintos módulos dentro del RFT 500 pueden observarse en la Figura 2.60., la cual es una vista interior de la parte trasera del equipo y la Figura. 2.61., la cual es una vista interior de la parte delantera (lado del panel frontal)

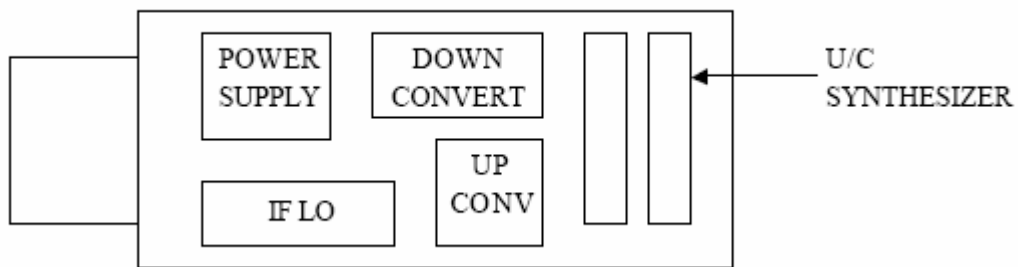


Figura. 2.60. Vista interior desde el lado opuesto al panel frontal

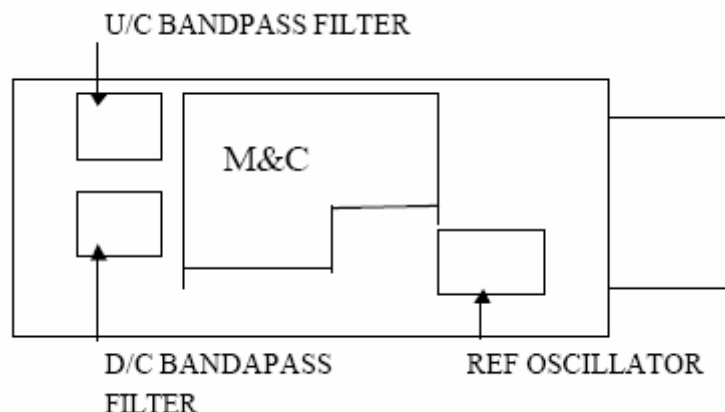


Figura. 2.61. Vista interior desde el lado del panel frontal

### Monitor & Control

La placa de M&C provee configuración para otros módulos dentro del terminal; dichos parámetros son accesibles a través del módulo display/teclado (el cual posee 3 menús Config, Monitor y Faults) ó a través del port remoto (Interfaz RS232/RS485) y son almacenados en EEPROM la cual provee una recuperación de todos los parámetros en caso de una falla de alimentación en el equipo.

La M&C realiza además las siguientes operaciones:

- Recibe las frecuencias de operación del up converter (5.925 a 6.425 Ghz en pasos de 2.5 Mhz) y del down converter (3.620 a 4.200 Ghz en pasos de 2.5 Mhz) y programa los respectivos sintetizadores.
- Recibe el seteo de las atenuaciones del up converter (0 a 25 dB en pasos de .5 dB) y down converter (0 a 21 dB en pasos de .5 dB) y programa dichos módulos.
- Lee las temperaturas de los termistores del up converter, down converter y HPA, las muestra en el menú Monitor y conecta el ventilador en caso de que excedan ciertos límites.
- Recibe las entradas de fallas de todos los módulos y las muestra en el menú Faults y las envía por el port remoto.
- Lee la programación del up converter, down converter y HPA y calcula el voltaje de AGC basado en las frecuencias de operación y temperatura.

- Realiza un sensado inicial de la corriente del LNA y en caso de que dicha corriente varíe en  $\pm 30\%$  será considerado como una falla del LNA y visualizada en el menú de Faults.
- Incluye LED's de fallas y puntos de testeo los cuales se pasan a detallar. (Nota: Estos leds se encuentran en la placa M&C, y solo se pueden visualizar abriendo el equipo)

**Diagrama de Placa M&C:**

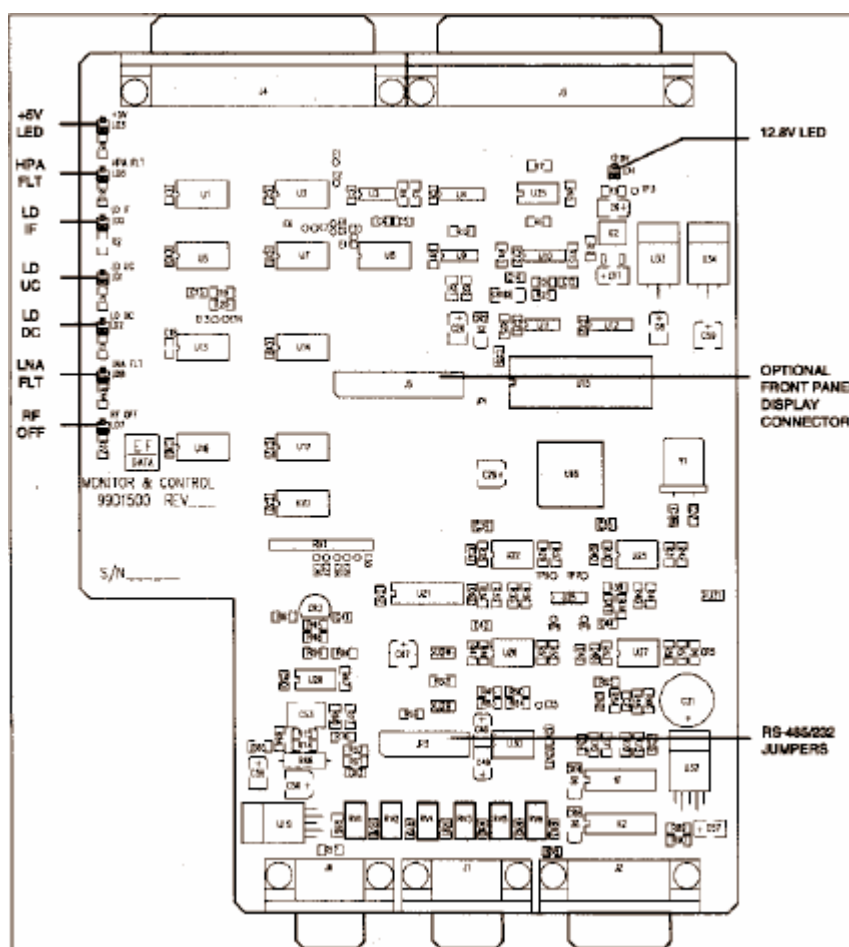


Figura. 2.62. Vista interior de Tarjeta del Transceiver

NOMBRE	COLOR	DESCRIPCION
HPA FAULT	ROJO	Se ilumina cuando el HPA falla. Esta falla causa una anulación de la transmisión.
LD IF	ROJO	Se ilumina cuando el oscilador local de FI está desenganchado. Esta falla causa una anulación de la transmisión.

LD UC	ROJO	Se ilumina cuando el oscilador del local del U/C está desenganchado. Esta falla causa una anulación de la transmisión.
LD DC	ROJO	Se ilumina cuando el oscilador local del D/C está desenganchado. Esta falla causa una anulación de la transmisión.
LNA FLT	ROJO	Se ilumina cuando el LNA falla
RF OFF	AMARILLO	Se ilumina cuando el HPA se apaga
12.5 V	VERDE	Se ilumina si los 12.5V están presentes en la placa
5 V	VERDE	Se ilumina si los 5V están presentes en la placa

**Tabla. 2.14. Principales Alarmas del Enlace Stelital y sus Significados.**

### **Oscilador de referencia**

Es un oscilador de muy alta estabilidad que provee una señal de bajo ruido de fase de 10 Mhz para el oscilador local de FI y el sintetizador del up y down converter.

Está localizado en un recinto isotérmico el cual necesita de 2.5 minutos para alcanzar la temperatura de funcionamiento (warm-up), durante los cuales la corriente de entrada varía de .5 a .25A. Se alimenta directamente de la fuente de 12.5 V y presenta como entrada una tensión de sintonía electrónica (de 0 a 10 V) y como salida 3 señales CMOS de onda cuadrada de 5V de amplitud.

### **Oscilador local de FI**

Posee un oscilador controlado por tensión (VCO) el cual forma parte de un lazo enganchado en fase (PLL) con una cadena divisora por 212. Dicha señal es comparada en fase con la señal de 10 MHz del oscilador local, generándose así señales de 2120 MHz en los terminales J5 y J6, las cuales se utilizan como referencia para los sintetizadores del down y up converter respectivamente. Dicha señal luego es dividida por dos obteniéndose así la salida de 1060Mhz de FI para el down y up converter. Una vez que el PLL se enganchó en fase, las señales IF LOOK DET así como la tensión de sintonía del VCO, IF TUNING son enviadas a la placa M&C.

### **Sintetizador del up converter**

El propósito de este sintetizador de frecuencias es generar una frecuencia variable a partir de la señal de referencia de 10Mhz.

Dicho módulo dispone de un PLL, donde la salida del VCO es restada de la señal de 2120MHz proveniente del oscilador local de FI, la cual ingresa por el conector J2. Dicha señal es dividida por N, donde  $222 < N < 422$ , dicho valor ingresa por un conector de datos y es generado por la placa M&C. Luego la frecuencia resultante es comparada en fase con una señal de 1.25MHz. para cerrar el lazo la cual es la frecuencia del oscilador local / 8.

Una variación de  $\pm 1$  en el valor de N causa una variación en la frecuencia de salida de 2.5 MHz.

Finalmente la señal de salida será la del VCO multiplicada por 2 y estará presente en el conector J3, cuya frecuencia será la de salida del up link -1060 MHz (frec. del OL de FI) - 70 MHz (FI de entrada), por lo tanto estará comprendida entre 4.795 GHz y 5.295 GHz.

Una vez que el PLL se enganchó en fase las señales, U/C LOOK DET, la tensión de sintonía del VCO y U/C TUNING son enviadas a la placa M&C.

### **Sintetizador del down converter**

El propósito de este sintetizador de frecuencias es generar una frecuencia variable a partir de la señal de referencia de 10 MHz.

Dicho modulo dispone de un PLL, donde la salida del VCO es restada de las señales de 2120 MHz proveniente el oscilador local de FI la cual ingresa por el conector J2. Dicha señal es dividida por N, donde  $150 < N < 380$ , dicho valor ingresa por un conector de datos y es generado por la placa M&C, luego la señal

resultante es comparada en fase con una señal de 1.25 MHz. para cerrar el lazo la cual es la señal del oscilador local / 8.

Una variación de  $\pm 1$  en el valor de N causa una variación en la frecuencia de salida de 2.5 MHz.

Finalmente la señal de salida será la del VCO multiplicada por 2 y estará presente en el conector J4 cuya frecuencia será la de salida del down link +1060 MHz (frec. del OL de FI) -70 MHz (FI de salida), por lo tanto estará comprendida entre 4.615 GHz y 5.190 GHz.

Una vez que el PLL se enganchó en fase, las señales D/C LOOK DET, la tensión de sintonía del VCO y D/C TUNING son enviadas a la placa M&C.

### **Up converter**

La función del up converter es convertir la señal de 70 MHz  $\pm$ 18 MHz que ingresa por el conector J5 proveniente del módem en una señal de banda C para ser enviada a la antena, la cual sale por el conector J6 para ser amplificada por el HPA.

El up converter realiza una conversión dual de frecuencia; en una primera fase la señal de 70 MHz es modulada con la de FI de 1060 MHz que ingresa por el conector J3 proveniente del sintetizador de FI. A la salida del modulador tenemos la señal central de 1060 MHz más las 2 bandas laterales ubicadas a  $\pm$  70 Mhz de la central. Un filtro deja pasar la señal de 1130Mhz y rechaza las otras dos, luego esta señal ingresa a un segundo modulador donde es modulada por la frecuencia proveniente del sintetizador del up converter (que ingresa por el conector J2). A la salida del modulador tenemos la señal central igual a la del sintetizador más las dos bandas laterales ubicadas a  $\pm$ 1130 MHz de la central, un filtro deja pasar la banda lateral superior y rechaza las otras dos. Dicha señal será la salida en banda C seleccionada.

### **Down converter**

La función del down converter es convertir la señal de banda C de recepción que ingresa por el conector J2 proveniente del LNA en una señal en la banda de 70 MHz, la cual sale por el conector J5 para ser enviada al módem.

El down converter realiza una conversión dual de frecuencia; en una primera fase la señal de banda C es modulada por la frecuencia proveniente del sintetizador del down converter (que ingresa por el conector J4). A la salida del modulador tenemos la señal central igual a la del sintetizador más las dos bandas laterales ubicadas a  $\pm$  la frecuencia de banda C de entrada, un filtro deja pasar la banda lateral inferior (la cual es una señal de 990 MHz) y rechaza las otras dos. Luego esta señal ingresa a un segundo modulador donde es modulada por la frecuencia proveniente del sintetizador de FI (que ingresa por el conector J3), a la salida del modulador tenemos la señal central igual a la del sintetizador más las dos bandas laterales ubicadas a  $\pm$  990 MHz. Un filtro deja pasar la banda lateral inferior, que



está centrada en los 70 MHz y rechaza las otras dos. Dicha señal será salida del down converter.

### **HPA**

Según el modelo de terminal se puede disponer de HPA's de 5, 10, 20 ó 40W. En todos los casos la señal máxima de entrada es de +7dBm. Las ganancias de los amplificadores es fija y vale 30, 33, 36 y 40 dB respectivamente. La salida del HPA se desactiva cada vez que se cambie la frecuencia del up converter y no se activará hasta que los sintetizadores del down y up converter estén enganchados en fase.

### **Fuente de alimentación**

Es una fuente del tipo conmutada, soporta una tensión de entrada entre 90 y 230 VAC y opcionalmente una tensión de +48 VDC.

Es la encargada de alimentar todo el sistema y genera una tensión de salida de +12.5 VDC y una tensión de +48VDC para alimentar el ventilador.

La potencia de salida de la fuente varía entre 170 y 470W según la potencia de salida del HPA.

### **Software de Configuración de Transceivers EF DATA**

La pantalla principal nos permite configurar del Up Converter(UCF), la frecuencia del Down Converter(3735), la atenuación del Up Converter (UCA) y la atenuación del Down Converter (DCA). Además nos muestra las distintas alarmas de fallas que se pueden presentar en el enlace.

También nos permite habilitar la transmisión del transceiver mediante la opción RF.

Para cambiar los valores encada uno de estos parámetros se lo realiza mediante la barra espaciadora y las flechas de dirección del teclado. Además podemos ingresar valores numéricos en los parámetros que nos permitan también mediante el teclado, para finalmente tras haber configurado cada uno de ellos se debe aplastar ENTER para que lo aplique.

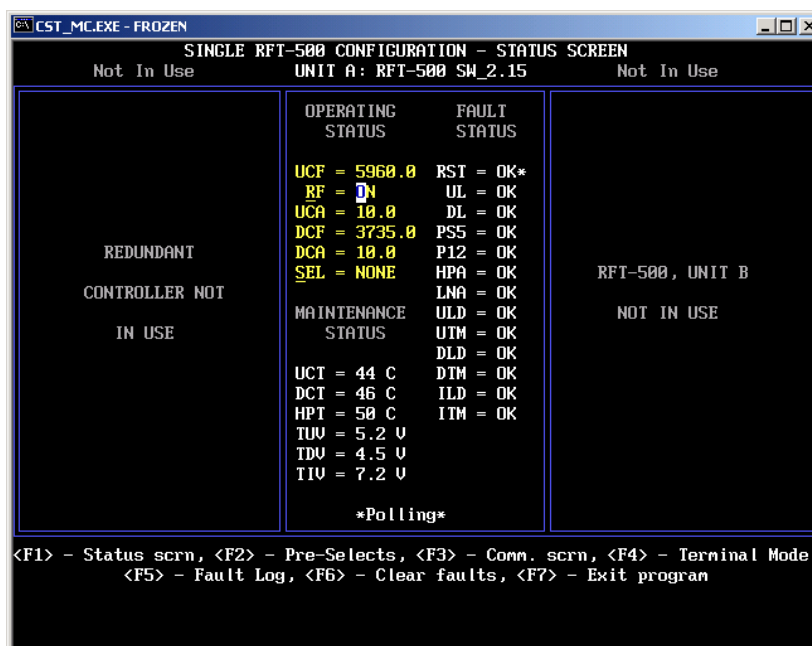


Figura. 2.63. Pantalla principal de Configuración para Transceiver EF DATA

Las opciones de la parte inferior de la pantalla nos muestran distintas opciones:

Si seleccionamos F1:

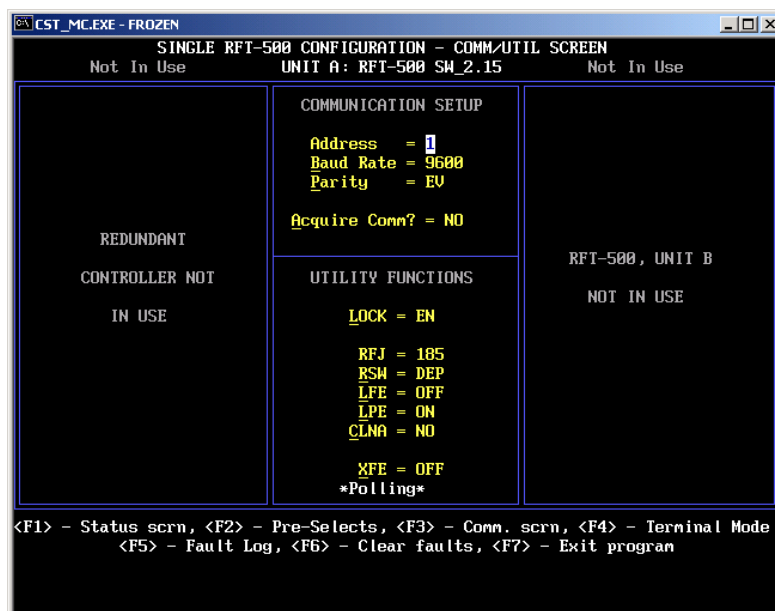


Figura. 2.64. Pantalla de Configuración de la comunicación entre Transceiver y PC

Esta es la pantalla mediante la cual nos permite configurar el tipo de comunicación con la PC.

Si seleccionamos la opción F5 "Fault Log" nos mostrará la siguiente pantalla:

SINGLE RFT-500 CONFIGURATION - CURRENT FAULT LOG				
Total number of stored faults = 223				
Fault #	Date	Time	Equipment	Fault
223	10/10/06	19:26:33	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
222	10/06/06	17:44:53	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
221	09/28/06	10:39:46	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
220	09/08/06	09:14:03	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
219	08/27/06	02:13:49	Unit A	ITM: IF LO Tuning Monitor
218	08/25/06	18:02:24	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
217	08/22/06	07:54:16	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
216	08/21/06	16:40:51	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
215	08/21/06	09:30:03	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
214	01/31/06	12:18:02	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
213	01/31/06	11:08:54	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
212	01/25/06	16:18:23	Unit A	LNA: Low Noise Amplifier fault
211	01/25/06	16:18:23	Unit A	DL: Downlink Fault
210	01/25/06	16:12:56	Unit A	LNA: Low Noise Amplifier fault
209	01/25/06	16:12:56	Unit A	DL: Downlink Fault

<F8> - clear SELECTED fault data.      Up Arrow - select next entry.  
 <F9> - clear ALL stored fault data.      Dn Arrow - select previous entry.

<F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode  
 <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program

Figura. 2.65. Lista de Eventos y fallas del Transceiver EF DATA

En esta pantalla se muestran las fallas que se han generado durante un enlace. Estas fallas se muestran con la fecha y la descripción de la falla.

### 2.1.3.2 Equipos Marca CODAN

#### Transceiver CODAN 5700 Series

Los componentes de este equipo son:

- **Módulo Converter:**

Se debe sujetar el módulo a la antena. Debe elegirse una posición que permita un fácil acceso y visión del panel frontal, así como la correcta interconexión.

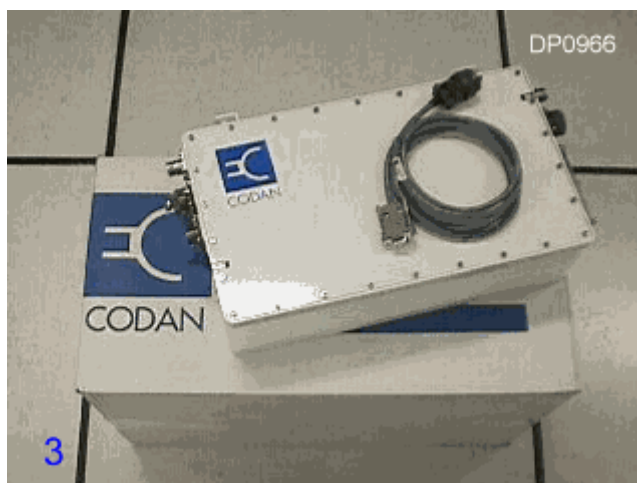


Figura. 2.66. (DP0966) Inner Box 5700 Converter

○ **Módulo SSPA:**

El módulo SSPA debe montarse con la salida de TX lo más cerca posible del feed.

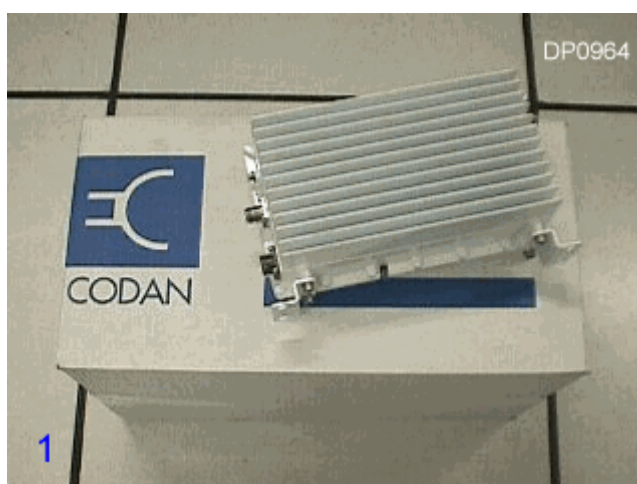


Figura. 2.67. (DP0964) Inner Box 5705 5W SSPA

○ **Módulo LNA/TRF:**

Para mantener un buen valor de G/T de la estación, el LNA debe conectarse directamente al port de recepción del feed. Si es necesario un TRF, es conveniente conectar los módulos LNA y TRF primero, utilizando los elementos provistos en el kit WR229 (15-40094). Se debe cuidar que todas las uniones de guía de onda incluyan el correspondiente gasket. Si deben unirse dos terminaciones de guía de onda acanaladas (CPRG), debe

utilizarse un gasket de grosor completo. Sólo debe usarse un gasket de medio grosor si una de las superficies es plana.



Figura 2.68. (DP0965) Inner Box LNA/TRF/Misc

○ **Módulo Fuente de Alimentación:**

El modulo PS debe montarse en el soporte de la antena. Aunque una posición a cubierto es preferible, este módulo esta preparado para trabajar a la intemperie. Las salidas de los cables debe estar hacia abajo. El kit que lo acompaña permite el montaje sobre una superficie cilíndrica.



Figura. 2.69. (DP0967) Inner Box 5581 Main Power Supply

Finalmente los equipos montados listos para su configuración quedarán como se muestra en la siguiente figura:



**Figura. 2.70. Equipos Armados y listos para su configuración**

#### ○ **Cableados**

Para el cableado, debe utilizarse el camino más directo entre componentes a conectar. Se comenzará conectando el cable 08-05366-010 entre el conector de TX del feed y la salida de RF del módulo SSPA. Luego se conectará la salida del LNA con el módulo converter (LNA DC/ALARM) con el cable coaxial 08-05366-030.

La interconexión entre los módulos SSPA y CONVERTER consta de dos cables principales: el 08-05366-020 une los conectores TX RF OUTPUT del converter con el RF INPUT del SSPA, mientras que el 08-05118-020 une SSPA/DC CTRL del converter con EC/CONTROL del SSPA.

Por último la interconexión entre el converter y la fuente es a través del cable 08-05119-005 que une Transc. 48V Terminal Blk en la fuente y DC Power en el converter.

Los cableados de FI y energía se realizarán como se hacen habitualmente.

#### ○ **Puesta en Marcha**

1. Quitar el frente plástico transparente del módulo Converter.
2. Coloque el switch de SSPA del módulo Converter en la posición INHIBIT.

3. Abra la puerta del módulo Mains Supply (Fuente de alimentación), y coloque el switch Mains ON/OFF en la posición ON. Verifique que el led verde de 48V ON este encendido, indicando de este modo que la fuente ha sido activada.
4. Coloque el switch POWER del módulo Converter en la posición STANDBY y chequee que:
  - el led STANDBY este encendido
  - el led WARM-UP este encendido (si el oscilador de referencia esta habilitado para transmitir durante el período de warm-up, el led parpadeará hasta que el proceso de calentamiento haya finalizado).
  - todos los led de falla se encenderán momentáneamente indicando el funcionamiento correcto de los mismos.
5. Si tiene conectada una terminal de control, chequee que todos los parámetros estén configurados de acuerdo a sus requerimientos.
6. Cuando finalice el período de WARM-UP el led se apagará. Configure el switch de power del Converter a la posición ON y luego chequee que:
  - El led de ON este encendido.
  - El led de STANDBY este apagado.
  - Los leds de CONV FAULT y LNA FAULT estén apagados.
7. Coloque el switch del SSPA a la posición ACTIVATE. Chequee que el led de SSPA ON este encendido
8. Chequee que todos los led de FAULT estén apagados.
9. Coloque nuevamente el panel frontal.

**Power Control:**

El transceptor se encuentra en modo stand-by cuando:

- El switch de POWER en el módulo del Converter esta en la posición STANDBY.
- No esta seleccionado el comando "System On" en el terminal remoto.

El transceptor puede ser switchheado a ON, colocando el switch de POWER en la posición ON.

Cuando el switch del Converter está configurado en STANDBY, el transceptor puede conmutarse al modo operativo de manera remota de la siguiente manera:

- Seleccionando el comando "System On" en el terminal remoto.

### **Warm-Up (Calentamiento):**

Cuando el transceptor es conmutado de la posición OFF a la de STANDBY, o al modo operativo, o si es re aplicada la alimentación estando el transceptor en la posición de STANDBY o en el modo operativo, el oscilador local deberá calentarse. El led de WARM-UP provee una indicación una vez que la frecuencia del oscilador local se hubo estabilizado.

La duración del proceso de calentamiento depende de la temperatura ambiente y del tiempo que el transceptor estuvo apagado. Este proceso dura entre algo menos de un minuto y quince minutos, dependiendo de las condiciones antes enunciadas.

Durante el proceso de warm-up, las frecuencias que se pueden alcanzar están fuera de las especificaciones, por lo cual la transmisión debería estar inhabilitada. Esto dependerá de la configuración de habilitación durante el período de warm-up como se detalla más adelante.

El led de WARM-UP se encenderá mientras el transceptor se encuentre en el periodo de calentamiento, ya se encuentre en stand-by o en modo operativo indistintamente.

### **Operación del LNA:**

El LNA se encuentra operacional, únicamente cuando el transceptor se encuentra en la posición ON. La alimentación del LNA puede ser provista a través de uno de los dos conectores dependiendo del de la interface de alimentación del LNA.

### **Conector de entrada de RX RF:**

Cuando el switch de LNA +15V está configurado en la posición ON, esta tensión de corriente continua es suministrada al conector de entrada de Rx RF. La corriente circulante por el LNA es monitoreada por indicaciones de falla y de sobrecarga.



Si la corriente circulante se encuentra dentro del rango especificado, no existirá ninguna indicación de alarma. Si la corriente circulante esta por debajo por el mínimo especificado, será indicado con una falla. Si la corriente circulante excede el máximo especificado, la alimentación será conmutada inmediatamente a OFF y se indicará la falla de LNA.

Para resetear la protección de sobrecarga luego de resolver la falla, pasar el transceptor a stand-by momentáneamente y luego a ON.

#### **Conector de LNA DC/ALARM:**

La alimentación de continua (+ 15V) y una entrada de alarma están disponibles en el conector LNA DC/ALARM. La corriente circulante por el LNA es monitoreada por indicaciones de falla y protección de sobrecargas.

Si la corriente circulante esta dentro de los rangos especificados y el circuito de entrada de alarma esta cerrado, no se indicará ninguna falla de LNA. Más allá de que la corriente circule, si la entrada de alarmas tiene un circuito abierto, se indicará una alarma de LNA. Si la corriente circulante se encuentra por debajo del mínimo establecido, se indicará una falla de LNA. Si la corriente circulante excede el máximo establecido, la alimentación será conmutada automáticamente a OFF y se indicará una falla de LNA.

Para resetear la protección de sobrecarga luego de resolver la falla, pasar el transceptor a stand-by momentáneamente y luego a ON.

#### **Control de activación del SSPA (AMPLIFICADOR DE ESTADO SÓLIDO):**

El SSPA puede activarse de las siguientes formas:

- A través del switch SSPA del Converter.
- A través del comando de activación de la terminal remota.

El SSPA puede inhibirse por medio de:

- El switch SSPA INHIBIT del converter.
- El comando de inhibición de la terminal remota.

El SSPA puede estar inhibido de activación por las siguientes causas:

- Una falla en el SSPA.
- Una falla de temperatura en el SSPA (esta falla aparece cuando el SSPA alcanza aproximadamente los 75°C).

Tener en cuenta que la fan fault (falla en el ventilador) no inhibe la activación del SSPA.

El transceptor se encuentra imposibilitado para determinar si el SSPA esta funcionando correctamente mientras que el SSPA no se encuentra activado. Si existe una falla en el SSPA luego que es activado, la indicación de FAULT quedará encendida hasta que se rectifique el problema y se resetee la falla.

El módulo de SSPA es inhibido internamente luego de la detección de una falla. Para resetear dicha falla, seleccione momentáneamente la inhibición del SSPA, o coloque momentáneamente el transceptor en modo STANDBY.

La alarma de temperatura es reseteada automáticamente una vez que el SSPA se enfría.

### **Operación del ventilador:**

El ventilador opera mientras el SSPA esta activado. Si el SSPA no esta activado, el transceptor esta inhabilitado para determinar la existencia de una falla en el ventilador. La falla del ventilador aparece cuando el SSPA se encuentra activado y el ventilador no funciona. Una vez detectada la falla en el ventilador, el led de FAN FAULT quedará encendido independientemente de si el SSPA se encuentra activo o no. Asegúrese que la alimentación del ventilador este conectada mientras aparece la alarma y el SSPA esta activado.

Para resetear la alarma del ventilador, seleccione momentáneamente SSPA INHIBIT, o bien conmute momentáneamente el transceptor al modo stand-by.

### **Indicadores:**

Los led indicadores se encuentran ubicados en el Converter. Estos pueden visualizarse a través de la tapa transparente del panel frontal.

Cuando el transceptor está configurado en la posición **OFF** o **stand-by**, no habrá ninguna indicación de falla. Cuando el transceptor está configurado en la posición **ON**, los led indicadores de falla del Converter, LNA, SSPA, temperatura y ventilador, indicaran el estado de los componentes más relevantes del transceptor.

*"Tenga en cuenta que los led del SSPA y del ventilador continuaran indicando la falla hasta que sean reseteadas. Cuando se pase el transceptor del modo operacional al modo stand-by, los led de alarma indicaran las fallas que se encontraban presentes hasta ese momento".*

### **OPERACIÓN DE LA TERMINAL REMOTA (HAND HELD)**

Aquí se detallarán una lista de los comandos a utilizar con el transceptor. Esto se realizarán a través del módulo Hand-Held 5560. Este dispositivo permitirá visualizar y cambiar la mayoría de los parámetros de operación del transceptor sin tener que remover el panel frontal del converter.

#### **Display:**

Los parámetros de operación del transceptor se pueden visualizar de a uno por vez en el display de cristal líquido del hand-held. Dichos parámetros están compuestos de cuatro campos. Estos son:

- Nombre del parámetro
- Valor actual del parámetro
- La unidad del parámetro
- El mensaje de error (en el caso que exista)

#### **Controles:**

El hand-held dos tipos de botones, los botones de función (Function) y los de datos (Data).

Deberá utilizar los botones Function para ver el parámetro previo o el anterior, mientras que deberá utilizar los botones Data para incrementar o reducir el valor del parámetro y fijar el nuevo.

**Conexión del hand-held al tranceptor :**

Es necesario que el converter este configurado en RS232 interface y ASCII protocol (utilizando los switches del panel frontal).

No es necesario apagar el tranceptor antes de conectar el hand-held.

Para conectar el hand-held al tranceptor:

- Coloque el conector militar de la punta del cable del hand-held en el conector del converter.
- Cuando el conector se encuentra en posición, gire la carcasa externa en sentido horario. Deberá escuchar un click cuando el conector se encuentre correctamente colocado.

**Chequeo del funcionamiento del controlador:**

- Asegúrese de que el tranceptor se encuentra en On ó en Stand-by de la manera en que se detalló anteriormente.
- El display del hand-held mostrará el logotipo de Codan por unos segundos. Luego se visualizará la palabra "Connecting..." y el número de versión del software del hand-held.
- Luego de esto el primer parámetro que se verá será SSPA Activation. Detalles del software del converter se verán en el campo de error.
- Presione el botón Up Function repetidamente para visualizar el resto de los parámetros. Una vez que haya pasado por todos los parámetros, el primero de ellos, SSPA Activation, se verá nuevamente.

Si el controlador responde de la manera descripta, significa que esta listo para su uso.

**Uso del Controlador****Activación / Desactivación del SSPA:**

- Presione repetidas veces el botón de Up Function hasta ver el parámetro SSPA Activation.
- Presione el botón de Up Data para cambiar entre ON y OFF.

- Una vez visualizada la opción deseada, presione el botón Enter Data.

La nueva configuración esta ahora almacenada y el campo de datos dejó de parpadear. Si presiona el botón de Up o Down Function para desplazarse al siguiente parámetro sin antes presionar el botón Enter Data, la nueva configuración no quedará almacenada.

#### **Frecuencia RF de transmisión:**

La frecuencia de transmisión podrá cambiarse en pasos de a 1 MHz. El rango de frecuencias va a depender de las opciones de banda del converter.

Es conveniente desactivar el SSPA antes de cambiar la frecuencia de transmisión.

Para ver o cambiar la frecuencia de transmisión:

- Presione el botón de Up o Down Function hasta llegar al parámetro Transmit Frequency.
- Si desea cambiar el valor de la frecuencia de transmisión, presione el botón de Up o Down Data hasta obtener el valor requerido. Este valor parpadeará indicando que el valor aún no ha sido almacenado.
- Presione el botón Enter Data.

La nueva configuración está ahora almacenada y el campo de datos dejó de parpadear. Si presiona el botón de **Up** ó **Down Function** para desplazarse al siguiente parámetro sin antes presionar el botón **Enter Data**, la nueva configuración no quedará almacenada.

#### **Frecuencia RF de recepción:**

El cambio de frecuencia de recepción va a depender de si se esta trabajando con un converter con sintetizador simple (indicado por una **S** en la etiqueta del modelo) o dual (indicado por una **D** en la etiqueta del modelo).

En el primero de los casos, la frecuencia de recepción será calculada automáticamente con un valor de 2225 MHz menor a la de transmisión. En este caso, se podrá leer dicha frecuencia a través del controlador, pero no se podrá cambiar.

En el otro caso, se podrán cambiar las frecuencias de recepción y transmisión de manera independiente.

La frecuencia de recepción podrá cambiarse en pasos de a 1 MHz. El rango de frecuencias va a depender de las opciones de banda del converter.

Para ver o cambiar la frecuencia de recepción:

- Presione el botón de Up o Down Function hasta llegar al parámetro Receive Frequency.
- Si desea cambiar el valor de la frecuencia de transmisión, presione el botón de Up o Down Data hasta obtener el valor requerido. Este valor parpadeará indicando que el valor aún no ha sido almacenado.
- Presione el botón Enter Data.

La nueva configuración está ahora almacenada y el campo de datos dejó de parpadear. Si presiona el botón de **Up** o **Down Function** para desplazarse al siguiente parámetro sin antes presionar el botón **Enter Data**, la nueva configuración no quedará almacenada.

#### **Atenuación de transmisión:**

La atenuación de la transmisión puede ser utilizada para configurar el nivel de la potencia de salida del SSPA.

Proceda de la siguiente manera:

- Presione el botón de **Up** o **Down Function** hasta llegar al parámetro **Transmit Attenuation**.
- Presione el botón de **Up** o **Down Data** para cambiar el valor de la atenuación de transmisión. Reduciendo la atenuación, se incrementa la potencia.
- Presione el botón **Enter Data**.

#### **Atenuación de recepción:**

Proceda de la siguiente manera:

- Presione el botón de **Up** o **Down Function** hasta llegar al parámetro **Receive Attenuation**.
- Presione el botón de **Up** o **Down Data** para cambiar el valor de la atenuación de recepción. Reduciendo la atenuación, se incrementa la recepción.
- Presione el botón **Enter Data**.

#### **Indicadores de fallas:**

Cuando este utilizando tanto un LNA como un SSPA Codan, deberán quedar habilitadas (Enabled) las fallas de LNA, SSPA y Fan (ventilador).

#### **Habilitación/Deshabilitación de controles de fallas:**

Para habilitar o inhabilitar los controles de fallas:

- Presione el botón de **Up** o **Down Function** hasta ver los parámetro de LNA Fault Control, SSPA Fault Control, o Fan Fault Control.
- Presione el botón de **Up** o **Down Data** para cambiar entre Enabled o Disabled.
- Presione el botón **Enter Data** para fijar el valor deseado.

#### **Impedancia de FI:**

Para ver o cambiar la impedancia de FI:

- Presione el botón de **Up** o **Down Function** hasta visualizar el parámetro de **IF Impedance**. Este valor será expresado en ohms y posee dos valores posibles, 50 o 75 ohms.
- Si quiere cambiar dicho valor, presione el botón de **Up** o **Down Data** hasta obtener el valor deseado.
- Presione el botón **Enter Data** para fijar el valor.

#### **Frecuencia de FI:**

Para ver o cambiar la frecuencia de FI del converter:

- Presione el botón de **Up** o **Down Function** hasta visualizar el parámetro de **IF Frequency**. Este valor será expresado en Mhz.

- Si quiere cambiar dicho valor, presione el botón de Up o Down Data hasta obtener el valor de frecuencia deseado.
- Presione el botón Enter Data para fijar el valor.

### **Modo de operación del SSPA:**

Si el converter es utilizado con un LNA y un SSPA ambos Codan, el modo de operación del SSPA deberá configurarse en modo Codan. Si el SSPA no es Codan, deberá configurarse en modo Non-Codan.

Tenga en cuenta que si selecciona la opción Non-Codan deberá configurar la compensación de temperatura apropiada como se detalla en el manual de referencia."

Para seleccionar el modo de operación del SSPA:

- Presione el botón de Up o Down Function hasta visualizar el parámetro de SSPA Mode.
- Presione el botón de Up o Down Data para cambiar entre Codan y Non-Codan.
- Presione el botón Enter Data para fijar el valor.

### **Habilitación / Deshabilitación de la invalidación del oscilador de referencia:**

Cuando el transceptor es pasado de **OFF** a stand-by o a modo operativo, el oscilador de referencia procederá a calentarse. Esta operación demandará entre 30 segundos y 15 minutos.

Si la invalidación del oscilador de referencia esta inhabilitada, el led de **Warm-Up** en el panel frontal del converter estará encendido durante el período de calentamiento. Durante este período, la transmisión estará inhabilitada. El led de **Warm-Up** se apagará una vez que el oscilador de referencia haya alcanzado la temperatura de régimen. La transmisión quedará habilitada.

Si la invalidación del oscilador de referencia esta habilitada, el led de **Warm-Up** parpadeará mientras dure el período de calentamiento. Durante este tiempo, la transmisión del converter estará habilitada, pero no se puede garantizar que este dentro de las especificaciones.



*Por lo antedicho, es extremadamente necesario que el parámetro Reference Override sea configurado en disabled, para evitar de este modo, interferencias en otras señales del espectro.*

Para configurar la habilitación o des habilitación del oscilador de referencia:

- Presione el botón de Up o Down Function hasta visualizar el parámetro de Reference Override.
- Presione el botón de Up o Down Data para cambiar entre Enabled y Disabled.
- Presione el botón Enter Data para fijar el estado.

## **2.2 DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DE EQUIPOS MICROONDA**

Por lo general los equipos microondas están compuestos por dos cuerpos principales:

### **La unidad de procesamiento de señales (IDU InDoor Unit)**

Se encarga del procesamiento de todas las señales de datos provenientes de los tributarios conectados a ella y del monitoreo y control de las operaciones del radio en general.

La unidad IDU es un equipo que puede instalarse de acuerdo a las prestaciones del sitio donde se utilizará.

La mayoría de las IDU's poseen en su parte frontal leds que indican el estado en que se encuentra la IDU, la ODU y la conexión entre ambas.

Las funciones más importantes de la IDU son: multiplexación y demultiplexación, codificación y decodificación FEC, demodulación en y regeneración de datos. Además todos los puertos para conexiones de monitoreo de alarmas, performance, control remoto/local y administración, se encuentran en la IDU

Todos los datos procesados por la IDU, pasan a la ODU mediante un conector , a través de cable coaxial o de otro tipo que une a ambas. Además de todas las señales referentes a

los datos, la IDU transmite señales de telemetría<sup>7</sup> y alimentación a la ODU. Estas señales de telemetría son tipo NRZ y se encuentran moduladas en FSK; pasan tanto de la IDU a la ODU o viceversa.

### La unidad de RF llamada (ODU OutDoor Unit):

Se encarga básicamente de generar el interface físico entre las señales procesadas por la unidad IDU y el canal de RF que va al terminal de la antena.

Se encuentra constituida por un transceiver, un amplificador (opcional) y una unidad de acople a la antena.

Gracias a su construcción es a prueba de intemperie.

Su diseño permite una fácil instalación y manejo.

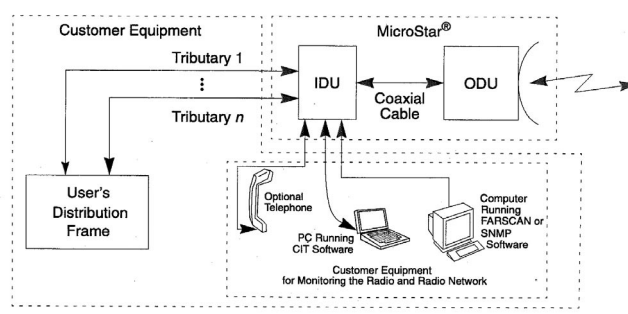


Figura. 2.71. Diagrama de Bloques Interconexión IDU y ODU

## 2.2.1 Configuración y Utilización de equipos Microonda

### 2.2.1.1 Equipos DMC 23 Classic II Multirate

El radio de microondas DMC Classic II opera en la banda de 23 GHz. Se loutiliza en enlaces punto a punto de voz y datos. Una red de radios puede estar comprendida por un solo enlace conformada por dos radios, o puede ser parte de una gran red de varios enlaces de radios.

<sup>7</sup> La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

El radio Classic II básicamente está compuesto de dos sistemas principales

- IDU
- ODU (Unidad de RF y antena)

La **IDU (Indoor Digital Unit)** está compuesta de un módem, un microprocesador, circuitos de supervisión de la red, reguladores de la fuente de poder y una completa circuitería de diagnóstico. Este tipo de electrónica es multirate, lo que significa que puede manejar velocidades desde 9.6 Kbps hasta un E1 (2.048 Mbps).

El sistema ODU (Outdoor Digital Unit) está compuesto de la antena y la unidad de RF. La unidad de RF es la que se encarga de convertir la frecuencia de RF (23 GHz) a IF (66 MHz) y consta de un transceiver, un transducer y una pequeña guía de onda, los mismos que se colocan en la parte posterior de la antena de microondas bajo una protección (pajarera). La antena es usada simultáneamente para transmisión y recepción, y puede ser fácilmente instalada con polarización vertical u horizontal.



Figura. 2.72. IDU DMC Classic II Multirate



Figura. 2.73. ODU DMC Classic II Multirate

### Panel de Control e Indicadores de la IDU

	<b>Función / Uso</b>
POWERSwitch	Cuando se setea en OFF o posición 0, la fuente de poder no se activa, o es removida. Cuando se setea en ON o posición 1, la fuente de poder es activada.
POWERIndicador	Se enciende el led verde cuando la fuente de poder está conectada y el switch de POWER está en ON.
LINK OK Indicador	El led verde se enciende cuando el enlace de radio entre las estaciones local y remota está operando satisfactoriamente.
CABLE ALARMIndicador	El led rojo se enciende cuando existe una condición de circuito abierto o de cortocircuito en uno o los dos cables que conectan la IDU con la unidad de RF. El indicador se enciende también cuando los Cables 1 y 2 están invertidos.
RF ALARMIndicador	El led rojo se enciende cuando la unidad de RF está no operativa (dañada).
MODEM ALARM Indicador	El led rojo se enciende cuando se tiene cualquiera de las siguientes condiciones: Los voltajes de la fuente de poder de la IDU están fuera de tolerancia. - El Cable 1 está apropiadamente conectado a la unidad RF, pero el de multiplexor no está enganchado o está enganchado con una señal falsa.
INPUT ALARM Indicador	Se presenta este indicador cuando no se encuentra nada conectado al canal E1 (Cuando se ha seteado el módem para trabajo con E1).
BER ALARMIndicador	Se enciende el led rojo para indicar que el demultiplexor está desenganchado o la tasa de bit errados (BER) excede un valor presente: 1.- El indicador está encendido cuando el BER está por debajo del mínimo predefinido. 2.- El indicador está encendido cuando el BER ha excedido el valor máximo predefinido. 3.- El circuito de alarma de BER tiene histéresis. El indicador de BER ALARM empieza a titilar con un BER de $1 \times 10^{-6}$ y no dejará de hacerlo mientras el BER no baje de $1 \times 10^{-7}$ .4.- El límite superior puede ser seteado si el indicador está en ON cuando el BER $1 \times 10^{-4}$ o $1 \times 10^{-3}$
FAR END DISPLAY Switch	Cuando el switch de pulsación es presionado: 1.- Todos los indicadores del panel frontal se encienden haciéndose un autotest de los mismos. 2.- Se observan las alarmas del módem remoto. 3.- Si el enlace no está sólidamente establecido (BER alto, por

	ejemplo), todos los indicadores del panel frontal titilarán.
HANDSET Conector	Con la ayuda del handset se establece la comunicación telefónica entre los dos extremos del enlace.
EOW CALL Switch	Cuando se presiona este switch se activa un tono de marcado en la estación remota. Este tono es audible en la estación local y en la estación remota.
AGC Test points	El valor de +3.5 a +4.6 Voltios DC es un valor esperado para un enlace de operación normal.
LOCAL LOOP BACK Switch	Este switch habilita una prueba de lazo (loop) local en uno de los dos modos: modo de loop interno o modo de loop externo. Nota: El enlace de radio es interrumpido durante una prueba de loop local. La información normal no es transmitida ni recibida de la estación remota. * Las pruebas con loops externos son habilitados solamente cuando se utiliza el interfaz EIA-449. Todas las pruebas que se realizan con el interfaz Ei son internas. * El indicador de LOCAL LOOPBACK ON se encenderá cuando la prueba de loop local empiece. * El switch de LOCAL LOOPBACK debe ser presionado siempre para terminar la prueba y retornar a la normal operación del enlace de radio.
LOCAL LOOPBACK ON Indicador	El led amarillo se enciende durante las pruebas de loop local, e indica que el enlace de radio ha sido interrumpido y no puede ser usado para tráfico normal.
REMOTE LOOPBACK Switch	Este switch habilita una prueba de loop remoto en uno de los dos modos: un loop interno, o un loop en modo externo. Las señales de la prueba de loop remoto son enviadas a la unidad de RF.
REMOTE LOOPBACK ON Indicador	El led amarillo se enciende durante las pruebas de loop remoto, e indica que el enlace de radio ha sido interrumpido y que no puede ser usado para tráfico normal.
LOOPBACK OK Indicador	El led verde se enciende cuando una prueba de loop ha sido completada satisfactoriamente en el modo interno.

**Tabla. 2.15. Panel de Control e Indicadores de la IDU**

### **Panel Posterior De Controles Y Conectores De La IDU**

<b>Control o Conector</b>	<b>Función / Uso</b>
Conector CABLE1 (Recepción)	Utiliza el conector tipo "F" hembra; el cable que se conecta lleva la alimentación (12 voltios DC) a la unidad de RF y la señal IF de la unidad de RF hacia la IDU.

Conector CABLE 2 (Transmisión)	Utiliza el conector tipo "F" hembra; el cable que se conecta lleva los datos de banda base de la IDU a la unidad de RF, y desde la unidad de RF retorna las alarmas y el AGC para la IDU (20 voltios DC).
OPCIONES (Switch)	Se tienen 16 switches para el seteo de los parámetros de operación.
DMC NET ADDRESS (Switch es)	Con estos switches se puede dar una identificación al módem en la IDU. Todos los modems de una red DMC deben tener una única dirección para su identificación.
EI DATA INPUT (Conector)	Conector hembra BNC de 75 Q. Constituye la entrada de datos a ser enviados por la estación remota. La interface de acuerdo al CCITT es G703, la velocidad aceptada es 2048 Kbps.
EI DATA OUTPUT (Conector)	Conector hembra BNC de 75 Q. Constituye la salida de datos a ser recibidos por la estación remota. La interface de acuerdo al CCITT es G703, la velocidad aceptada es 2048 Kbps.
EIA 449 (Conector)	Conector DB-37F hembra. Cumple con los estándares del EIA RS-449.
DMC NET PORT 1 (Conector)	Conector DB-9M macho. Es usado para el monitoreo y control de la red DMC.
DMC NET PORT 2 (Conector)	Conector DB-9F hembra. Es usado para el monitoreo y control de la red DMC.
EXTERNAL ALARM INPUT (Conector)	Conector DB-9F hembra. Las alarmas son generadas por el usuario, y no van a ser asociadas a la operación del enlace de radio.
EOW 600 $\Omega$ (Conector)	Conector DB-9F hembra. Se puede usar este conector para transmitir voz, en lugar del Handset.
RS-232 AUX DATA (Conector)	Conector DB-9F hembra. Conexión asincrónica RS-232 0 RS-422; datos sobre los 19.2 Kbps pueden ser enviados y recibidos.
ALARM RELAY (Conector)	Conector DB-9F hembra. Punto de conexión para contactores, los cuales están cerrados cuando la fuente de alimentación está encendida y abiertos en otra condición en el enlace de radio local o remoto.
FUSE (Holder)	Se tiene un fusible de tamaño 3 <sup>a</sup> G de vidrio. El fusible es de 3 (A), y 250 (V).
DC POWER INPUT (Conector)	Se tiene una fuente de alimentación de 12 VDC.

**Tabla. 2.16. Panel Posterior De Controles Y Conectores De La Idu**

### Seteo De Parámetros Del Radio Classic II DMC

Switch	On	Off	Función
1-4	↑	↓	Velocidad de trabajo con el interfaz RS-449 (Cuando el switch 5 está abajo): 9.6 Kbps      1 ↓    2 ↓    3 ↓    4 ↓ 19.2 Kbps     1 ↑    2 ↓    3 ↓    4 ↓ 32 Kbps        1 ↑    2 ↓    3 ↓    4 ↑ 64 Kbps        1 ↓    2 ↑    3 ↓    4 ↑ 128 Kbps       1 ↑    2 ↑    3 ↓    4 ↑ 256 Kbps       1 ↓    2 ↓    3 ↑    4 ↑ 512 Kbps       1 ↑    2 ↓    3 ↑    4 ↑ 1024 Kbps      1 ↓    2 ↑    3 ↑    4 ↑
5	↑	↓	Entrada E1 (G703) a 2048 Kbps Entrada RS-449 cuya velocidad de trabajo es seleccionada por la posición de los switches 1-4.
6	↑	↓	Se tiene una fuente externa de reloj a través del EIA-449 El reloj es suplido por la IDU.
7	↑	↓	Regenera el reloj. Fuente interna de reloj.
8			No usado.
9	↑	↓	Habilita la alarma de AIS (Señal de indicación de alarma). Deshabilita la alarma de AIS (Señal de indicación de alarma).
10	↑	↓	Seteo de BER para $1 \times 10^{-3}$ Seteo de BER para $1 \times 10^{-4}$
11	↑	↓	Habilita un canal local de datos. Habilita el puerto de la red DMC.
12	↑	↓	Habilita un loopback externo. Habilita un loopback interno.
13	↑	↓	Reloj normal. Reloj invertido.
14	↑	↓	DSR = encendido (on). CTS = RTS remoto.
15	↑	↓	CTS = Encendido (on) DSR = RTS remoto.
16	↑	↓	El conductor externo del E1 está conectado al chasis. El conductor externo del E1 está conectado a la tierra de AC.

Tabla. 2.17. Seteo de Parámetros del Radio Classic II DMC

#### 2.2.1.2 Equipos Marca DART

DART es un radio de microonda digital de bajo costo, para exteriores con una capacidad de canal de un E1/DS-1 en enlaces punto a punto.

Aplicaciones de redes móviles:

- Interconexión Micro/PicoCell

Acceso de última milla (Linea licenciada alternativa):

- Para distancias mayores a 15 Km.
- Last Mile NSP/ISP Access

Aplicaciones de redes de Datos:

- Acceso de Banda ancha e interconexión de campus.

○ **Principales Características**

- Compacto, ligero y de bajo consumo de potencia
- 2 Niveles de Modulación FSK
- Software configurable
- Forward error correction
- Optional Network Management Interface (SNMP)
- Interfaces Opcionales (T1, E1, Ethernet, & V.35)
- Cumple normas y estándares: FCC, MPT, ETSI and CE

	<b>15 GHz</b>	<b>18 GHz</b>	<b>23 GHz</b>	<b>26 GHz</b>	<b>28/29/31 GHz</b>	<b>38 GHz</b>
<b>E1</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>T1</b>			✓		✓	✓

**Tabla. 2.18. Frecuencias de Operación equipos DART**



### Características ODU DART

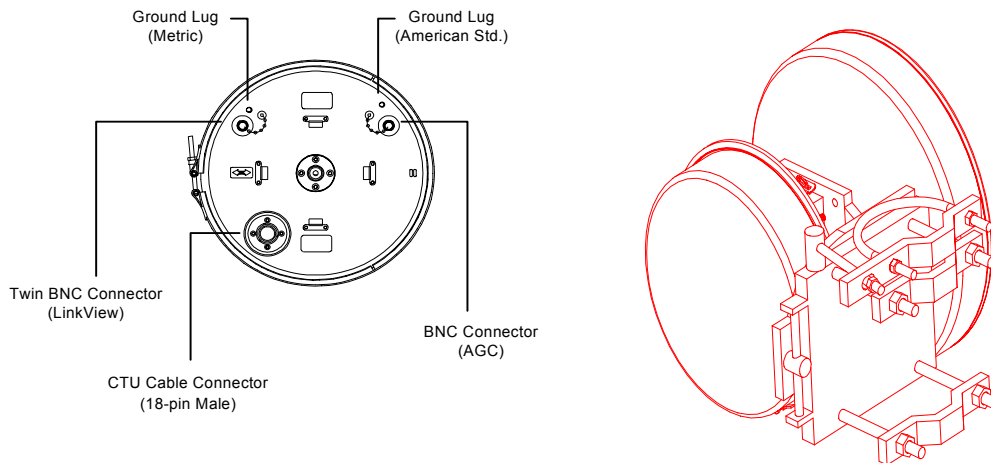


Figura. 2.74. Principales componentes ODU DART

### AGC vs RSL

El voltage en el conector AGC BNC en la Outdoor Unit es directamente proporcional al Received Signal Level de la terminal. La relación es la siguiente:

<b>AGC(volts)</b>	<b>1.0</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>4.0</b>	<b>5.0</b>
<b>RSL (dBm)</b>	<b>-80</b>	<b>-70</b>	<b>-60</b>	<b>-50</b>	<b>-40</b>

Tabla. 2.19. Relación AGC y RSL ODU DART

RSL se lo puede apreciar en el software de monitoreo (LinkView) en dBm para cada terminal.

### Características IDU DART

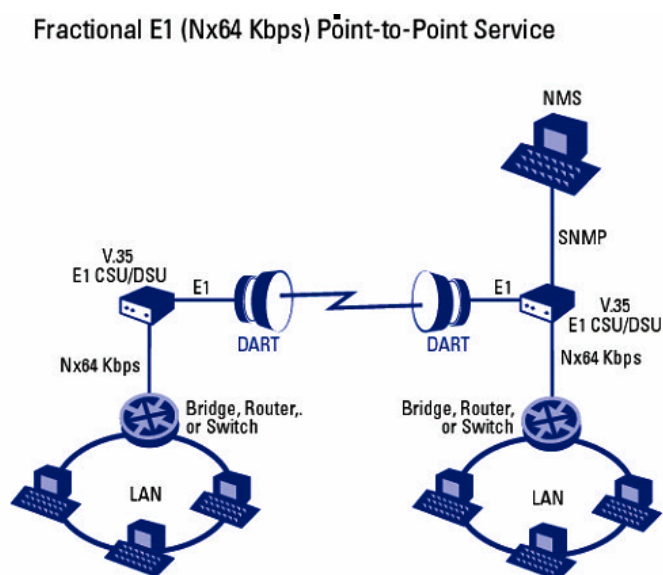


Figura. 2.75. Principales componentes IDU DART modelo FE1 CSU/DSU - V.35 (DB-25)

Distintas opciones y requerimientos de las interfaces

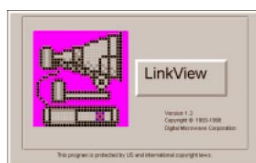
- DS-1/E1 Balanceado, E1 Desbalanceado, V.35, oEthernet
- DS-1 o E1 CTU/CTS intercambiable para instalación del cliente
- Unica conexión a la ODU.
- Conectores tributaries comunes (RJ45 or BNC).
- Interface común NMS (SNMP<sup>8</sup>) Conectores (RJ45)
- Interface Standard para PC Laptop RS-232, para LinkView (CTS uses RS-422)
- Protocolo de conversion de T1/E1 (ODU) a V.35 o Ethernet (CPE)
- Fusible de protección para el cable conexión de la ODU a la IDU .

### Típica aplicación de Equipos DART:



**Figura. 2.76.** Aplicación típica de Equipos DART Pto. A Pto.

### Software de Gestión LinkView



**Figura. 2.77.** Icono del Software de Gestion para Equipos DART

<sup>8</sup> **SNMP** (Simple Network Management Protocol) Protocolo simple de gestión de red. Protocolo de capa 7 usado para la administración de sistemas en red, para supervisar las condiciones que autorizan la atención administrativa de los dispositivos de red.

Se debe setear el puerto COM1 de la PC con los siguientes valores:

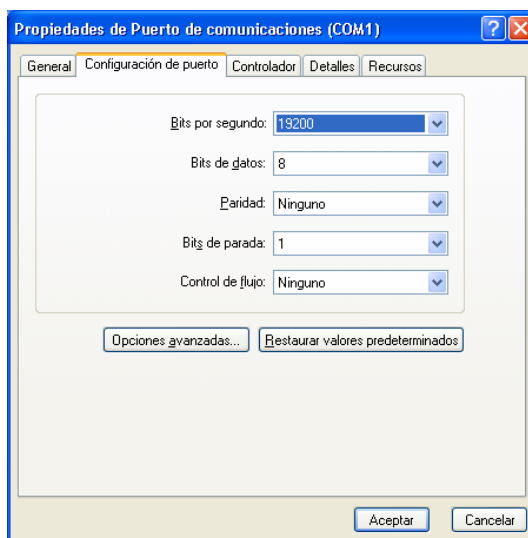




Figura. 2.78. Propiedades del Puerto de Comunicaciones COM 1

Perfiles de Acceso	Privilegios de Acceso	Clave Requerida
Nivel 1 - View-Only	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de datos del radio solamente</li> </ul>	No
Nivel 2 - Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de datos del radio</li> <li>Escritura de datos hacia el radio</li> </ul>	1234
Nivel 3 - Administrator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de datos del radio</li> <li>Escritura de datos hacia el radio</li> <li>Descarga de Códigos</li> <li>Acceso a herramientas de diagnóstico</li> <li>Escritura de datos por al opción SNMP</li> </ul>	2345

Tabla. 2.20. Perfiles de Acceso al Software de Gestión

Los botones dentro de la barra de herramientas que nos permitirán acceder a los valores ingresados en el software de gestión son:

Login: 

Logout: 

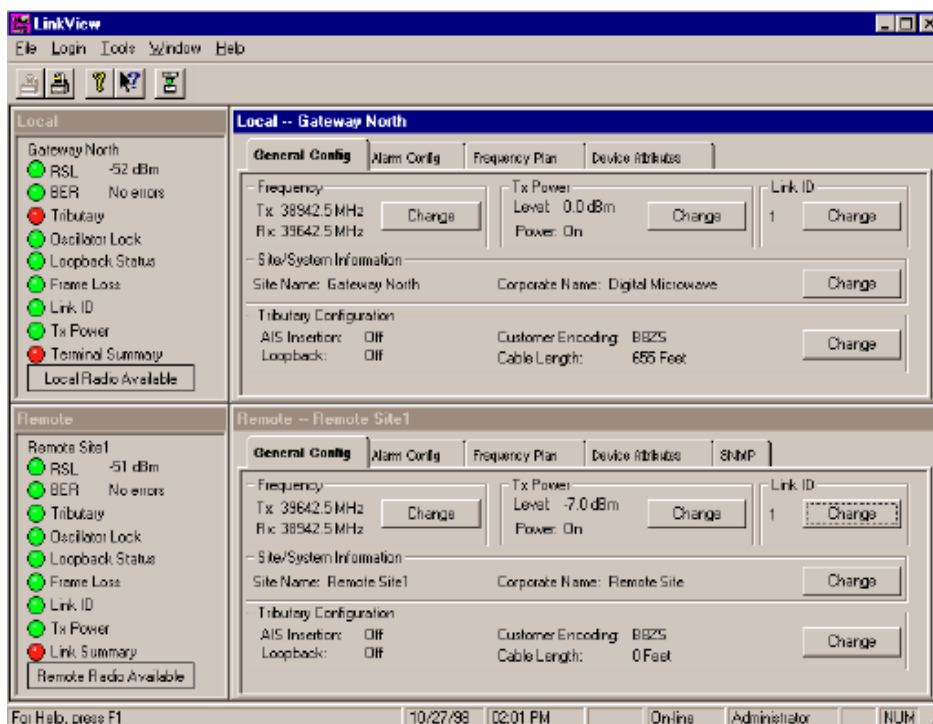


Figura. 2.79. Ventana Principal del Software de Gestión

Las 2 primeras ventanas nos muestran información acerca del radio, el cual sería el **Local** dentro del enlace y las 2 ventanas del último contienen información acerca del radio **Remoto**.

La ventana pequeña a la izquierda nos muestra información acerca de las alarmas para propósito de monitoreo. Y las 2 ventanas a la derecha se las utiliza para la configuración de los radios.

Las ventanas de Remoto y Local nos muestran los mismos campos.

### Ventanas de Alarmas

La información en las ventanas de alarma se actualiza en tiempo real. Algunas alarmas tienen algunos límites que deben ser seteados en la configuración del terminal. Estas alarmas se pondrán de color rojo al momento de que en la configuración se ingresen valores errados.

Podemos apreciar el estatus de conexión al final de esta ventana de alarmas. Si es que hay conexión hacia el Local nos aparecerá: "Local Radio Available", caso contrario: "No Local Radio"

<b>RSL</b>	Receive Signal Level (RSL) se alarma cuando el nivel de señal recibida es bajo.
<b>BER</b>	Bit Error Rate (BER) se alarma cuando el límite de la tasa de error es excedido.
<b>Tributary</b>	Cuando no hay datos en la entrada del tributario.
<b>Oscillator Lock</b>	Se alarma cuando el oscilador del transmisor como el del receptor está sin seguro. Esta alarma producirá que el pase al estado de mute.
<b>Loopback Status</b>	Se ha solicitado un loop y este todavía está activo.
<b>Frame Loss</b>	Se alarma al detector pérdidas de datos de trama.
<b>Link ID</b>	Los terminales Local y Remoto no tienen la misma identificación del enlace (Link ID).
<b>Tx Power</b>	Se alarma al detector pérdida en el poder de TX.
<b>Terminal/Link Summary</b>	Se alerta cuando se han alarmado por alguna razón cualquiera de los parámetros anteriores tanto en el local como en el Remoto.

Tabla. 2.21. Alarmas mostradas en el Software de gestión

### Ventana de configuración:

La mayoría de los valores mostrados en los campos son por “default”. En algunos campos el valor ingresado es validado y recibirá un mensaje de error si el valor está fuera del rango aceptable.

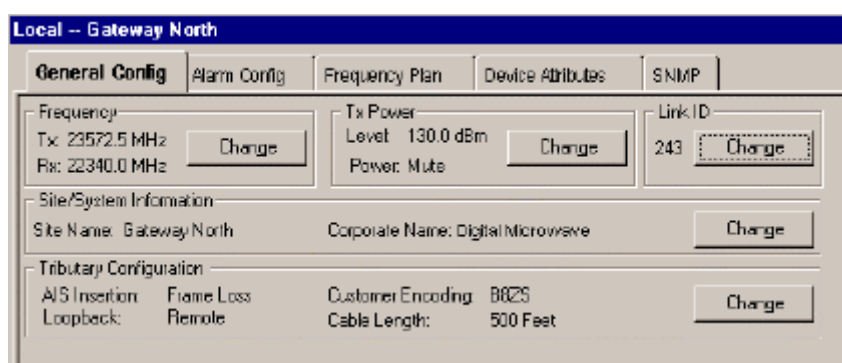


Figura. 2.80. Ventana de Configuración del Software de Gestión

La pestaña “General Config” permite cambiar la frecuencia, la potencia de transmisión, la identificación del Enlace (Link ID), Información del sitio como nombre y descripción, y configuración de los tributarios. Estos cambios se los realiza inmediatamente en el los equipos, por lo que el enlace se lo afectará también automáticamente.

Para cambiar la frecuencia se debe tener en cuenta que la frecuencia de Tx del Local debe ser la de Rx del Remoto y viceversa. Al terminar la configuración debemos hacer clic en el botón “Write”.

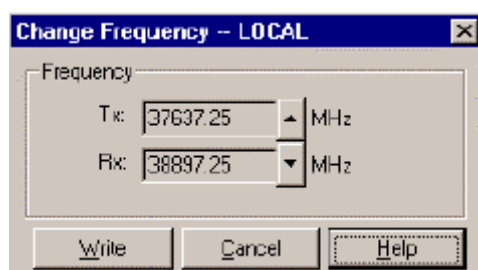


Figura. 2.81. Ventana de Configuración de Frecuencia

Para cambiar la potencia de transmisión aparecerá una nueva ventana en la cual podemos escoger la potencia de transmisión y también activarla o desactivarla. Para guardar los cambios realizados debemos hacer clic en el botón “Write”.

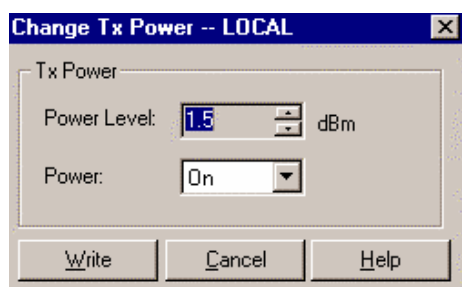


Figura. 2.82. Ventana de Configuración de Frecuencia

Se debe además configurar la identificación del enlace en ambos terminales tanto el local como el remoto deben tener el mismo Link ID.

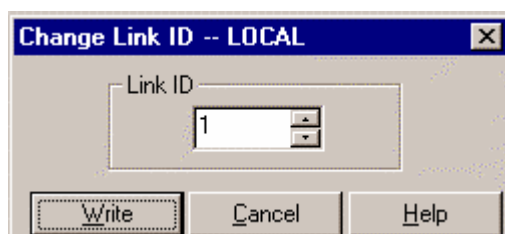


Figura. 2.83. Ventana de Configuración de Link ID

Se puede también cambiar la información del terminal ya sea el remoto o el local para poder identificarlo dentro de la red. Se puede establecer el nombre del sitio y el nombre a la corporación a la que pertenece.

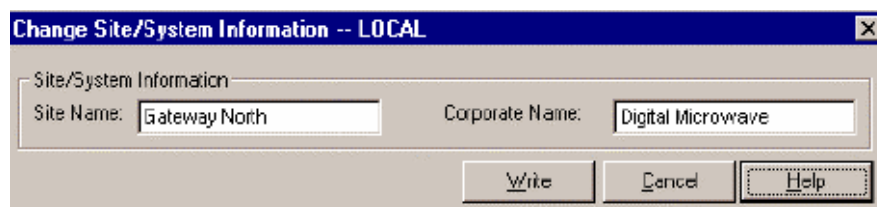


Figura. 2.84. Ventana de Configuración Site Information

Finalmente se puede cambiar la configuración del tributario en la lista de inserción (AIS<sup>9</sup> Insertion list box), en la cual podemos seleccionar la opción deseada, la cual puede ser configurada tanto en el terminal Local como en el Remoto.

**BER Alarm:** Esta señal de alarma puede ser generada en todos los tributarios el BER es 10E-3 o peor. Esta alarma será apagada cuando el BER es aproximadamente 10E-4 o mejor.

**Continuous:** AIS se insertarán en los tributarios a través del link en todo el tiempo.

**Frame Loss:** AIS serán insertados en función del estatus de las tramas recibidas.

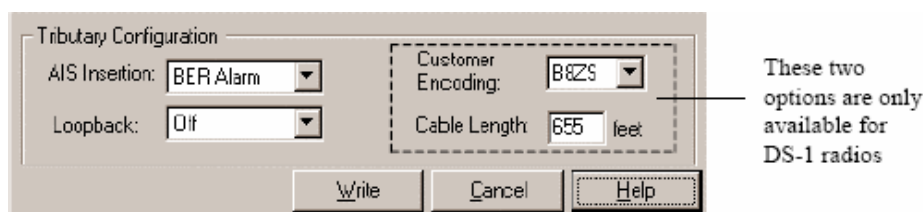


Figura. 2.85. Ventana de Configuración de Tributario

Para la configuración de alarmas debemos cambiarnos de viñeta a la “**Alarm Config**”.

En esta viñeta podemos configurar los límites de BER, RSL y las demás alertas que se generen en el enlace tanto en el Local como en el Remoto.

<sup>9</sup> AIS (Alarm Insertion Signal) Inserción de señal de Alarma.

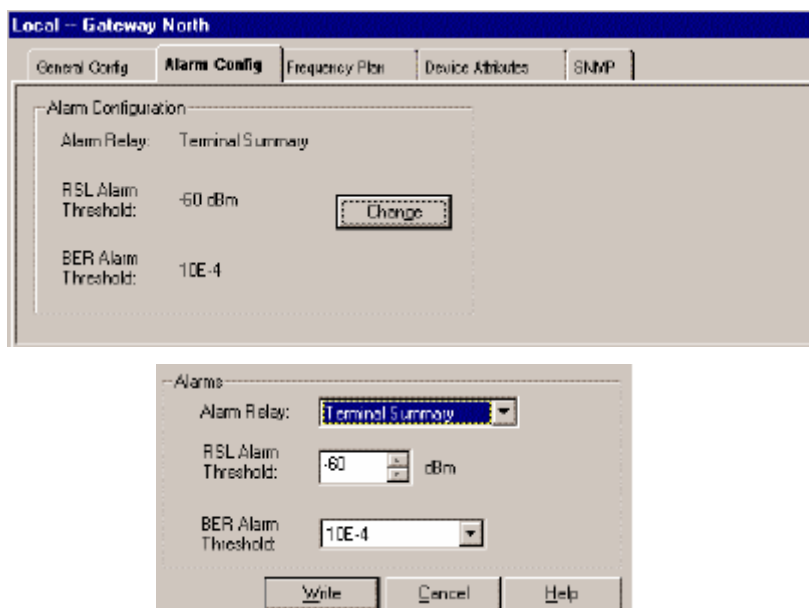


Figura. 2.86. Ventana de Configuración de Alarmas

Al igual que las anteriores configuraciones para guardar los cambios realizados se debe hacer clic en el botón “Write”.

Para configurar el plan de frecuencias de los equipos cambiamos de viñeta a “Frequency Plan”. Dentro de esta podemos configurar el inicio de la frecuencia de Tx y su final, además el espaciamiento del canal y también el espaciamiento entre las frecuencias de Tx y Rx.

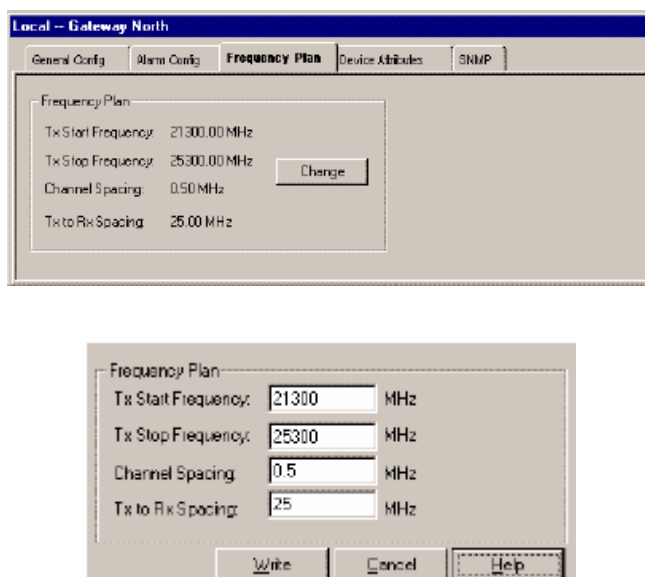


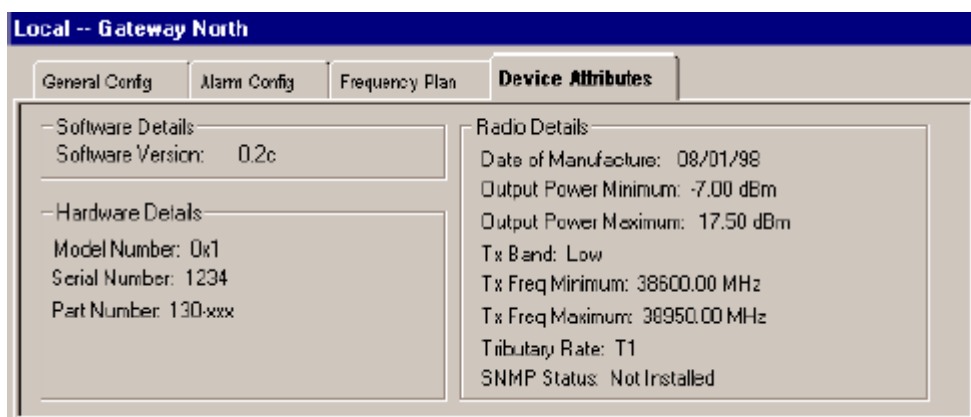
Figura. 2.87. Ventana de Configuración del Plan de Frecuencias



Banda (GHz)	Start Frequency (MHz)	Stop Frequency (MHz)
15	$\geq 14500$	$\leq 15355$
18	$\geq 17332.5$	$\leq 19672.5$
23	$\geq 21200$	$\leq 23600$
26	$\geq 24500$	$\leq 26500$
38 (Europea)	$\geq 37000$	$\leq 39500$
38 (Norte Americana)	$\geq 37000$	$\leq 40000$

**Tabla. 2.22. Alarmas mostradas en el Software de gestión**

Se puede acceder a los atributos del dispositivo al seleccionar la última viñeta “Device Attributes”



**Figura. 2.88. Ventana Device Attributes**

En esta ventana podemos apreciar información del dispositivo como: Número de Modelo, # de serial, # de parte, versión del Software, Fecha de elaboración, Mínima / Máxima potencia de salida Banda de Tx, Mínima / Máxima frecuencia de Tx, tasa de Tributario y status de SNMP.

En algunos equipos pueden venir con la opción de configuración SNMP, a la cual se la puede acceder de igual manera seleccionando la viñeta “SNMP Configuration”

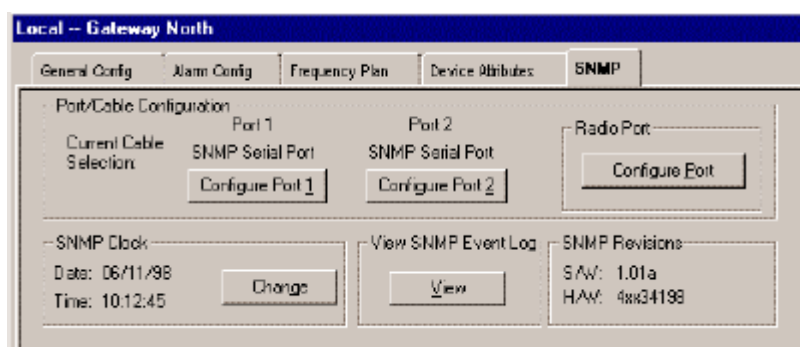


Figura. 2.89. Ventana SNMP Configuration

### 2.2.1.3 Equipos Marca Ceragon (FibeAir 4800)

FibeAir 4800 es un sistema wireless de transmisión Punto a punto de alta capacidad de clase - portadora, de banda ancha. FibeAir 4800 combina servicios legacy TDM y Ethernet sobre bandas licencias 2.4 , 4.9GHz, y sobre bandas no licenciadas de 5.X GHz cumpliendo los estándares y normas de FCC, ESTI, o CSA en países regulados. El sistema proporciona enlaces wireless de hasta 48 Mbps y alcanza distancias de hasta 80 kilómetros (50 millas).

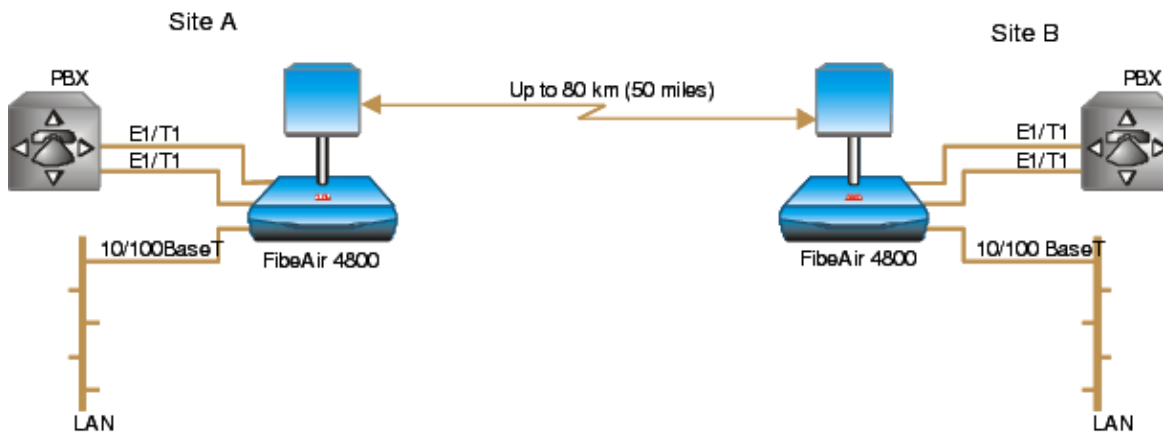


Figura. 2.90. Aplicación Típica de Equipos Ceragon

- **Descripción Física**

El sistema FibeAir 4800 está compuesto por:

- Outdoor Unit (ODU)
- Indoor Unit (IDU).



Figura. 2.91. Equipos Ceragon IDU's Y ODU's

- **IDU-E**

El panel frontal de la IDU-E incluye 5 LEDs que muestran el estado de E1/T1 y LAN, el enlace wireless, los resultados de self-test, enlace ODU-IDU y estado de encendido.

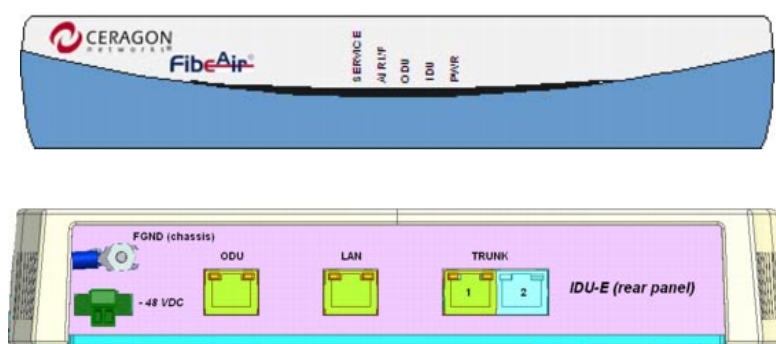


Figura. 2.92. Vista frontal y trancera de IDU -E

La IDU se conecta a la ODU mediante un cable de red directo. Para poder configurar estos equipos debemos conectar una PC con el software de configuración al puerto LAN de la IDU a través de otro cable de red directo.

**Software de Configuración (FA4800 MANAGER):**

Antes de ingresar al software de configuración debemos alinear las antenas (ODU) previamente conectadas a sus respectivas IDU's (las cuales deben estar energizadas).

Parapoder alinear las ODU's estas emiten uno o varios pitidos los cual nos indicarán si se encuentran alineadas correctamente.

Se debe alinear las antenas de manera que estas emitan tres pitido seguidos, indicándonos que se encuentran bien alineadas. Después de esta operacióndebemos ingresar al software para configurar nuestro enlace.

Al ingresar el software se mostrará la siguiente ventana:



Figura. 2.93. Ventan de validación de usuario

En esta ventana dentro del campo IP Address escogemos: “Local Conection” y de Password ingresamos “admin”.

A continuación se desplegará la ventana con el menú principal:

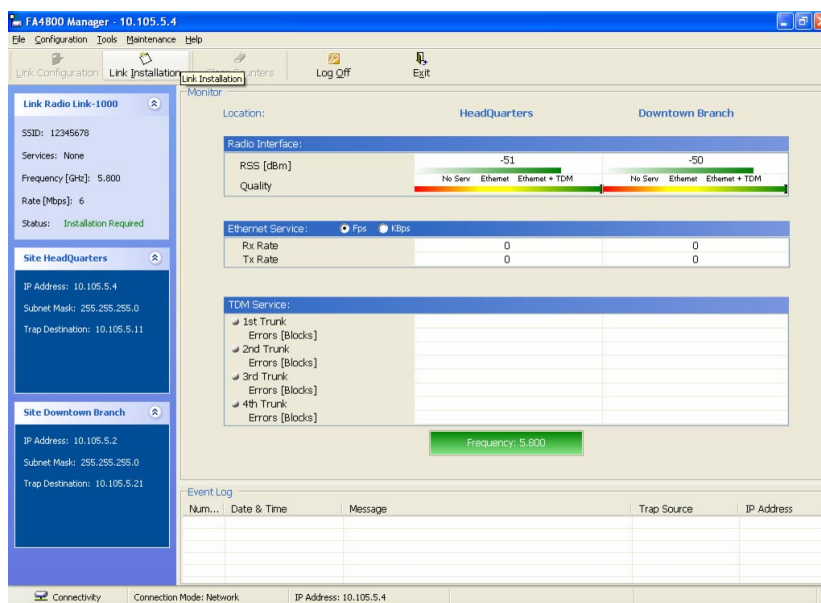


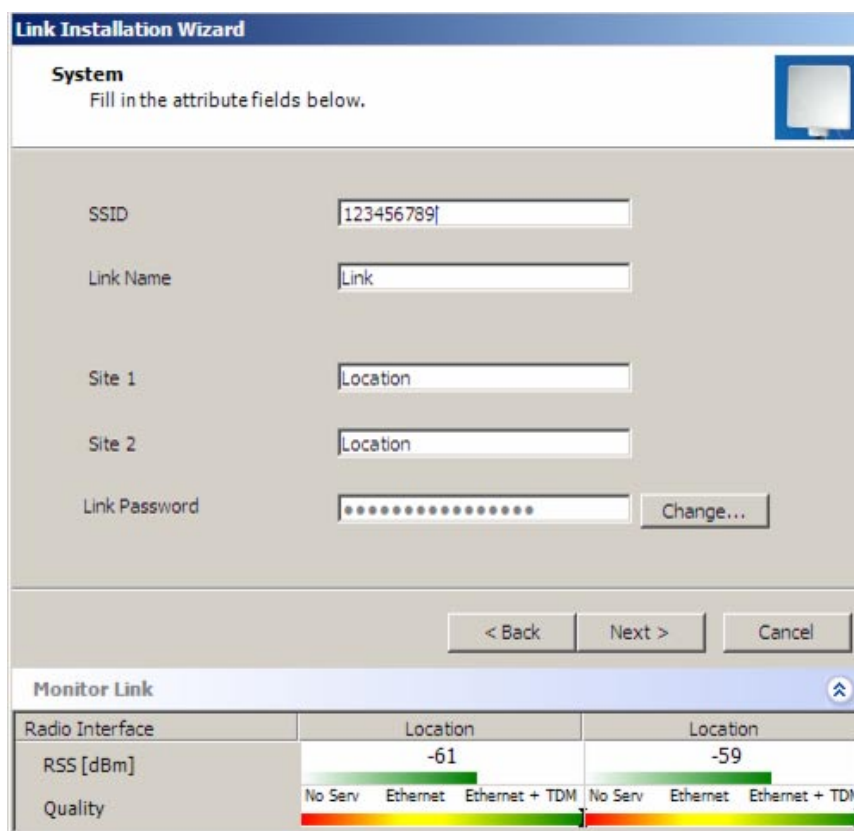
Figura. 2.94. Ventan de validación de usuario

En la barra de herramientas hacemos clic sobre el botón “Link Instalation”



**Figura. 2.95. Ventan de Inicio de Link Instalation**

Al hacer click en “Next” se abrirá una nueva ventana de dialogo:



**Figura. 2.96. Ventan de Identificación del enlace**

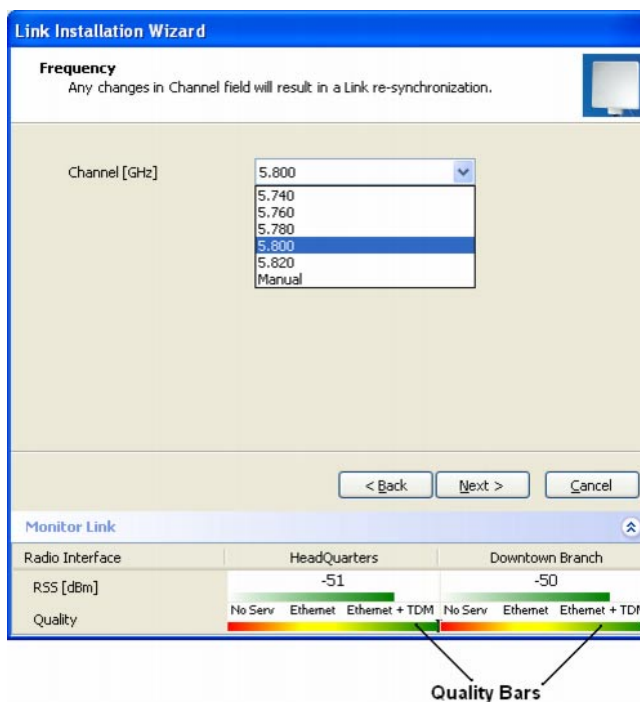
El password del enlace de Default es: wireless-bridge. En esta ventan debemos ingresar Los campos:

Nombre Campo	Descripción
SSID	Identificación del Enlace(mínimo 8 caracteres) Debe ser el mismo para ambos terminales. Ej: Laboratorio
Link	Es el nombre del Enlace Debe ser el mismo para ambos terminales. Ej: Quito- Cuenca
Site 1	Es el Nombre de uno de los terminales ej: LOCAL
Site 2	Es el Nombre del otro ej: REMOTO

**Tabla. 2.23. Campos de Identificación del Enlace**

Tras haber realizado la respectiva configuración hacemos clic en “Next”.

En esta nueva ventana seleccionamos el canal de frecuencias que utilizaremos en nuestro enlace.



**Figura. 2.97. Ventan de seleccionamiento de canal de frecuencias**

Hacemos clic en “Next”. Y nos aparecerá una ventana la cual nos permite configurar la tasa de transmisión del enlace.

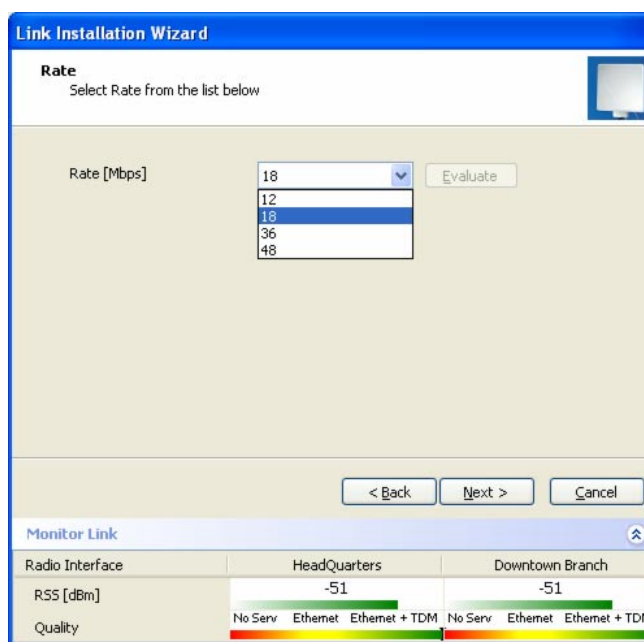


Figura. 2.98. Ventan de configuración de Tasa de Transmisión del Enlace.

Hacemos clic en “Next”. Y nos aparecerá una ventana la cual nos permite el tipo de servicio que nos brindará el enlace.

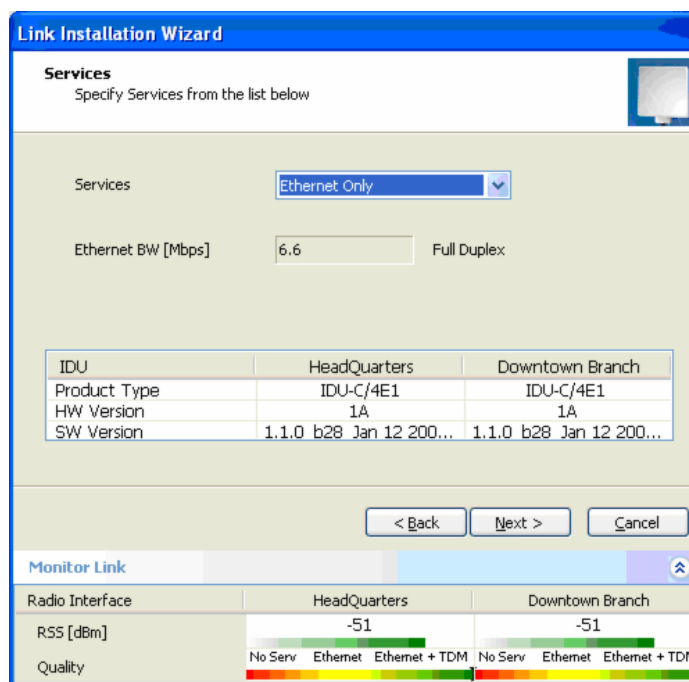


Figura. 2.99. Ventan de Configuración de Servicios del Enlace

Finalmente Hacemos clic en “Next”. Y aparecerá la ultima ventana indicándonos las características de nuestro enlace.

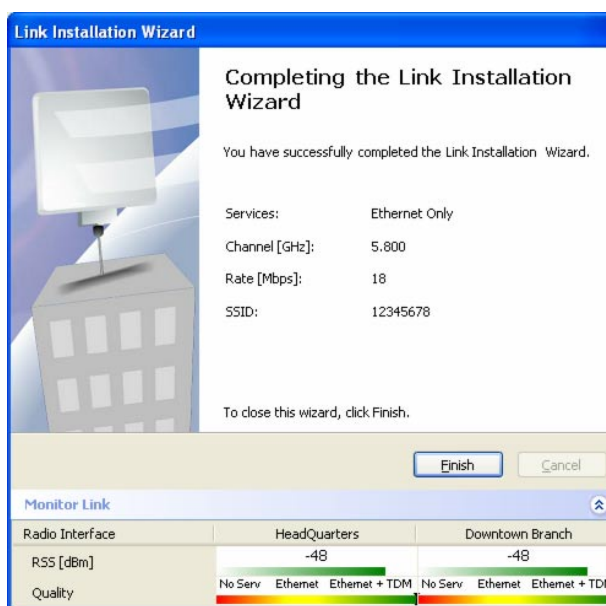


Figura. 2.100. Ventan de Finalización de la configuración del enlace

Debemos hacer click en “Finís” y listo.

Adicionalmente podemos mejorar el desempeño de nuestro enlace cambiando la potencia de transmisión, agregando nuevos servicios, definiendo las direcciones IP de gestión y el modo de operación del terminal dependiendo de la aplicación.

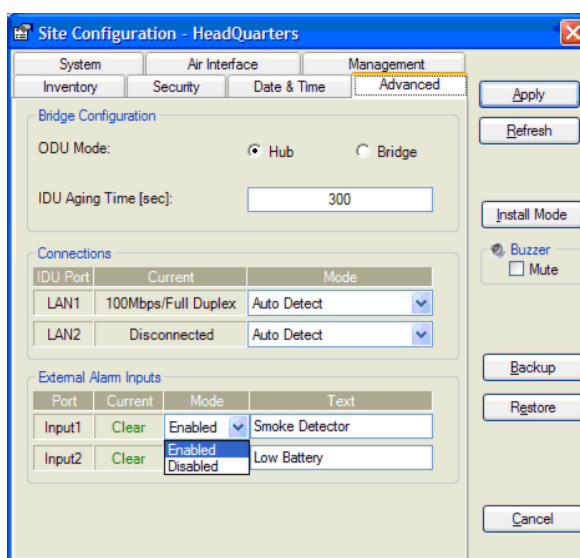


Figura. 2.101. Ventan de Edición delDesempeño del Enlace



#### **2.2.1.4 Equipos Marca Airspan**

##### **Sistema WipLL (Wireless IP-Based Local Loop System)**

WipLL es un sistema local de banda ancha de lazo diseñado para entregar datos de alta velocidad, VoIP, y multimedia basándose en una sola plataforma IP (Internet Protocol).

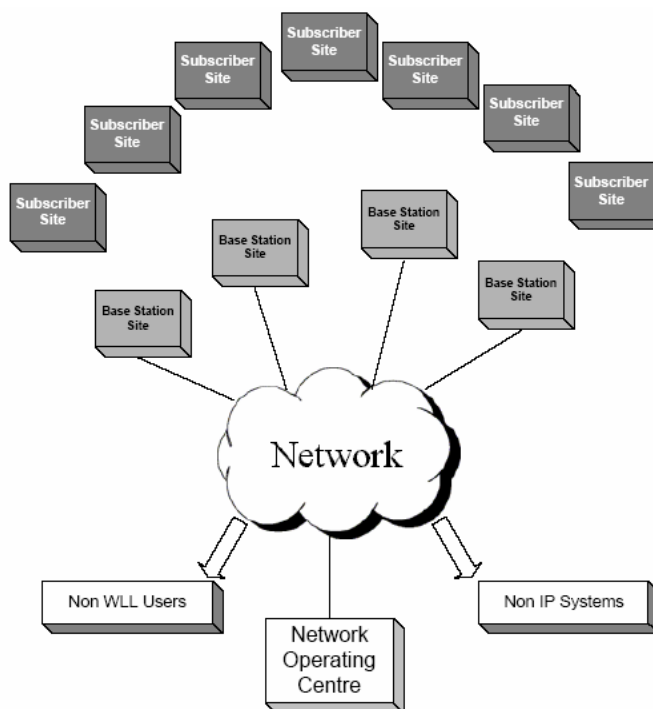
Proporciona una solución de banda ancha “todo en uno” de acceso para los operadores y los proveedores de servicios de red.

WipLL utiliza un protocolo aéreo que permite como característica única de WipLL la capacidad de reconocer el tipo de la transmisión y de asignar el ancho de banda y otros recursos.

Siendo un sistema celular integrado wireless de banda ancha, WipLL es una solución completa para los portadores y proveedores de los múltiples servicios fijos de acceso, para la pequeña y mediana empresa además para oficinas pequeñas pudiendo transmitir voz, video y datos.

El sistema WipLL se puede dividir funcionalmente entre tres sitios:

- Subscriber Premises Sites
- Base Station Sites
- A Network Operations Center (NOC) and planning site



**Figura. 2.102. Diagrama de Bloques de la Red WipLL**

El sitio de la estación base (Base Station Site) y los sitios suscriptores (Subscriber Site) cada uno contienen el hardware de WipLL mientras que el NOC utiliza software y hardware asociado a las plataformas de planificación, gestión y configuración del sistema WipLL.

WipLL proporciona un enlace de radio entre el usuario final de la red (el suscriptor) y la red en sí ofreciendo un acceso de alta velocidad de datos. WipLL utiliza el Internet Protocol (IP) para la comunicación entre suscriptores. WipLL abarca los transceiver de radio instalados en el suscriptor y otros transceivers en las estaciones bases locales.

El suscriptor llega a la base mediante un enlace de radio y en la estación base entonces se liga mediante una Conexión Ethernet a la red datacom o a la red IP.

Cada estación base local proporciona su servicio a numerosos suscriptores en su vecindad. Los componentes de WipLL en el sitio de los suscriptores y en las estaciones bases pueden ser gestionados y configurados de manera remota mediante un sistema de gestión usando el Simple Network Management Protocol (SNMP).

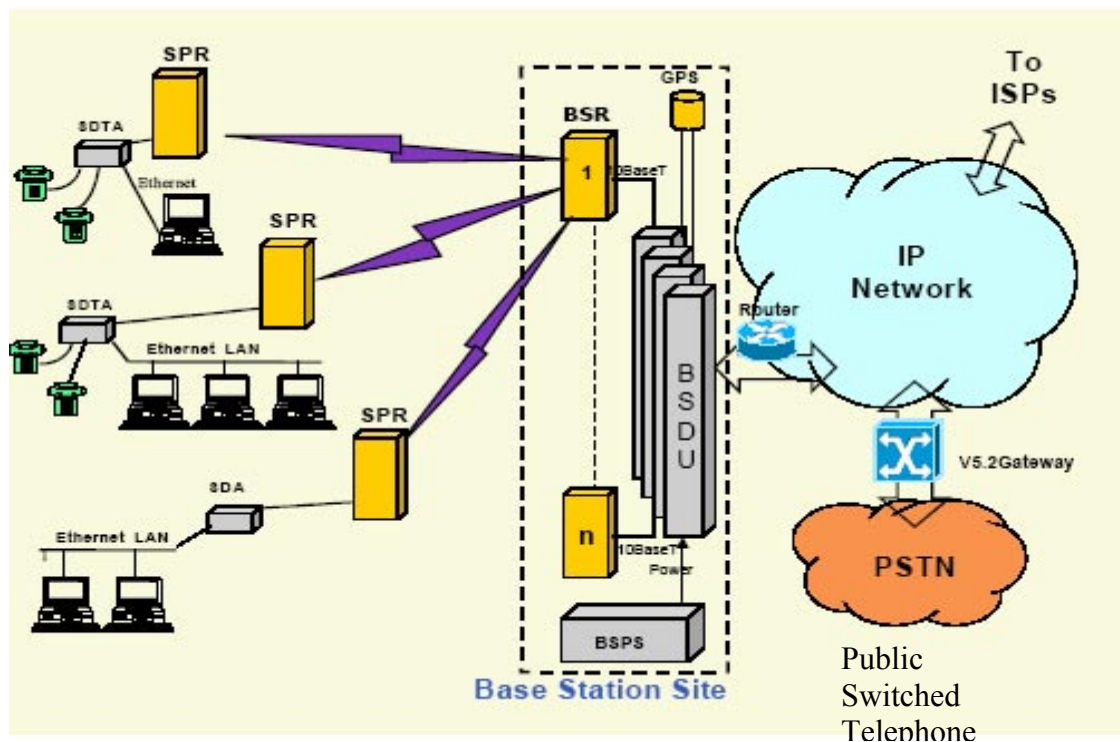


Figura. 2.103. Principales componentes de la Red WipLL

WipLL soporta múltiples aplicaciones en una sencilla plataforma como:

- Alta tasa de transmisión de datos.
- Video conferencia.
- Acceso a Internet.
- Voz sobre IP (VoIP).

### Componentes del Sistema

El sistema WipLL está compuesto principalmente de 2 componentes:

- Subscriber site
- Base station

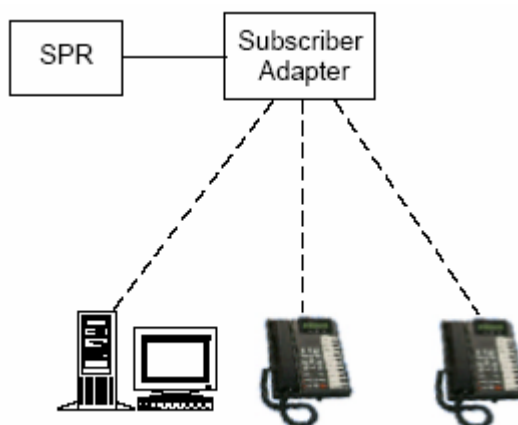
### Subscriber Site

Cada subscriber site contiene un CPE (Customer Premises Equipment) que enlaza al suscriptor con el sistema WipLL.

El CPE está compuesto de:

- SPR (Subscriber Premises Radio)
- SDA (Subscriber Data Adapter)

El CPE realiza funciones de enrutamiento entre el sitio del cliente y la estación base. El CPE también realiza funciones de Calidad de Servicio (QoS), tales como reordenar los paquetes y asignando TTL (“Time-to-Live” Tiempo-a-Vivir). El dibujo siguiente demuestra una instalación típica actual del sitio del suscriptor:



**Figura. 2.104. Configuración Típica del Suscriptor**

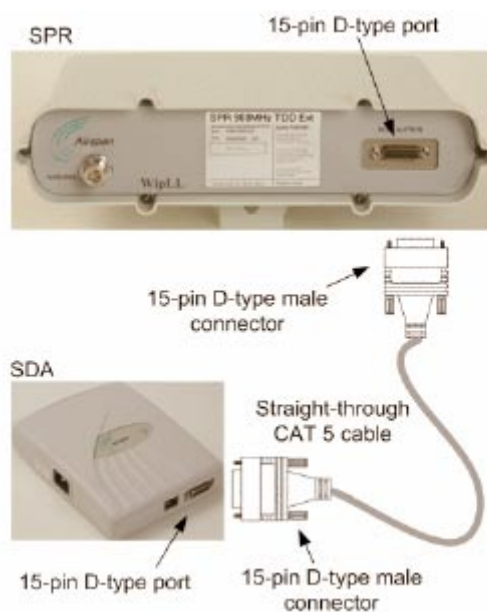
## SPR

El SPR (Subscriber Premises Radio) es un módulo de radio para exteriores al cual se accede a través de un puerto DB 15 igual al de la BSR con las funciones de Energía, Ethernet, sincronismo y gestión. La SPR está disponible en dos modelos: SPR con una antena integrada y SPR con un puerto tipo-N para unir una antena externa.



**Figura. 2.105. Instalación típica de una BSR**

- **Conexión de la SPR a la SDA**



**Figura. 2.106. Conexión SPR a la SDA**

### Componentes de la Estación Base

Each base station site contains several components that enable:

- Conexión al Sistema de telecomunicaciones
- Switcheo interno de Tráfico
- Fuente de Poder
- Comunicación de Radio

Algunos de estos componentes son obligatorios y otros opcionales, dependiendo de la configuración de cada sitio el tipo particular de red.

### BSR

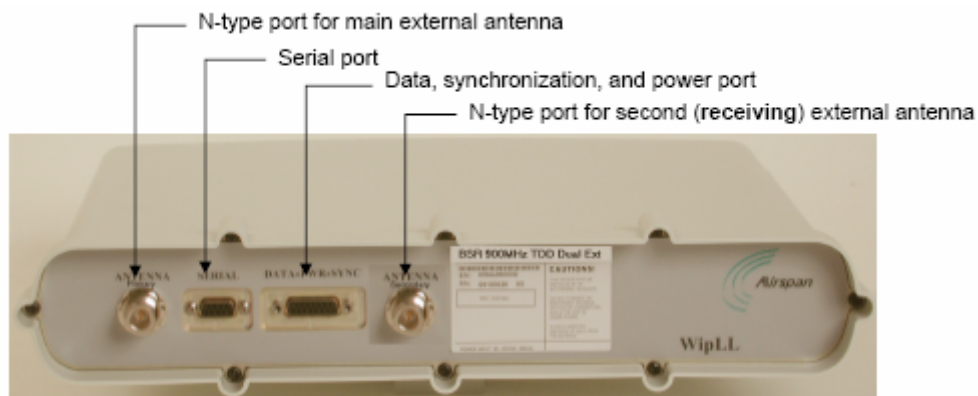
La BSR (Base Station Radio) instalada en la estación base es un módulo de radio al aire libre encajonado que posee 2 puertos:

- Conector DB15: Energía, Ethernet, sincronismo y gestión.
- Conector DB9: Gestión.



**Figura. 2.107. Tipos de Puertos de una BSR**

Existen BSR's con antena interna y otros con antena externa los cuales poseerán uno o dos conectores tipo N para realizar la respectiva conexión con la o las antenas.



**Figura. 2.108. BSR con puertos para 2 antenas externas**

Cada BSR (Base Station Radio) es conectada físicamente a la BSDU (Base Station

Distribution Unit), el cual brinda conectividad de datos, energía y swicheo interno local siempre que exista la respectiva sincronización entre la BSR y la BSDU.



**Figura. 2.109. Instalación típica de una BSR**

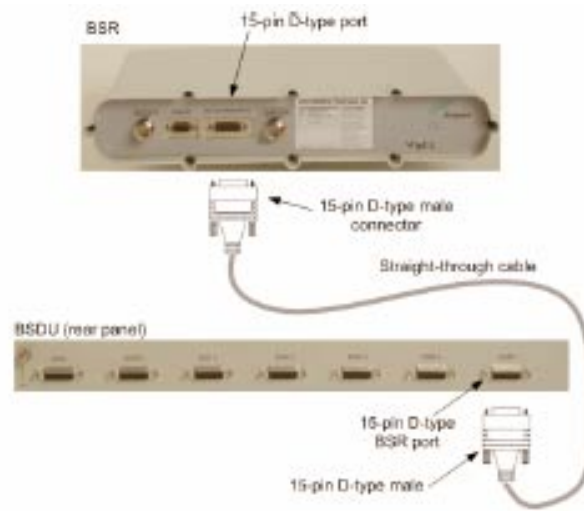


Figura. 2.110. Conexión BSR a la BSDU

**Frecuencias en las que operan las BSR's y SPR's.**

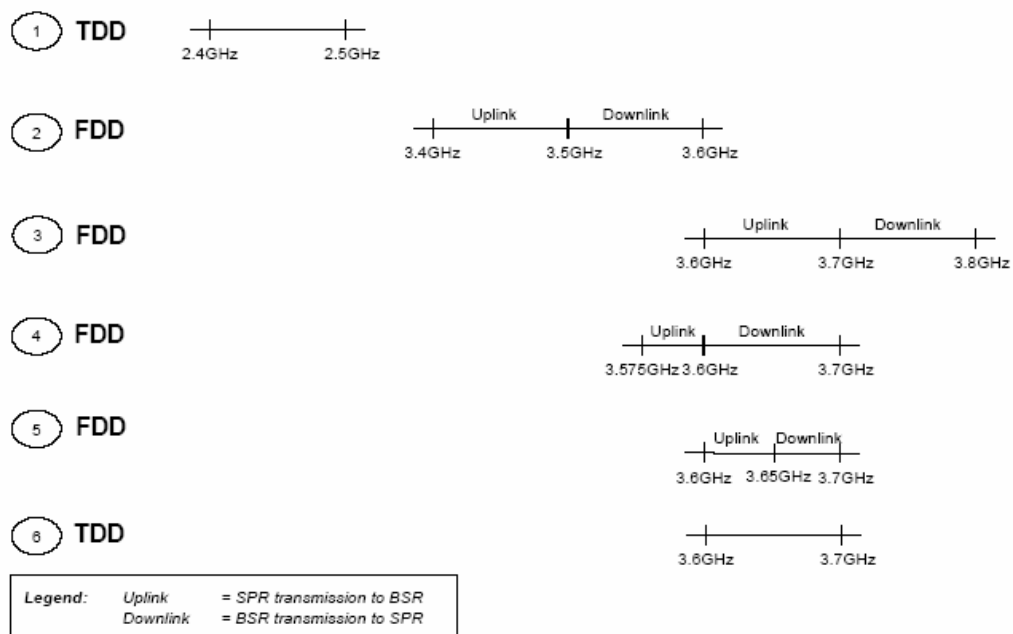



Figura. 2.111. Frecuencias de Operación BSR's y SPR's

La banda 2.4 - 2.5GHz y a 3.6 - 3.7GHz utilizan la multiplexación por división de tiempo (TDD). Con TDD la BSR y la SPR transmiten en la gama de frecuencia entera, el tiempo se divide entre la transmisión y la recepción. La banda 3.4 - 3.8GHz está en 3 gamas con la multiplexación de división de frecuencia (FDD). Con FDD la gama de frecuencia está partida en dos: Uplink y Downlink, con un espacio de 50 ó 100MHz.

## Software de Gestión y Configuración de Equipos Airspan (WipConfig)

### Para iniciar WipConfig:

Al ingresar hacer doble click en el ícono  aparecerá en pantalla la siguiente ventana:



**Figura. 2.112. Ventana de Ingreso de Usuario y contraseña para Wip Config**

En el campo de **Name** ingresamos el nombre de default "Admin".

En el campo de **Password** ingresamos la contraseña de default "Wipll".

WipConfig inicia mostrando la ventana de configuración de la SPR.



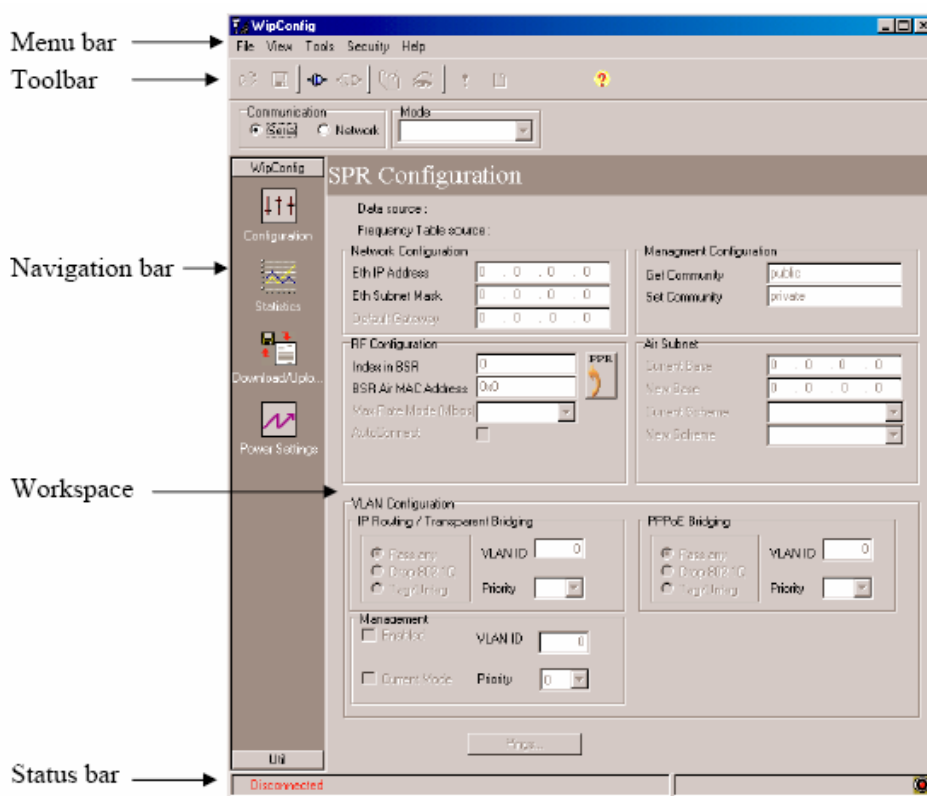


Figura. 2.113. Ventana de configuración de Wip Config











Botón	Nombre	Descripción
	<b>Open File</b>	Abre un archivo de configuración guardado posteriormente.
	<b>Save File</b>	Guarda la configuración seteada con su respectivo nombre de archivo.
	<b>Connect</b>	Conecta el WipConfig al dispositivo ASWipLL (SPR, PPR, BSR).
	<b>Disconnect</b>	Termina la comunicación del WipConfig con el dispositivo ASWipLL.
	<b>Write</b>	Aplica la configuración seteada al dispositivo conectado. Note que la configuración aplicada en el respectivo dispositivo tendrá efecto después de un reset del mismo.
	<b>Read</b>	Lee la configuración con la que se encuentre el dispositivo ASWipLL y la muestra en la pantalla de configuración.
	<b>Reset</b>	Resetea el dispositivo ASWipLL.
	<b>Set Factory Default</b>	Aplica la configuración de default al dispositivo.
	<b>Set Protected Defaults</b>	Aplica solamente algunos de parámetros de configuración de manera que los parámetros necesarios para la comunicación de red se mantengan.
	<b>Help</b>	Muestra la ayuda del WipConfig.

Tabla. 2.24. Descripción de Botones de la Barra de Herramientas.







	Botón	Nombre	Descripción
WipConfig		Configuration	Muestra la configuración de las BSR, SPR, or BSDU en la ventana de configuración.
		Statistics	Muestra datos estadísticos, del enlace, pero solamente al estar conectada a la a SPR mediante un tipo de conexión de red IP.
		Download /Upload	Muestra la ventana de carga y descarga de versiones de software a los dispositivos.
		Power Settings	Muestra los valores de potencia de Tx configurados.
		Spectrum Analyzer	(Disponible solamente bajo licencia) Muestra una ventana de un Analizador de Espectros para el respectivo análisis del espectro radioeléctrico.
Util		Calculator	Muestra la ventana de Cálculo para calcular parámetros como mascarar de subred.

Tabla. 2.25. Descripción de la Barra de Navegación

### Valores de Configuración Predeterminados de Fábrica (Default)

Parámetro	Valor
<b>IP addresses:</b>	
• BSR/PPR	• 10.0.0.10
• SPR/IDR	• 10.0.0.20
• BSDU	• 10.0.0.5
<b>Subnet mask</b>	255.255.255.240
<b>Default gateway address</b>	0.0.0.0
<b>Get Community string</b>	Public
<b>Set community string</b>	Private
<b>Mode (bridge/router)</b>	Router

Tabla. 2.26. Valores de Configuración Predeterminados

Existen dos formas de acceder a la configuración del Dispositivo (BSR ó SPR):

- De manera Serial

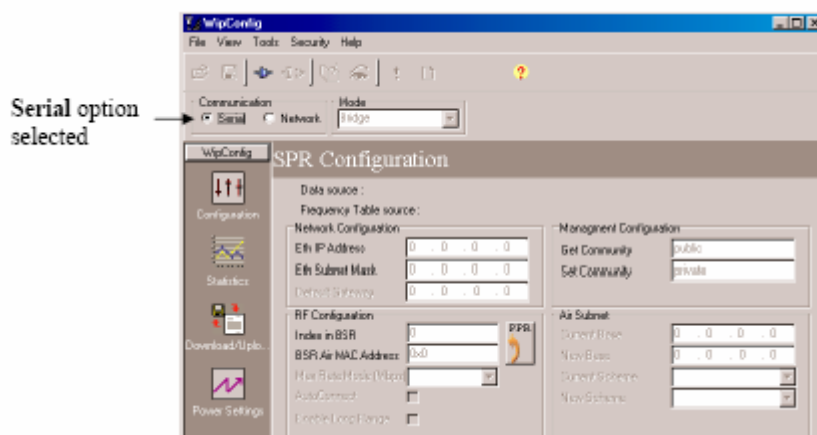


Figura. 2.114. Configuración del Dispositivo de Manera Serial

➤ Por red.

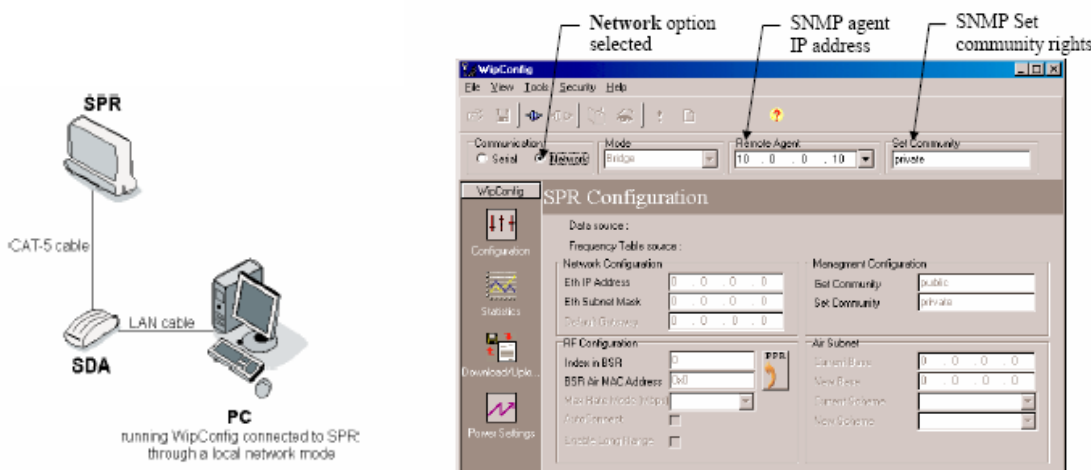


Figura. 2.115. Configuración del Dispositivo por red

### Configuración de la BSR

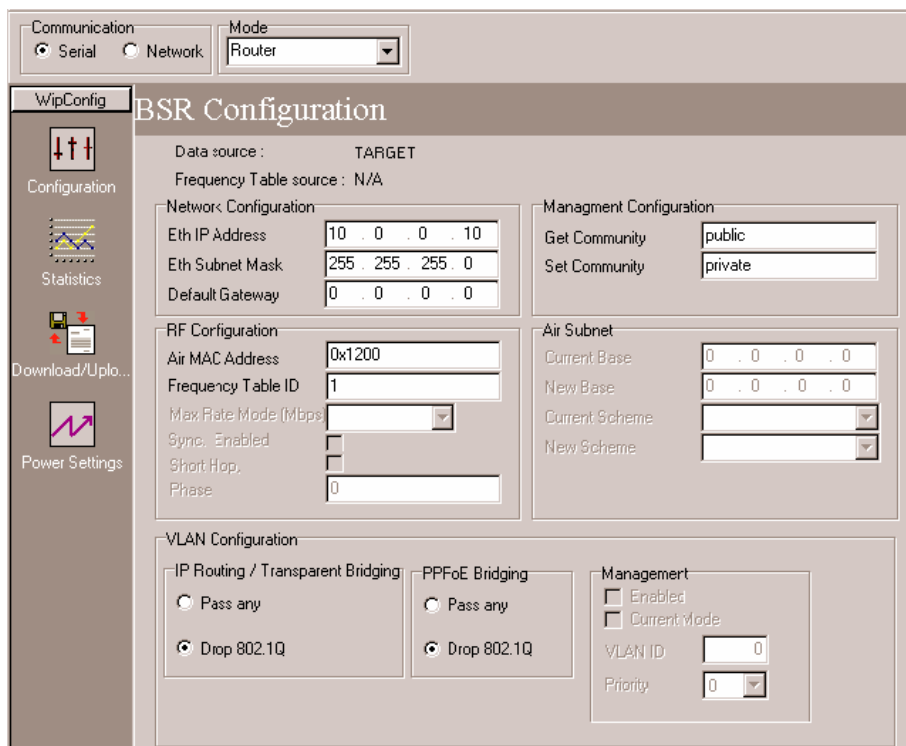
Debemos seleccionar primeramente el modo: Bridge

Los principales parámetros de la BSR que debemos configurar en el WipConfig son:



Parámetro	Valor
Dirección IP y Máscara de Subred	Ingresamos según nuestra red.
Default gateway	Ingresamos según nuestra red.
Air MAC address	rango entre 0x0000 hasta 0xFFFF.
Tabla de Frecuencias que se usa para el enlace entre BSR-SPR	Ingresamos el número de tabla de frecuencia entre 0 y 63
Modo Tasa máxima de transmisión	Podemos ingresar 64, 128, ... Mbps

VLAN ID para gestionamiento SNMP	Configuramos como Pass Any en nuestro caso.
----------------------------------	---

**Tabla. 2.27. Valores de Configuración para la BSR**



**Figura. 2.116. Ventana de Configuración de BSR**

Tras terminar la configuración hacemos click en el botón:  para aplicar la configuración nueva y finalmente reseteamos .

### Configuración de la SPR

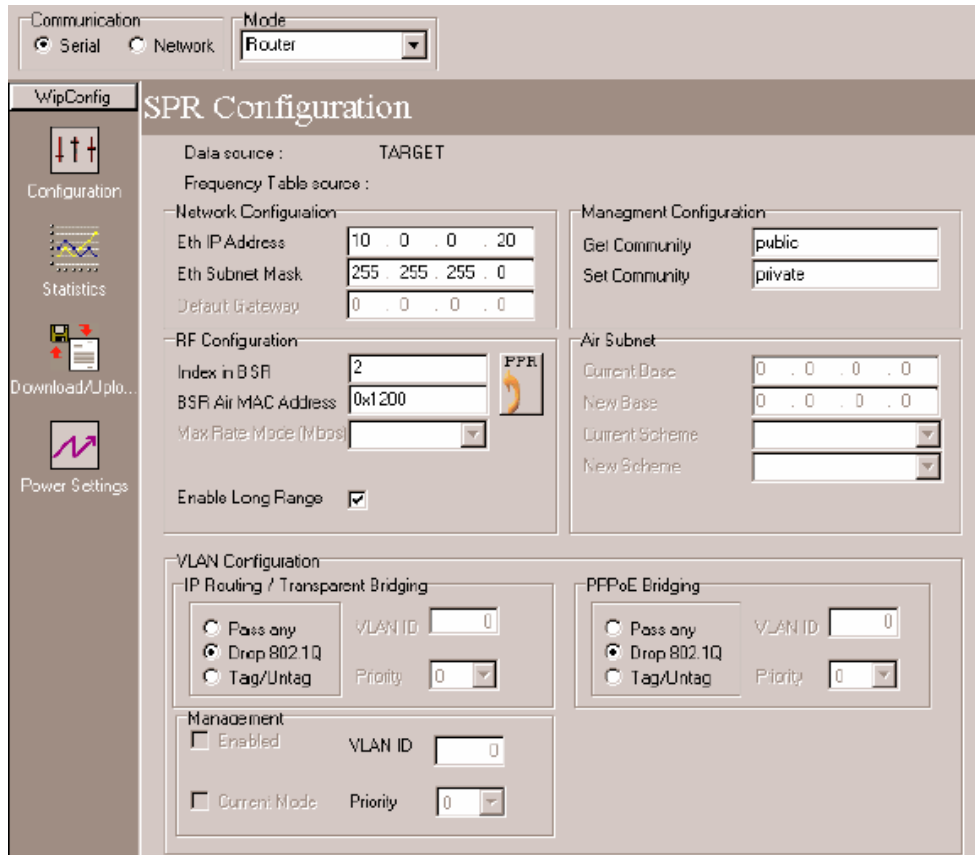
Debemos seleccionar primeramente el modo: Bridge

Los principales parámetros de la SPR que debemos configurar en el WipConfig son:

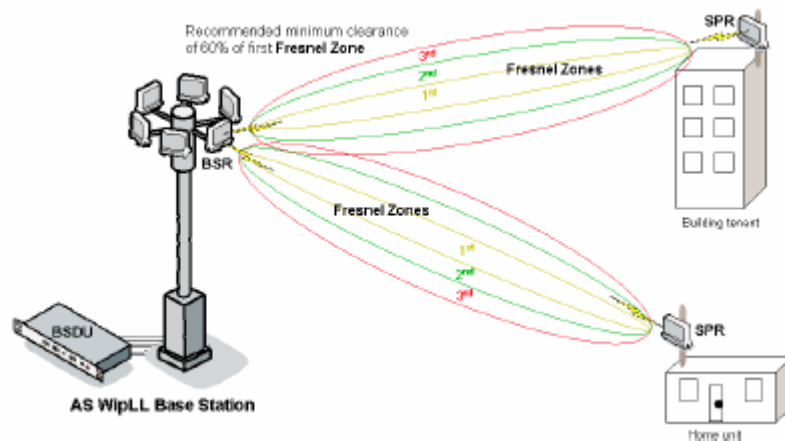
Parámetro	Valor
Dirección IP y Máscara de Subred	Ingresamos según nuestra red.
Default gateway	Ingresamos según nuestra red.
Air MAC address	Rango entre 0x0000 hasta 0xFFFF.
Tabla de Frecuencias que se usa para el enlace entre BSR-SPR	Ingresamos el número de tabla de frecuencia entre 0 y 63 (Debe ser la misma ingresada por la BSR)

Modo Tasa máxima de transmisión	Podemos ingresar 64, 128, ... Mbps
VLAN ID para gestionamiento SNMP	Configuramos como Pass Any en nuestro caso.

**Tabla. 2.28. Valores de Configuración para la SPR**



**Figura. 2.117. Ventana de Configuración de SPR**



**Figura. 2.118. Aplicación típica Punto - Multipunto de los Equipos Airspan**

## CAPITULO III

### PLAN DE DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS

Las condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos satelitales y microondas mencionados en el anterior capítulo dependen de las características de cada uno de ellos, es por esto que se debe revisar el manual de datos técnicos de cada uno para establecer el modo de operación más adecuado, que nos brinde mejores resultados, para poder establecer estos valores de configuración como los requeridos para realizar pruebas de funcionamiento en dichos equipos.

#### 3.1 EQUIPOS SATELITALES

##### 3.1.1 Condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos Satelitales

###### VSAT

<b>Valores Requeridos por las IDU 's / ODU's PES 5000 y 8000 para su funcionamiento Correcto en la Red de Impsat</b>		
Frecuencia de Operación (Banda C)	Tx	5850 – 6425 MHz
	Rx	3625 – 4200 MHz
Potencia de Transmisión	B4	37.3 dBm
Voltaje de alimentación de la IDU	115 V AC	Funcionamiento Correcto de la Fuente interna del equipo.
Voltaje de Apuntamiento	< 2.2 V DC	
Transmisión de datos (Comisionamiento con el HUB)	Verificación estado y funcionamiento tarjetas de puertos	
Eb/No	>12dB Good / Excelent tras	

	comisionamiento
--	-----------------

**Tabla. 3.1. Valores Requeridos por las IDU 's / ODU's PES 5000 y 8000 para su funcionamiento Correcto en la Red de Impsat**

<b>Valores Requeridos por las DW6000 para su funcionamiento Correcto en la Red Direcway de Impsat</b>		
Frecuencia de Operación (Banda Ku)	Tx	14.000 – 14.500 Ghz
	Rx	11.700 – 12.200 Ghz
Voltaje de alimentación a la fuente de poder	115 / 220 V AC, 2 A, 50- 60 Hz	
Voltaje de alimentación de la fuente a la IDU	19.5 / 6.5 V DC, 1.3 – 2.85 A	
SQF(Signal Quality Factor)	31 - 99	
Tasa de Bits errados	Tx: $1 \times 10^{-7}$	Rx: $1 \times 10^{-10}$

**Tabla. 3.2. Valores Requeridos por las DW 6000 para su funcionamiento Correcto en la Red de Impsat**

### 3.1.1.1 Pruebas en equipos marca HUGHES: PES 5000 y 8000

Para poder determinar el funcionamiento correcto de los equipos PES 5000 y 8000, se debe realizar las siguientes pruebas:

- Verificación de voltajes de alimentación de la IDU.
- Verificación del voltaje de apuntamiento de la antena de la estación remota al satélite.
- Medición de la Potencia de transmisión.
- Auto test del Equipo.
- Medición de Frecuencia de Transmisión.
- Medición de Potencia de Transmisión.
- Pruebas de Comisionamiento (Transmisión de datos y sincronismo con el HUB).

### 3.1.1.2 Pruebas en equipos marca HUGHES: DIRECWAY

Para poder determinar el funcionamiento correcto de la DW6000, se debe realizar las siguientes pruebas:

- Verificación de voltajes de alimentación de la IDU.
- Verificación de Conectividad con PC
- Verificación del valor del SQF de la estación remota.
- Pruebas de Comisionamiento (Transmisión de datos y sincronismo con el HUB).

### 3.1.2 Condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos Satelitales

#### SCPC

Valores Requeridos por LNA EF DATA y CODAN		
Frecuencia de Operación (Banda C)	Rx	3625 – 4200 MHz
Verificación física del Equipo	Sin corrosión, conector N en buenas condiciones	
Voltaje de alimentación desde el Transceiver	≥10.8 V DC	

**Tabla. 3.3. Valores Requeridos por LNA EF DATA y CODAN**

Valores Requeridos por Módem Satelital EF DATA SDM 300, 300A		
Frecuencia de Operación (IF)	Tx (Modulación)	70 – 140 MHz
Reset de Hardware / Software (Carga Valores de default en equipo)		
Verificación del Funcionamiento de LEDS del panel Frontal		
Auto TEST del Equipo		
Loop Back's	RF, IF, Base Band	
Potencia de Salida Tx	-30dBm a -5 dBm	

**Tabla. 3.4. Valores Requeridos por Módem Satelital SDM 300, 300A**

Valores Requeridos por Transceiver Satelital EF DATA RFT 500 / 505	
Frecuencia de Transmisión (RF)	6225 MHz
Frecuencia de Recepción (IF)	70 MHz
Ganancia de Tx	25 – 37 dBm
Pruebas de Enlace	Verificar BER, Carrier Detect

**Tabla. 3.5. Valores Requeridos por Transceiver Satelital RFT 500/505**

Valores Requeridos por Transceiver CODAN 5700	
Frecuencia de Transmisión (RF)	5850 – 6425 MHz
Frecuencia de Recepción (IF)	70 MHz
Ganancia de Tx	44 – 74 dB (nom)
Pruebas de Enlace	Verificar BER, Carrier Detect

**Tabla. 3.6. Valores Requeridos por Transceiver CODAN 5700**

#### 3.1.2.1 Pruebas en equipos Marca EF DATA

Para poder determinar el funcionamiento correcto de los equipos EF DATA, se deben realizar las siguientes pruebas:

- **LNA EF DATA y CODAN**



- Verificación de voltajes de alimentación.
- Verificación Física de Equipos.

● **Módem Satelital EF DATA SDM 300 / 300A**

- Hardware / Software Reset.
- Verificación del Funcionamiento de los LED's del Panel Frontal.
- Auto test del Equipo.
- Base Band Loopback.
- IF Loopback con Clock Interno / Externo.
- RF Loopback con Clock Interno / Externo.
- Frecuencia de Salida.
- Ruido de Fase en la Transmisión.
- Espurias en la Transmisión.
- Cuadratura / Ausencia de la Portadora.
- Potencia de Salida.
- Offset en la potencia de Salida.
- Adquisición de la portadora con Loop Físico.
- Microfonismo.
- Rx Level Monitor.
- Pruebas de BER (Simulación de una estación remota).
- Testeo de memoria.
- Readquisición luego de una falla externa.

El criterio para definir un valor de  $Eb/N_0$  que se aplique a los enlaces de IMPSAT está determinado por el objetivo de calidad que debería alcanzar el servicio o producto ofrecido.

Para un enlace Satelital, el BER esperado es de  $1E^{-9}$ , para este valor los diferentes tipos de módem tienen publicada en su manual de instalación una curva que es la que define los valores que se deben alcanzar para cumplir con los objetivos. Oportunamente se verificaron las curvas de todos los módem utilizados por IMPSAT, de las mismas se desprende la siguiente tabla :

MODULACION	CODIFICACION	F.E.C.	Eb/N0
------------	--------------	--------	-------

<b>QPSK</b>	<b>VITERBI</b>	<b>1/2</b>	<b>8,1</b>
QPSK	VITERBI	3/4	9,8
<b>QPSK</b>	<b>VITERBI</b>	<b>7/8</b>	<b>10,9</b>
<b>QPSK</b>	<b>SEQUENTIAL</b>	<b>1/2</b>	<b>6,6</b>
<b>QPSK</b>	<b>SEQUENTIAL</b>	<b>3/4</b>	<b>7,6</b>
QPSK	SEQUENTIAL	7/8	9,2
QPSK	VITERBI + RS	1/2	4,3
QPSK	VITERBI + RS	3/4	5,8
<b>BPSK</b>	<b>SEQUENTIAL</b>	<b>1/2</b>	<b>6,3</b>
BPSK	SEQUENTIAL	3/4	7,3
8-PSK	VITERBI	2/3	10,2
16QAM	VITERBI	3/4	12,6
16QAM	VITERBI	7/8	13,6
8-PSK	VITERBI + RS	2/3	6,9
16QAM	VITERBI + RS	3/4	9,0
16QAM	VITERBI + RS		10,5

**Tabla. 3.7. Valores De Eb/No Utilizados por Impsat**

Los valores indicados en “*negrita*” corresponden a las velocidades y F.E.C. más utilizados en los enlaces que implementa IMPSAT. La distribución actual de enlaces relacionados con la técnica de modulación y F.E.C. está definida hasta este momento con la siguiente tabla:

MODULACION	F.E.C.	CODIFICACION	UTILIZACION
BPSK	1/2	SEQUENTIAL	DifuSat Scientific Atlanta
BPSK	1/2	NO CODING	HUB VSat
QPSK	1/2	SEQUENTIAL	DataPlus hasta 32 Kb con módem Scientific Atlanta
QPSK	1/2	VITERBI	DataPlus hasta 32 Kb con módem SDM300 y SDM100
QPSK	3/4	SEQUENTIAL	DataPlus mas de 48 Kb con cualquier módem
DPSK	1 2	SEQUENTIAL	DifuSat GILAT

**Tabla. 3.8. Distribución de Modulación, FEC y Codificación de enlaces Satelitales de Impsat**

Para mejorar la calidad de funcionamiento con una eficiencia de utilización del espectro determinada, es necesario utilizar métodos con mayor número de estados, integrados con un código corrector de errores. Por ejemplo, una señal codificada con un código de relación  $R=2/3$ , que se modula en 8PSK, origina una ocupación del espectro igual a una modulada QPSK, pero será de mejor calidad con la utilización del algoritmo VITERBI para la decodificación. Las últimas técnicas de corrección aplicadas para este tipo de

modulación se basan en la utilización codificación convolucional VITERBI concatenada con codificación en bloques REED SOLOMON, de esta forma, la potencia requerida es bastante mas reducida a cambio de utilizar mayor ancho de banda en Hz.

A efecto de evaluar las diferencias entre los diferentes tipos de modulación se publican a continuación las fórmulas que definen la ocupación de los diferentes tipos de portadora en un transponder:

- $BPSK = V/F \times 1,5$
- $QPSK = (V/F \times 0,5) \times 1,4$
- $QPSK + RS = ((V/F \times 0,5) \times 13/12) \times 1,4$
- $8PSK = (V/F \times 1/3) \times 1,4$
- $8PSK + RS = ((V/F \times 1/3) \times 13/12) \times 1,4$
- $16QAM = (V/F \times 1/4) \times 1,4$
- $16QAM + RS = ((V/F \times 1/4) \times 13/12) \times 1,4$

Donde V es la velocidad binaria y F el valor fraccionario para los bits de corrección. La siguiente tabla muestra para una velocidad determinada la diferencia en el consumo de ancho de banda. El motivo por el cual los resultados son siempre números enteros es debido a que por cuestiones de un máximo aprovechamiento del segmento espacial arrendado, se redondean los resultados obtenidos en las fórmulas anteriores a múltiplos de 25 KHz.

<b>Data Rate :</b>	1024 Kb
<b>F.E.C.:</b>	3/4
QPSK :	975,00 KHz
QPSK + RS:	1050,00 KHz
8PSK:	650,00 KHz
8PSK + RS:	700,00 KHz
16QAM :	500,00 KHz
16QAM + RS :	525,00 KHz

**Tabla. 3.9. Distintos valores del Ancho de Banda para cada tipo de Modulación**

● **Transceiver Satelital EF DATA RFT 500 / 505**

- Frecuencia de Tx.
- Ganancia de transmisión.
- Punto de compresión de 1 dB.

- Alimentación del LNA.
- Pruebas de BER.

### 3.1.2.2 Pruebas en equipos Marca CODAN

#### ● Transceiver Satelital CODAN 5700

- Frecuencia de Tx.
- Verificación de Led's de Alarma del panel frontal del módulo Conversor
- Ganancia del del módulo Conversor.
- Ganancia del SSPA
- Alimentación del LNA.
- Pruebas de BER.

## 3.2 EQUIPOS MICROONDA

### 3.1.3 Condiciones estándar de operación que deben cumplir los equipos de microonda

Valores Requeridos por Equipos DMC Módem Classic II y su unidad de RF	
Frecuencia de Operación (RF)	23 GHz
Frecuencia de Operación (IF)	66 MHz
Potencia de Salida Tx	16 dBm
AGC Level	3.5 – 4.5 V DC
Pruebas Loop Interno	Local y Remoto
Pruebas Loop Externo	Local y Remoto
Verificación del Funcionamiento de LEDS del panel Frontal IDU	
Verificación física de los Equipos	Sin corrosión, conectores en buenas condiciones
Pruebas de BER	Patrón de 2 <sup>15</sup> -1

**Tabla. 3.10. Valores Requeridos por Equipos DMC Classic II**

Valores Requeridos por Equipos DMC DART IDU y ODU	
Frecuencia de Operación (RF)	15, 23 GHz
Potencia de Salida Tx	16 dBm
AGC Level	1 – 5 V DC
RSL	-80 a -40 dBm
Verificación del Funcionamiento de LEDS del panel Frontal IDU	
Verificación física de los	Sin corrosión, conectores en buenas condiciones

Equipos	
Pruebas de BER	Patrón de $1 \times 10^{-6}$

**Tabla. 3.11. Valores Requeridos por Equipos DMC DART**

Valores Requeridos por Equipos CERAGON IDU y ODU	
Frecuencia de Operación (RF)	5.8 GHz
Potencia de Salida Tx	17 dBm
RSL	-40 dBm mínimo
Pruebas de Transmisión de Paquetes	Ping a la estación Local y Remota.
Pruebas Loop Externo	Local y Remoto
Verificación del Funcionamiento de LEDS del panel Frontal IDU	
Verificación física de los Equipos	Sin corrosión, conectores en buenas condiciones, ruptura de carcasa ODU
Actualización Versión Software	Software Versión
Pruebas de BER	Patrón de $1 \times 10^{-9}$

**Tabla. 3.12. Valores Requeridos por Equipos CERAGON IDU y ODU**

Valores Requeridos por Equipos Airspan SDA y ODU	
Frecuencia de Operación (RF)	1,5 2,4 GHz
Potencia de Salida Tx	30 dBm
RSL	-51 dBm
Pruebas de Transmisión de Paquetes	Ping a la estación Local y Remota.
Verificación física de los Equipos	Sin corrosión, conectores en buenas condiciones, ruptura de carcasa ODU

**Tabla. 3.13. Valores Requeridos por Equipos Airspan SDA y ODU**

### 3.1.3.1 Pruebas en equipos marca DMC

- **Módem DMC Classic II y su unidad de RF**

- Encendido de la IDU (Verificación del Estado del Fusible).
- Voltaje de alimentación de de la IDU.
- Verificación física de los Equipos.
- Pruebas Loop Interno Local.
- Pruebas Loop Interno Remoto.
- Pruebas Loop Externo Local.
- Pruebas Loop Externo Remoto.
- Pruebas de BER.
- AGC Level.
- Verificación del Funcionamiento de LED's del panel Frontal IDU.

- Frecuencia de Operación (RF).
- Potencia de Salida Tx.
- Frecuencia de Tx

### **3.1.3.2 Pruebas en equipos marca DART**

- Encendido de la IDU (Verificación del Estado del Fusible).
- Voltaje de alimentación de de la IDU.
- Verificación física de los Equipos.
- Potencia de Tx
- Frecuencia de Operación (RF).
- Pruebas de BER.
- AGC Level.

### **3.1.3.3 Pruebas en equipos marca CERAGON**

- Verificación física de los Equipos.
- Encendido de la IDU.
- Voltaje de alimentación de de la IDU.
- Verificación del Funcionamiento de LEDS del panel Frontal IDU.
- Pruebas de Conexión con software de Configuración FA 4800 MANAGER.
- Actualización Versión Software.
- Pruebas de BER.

### **3.1.3.4 Pruebas en equipos marca AIRSPAN**

- Verificación física de los Equipos.
- Encendido de la SDA.
- Voltaje de alimentación de de la SDA.
- Pruebas de Conexión con Software de Configuración Wip Config.
- Pruebas de BER con software de Gestión Wip Manage.

## CAPITULO IV

### DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS A REALIZARSE EN EQUIPOS SATELITALES Y MICROONDAS

#### 4.1 PRUEBAS ESTÁNDAR QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS SATELITALES VSAT

##### 4.1.1 Descripción de Pruebas en equipos marca HUGHES


- Equipamiento y Accesorios De Prueba

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE MEDICIÓN REQUERIDA
DC Block	HP	XXX	Input 110 V AC Output 10 V DC
Atenuador constante de Potencia	HP	HP 8498A	30 dB
Multímetro	FLUKE	77 SERIES III	Voltaje AC y DC
Sensor de Potencia	HP	8485A	50MHz – 26.5GHz -30dBm - +20dBm
Medidor de Potencia y Frecuencia	HP	5348A	Depende del sensor
Analizador Espectros	HP	8563E	9 KHz - 26.5 GHz

Tabla. 4.1. Instrumentos de Prueba para PES 5000

	
HP/Agilent 5348A Microwave Counter & RF Power Meter	
Potencia de Operación:	-70 dBm (100 pW) a +44 dBm (25 W)
Frecuencia de Operación	10 - 26.5 GHz
Precio en el mercado:	:\$4,850.00

**Tabla. 4.2. Instrumentos de Prueba para PES 5000**


	
HP/Agilent 8485A Power Sensor	
Potencia de Operación:	-30 a +20 dBm
Frecuencia de Operación	50 MHz a 26.5 GHz.
Precio en el mercado:	\$890

**Tabla. 4.3. Instrumentos de Prueba para PES 5000**


	
HP/Agilent 8563E Spectrum Analyzer	
Potencia de Operación:	-30 a +30 dB
Frecuencia de Operación	9kHz a 26.5GHz
Precio en el mercado:	\$7500

**Tabla. 4.4. Instrumentos de Prueba para PES 5000**



	
HP 8498A 30 dB attenuator	
Potencia de Operación:	25 W (promedio), 500 W (pico, DC a 5.8 GHz), 125 W (pico, 5.8 a 18 GHz)
Frecuencia de Operación	DC a 18 GHz
Precio en el mercado:	\$500

**Tabla. 4.5. Instrumentos de Prueba para PES 5000**

	
FLUKE MULTIMETER MODEL 77 SERIES III	
Precio en el mercado:	\$229.95

**Tabla. 4.6. Instrumentos de Prueba para PES 5000**

#### 4.1.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en equipos PES 5000

- **Banco/s de Prueba**

- Antena parabólica para PES 5000 (1.8 m Diámetro).
- Herrajes para antena
- Feed y LNA (patrón)
- Cable IFL.(Cable coaxial RG8 con conectores tipo N macho)
- IDU PES 5000 (bajo prueba)
- ODU PES 5000 (Cabeza RF patrón )
- Una PC, laptop ó palmtop con el programa DIU Editor.

➤ Cable de consola para conectar la PC a la PES 5000 para su configuración

• **Verificaciones Previas**

1. Conectar la unidad interior a la alimentación; si se verifica que no enciende realizar el cambio de la fuente.
2. Conectar a la PC utilizando el conector del panel trasero “MAINTENANCE” y el cable de consola RJ11-DB9<sup>1</sup>.

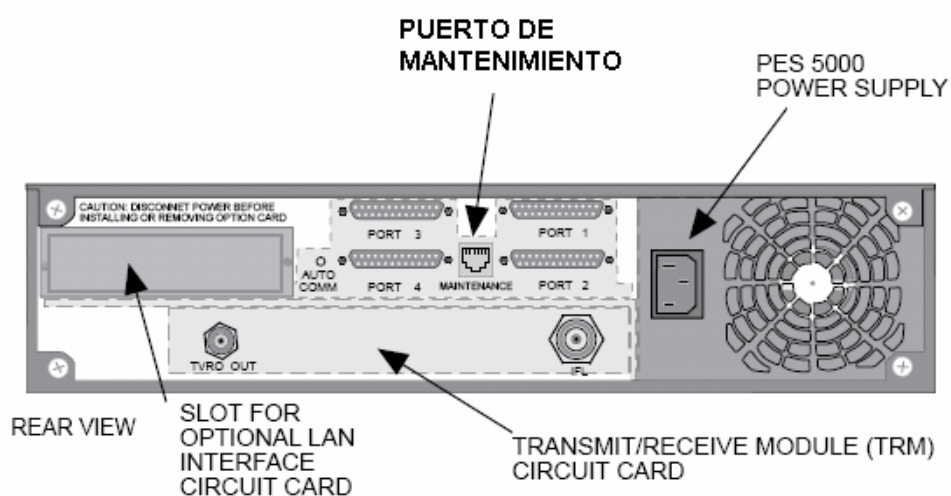


Figura. 4.1. Diagrama conexiones IDU - ODU PES 5000

3. No conectar el IFL.

• **Conexiones IDU – ODU**

Se debe tener en cuenta el tipo de cable y los conectores que utilizarán en la conexión<sup>2</sup> LNB – ODU (cabeza de RF) el cual es un cable coaxial tipo RG6 (75 - Ohmios) de 0.5 m de longitud, con conectores tipo F macho a ambos extremos, mientras que el cable IFL que conecta la IDU con la ODU es un cable coaxial RG8 (52 - Ohmios).

<sup>1</sup> Véase Cap. 2 sección : 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) System, “Configuración PES 8000 y 5000”, Pinout del Cable de Conexión de la PC a la DIU.

<sup>2</sup> Véase Cap. 4 sección : 4.3 Descripción De Los Distintos Tipos De Cables Necesarios Para La Implementación De Un Enlace Satelital.

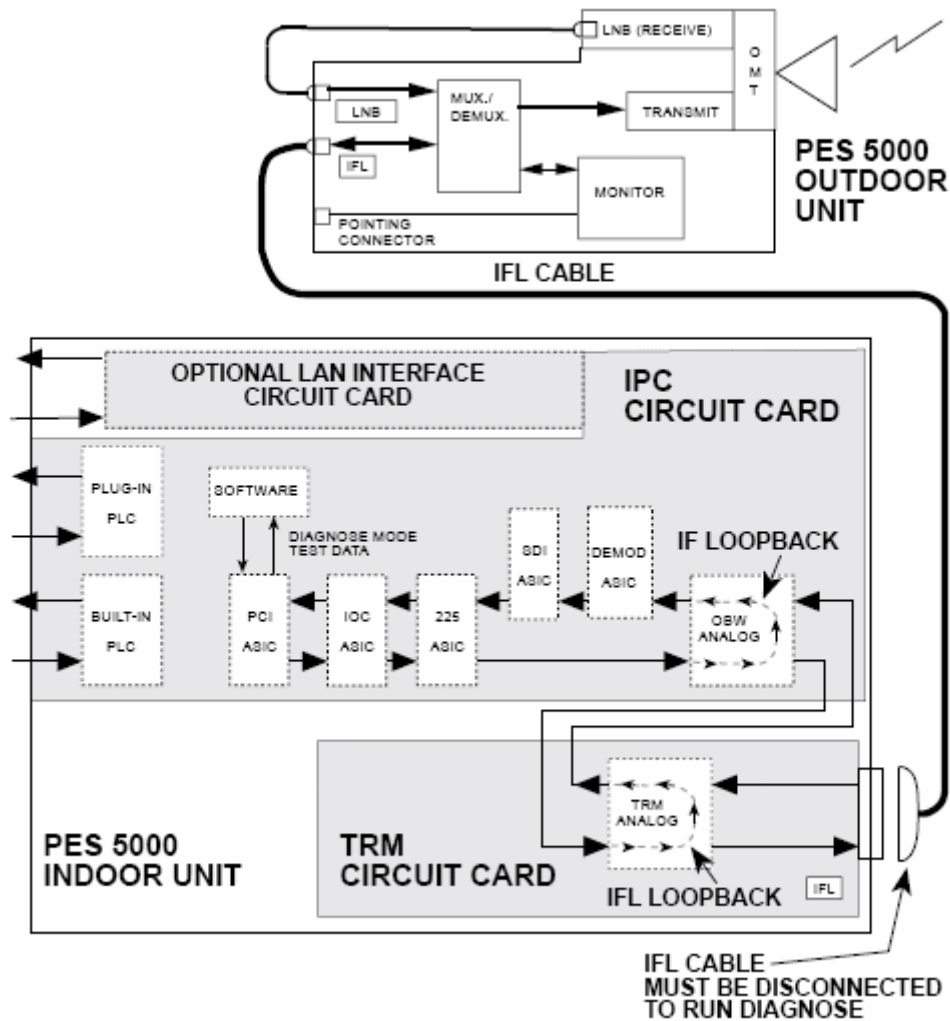


Figura. 4.2. Diagrama conexiones IDU - ODU PES 5000

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Procedimiento de verificación de fuente de alimentación**

1. Se deberá verificar los niveles de las tensiones; en caso que no encienda se deberá realizar una Conexión provisoria de la fuente.
2. Desconecte la tensión de alimentación del gabinete.
3. Remueva la tapa del chasis retirando los tornillos “inferiores – delanteros” y “trasero – superior” del gabinete.
4. Se deberá controlar los niveles de tensión de la electrónica interna con la fuente con carga (sin desconectar el J4 de la IPC). En la Figura. 4.3. se muestran los valores que se deben medir sobre el conector.

	5 V	12V	18V
← FUENTE	5V	0	18V
	0	-12V	0
	0	0	0
	↓ FRENTE DE CHASIS		

**Figura. 4.3. Voltajes en Conector PES 5000**

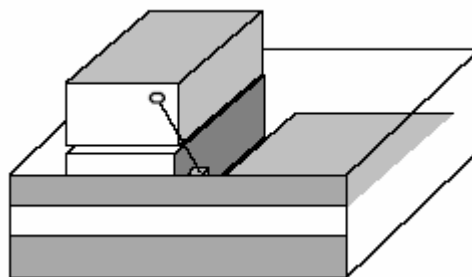
### Tensiones de Fuente de PES 5000

NIVEL DE TENSIÓN	REQUERIMIENTO DE CORRIENTE	USADO POR
+5V	3.1A	IDU
+12V	2.4A	IDU
-12V	.35A	IDU
+18V	3.0A	ODU

**Tabla. 4.7. Tensiones de Fuente PES 5000**

### Conexión provisoria de fuente

Sin retirar la fuente que se sospecha está dañada, coloque una fuente en buen estado sobre la fuente del gabinete; desconecte del conector J4 la fuente dañada y conecte la fuente buena (Para verificar que no existe problema de corto en la placa que esté afectando a la fuente ) – Figura. 4.4. Coloque alimentación y verifique las tensiones descritas en la Figura. 4.3.

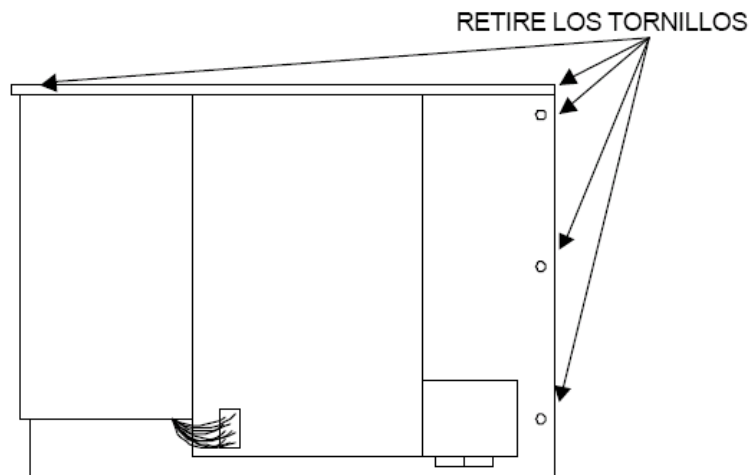


**Figura. 4.4. Conexión Provisoria de Fuente**

Si se comprueba que la fuente es defectuosa se deberá reemplazar y continuar con el procedimiento para comprobar que el resto de la IDU no presenta problemas. Luego se procederá al cambio de fuente.

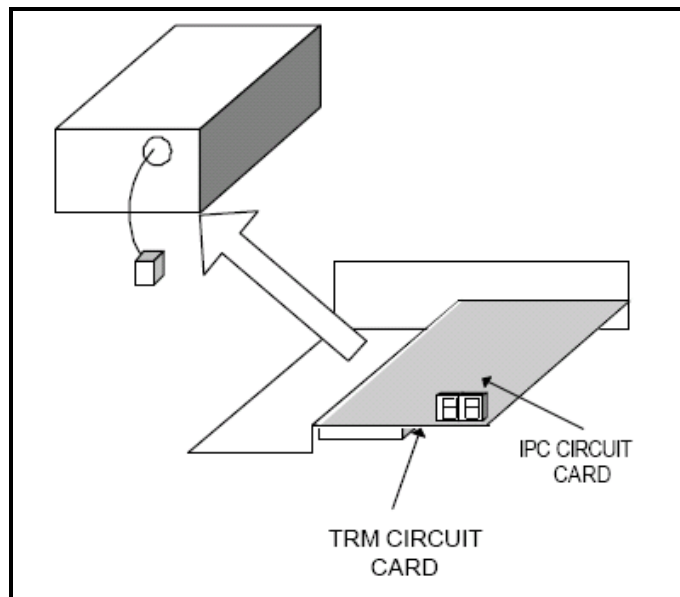
**Cambio de Fuente**

Retire los tornillos como se muestra la Figura. 4.5.



**Figura. 4.5. Tornillos que deben retirarse en PES 5000**

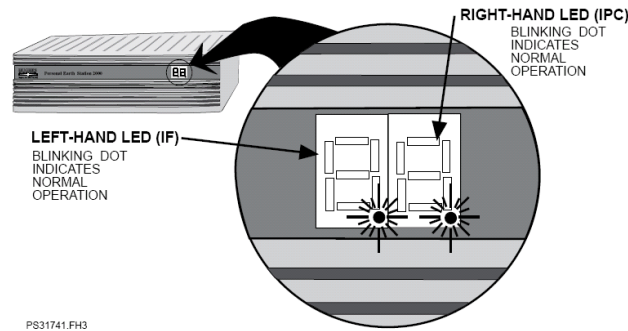
Retire la unidad interior y reemplace la fuente como muestra la Figura. 4.6.



**Figura. 4.6. Reemplazo de Fuente de Poder**

**b) Modo Diagnóstico**

El modo diagnóstico y el self-test de encendido pueden indicar que una tarjeta en particular (IPC, TRM, PLC interno o Placa de interface LAN) está defectuosa.



**Figura. 4.7. LED's de estado PES 5000**

1. Recuerde que para realizar diagnóstico primero debe desconectar el cable IFL del panel trasero.
2. Utilizando la función “SWITCH” del DIU Editor cambiar la IDU a “MODO DIAGNOSTICO”<sup>3</sup>.
3. Salir de la función de “SWITCH” y apagar la PES 5000 y comenzará el Self-Test de diagnóstico. Al cabo de unos minutos se debería alcanzar la siguiente condición:

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	[d]/[E.]
IPC LED	[2]/[3.]

**Tabla. 4.8. Valores de LED's después de Self - Test**

Si uno de los test de diagnostico falla en la PES 5000 el IF LED muestra 6/2 y el IPC LED muestra el código correspondiente al código de falla del test.

**Secuencia de Testeo del Modo Diagnóstico:**

1. Al entrar en el modo diagnostico la PES 5000 se resetea.
2. Corre un test sobre la RAM. Mientras este se ejecuta el IPC LED muestra 2/0. Y el IF LED muestra d/BLANCO. Note que los LED's muestran el código de “State” y “Status” en sincronismo. Los códigos de falla son:

<sup>3</sup> Véase Cap. 2 sección : 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) system, “Configuración PES 8000 y 5000”, Función Switch

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	6/2.
IPC LED	2/r.

**Tabla. 4.9. Códigos de Falla de LED's**

**Nota:** Para poder determinar el significado de estos códigos tanto los de alarma como los de error de las tarjetas de las PES 5000 / 8000 se debe revisar el anexo A.

3. La PES 5000 inicia un test de PLL que si falla reporta los siguientes códigos:

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	6/2.
IPC LED	2/A.

**Tabla. 4.10. Códigos de Falla de LED's**

4. Se ejecuta un SDLC loopback test para verificar el funcionamiento de los PLC interno y del PLC opcional (si esta disponible) realiza un loop de datos. Los códigos de falla son los siguientes:

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	6/2.
IPC LED	2/d. o 2/E.

**Tabla. 4.11. Códigos de Falla de LED's PLC1**

5. Luego se realiza el IF e IFL loopback test .El IF loopback es más corto que el IFL, en ellos se verifica la lógica de transmisión en banda base en el IPC. Mientras el IF loopback se realiza los LED's indican lo siguiente :

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	d/F. d/E.
IPC LED	2/2.

**Tabla. 4.12. Códigos de LED'S 1F loopback**

Si falla el IF test

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	6/2.
IPC LED	2/8.

**Tabla. 4.13. Códigos de Falla de IF test**

Mientras el IFL loopback se realiza los LED's indican lo siguiente:

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	d/F. o d/E.
IPC LED	2/L.

**Tabla. 4.14. Códigos de Falla de IF test**

Si falla el IF test

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	6/2.
IPC LED	2/J.

**Tabla. 4.15. Códigos de Falla de IF test**

Si se corre el diagnóstico con el cable de IFL colocado dará error este último diagnóstico. Si el diagnóstico de bien realizándolo con el IFL colocado es síntoma que el IFL o la ODU presenta falla.

### c) Verificación De Funcionamiento en Modo Comisionamiento

1. Se debe conectar el IFL que viene de la ODU a la IDU.
2. Configurar la IDU en modo “Comisionamiento” de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 2 sección : 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) system, “Configuración PES 8000 y 5000”, con los siguientes datos:

PARÁMETROS A CONFIGURAR EN PES 5000		
<b>OUTROUTE</b>	512 Kbps	
<b>INROUTE</b>	128 Kbps	
<b>Remote Base address MSB</b>	01	
<b>Remote Base address LSB</b>	A0	
<b>Power Level</b>	B4 (37.3 dBm)	
<b>Timing Offset</b>	B319	
<b>Carrier ID</b>	4210	
<b>Primary Frequency Code</b>	A6F102	
<b>Backup Frequency Code</b>	A6F102	
<b>Inroute Freq. Codes (Para pruebas LAB)</b>	8	6407
<b>Inroute Freq. Codes (Para pruebas LAB):</b>	9	6807

**Tabla. 4.16. Parámetros a configurarse en la PES 5000**

El Power Level B4 es el valor máximo de potencia que estos equipos funcionan, el cual equivale a 37.3.dBm.



El parámetro Timing Offset B319 se lo calcula gracias a la función “Latlog” dentro del Menú “Utils” del programa de configuración “DIU Config”<sup>4</sup>.

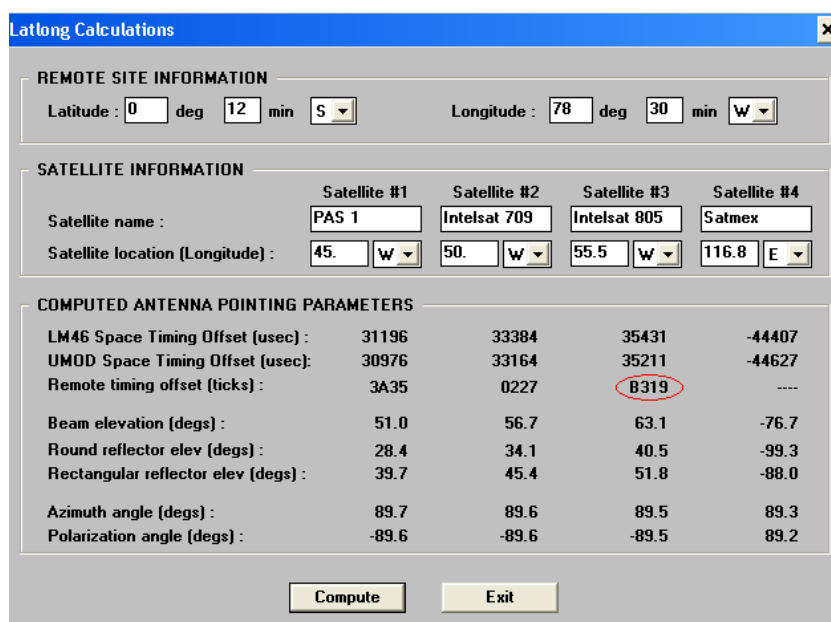


Figura. 4.8. Función Latlog

3. Setear la IDU de modo “Diagnose” a modo “Commission”.

Verificar que los LED’S de estado y de status muestren los siguientes códigos:

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IF LED	r/.
IPC LED	3/b.

Tabla. 4.17. Códigos de Falla de IF test

**d) Verificación De Funcionamiento en Modo Normal**

1. Setear la Unidad Interior de modo “Comisionamiento” a modo “Normal” según lo indicado en el Cap. 2 sección : 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) system, “Configuración PES 8000 y 5000”, Función Switch.
2. Al conectarse las PES 5000 realiza un self test seguido por el restablecimiento de la comunicación con el HUB. El proceso típico lleva 1 minuto pero puede llevar en algunos casos 10 minutos. Finalmente el código normal de funcionamiento es un punto decimal titilando en cada display.

<sup>4</sup> Véase Cap 2 sección : 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) System, “Configuración PES 8000 y 5000”, Función Lat Log).

Si esto no ocurre verificar parámetros de configuración y parámetros de comisionamiento de la remota de prueba utilizando la función “Dialog” del programa “DIU Config”<sup>5</sup>.

#### e) Prueba de Transmisión de Datos.

1. Se debe verificar que la PES 5000 esté en modo “Normal”. Además se debe configurar la dirección IP de la PC de acuerdo a la dirección que tenga la tarjeta LAN de la PES 5000.

IP PC	IP PES 5000
100.100.100.2	100.100.100.1
255.255.255.0	255.255.255.0

**Tabla. 4.18. Direcciones IP PES 5000 y PC**

2. Debemos conectar mediante un cable de red cruzado el puerto ethernet de la PC y el puerto LAN de la PES para poder pasar ping de la PC a la dirección IP de la PES 5000.

Adicionalmente se debe pasar ping al ROUTER del HUB, es decir hacerse un ping el cual llegue a la PES para más tarde mediante el enlace vía satélite llegue al HUB y finalmente al Router conectado a este. Debemos tener en cuenta que el tiempo de respuesta puede llegar a ser mayor a los 1600 ms debido a que el medio de transmisión de los paquetes es el espacio libre. Por esta razón al correr este código en una ventana de DOS debemos hacerlo con el siguiente código:

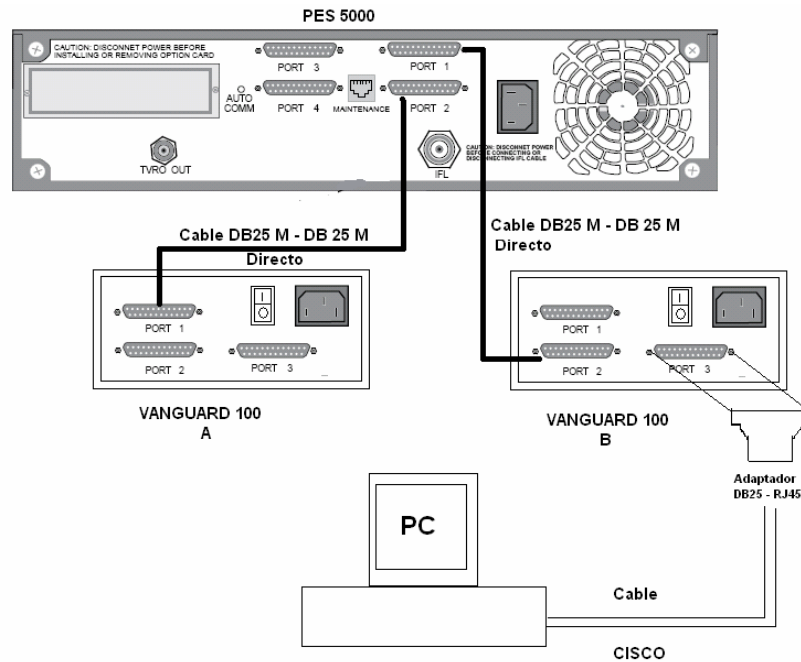
```
ping 20.1.6.1 -w 1600 -t
```

La dirección IP del router conectado al HUB que enruta las PES 5000 es **20.1.6.1**

#### f) Prueba de Puertos DB - 25

1. Finalmente la última prueba vendría a ser la de los puertos DB 25 de la PES 5000 para lo cual debemos conectar un par de equipos que trabajen con X.25. Estos equipos pueden ser 2 Router Vanguard 100 los cuales se los conecta mediante 2 Cables DB 25 directos a los puertos 1 y 2 de la PES 5000. Se debe entonces conectar dichos equipos como se muestra a continuación:

<sup>5</sup> Véase Cap. 2 sección: 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) system, “Configuración PES 8000 y 5000”, Función Dialog.



**Figura. 4.9. Conexión de Equipos para pruebas de Puertos DB - 25**

El cable que va de la PC a uno de los Vanguard 100 es un Cable de Consola Cisco (Cable Celeste).

Para la configuración de estos equipos Vanguard se debe ingresar al programa Hyperterminal y mediante una conexión a través del puerto serial (COM1) se accede a la configuración de estos equipos.

Lo que hacemos es estando en el VANGUARD “B” acceder a la configuración de VANGUARD “A” mediante la interconexión de los puertos DB25 de la PES 5000.

#### 4.1.1.2 Descripción de pruebas a realizarse en equipos PES 8000

- **Banco/s de Prueba**

- Antena parabólica para PES 8000 (1.8 m Diámetro).
- Herrajes para antena.
- Cable IFL.(Cable coaxial RG8).
- IDU PES 8000 (bajo prueba).
- ODU PES 8000 (Cabeza RF patrón)
- Tarjeta IFM
- Tarjeta TPC

- Una PC, laptop ó palmtop con el programa DIU Editor.
- Cable de consola para conectar la PC a la PES 5000 para su configuración

- **Verificaciones Previas**

**a) Verificación De Funcionamiento Fuente de alimentación**

1. Conectar la unidad interior a la alimentación; si se verifica que no enciende realizar el cambio de la fuente.
2. Conectar a la PC utilizando el conector del panel trasero CONFIG y el cable de consola de conectores RJ11-DB9.

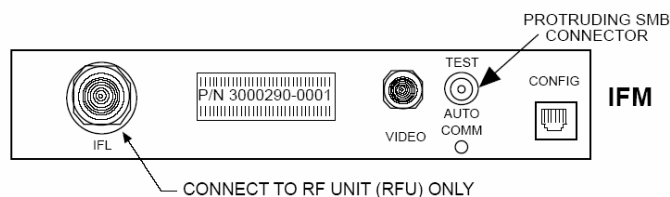
- **Conexiones IDU – ODU**

Se utilizan los mismos tipos de cables utilizados en la conexión de la PES 5000 a su ODU (Cabeza RF), mientras que el cable de conexión del LNA a la ODU es el mismo con la diferencia del tipo de conectores al los extremos los cuales son de tipo N (macho).

- **Procedimiento de Prueba**

**b) Verificación De Funcionamiento Modo Diagnóstico**

3. Colocar el cable con conectores N y SMB entre el port de IFL y el puerto TEST. Utilizando la función “SWITCH” del programa “DIU Editor” cambiar la IDU a modo “DIAGNOSTICO”<sup>6</sup>.



**Figura. 4.10. Reemplazo de Fuente de Poder**

4. Verificar que la placa IFM/IFM+/IFMQ y la placa de aplicación alcancen alguno de los siguientes estados:

<sup>6</sup> Véase Cap. 4 sección: 4.1.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en equipos PES 500, “Procedimiento de Prueba” literal **b)** Modo Diagnóstico.

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IFM	[d]/[.], [d]/[E.] ó [d]/[F.]
TPC	[2]/[3.]

Tabla. 4.19. Valores de LED'S después de Self Test

### c) Verificación De Funcionamiento en Modo Comisionamiento

1. Se debe conectar el IFL que viene de la ODU a la IDU (PES 8000).
2. Configurar la IDU en modo “Comisionamiento” de acuerdo a lo indicado en el Cap. 2 sección : 2.1.2. “Configuración de los Equipos Satelitales VSAT” con los siguientes datos:

PARÁMETROS A CONFIGURAR EN PES 5000		
OUTROUTE	512 Kbps	
INROUTE	128 Kbps	
Remote Base address MSB	01	
Remote Base address LSB	04 (Si se realiza prueba de tarjeta TPC en el Slot 1)	
Power Level	B4 (37.3 dBm)	
Timing Offset	B319	
Carrier ID	4210	
Primary Frequency Code	A6F102	
Backup Frequency Code	A6F102	
Inroute Freq. Codes (Para pruebas LAB)	1	C507
Inroute Freq. Codes (Para pruebas LAB):	2	6007

Tabla. 4.20. Parámetros a configurarse en la PES 8000

3. Setear la IDU de modo “Diagnose” a modo “Commission”.
4. Verificar que los LED'S de estado y de status muestren los siguientes códigos:

LED INDICADOR	CÓDIGO DE LED
IFM LED	r/.
TPC LED	3/b.

Tabla. 4.21. Códigos de Comisionamiento exitoso en tarjetas IFM y TPC

**Nota:** Para poder determinar el significado de estos códigos tanto los de alarma como los de error de las tarjetas de las PES 5000 / 8000 se debe revisar el Anexo A.

### d) Verificación De Funcionamiento en Modo Normal

1. Usando un gabinete bueno, colocar en él una IFM, IFM+ ó IFMQ en el slot inferior y al menos una placa de aplicación (TPC) en uno de los slots restantes.

2. Colocar una fuente de alimentación buena. Conectar el cable IFL al conector N de la IFM (ó IFM+ ó IFMQ).
3. Encender la PES 8000. Configurar la estación remota seteando la Unidad Interior de modo “Comisionamiento” a modo “Normal”.
4. Verificar que todas las placas lleguen a mostrar el código [ ]/[ ]. Registrar el Eb/No.
5. Reemplazar el gabinete bueno por el gabinete bajo prueba. Colocar la fuente buena en él. Colocar en este gabinete las placas buenas que se encontraban en el anterior.
6. Verificar que todas las placas lleguen a mostrar el código [ ]/[ ]. Verificar que el Eb/No no varíe respecto al anterior ( $\pm 1$  dB).

Si esto no ocurre verificar parámetros de configuración y comisionamiento de la remota de prueba utilizando la función “Dialog” del programa “DIU Config”.

#### e) Prueba de Transmisión de Datos.

1. Verificar que la PES 8000 esté en modo “Normal”. Además configurar la dirección IP de la PC de acuerdo a la dirección que tenga la tarjeta LAN de la PES 8000.

IP PC	IP PES 8000
172.28.254.61	172.28.254.61
255.255.255.0	255.255.255.0

**Tabla. 4.22. Direcciones IP PES 8000 y PC**

2. Conectar mediante un cable de red cruzado el puerto ethernet de la PC y el puerto LAN de la PES para poder pasar ping de la PC a la dirección IP de la PES 5000.
3. Pasar ping al ROUTER del HUB, es decir hacerse ping de la PC a la PES para que mediante el enlace vía satélite llegue al HUB y finalmente al Router conectado a este. Debemos tener en cuenta que el tiempo de respuesta puede llegar a ser mayor a los 1600 ms debido a que el medio de transmisión de los paquetes es el espacio libre. Por esta razón al correr este código en una ventana de DOS debemos hacerlo con el siguiente código:

```
ping 20.1.9.1 -w 1600 -t
```

La dirección IP del router conectado al HUB que enruta las PES 8000 es 20.1.9.1

#### 4.1.1.3 Descripción de pruebas a realizarse en transceivers tanto para PES 5000 como para PES 8000

La cabeza de RF cumple las siguientes funciones:

- Up converter: traslada la señal de uplink a banda Ku o banda C
- SSPA: envía la señal de uplink amplificada al feed
- En banda Ku: un LNC amplifica y convierte la señal de downlink a banda L
- En banda C: un LNA externo amplifica la señal de downlink y la entrega a la RF head, donde un downconverter la pasa a banda L.

##### • Banco/s de Prueba

- Una IDU tipo PES (X000) con placas: IF4M (ó IFM+ ó IFMQ), una TPC (ó MPC ó VDPC).
- Una cabeza de RF tipo III (Banda C).
- Cable IFL.(Cable coaxial RG8)
- Antena parabólica para PES X000 (1.8 m Diámetro).
- Herrajes para antena
- Una PC, laptop ó palmtop con el programa DIU Editor.
- Cable de consola para conectar la PC a la PES 5000 para su configuración
- Multímetro (FLUKE 77 III SERIES).
- DC Block HP
- Analizador Espectros HP 8563E

##### • Procedimiento de Prueba

###### a) Verificación funcionamiento correcto Equipos patrón

1. Instalar la cabeza de RF buena y la unidad interior buena. Encender la unidad interior. Configurar la IDU dependiendo si es PES 5000 u 8000 usando el DIU Editor con los datos mostrados en las secciones anteriores<sup>7</sup>. Esperar la finalización del ciclo de inicio.

<sup>7</sup> Véase Tabla. 4.16. Parámetros a configurarse en la PES 5000 ó también Tabla. 4.20. Parámetros a configurarse en la PES 8000.

2. Comisionar la PES X000 y verificar que el comisionamiento sea exitoso, chequeando el estado de los display's: 3/r. y 3/b.
3. Pasar a modo "NORMAL" y verificar que los display's muestren los valores de : [ ]/[ .] en cada uno.
4. Registrar el Eb/No indicado en la pantalla "Monitor".

**b) Verificación funcionamiento correcto Equipos bajo prueba**

1. Apagar la unidad interior. Reemplazar la cabeza de RF por la cabeza bajo prueba. Aguardar la finalización del ciclo de "startup", comisionar la estación, y tras el comisionamiento pasarla a modo "NORMAL" y verificar que los display's muestren los valores de : [ ]/[ .] en cada uno.
2. Registrar el Eb/No y verificar que no haya variado en más de 1.5 dB con respecto al anotado con los equipos patrón.

**Banco de Prueba para Mediciones Adicionales**

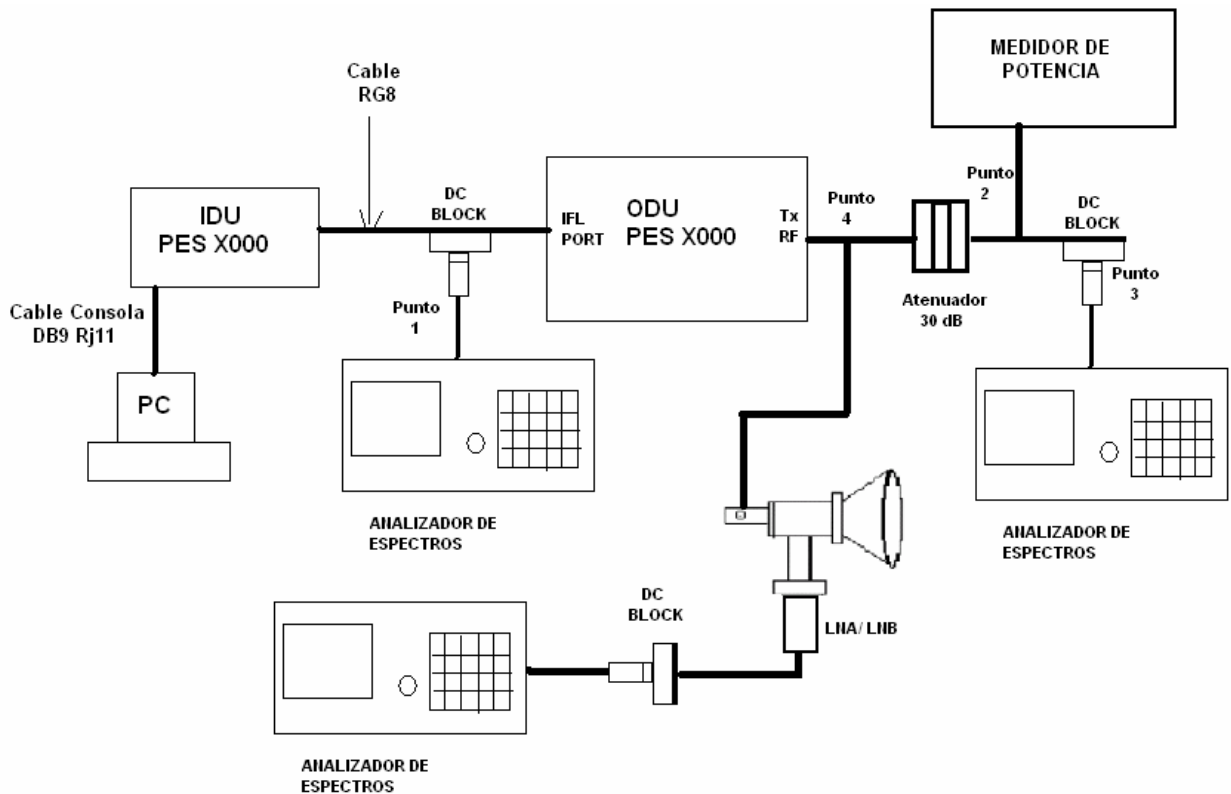


Figura. 4.11. Banco de Prueba para pruebas adicionales

**c) Mediciones En Transmisión**



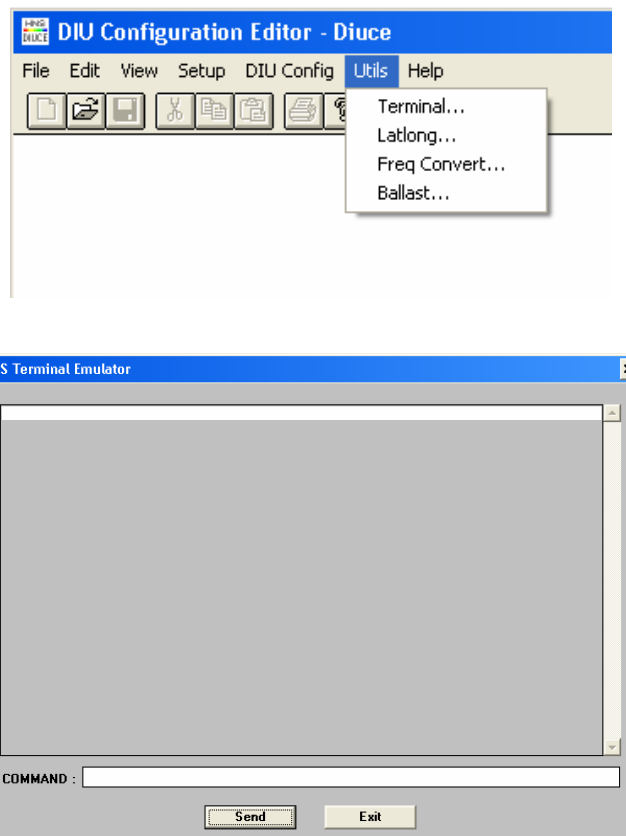
**a. Medición de potencia**

1. Cargar en la DIU los siguientes parámetros en el menú “DIALOG”:

<b>CARRIER ID:</b>	CUALQUIERA
<b>PRIMARY FREQUENCY:</b>	640004
<b>BACKUP FREQUENCY:</b>	640004
<b>INROUTE1:</b>	101B
<b>El resto de la INROUTE</b>	0000

**Tabla. 4.23. Configuración de la IDU**

2. Guardar los parámetros seteados en la unidad interior PES mediante la opción “WRITE”<sup>8</sup>.
3. Apagar la unidad interior y conectar el atenuador de potencia al conector RF TX y luego el sensor con el power meter. Encender la unidad interior y entrar en el modo “TERMINAL”.



**Figura. 4.12. Función PES Terminal Emulator**

<sup>8</sup> Véase Cap. 2 sección : 2.1.2.1 PES (Personal Earth Station) system, “Configuración PES 8000 y 5000”, Función Write

4. Ingresar el comando **X5** (habilita la transmisión en modo continuo).
5. Verificar que la IFM y la placa de datos se reseteen. Verificar que la IFM presente en el display dos líneas verticales (II). Verificar que en la laptop aparezca “NULL RESPONSE” o “GARBLED MESSAGE”.
6. Esperar que ambas placas terminen de resetearse. Verificar que la placa de datos MPC presente el código 8/2. o 5/2.y la IFM el código F/E.
7. Ingresar el comando **Q 101B** (dejar un espacio entre la Q y el número).Los caracteres presentes luego de la Q determinan la frecuencia de Inroute. Verificar que la laptop presente Q OK.
8. Ingresar el comando **SW14** (Especifica potencia de transmisión +21.3 dBm)
9. Ingresar el comando **X3** (Determina que la transmisión sea modulada)
10. Ingresar el comando **X9** (Habilita la transmisión aunque no este enganchada la outroute).
11. Verificar que la potencia en el Power meter sea 21.3 dBm (+/- 2 dB) y que la IFM no tenga un código diferente a F/E.
12. Ingresar el comando **SWB4** (Setea la DIU para transmitir a máxima potencia)
13. Verificar que el Power Meter lea +35.3 dBm como mínimo.
14. Apagar la unidad interior.

Los códigos hexadecimales que definen la potencia son los siguientes:

<b>SWxx</b>	<b>Potencia de Salida</b>
<b>(xx = valor de la potencia en hexa)</b>	<b>(dBm)</b>
14	21,3
1E	22.3
28	23,3
32	24.3
3C	25.3
46	26.3
50	27.3
5A	28.3
64	29.3
6E	30.3
78	31.3

82	32,3
8C	33,3
96	34,3
A0	35,3 dBm (Máxima potencia de salida)
AA*	36,3
B4*	37,3

**Tabla. 4.24. Potencia de Salida de PES XXX**

Con los códigos AA y B4 se logra obtener potencia de salida máxima, independientemente de la temperatura y la frecuencia.

Para determinar la potencia de salida se puede utilizar el siguiente cálculo:

$$P_{sal} = 19,3 \text{ dBm} + (\text{Valor tabla en Decimal})/10$$

Tener en cuenta que los valores de potencia de la tabla pueden tener una tolerancia de  $\pm 2$ dBm.

Se debe tener en cuenta la siguiente tabla que permite setear correctamente la frecuencia deseada:

Uplink Outroute Frequency (MHz)	Downlink Outroute Frequency (MHz)	Inroute Frequency (MHz)	Outroute Code	Inroute Code
5925	3700	5927	100004	7437
5975	3700	5977	200004	D833
6025	3800	6027	300004	3C2C
6075	3850	6077	400004	1027
6125	3900	6127	500004	7423
6175	3950	6177	600004	D81F
<b>6195</b>	<b>3970</b>	<b>6197</b>	<b>640004</b>	<b>101B</b>
6225	4000	6227	700004	3C18
6275	4050	6277	800004	1013
6325	4100	6327	900004	740F
6375	4150	6377	A00004	D80B
6425	4200	6423	B00004	1404

**Tabla. 4.25. Frecuencias de Inroute y Outroute para PES XXX**

**b. Medición de la forma de la señal de Tx y Ganancia**

1. Retirar el sensor y colocar el COUPLER especificado en el BANCO de pruebas en el punto 2.
2. Encender la unidad interior y repetir los pasos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 de la sección “Medición de Potencia” en ese orden.
3. Verificar que en el punto 3 del Banco de Pruebas (Señal en el Analizador de espectros) se tenga una portadora en 6197Mhz. En caso de que sea diferente asegurarse que es la misma señal que sale de la unidad interior, en cuanto a la forma y no al nivel, medida en el punto 1 pero en 167Mhz. No olvidar el DC block en el Analizador de espectro, ya que en el punto 1 existe continua
4. Ingresar el comando *SWB4* y verificar que la señal en el analizador de espectros aumentó en todos sus puntos, aproximadamente 15dB.
5. Ingresar nuevamente *SW14* y verificar que la señal baje sin que las placas indiquen códigos diferentes a los ya especificados.
6. Volver a *DIALOG* y modificar los siguientes parámetros: *OUTROUTE CODE (PRIMARY & BACKUP FREQUENCY) 10D302 INROUTE CODE 8837*.
7. Repetir el paso 2 de esta sección.
8. Repetir el paso 3 de esta sección pero con la diferencia que la portadora en el punto 3 (Analizador de Espectros)debe estar en 5929 MHz. y en el punto 1 en 169 MHz.
9. Repetir los pasos 4 y 5 de esta sección.
10. Volver a *DIALOG* y modificar los siguientes parámetros: *OUTROUTE CODE (PRIMARY & BACKUP FREQUENCY) B02C05 INROUTE CODE 2804*.
11. Repetir el paso 2 de esta sección.
12. Repetir el paso 3 de esta sección pero con la diferencia que la portadora en el punto 3 (Analizador de Espectros)debe estar en 6 425 MHz. y en el punto 1 en 185 MHz.
13. Repetir los pasos 4 y 5 de esta sección.

**c. Medición de espurias y frecuencia de transmisión**

1. Repetir los pasos 1,2,3,4,5,6,7,8 de la sección **a. Medición de Potencia** y luego ingresar el comando *XI* (Cambia la transmisión a CLEAN WAVE). Asegurarse que en el punto 3 del Banco de Pruebas aparezca una portadora en 6197 MHz y que la IFM siga en el código F/E. De esta manera se chequean el nivel de espurias (señales

menores a -35dBc entre los +/-128Khz de la portadora y de -43 dBc fuera de ese rango) y la frecuencia de transmisión (utilizando PEAK SEARCH).

2. Puede darse el caso que la IFM entre en código 5/P. y que la portadora sea de las mismas características que la del paso 1 de esta sección pero de menor nivel. (En ese caso se caerá la portadora después de unos segundos. De todas maneras, la cabeza se encuentra OK). Si la portadora se cayó, apagar la unidad interior y repetir el paso 2 de la sección **b. Medición de la forma de la señal de Tx y Ganancia** para volver a transmitir. Por otra parte, si la señal después de ingresar X1 es diferente a lo mencionado anteriormente, el equipo probablemente tenga problemas con el sintetizador.
3. Volver a DIALOG y modificar los siguientes parámetros: ***OUTROUTE CODE (PRIMARY & BACKUP FREQUENCY) 10D302 INROUTE CODE 8837***
4. Repetir el paso 1 de esta sección considerando que ahora la frecuencia debe ser 5929 MHz
5. Volver a DIALOG y cargar los siguientes parámetros: ***OUTROUTE CODE (PRIMARY & BACKUP FREQUENCY) B02C05 INROUTE CODE 2804.***
6. Repetir el paso 2 de la sección **b. Medición de la forma de la señal de Tx y Ganancia.**
7. Repetir el paso 1 de esta sección considerando que ahora la frecuencia debe ser 6425 MHz.

#### **4.1.1.4 Descripción de pruebas a realizarse en los dispositivos: LNB y LNA para PES 5000 y PES 8000**

Estos equipos son utilizados en estaciones remotas VSAT. Se colocan a la salida de recepción del Feed, y su salida se conecta a la cabeza RF u ODU la cual se conecta a IDU a través de un cable IFL (coaxial RG8). A través de este cable reciben la tensión continua de alimentación desde la placa IFM ó IFM+ ó IFMQ (en el caso que la estación sea tipo III, es decir que use unidad interior X000).

Los parámetros principales que los definen son la ganancia y la temperatura de ruido.

- **Procedimiento de Prueba**

1. Realizar una inspección visual a fin de verificar:

- Que no presente corrosión en el cuerpo del LNA / LNB (lado externo y caras internas de la guía de onda) ni en el conector tipo N.
  - Que el conector N / TNC no esté dañado.
2. Con la estación constituida por equipos patrón (Equipos que se sepa de antemano que funcionan bien) verificar que las placas muestren en sus displays : [ ]/[ .]),tomar nota de:
- El Eb/No (en dB) indicado en la pantalla Monitor del programa DIU Editor.
  - El nivel (en dBm) que alcanza el tramo superior de una portadora fija (por ejemplo el outroute) Con la transmisión seteada en 6197 MHz, verificar que la recepción en el punto 4 del diagrama, presente un portadora en 3970 MHz, de acuerdo con el valor de potencia ajustado para la señal, para esto se debe setear la estación con los códigos de INROUTE: 101B y OUTROUTE 640004.
  - Apagar la estación.
3. Reemplazar el LNA o LNB patrón de la estación por el LNA o LNB bajo prueba. Encender la estación. Verificar:
- Que la estación alcance nuevamente el estado normal (todas las placas con su display indicando [ ]/[ .]).
  - Que el Eb/No no haya caído más de 2 dB.
  - Que el nivel que alcanza el tramo superior de la misma portadora utilizada anteriormente no caiga más de 2 dB.

#### 4.1.1.5 Descripción de pruebas a realizarse en el Feed utilizado para el enlace satelital

1. Realizar una inspección visual a fin de verificar:
- Que no presente corrosión en el cuerpo del Feed ni en el conector tipo N.
  - Que el conector N no esté dañado
  - La membrana no presente Humedad por su interior ni tampoco algún tipo de ruptura.
2. Con la estación constituida por equipos patrón (Equipos que se sepa de antemano que funcionan bien) verificar que las placas muestren en sus displays : [ ]/[ .]),tomar nota de:

- El Eb/No (en dB) indicado en la pantalla Monitor del programa DIU Editor.
- El nivel (en dBm) que alcanza el tramo superior de una portadora fija (por ejemplo el outroute) Con la transmisión setead a 6197 MHz, verificar que la recepción en el punto 4 del diagrama, presente una portadora en 3970 MHz, de acuerdo con el valor de potencia ajustado para la señal.
- Apagar la estación.
- Verificar la polarización del feed patrón y ajustarla de idéntica forma la del feed bajo prueba.

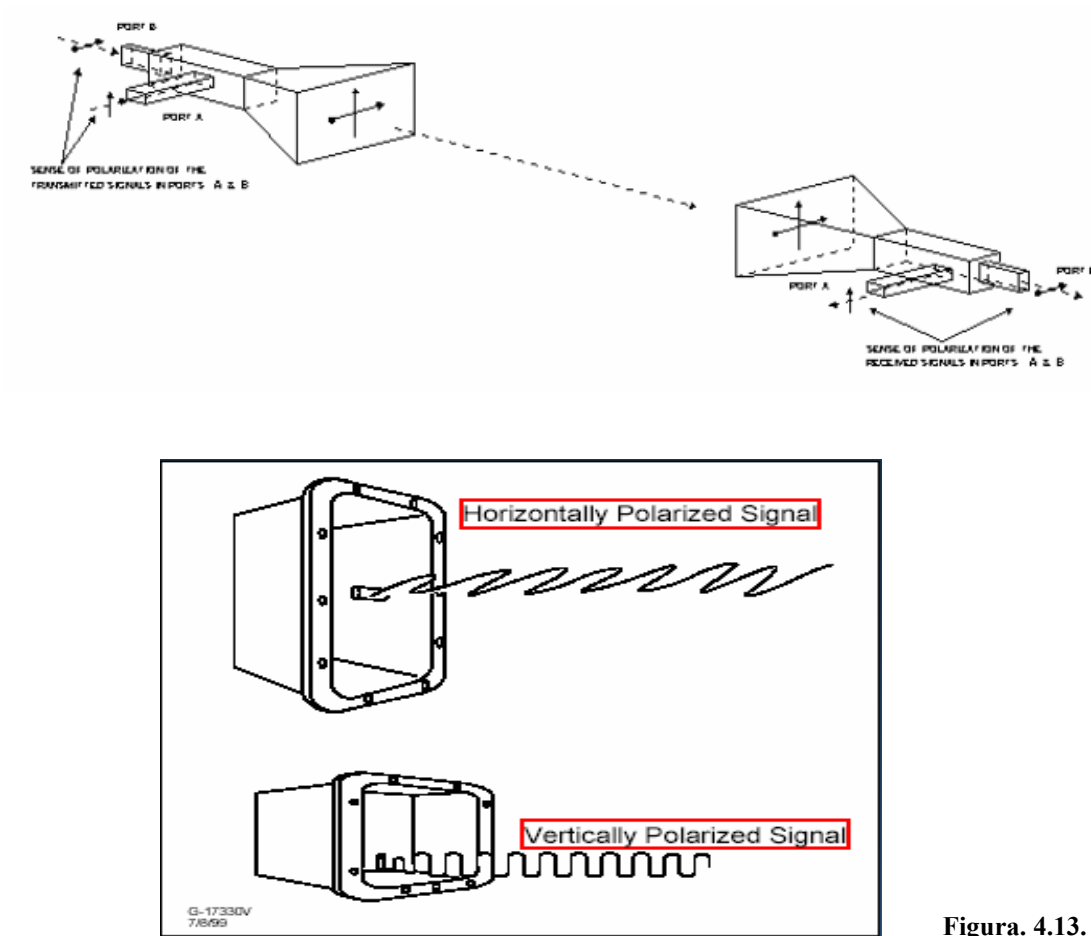


Figura. 4.13.

**Polarización Lineal de Feed y LNA**

- La polarización del feed y LNA esta dada gracias a una pequeña ventana rectangular ubicada dentro del feed. La cual puede estar en forma vertical u horizontal. De igual forma depende también de la orientación del LNA o LNB dependiendo de la frecuencia en la que se trabaje la estación.
3. Reemplazar el Feed patrón de la estación por el Feed bajo prueba. Encender la estación y verificar:

- Que la estación alcance nuevamente el estado normal (todas las placas con su display indicando [ ]/[ .]).
- Que el Eb/No no haya caído más de 2 dB.

#### 4.1.1.6 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas

Véase ANEXO 2

#### 4.1.2 Descripción de Pruebas en equipos marca HUGHES DIRECWAY

- **Equipamiento y Accesorios De Prueba**

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE MEDICIÓN REQUERIDA
Multímetro	FLUKE	77 SERIES III	Voltaje AC y DC

Tabla. 4.26. Instrumentos de Prueba para PES 5000

- **Banco/s de Prueba**

- Antena para Direcway (1.2 m Diámetro).
- Herrajes para estación satelital con antena de 1.2 m de diámetro
- Cable IFL (Coaxial RG6 con conectores tipo F macho)
- IDU DW6000 patrón y bajo prueba
- ODU DW6000 (Cabeza RF) patrón y bajo prueba
- LNB patrón y bajo prueba
- Una PC, laptop ó palmtop con sistema operativo mínimo Windows 98.
- Un cable UTP cat. 5e directo o cruzado para conectar la PC a la unidad interior mediante el puerto ethernet.

##### 4.1.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en equipos DW6000

- **Verificaciones Previas**

1. Conectar la unidad interior a la alimentación; si se verifica que no enciende realizar el cambio de la fuente<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Véase Cap. 2 sección: 2.1.2.2 Configuración DW6000 “La fuente de poder o AC Adapter”.



2. Verificar el estado de la fuente midiendo los voltajes de la misma, que deben estar entre 19.5 y 6.5 V DC dependiendo del pin que se mida. Para esto se debe chequear la etiqueta pegada en la parte inferior de la fuente
3. Conectar la PC utilizando el puerto ethernet de la misma con el puerto LAN de la DW6000 mediante un cable directo o cruzado<sup>10</sup>.

- **Conexiones IDU – ODU**

La conexión de la DW6000 a la Cabeza RF se la realiza mediante un cable coaxial de 75 ohmios RG6 con sus respectivos conectores tipo F en cada extremo<sup>11</sup>.

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Procedimiento de verificación de conexión con PC y Configuración de IDU**

1. Se debe configurar la tarjeta de red de la PC de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 2. sección : 2.1.2.2 Configuración de DW6000 “Configuración de dirección IP de la PC y verificación de conectividad ”
2. Realizar una comunicación IDU – ODU usando el comando telnet<sup>12</sup>.
3. Configurar la IDU de acuerdo a lo indicado en el Cap. 2 sección : 2.1.2.2 Configuración de DW6000 “Configuración de los parámetros iniciales” y también de acuerdo a lo indicado en “Principales Parámetros red Impsat”
4. De acuerdo al perfil de la remota (Tipo de Servicio : Datos ó Internet) dentro del software de Management o Gestión se debe ingresar una dirección para la LAN de la Remota:
  - Pública si es para Internet ej: 64.16.209.117 (Dirección asignada por personal Área INTERNET IMPSAT).
  - Privada si es para datos ej. 172.16.254.14
5. Desde la estación remota probar conectividad IP realizando un ping al IP gateway del HUB.

Las direcciones IP del IP Gateway:

<sup>10</sup> Véase Cap. 2 sección : 2.1.2.2 Configuración de DW6000 “Armado de la DW6000”

<sup>11</sup> Véase Cap 2. sección: 2.1.2.2 Configuración de DW6000 “Cable IFL y Conectores”.

<sup>12</sup> Véase Cap. 2 sección : 2.1.2.2 Configuración de DW6000 “Comunicación con la DIU usando TELNET”)

- Ping 172.27.207.107 si la remota está configurada con el perfil de Internet
- Ping 172.27.207.105 si la remota está configurada con el perfil de Datos

**NOTA:** El Laboratorio de Impsat Ecuador tiene acceso al software de Gestión de la red Direcway en el cual se tiene creado una estación para pruebas. Se debe acceder a dicho software de Gestión y activar la DW6000 bajo pruebas. Esto se lo realiza ingresando el número serial de la DW6000 en el software de gestión.

Al ingresar al software de Gestión Direcway nos pedirá un “User Name” el cual es *jcoleas* y adicionalmente un “Password” el cual es *impstat*. Finalmente hacemos clic en “Login”.



Figura. 4.14. Ventana de Validación Ingreso al Software de Gestión Direcway

A continuación aparecerá la siguiente pantalla:

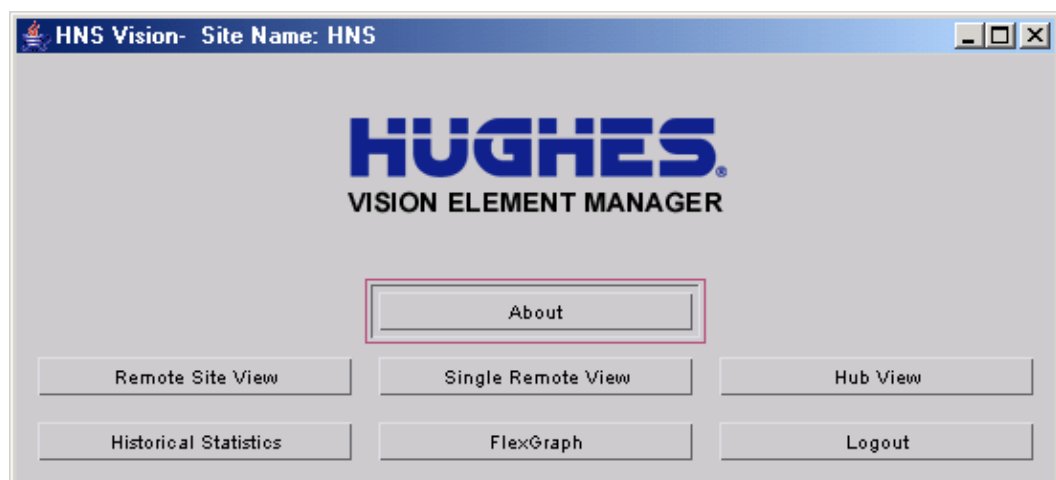


Figura. 4.15. Ventana de Inicio del Software de Gestión Direcway

Hacemos click en el botón “Remote Site View” y aparecerá la siguiente ventana:

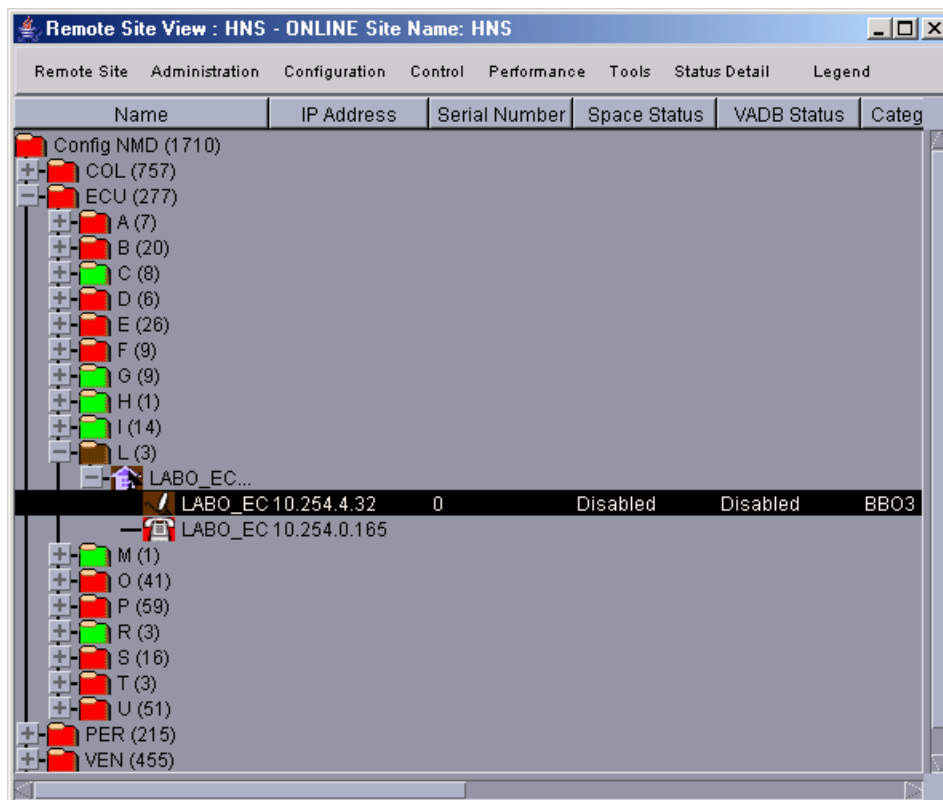


Figura. 4.16. Estaciones Remotas en el Software de Gestión Direcway

En esta ventana se debe seleccionar la estación remota de Laboratorio para poder cambiar la configuración de nuestra remota bajo prueba, para lo cual se debe hacer click derecho sobre el icono de la estación de LABORATORIO y seleccionar la opción “Configuration” seguido de la opción “Modify” con lo que aparecerá la siguiente ventana:

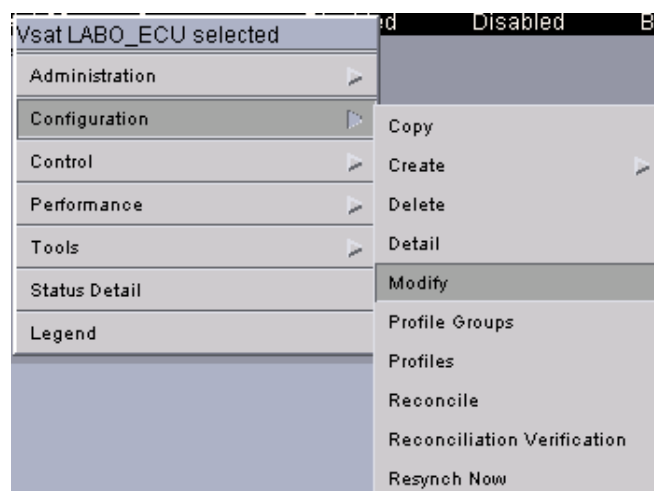
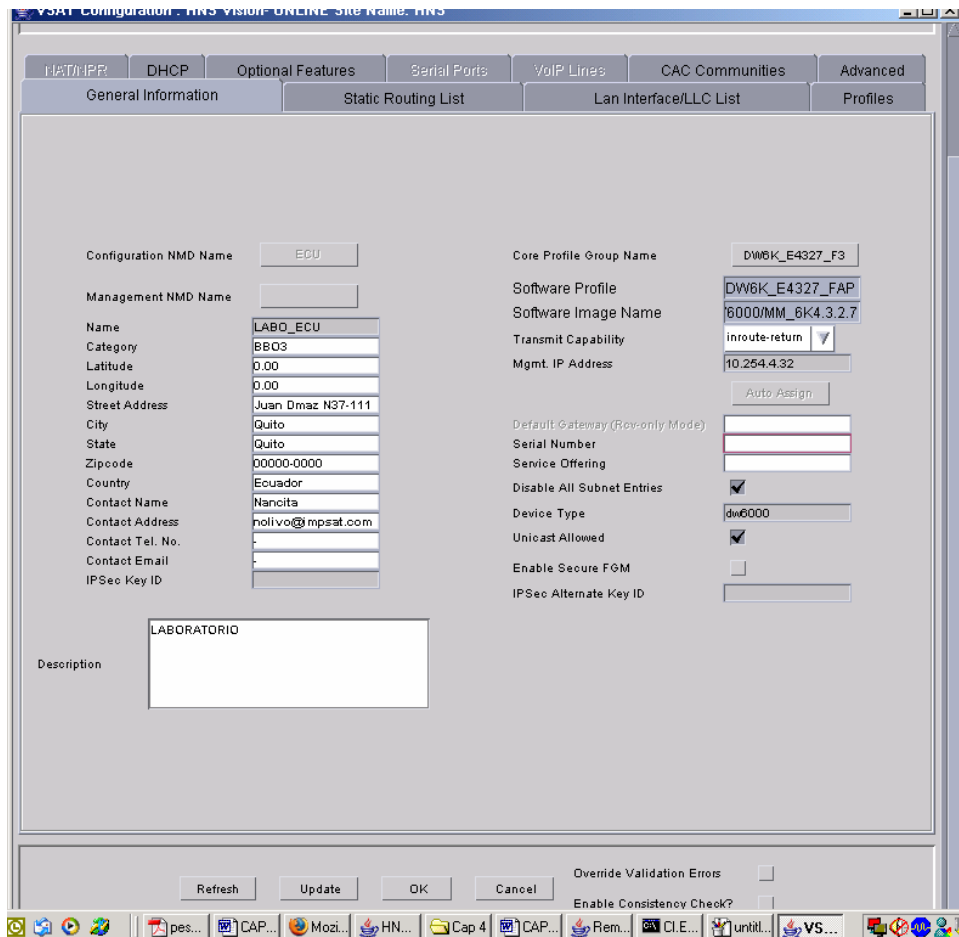


Figura. 4.17. Secuencia de Configuración de la estación de Pruebas de Laboratorio



**Figura. 4.18. Ventana de Configuración de la estación de Pruebas de Laboratorio**

Es en esta ventana en la cual nosotros podemos configurar los siguientes parámetros:

- # Serial Number para activarla dentro de la red Direcway
- El perfil (“Profile Group Name” o tipo de servicio: internet o datos), de la estación.
- En la pestaña “LAN Interface/LLC List” podemos cambiar la direcciones IP de la LAN de acuerdo con el perfil de nuestra estación bajo prueba

#### **Para cambiar el # serial debemos:**

- a) Borrar el # serial con la que haya estado seteada la estación de LABORATORIO en el software de gestión.
- b) Hacer click sobre el botón “Disable all subset Entries”
- c) Hacer click en “Update”
- d) Salir de la ventana de Configuración
- e) Volver a entrar e ingresamos el # serial de la estación que vamos a probar.

- f) Hacer nuevamente click sobre el botón “Disable all subset Entries”
- g) Clic en “Update” y en “OK”.

#### Para cambiar el perfil de la estación:

- a) Hacemos click sobre el botón “Profile Group Name”. A continuación nos aparecerá una ventana con todos los perfiles disponibles en la red:

Para Internet:	Para Datos
• BBO_01	• F1
• BBO_02	• F2
• BBO_03	• F3

Tabla. 4.27. Perfiles de Servicio Disponibles para red Direcway

- b) Tras seleccionar el perfil para nuestra remota hacemos click en aceptar.

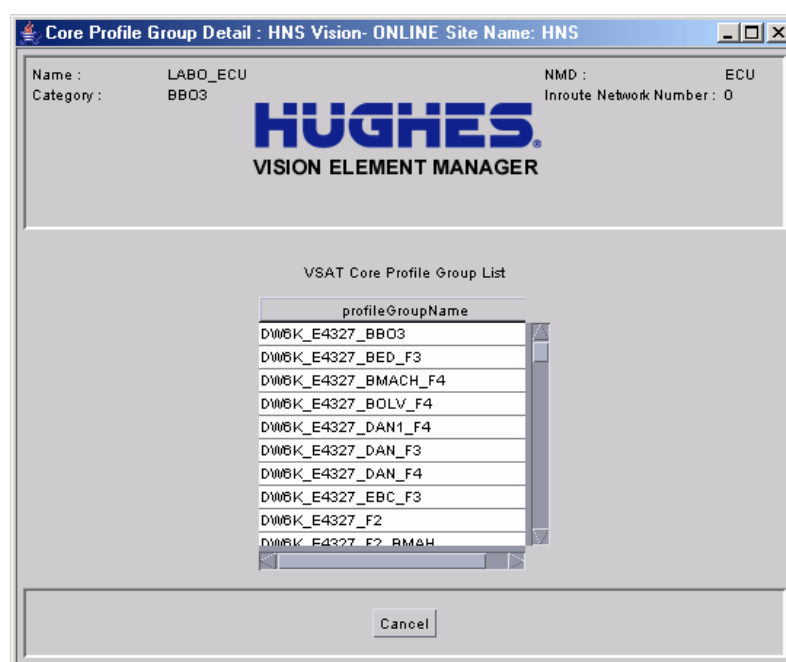


Figura. 4.19. Principales Perfiles a configurar en Remota

#### Para cambiar la IP de LAN:

- a) Hacemos click sobre la pestaña “LAN Interface/LLC List” y sobre la IP de LAN que vamos a cambiar.
- b) Hacemos click en el botón “Modify” y procedemos a cambiar la dirección de acuerdo al perfil que hayamos escogido en la ventana principal de configuración.

- c) Tras haber ingresado la dirección IP y su respectiva máscara hacemos click en Aceptar.

Para aplicar los cambios realizados en nuestra remota hacemos click en “Apply” y luego en “OK”.

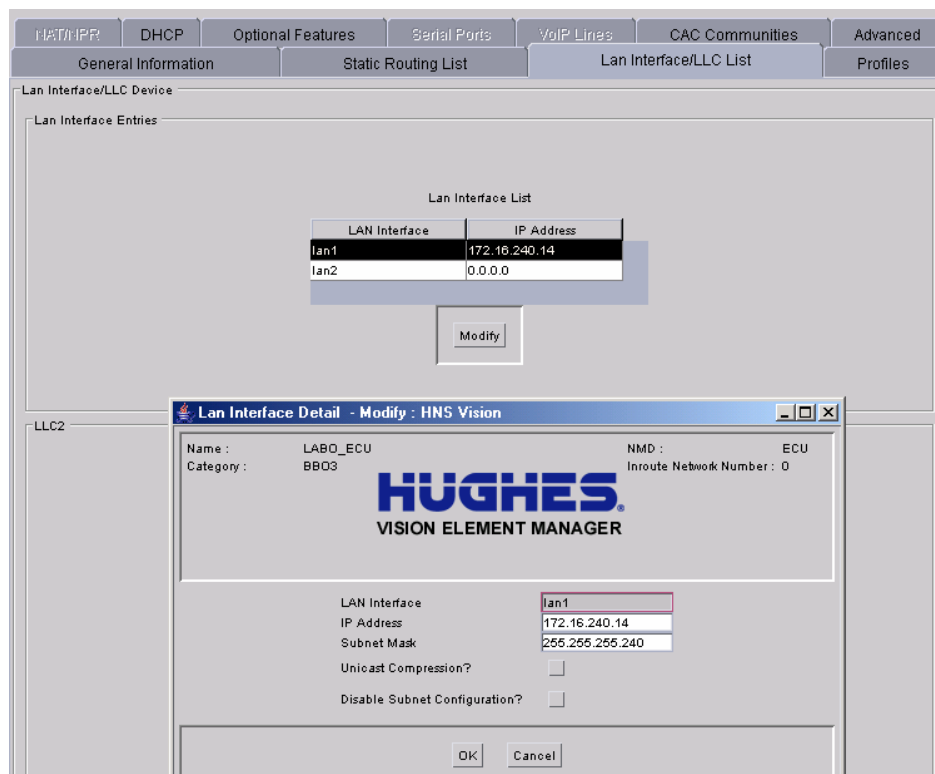


Figura. 4.20. Ventana de Configuración de las direcciones IP

## b) Procedimiento de verificación de Comisionamiento

La estación DW6000 realiza automáticamente el comisionamiento y queda lista para operar luego del apuntamiento. Sin embargo, para verificar la correcta operación, realizaremos un comisionamiento forzado, luego que la estación esté totalmente operativa (con todos los LED's encendidos).

Use la opción “d” del menú de instalación para realizar el comisionamiento (o ranging). El estado final debe ser “*Transmitter available for normal operation*” si el comisionamiento resulta exitoso.

Los mensajes que aparecen en caso de que el comisionamiento sea normal pase exitoso son los siguientes:

- [NEED\_RANGE] Transmitter adjusting for optimal network timing. (Tx Code 9)
- [NORANGE\_NEED] Transmitter ready. (Tx Code 8)

Ingresar ENTER para salir. Realice el comisionamiento y anote los resultados antes de finalizar. Verifique que el resultado sea exitoso.

### c) Verificación de Operación de La DW6000

Se puede verificar que la estación DW6000 está recibiendo y procesando datos siguiendo los pasos a continuación.

1. Seleccione la opción “c” en el menú principal (Main Menu) para acceder al menú de estadísticas (Satellite Statistics Menu).

En el menú de estadísticas seleccione la opción “a” para mostrar las estadísticas principales (Display Main Statistics). En el display que aparece verificar que los paquetes de datos sean aceptados (Frames Received).

```
Adapter Main Statistics:
Signal Strength: 99
Frames Received: 1440014
E-error: N/A
Frame Errors-CRC/BadKey: 0/0
The Sequencer Timeout: 0
Transport Alarm bit: None
No Recv Demod Lock: 66468
No FLL Lock: 69235
Not Syncd fo NIw Timing: 315007
Up Time (in Erames): 1286175
Stream Msg-Ackd/Nakd: 0/0
NonStream Msg-Ackd/Nakd: 0/1466
Aloha Starts: 0
Ranging Starts: 6
Addresses Open: 4
IRU Elags: 02000004
Ranging Reason: Previous range failed;
Receive Status: Receiver operational. (RxCode 5)
Transmit Status: Transmitter not locked fo network
timing. (TxCode 5)
```

Verifique que el campo “Frames Received” este mostrando movimiento de paquetes y que el campo “F-error” indique N/A. Esto indica que la DW6000 esta recibiendo correctamente paquetes de datos.

El SQF también se muestra en esta pantalla, indicando la correcta recepción de la estación.

Los campos de estado de recepción y transmisión indican si la DIU está operativa.

#### 4.1.2.2 Descripción de pruebas a realizarse en el transceiver (Cabeza RF)

- **Verificaciones Previas**

1. Verificar el estado del conector tipo F hembra de la cabeza RF (Revisar si está oxidado, roto desajustado).
2. Verificar la polarización de la cabeza bajo prueba, la cual debe ser la misma polarización que se tiene en equipos patrón (Tx Horizontal, Rx Horizontal).

- **Procedimiento de Prueba**

##### a) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos patrón

1. Instalar la cabeza de RF , feed , LNB y la unidad interior patrón (equipos que se conoce que su estado y funcionamiento es correcto). Encender la unidad interior. Configurar la unidad interior como se indica en el Cap. 2 sección : 2.1.2.2 Configuración de DW6000 “Configuración de los parámetros iniciales” y también de acuerdo a lo indicado en “Principales Parámetros red Impsat”
2. Determinar el SQF de los equipos patrón y registrarlo.
  - a) Ingresar vía telnet al menú principal de configuración de la DW 6000<sup>13</sup>.
  - b) Escoger la opción “c” para mostrar el menú “Satellite Interface Statistics” :

```
Main Menu (<?ICR> for options): c
Satellite Interface Stats Menu:
(a) Display Main Statistics.
(b) Clear Statistics.
(c) Display Satellite Interface Serial Number.
(d) Display signal Quality Factor.
(g) Display PEP Statistics.
(z) Return to Main Menu
```

- c) Escoger la opción “d”, “Display signal Quality Factor” con lo que nos aparecerá en pantalla el SQF con el que nuestra cabeza patrón esta operando.
3. Realizar la Verificación de conectividad IP de los equipos patrón<sup>14</sup> y registrar el tiempo de respuesta máximo, mínimo y promedio al ping realizado al IP gateway del HUB.

<sup>13</sup> Véase Cap 2. sección: 2.1.2.2 Configuración DW 6000 , “Comunicación con la DIU usando TELNET” )



**b) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos bajo prueba**

1. Apagar la unidad interior. Reemplazar la cabeza de RF por la cabeza bajo prueba, conservando el feed y el LNB de patrón.
2. Registrar el SQF obtenido con la cabeza RF bajo prueba. (Se debe realizar el mismo procedimiento que en el literal “a) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos patrón”
3. Realizar la Verificación de conectividad IP de los equipos bajo prueba y registrar el tiempo de respuesta máximo, mínimo y promedio al ping realizado al IP gateway del HUB.

**4.1.2.3 Descripción de pruebas a realizarse en los dispositivos LNB y Feed para equipos DIRECWAY****• Verificaciones Previas**

1. Verificar el estado del conector tipo F hembra del LNB (Revisar si está oxidado, roto desajustado).
2. Verificar la polarización del LNB y Feed bajo prueba, la cual debe ser la misma polarización que se tiene en LNB y Feed patrón (Polarización: Tx horizontal, Rx Horizontal).
3. Revisar que la membrana no presente humedad por su interior ni tampoco esté rota.

**• Procedimiento de Prueba****a) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos patrón**

1. Instalar la cabeza de RF , feed , LNB y la unidad interior patrón (equipos que se conoce que su estado y funcionamiento es bueno). Encender la unidad interior previamente configurada en la prueba realizada a la cabeza RF.
2. Determinar el SQF de los equipos patrón y registrarlo de igual manera como se lo realizó en la sección 4.1.2.2 Descripción de pruebas a realizarse en el transceiver (Cabeza RF).

---

<sup>14</sup> Véase Cap 4. sección 4.1.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en equipos DW6000, c) Verificación de conectividad IP.

3. Realizar la Verificación de conectividad IP de los equipos patrón y registrar el tiempo de respuesta máximo, mínimo y promedio al ping realizado al IP gateway del HUB.

**b) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos bajo prueba**

1. Apagar la unidad interior. Reemplazar feed, LNB patrón por feed , LNB bajo prueba, conservando la cabeza RF patrón.
2. Registrar el SQF obtenido con la cabeza RF bajo prueba. (Se debe realizar el mismo procedimiento que en el literal “a) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos patrón”
3. Realizar la Verificación de conectividad IP de los equipos bajo prueba y registrar el tiempo de respuesta máximo, mínimo y promedio al ping realizado al IP gateway del HUB.

**4.1.2.4 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas**

Véase ANEXO 3

**4.2 PRUEBAS Y ESTÁNDARES QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS SATELITALES SCPC**

**4.2.1 Pruebas en equipos Marca EF DATA**

- **Equipamiento y Accesorios De Prueba**

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE MEDICIÓN REQUERIDA
DC Block	HP	XXX	Input 110 V AC Output 10 V DC
Atenuadores de Potencia para IF fijos	MINICIRCUITS	15542	3, 6, 10 dB
Atenuador constante de Potencia	HP	HP 8498A	30 dB
Multímetro	FLUKE	77 SERIES III	Voltaje AC y DC
Sensor de Potencia	HP	8485A	50MHz – 26.5GHz -30dBm - +20dBm
Medidor de Potencia y Frecuencia	HP	5348A	Depende del sensor
Medidor de BER	SUNSET	E10/E8	Medición con interfaces V35, RS232
Analizador Espectros	HP	8563E	9 KHz - 26.5 GHz

**Tabla. 4.28. Instrumentos de Prueba para Equipos SCPC**



Medidor de BER Subnet E8	
Precio en el mercado (Nuevo):	\$ 4,500.00
Precio en el mercado (Usado):	\$ 575.00

**Tabla. 4.29. Instrumentos de Prueba para PES 5000**

Las características de los demás equipos de medición se las puede revisar en la sección:

#### 4.1.1 Descripción de pruebas en equipos marca HUGHES.

##### 4.2.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en Módems Satelitales SDM 300

- **Banco/s de Prueba**

- Módem SDM 3000 ó SDM 300A
- 2 cables RG 59U con conectores a los extremos tipo BNC(m)-BNC(m),
- Atenuadores para IF 10, 6, 3 dB.
- Transceiver patrón
- 2 cables BNC(m)- TNC(m)/ N(m)
- Cable IFL para interconexión entre transceiver - feed y LNA (patrón)
- Computador con software de Monitoreo.
- Cable de Monitoreo de transceiver
- Medidor de VER Subnet E8 / E10

- **Verificaciones Previas**

1. Antes de proceder a realizar las pruebas, debe asegurarse que todos los instrumentos a ser utilizados se encuentren calibrados.
2. Hacer una inspección visual del estado de los conectores y puertos (BNC, puerto de Datos, puertos de monitoreo).

3. El módem no tiene interruptor de encendido, lo hace automáticamente al enchufarse. Si el equipo no enciende, inspeccionar los fusibles (los mismos se encuentran debajo del conector 220V).

- **Procedimiento de Prueba**

- a) **Reseteo General del Equipo**

1. Realizar un SYSTEM RESET, HARD (Menú principal: UTILITY / SYSTEM / MASTERRESET / HARD YES / moverse hasta la letra E de YES y apretar ENTER), removiendo así eventuales configuraciones del módem que puedan afectar el testeo del mismo.
2. Verificar que la configuración coincide con la de default indicada a continuación:

CONFIGURATION	MODULATOR	TX	QPSK1/2 - 64Kbps
		TX IF FREQUENCY	70MHz
		TX IF Output	OFF
		TX POWER Level	-10dBm
		SCRAMBLER	ON
		DIFF ENCODER	ON
		CARRIER MODE	NORMAL-
			MODULATED
	MODEM REFERENCE	INTERNAL	
	DEMODULATOR	RX IF Frecuency	QPSK 1/2 - 64Kbps 70MHz
		DESCRAMBLER	ON
		DIFF DECODER	ON
		RF LOOP BACK	OFF
		IF LOOP BACK	OFF
		BER THRESHOLD	NONE
		SWEEP CENTER	0
		SWEEP RANGE	60000hz
	REACQUISITION	0 sec	
	INTERFACE	TX CLOCK SOURCE	TX TERRESTRIAL
		TX CLOCK PHASE	AUTO
		EXT-CLK FREQ	1544 KHz
		BUFFER CLOCK	RX (SATELLITE)
		RX CLOCK PHASE	NORMAL
		B-BAND LOOP BACK	OFF
		INTRFC LOOP BACK	OFF
		BUFFER SIZE	384 BITS
		BUFFER CENTER	YES
		LOOP TIMING	OFF
		TX DATA FAULT	NONE
		RX DATA FAULT	NONE

		TX 2047 PATTERN	OFF
		RX 2047 PATTERN	OFF
	LOCAL AUPC	AUPC ENABLE	OFF
		NOMINAL POWER	-20dBm
		MINIMUM POWER	-30dBm
		MAXIMUM POWER	-5dBm
		TARGET NOISE	4dB
		TRACKING RATE	5.5dB/m
		LOCAL CL ACTION	NOMINAL
REMOTE CL ACTION	NOMINAL		
UTILITY	MODULATOR	MODULATOR TYPE	INTELSAT OPEN
		ENCODER TYPE	SEQUENTIAL
	DEMODULATOR	DEMODULATOR TYPE	INTELSAT OPEN
		DECODER TYPE	SEQUENTIAL
	INTERFACE	TX OVERHEAD TYPE	NONE
		RX OVERHEAD TYPE	NONE
		TX DATA PHASE	NORMAL
		RX DATA PHASE	NORMAL
		BUFFER PROGRAM	BITS
	SYSTEM	OPERATION MODE	DUPLEX
		SELF TEST	OFF
	MODEM TYPE	CUSTOM	

**Tabla. 4.30. Instrumentos de Prueba para Equipos SCPC**

**Nota:** LOCAL AUPC aparecerá en el menú sólo en caso que haya sido habilitado anteriormente.

**b) Verificación de LED's del panel frontal**

1. Setear en el módem desde el menú principal: UTILITY / SYSTEM / LAMP TEST /ENTER)
2. Verificar que todos los LED's del panel frontal permanezcan encendidos durante unos segundos.

**c) Autotesteo**

1. Realizar un SELF TEST (Menú principal: UTILITY / SYSTEM / SELF TEST = RUN)
2. Verificar que, al cabo de un minuto aproximadamente, se indique en el display SELFTEST PASSED y cambie luego a MODEM INICIALIZATION.

**d) Baseband Loopback**

1. INTERFACE / TX CLOCK SOURCE = SCT (INTERNAL); CONFIGURATION / INTERFACE / BUFFER CLOCK = SCT (INTERNAL)).
2. Habilitar el Baseband Loopback (CONFIGURACION / INTERFACE / BBAND LOOP= ON)
3. Conectar el BERT, seteado en clock externo (TX Clock Source = RECEIVE, si es SunSet E10 ó E8 ) a la interfaz del modem (conector DATA I/O del panel trasero) mediante el cable DATACOM con el interface adecuado (V.35 DTE, RS232/V.24 DTE, V35 DTE, o un cable en “Y” CA/4056 REV D para el interfaz es de 50 pins).

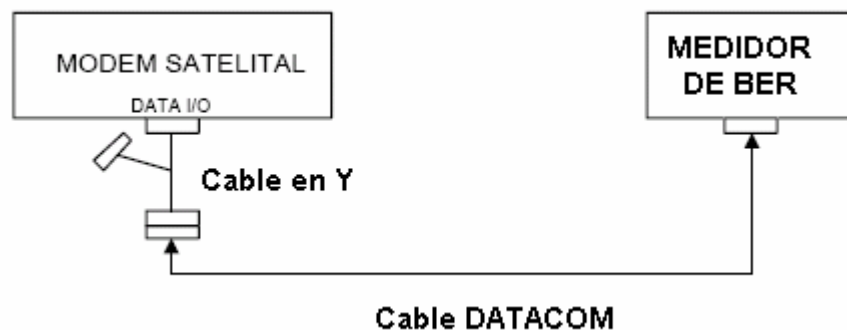


Figura. 4.21. Conexión Módem Satelital a Medidor de BER

4. Verificar que los LED's de POWER ON, TEST MODE, RECIEVE y STORED estecen encendidos y que el BERT no presenta errores al dejarlo correr durante 10 minutos.
5. Apagar el LOOP

**e) Interface Loopback (Opcional)**

1. Este modo de testeo no funciona en algunas versiones de software, por lo que no se debe utilizar como determinante para diagnosticar un módem.
2. Sin modificar el banco de prueba, habilitar el Interface Loopback (CONFIGURATION / INTERFACE / INTRFC LOOPBACK = ON).
3. Verificar que estén encendidos los LED'S de POWER ON, TEST MODE, RECEIVE Y STORED, y que el BER no presente errores durante 10 minutos mínimo.
4. Apagar el loop.

**f) IF Loopback**

- **IF loopback con clock interno**

1. Utilizar el banco de prueba usado en el punto anterior.
2. Habilitar el IF Loopback (CONFIGURATION / DEMODULADOR / IF LOOPBACK = ON).
3. Verificar que los LEDs de POWER ON, CARRIER DET, TEST MODE y STORED estén encendidos.
4. Apagar el loop.

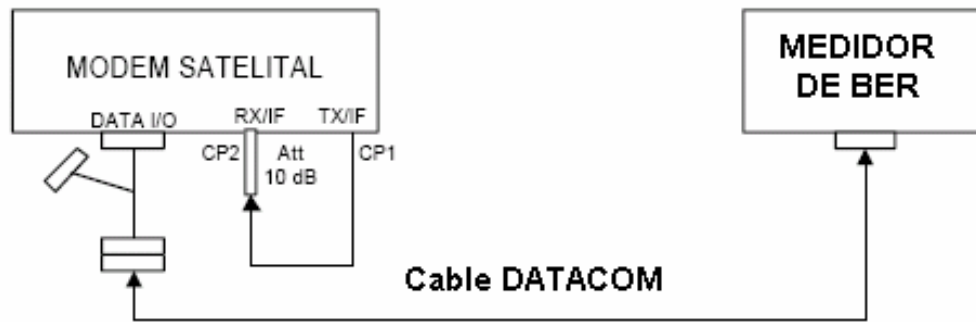
- **IF loopback con clock externo**

Utilizar el banco de prueba usado en el punto anterior.

1. Setear el modem con clock externo (CONFIGURACION / INTERFACE / TX CLOCKSOURCE = TX TERRESTRIAL).
2. Setear el BER con clock interno (TX Clock Source = INTERNAL, si es SunSet E10 ó E8) a la velocidad del enlace (64Kbps).
3. Habilitar nuevamente el IF Loopback.
4. Verificar que los LEDs de POWER ON, CARRIER DET, TEST MODE y STOREDestén encendidos.
5. Apagar el loop, volver a setear el modem con clock interno (CONFIGURACIÓN / INTERFACE / TX CLOCK SOURCE = SCT (INTERNAL)) y el BERT con clock externo

**g) RF Loopback**

1. Hacer un loop físico entre Tx y Rx en la parte posterior del modem con un atenuador de 10dB (unir con un cable BNC-BNC los conectores CP1 y CP2 del panel trasero).



**Figura. 4.22. Conexión Módem Satelital Medidor de BER**

2. Setear el nivel de potencia de transmisión en -30 dBm (CONFIGURATION / MODULATOR / TX POWER LEVEL = -30 dBm).
3. Cambiar la frecuencia de RX a 71MHz (CONFIGURATION / DEMODULATOR / RX – IF FRECUENCY = 71.000000 MHz)
4. Habilitar la transmisión del módem (CONFIGURATION / MODULATOR / TX-IF OUTPUT = ON).
5. Habilitar el RF Loopback (CONFIGURATION / DEMODULATOR / RF LOOPBACK = ON).
6. Verificar que los LEDs de POWER ON, TRANSMITER ON, CARRIER DETECT, TEST MODE y STORED estén encendidos y que la frecuencia de RX sea la misma que la de TX.
7. Verificar que el BERT no presente errores al dejarlo correr durante 10 minutos.
8. Apagar el Loop.
9. Realizar este test pero seteando manualmente la frecuencia de RX igual a la de TX en lugar de realizando el RF LOOP. (Los resultados deben ser los mismos salvo el LED de TEST MODE que tiene que permanecer apagado).

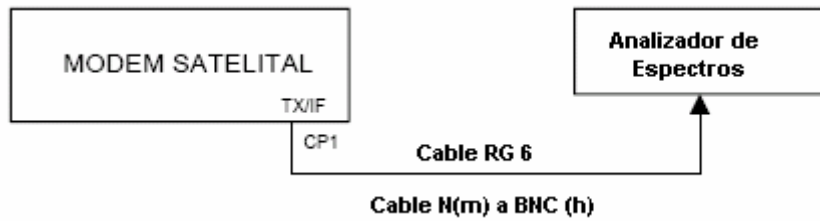
#### **h) Alimentación**

1. Medir el voltaje de alimentación del Modem a la salida del cable de poder. Los voltajes de alimentación de este módem puede ser 120 V AC o 220 V AC, los cuales deben ser medidos a la salida del cable de alimentación.
2. Al conectar el módem se debe encender automáticamente, caso contrario chequear los fusibles en la parte inferior del conector del cable de poder.



**i) Frecuencia de Salida**

1. Setear el modem con un nivel de transmisión de -5dBm (CONFIGURATION / MODULATOR / TX POWER LEVEL = -5dB) y una frecuencia de salida de 140 MHz (CONFIGURATION / MODULATOR / TX-IF FRECUENCY = 140 MHz).
2. Habilitar el modo clean (CONFIGURATION / MODULATOR / CW MODE = CENTER).
3. Conectar un analizador de espectros a la salida de transmisión del modem (CP1).

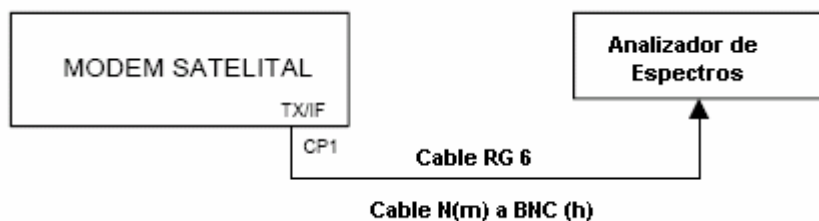


**Figura. 4.23. Conexión Módem Satelital a Analizador de Espectros**

4. Verificar la presencia de una portadora de IF en  $140 \text{ MHz} \pm 1.4 \text{ KHz}$ .
5. Repetir la medición seteando la frecuencia de transmisión de 70 MHz.
6. Verificar que la frecuencia medida sea  $70 \text{ MHz} \pm 700 \text{ Hz}$ .

**j) Ruido de fase en la transmisión**

1. Dejar el modo clean usado en el paso previo y cambiar la frecuencia del modulador en 50 MHz
2. Conectar el analizador de espectro al TX -IF del modem (CP1).



**Figura. 4.24. Conexión Módem Satelital a Analizador de Espectros**

3. Verificar que se tienen los siguientes valores en la transmisión del modem:

Frecuencia	Ruido de fase especificado
100 Hz	< - 66 dBc / Hz
1 KHz	< - 76 dBc / Hz
10 KHz	< - 86 dBc / Hz
100 KHz	< - 96 dBc / Hz
1 MHz	< - 96 dBc / Hz

**Tabla. 4.31. Valores de Frecuencia y Ruido de Fase en Tx del Módem**

### k) Espurias en la transmisión

1. Utilizar el banco de prueba del punto anterior, sin hacer modificaciones en el seteo del módem.
2. Setear el analizador de espectro como de la siguiente manera:

<b>Start freq</b>	0 Hz
<b>Stop freq</b>	50 MHz
<b>RES BW</b>	3 KHz
<b>VBW</b>	3 KHz
<b>Reference level</b>	- 5 dBm

**Tabla. 4.32. Configuración parámetros de Analizador de Espectros**

3. Medir en el analizador la potencia de portadora ( $P_c$ ).
4. Deshabilitar el modo clean (CONFIGURATION / MODULATOR / CW MODE = NORMAL).
5. Medir en el analizador la potencia de las espurias ( $P_e$ ).
6. Calcular la diferencia de las potencias medidas ( $P_c - P_e$ ) y verificar que dicha diferencia tiene un valor mayor que 55 dB.
7. Repetir el procedimiento para 70 MHz, 90 MHz y 140 MHz.

### l) Cuadratura / Ausencia de la portadora

- **CW-OFFSET**

1. Utilizar el banco de prueba del punto anterior cambiando la frecuencia del modulador a 50 MHz.

2. Setear el modem en CW OFFSET (CONFIGURATION / MODULATOR / CW MODE = OFFSET).
3. Verificar que la diferencia entre la portadora y la banda lateral es de al menos 35 dB.

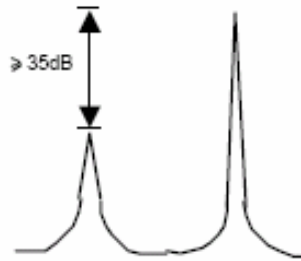


Figura. 4.25. Diferencia entre la portadora y la banda lateral

4. Repetir el procedimiento para 51.975, 178.025 y 180 MHz.

- **CW-DUAL**

1. Cambiar el CW mode a DUAL (CONFIGURATION / MODULATOR / CW MODE = DUAL).
2. Verificar que la diferencia entre la portadora y las bandas laterales es de al menos 35 dBm.

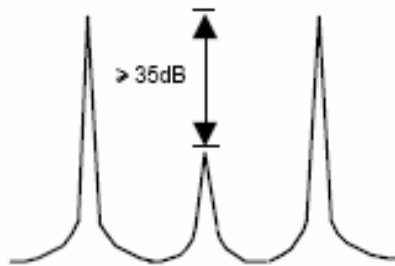
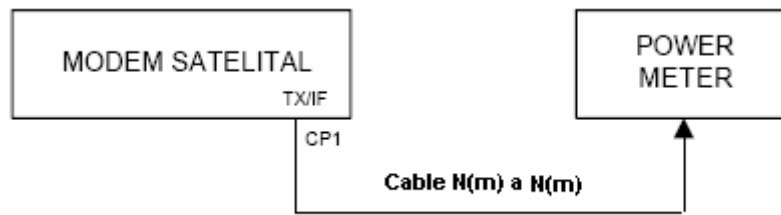


Figura. 4.26. Diferencia entre la portadora y las bandas laterales

3. Repetir el procedimiento para 51.975, 178.025 y 180 MHz.

**m) Potencia de salida**

1. Conectar el Power Meter a la salida TX/IF (CP1) del modem.



**Figura. 4.27. Conexión Módem Satelital Medidor de Potencia**

2. Variar la frecuencia del modem entre 50 y 180 MHz, con pasos de 10 MHz, y medir la potencia de salida en cada caso.
3. Verificar que en todos los puntos la potencia leída en el Power Meter es la indicada en el modem  $\pm 0.5\text{dB}$ .

#### **n) Planitud**

1. Utilizar el mismo banco de prueba usado en el paso anterior.
2. Setear el modem a una frecuencia de 70 MHz (CONFIGURATION / MODULATOR / TX-IF FRECUENCY = 70 MHz).
3. Variar la potencia del modulador desde -5 dBm hasta -30 dBm, con pasos de 5 dB, y medir con el Power Meter la potencia de salida en cada caso.
4. Verificar que en cada punto la lectura del Power Meter coincida con la potencia
5. Dejar el nivel de transmisión en -30dBm.

#### **o) Offset en la potencia de salida**

1. Setear el modulador con un offset de +10 dB (UTILITY / MODULATOR / MOD POWER OFFSET = +10dB).
2. Volver en el menú a la potencia de transmisión (CONFIGURATION / MODULATOR / TX POWER LEVEL) y verificar que el nivel de transmisión se incrementó 10 dB respecto del seteadó anteriormente (subió a -20 dBm).
3. Setear la potencia de offset en 0 dB.

#### **p) Adquisición de la portadora con Loop Físico**

1. Conectar el atenuador de 20dB a la salida del modem TX/IF (CP1)
2. Hacer un Loop entre la salida del atenuador y la entrada RX/IF (CP2) del modem.

3. Habilitar la transmisión (CONFIGURATION / MODULATOR / TX IF OUTPUT = ON) y setear el nivel de transmisión en -30 dBm.
4. Conectar el BERT a la interfaz DATA I/O del modem.

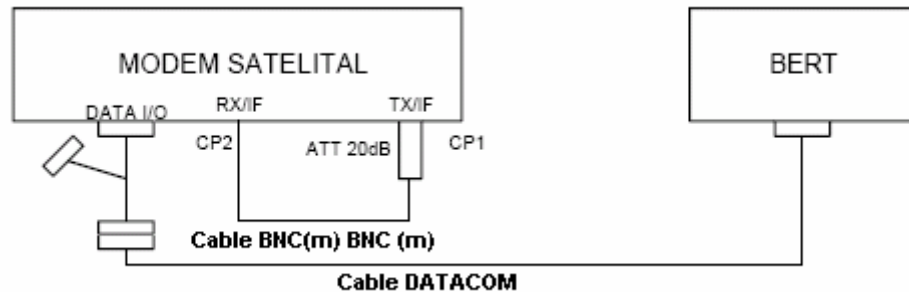


Figura. 4.28. Conexión Módem Satelital Medidor de BER

5. Verificar el enganche (considerar que puede demorar algunos minutos), para lo cual deben estar encendidos los LEDs de POWER ON, CARRIER DET, TRANSMIT ON y STORED. Probar durante 24 horas.
6. Verificar que el BER no presenta errores durante la corrida de datos.

**q) Microfonismo**

1. Mantener las condiciones de prueba del paso previo.
2. Levantar el modem de un extremo 1 cm tal como se indica en la figura:

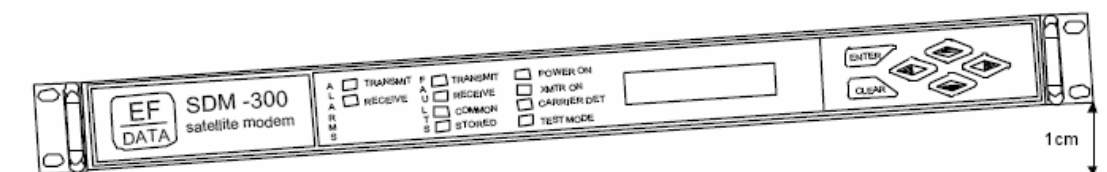


Figura. 4.29. Conexión Módem Satelital Medidor de BER

3. Dejarlo caer y verificar que no haya pérdida de portadora ni se registren errores en el BER.

**r) Rx Level Monitor**

1. Utilizar el banco de prueba del punto p).

2. Con el nivel de transmisión del modem seteado en -30 dBm, verificar que el nivel RX IF en el menú MONITOR sea -50 dBm ± 5 dBm.
3. Repetir el procedimiento para los siguientes valores:

TX POWER LEVEL	RX IF MOMNITOR
-25 dBm	-45 dBm ± 5 dBm.
-20 dBm	-40 dBm ± 5 dBm.
-15 dBm	-35 dBm ± 5 dBm.
-10 dBm	-30 dBm ± 5 dBm.
-5 dBm	-25 dBm ± 5 dBm.

**Tabla. 4.33. Valores a Configurar para la prueba**

**s) Pruebas de BER**

1. Configurar el módem satelital con los siguientes parámetros:

<b>CONFIGURATION</b>	<b>MODULATOR</b>	TX= 64Kbps, FEC= 3/4
		TX OUTPUT= OFF
		FREC. MOD.= 70 Mhz
		TX POWER LEVEL = -30 dBm
		V.35 SCRAMBLER= ON
		DIFF. ENCODER= ON
	<b>DEMODULATOR</b>	CARRIER NORMAL
		RX = 64Kbps, FEC= 3/4
		FREC. DEMOD.= 70 Mhz
		V.35 SCRAMBLER= ON
		DIFF. ENCODER= ON
		RFLOOPBK, IFLOOPBK= OFF
	<b>INTERFACE</b>	BER THRESHOLD= NONE
		TX CLOCK SOURCE0=TERRESTRIAL
		TX CLOCK PHASE= AUTO
BUFFER CLOCK= RX SATELLITE		
RX CLOCK PHASE= NORMAL		
<b>UTILITY</b>	B-BAND LOOPBACK= OFF	
	ASYNC. INT= OFF	
	MODULATOR	ENCODER TYPE= VITERBI
DEMODULATOR	ENCODER TYPE= VITERBI	
INTERFACE	BUFFER PROGRAM= BITS	

**Tabla. 4.34. Valores a Configurar en Módem Satelital**

2. Conectar el medidor de BER al módem y configurarlo en interfaz V.35 o el interfaz con el que trabaje el módem.

3. Configurar en el módem TX OUTPUT = ON y CARRIER MODE = NORMAL – MODULATED.
4. Conectar el modem al transceiver patrón como se muestra en la figura:

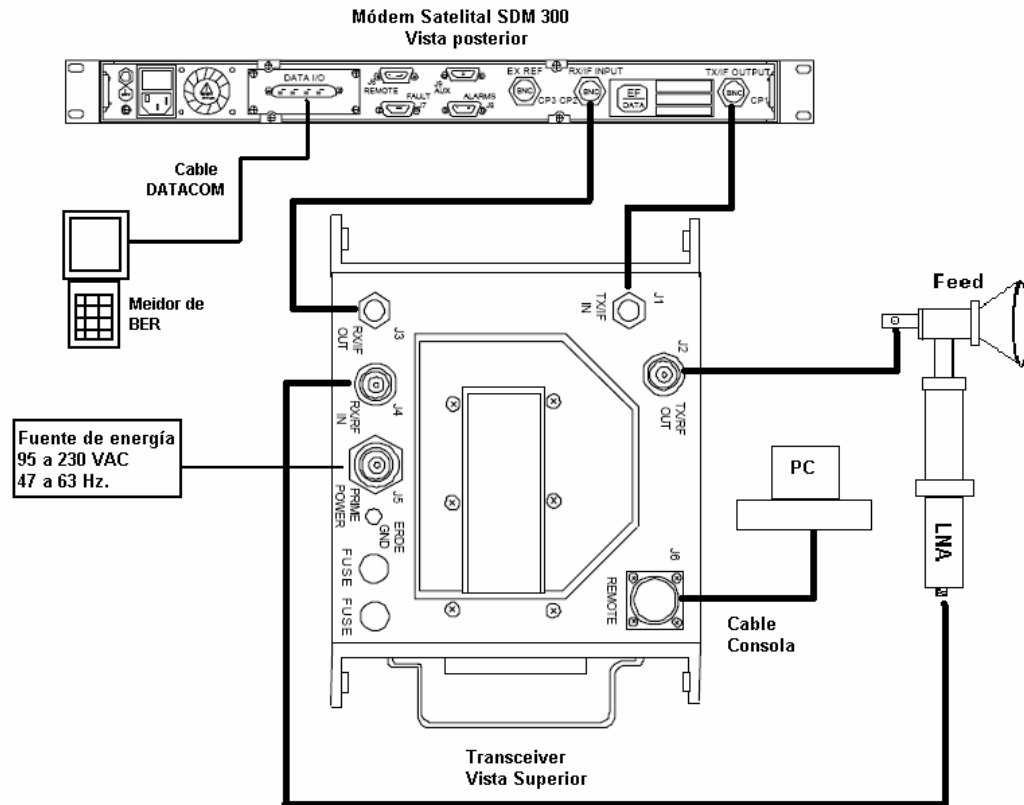


Figura. 4.30. Conexiones para Pruebas de BER

5. Configurar el transceiver para un enlace satelital con el satélite PAS 1R transponder 2 con las siguientes frecuencias<sup>15</sup>:

Satelite	Ventanas		Polarización	
	DC	UC	TX	RX
I709 TR11	3765	5990	Circular mano derecha cruzada	
I805 TR26	4100	6325	v	h
I805 TR23	3887	6112	v	h
I805 TR13	3885	6110	h	v
<b>P1R TR2</b>	<b>3735</b>	<b>5960</b>	<b>v</b>	<b>v</b>
P1R TR12	3935	6160	v	v
P1R TR1	3735	5960	h	h
P1R TR11	3935	6160	h	h

Tabla. 4.35. Ventanas de Frecuencias y Polarización de Satélites Transponders

<sup>15</sup> (Véase Cap. 2 sección : 2.1.3.1 Configuración Equipos EF DATA, “Software de Configuración de Transceivers EF DATA”)

6. Conectar el Medidor BER con clock interno a la interfaz y con una velocidad de 64Kbps al Puerto de datos del módem (DATA I/O).
7. Configurar el módem satelital con reloj externo: CONFIGURATION / INTERFACE / TX CLK SOURCE / TX TERRESTRIAL. Además se debe setear el buffer clock “RX (Satellite)” y el tamaño del Buffer: CONFIGURATION / INTERFACE / BUFFER CLOCK / RX SATELLITE. Para configurar el tamaño del Buffer se debe seguir la siguiente secuencia: CONFIGURATION / INTERFACE / BUFFER SIZE / 256 BITS.

Para definir el tamaño del buffer se deberá aplicar la siguiente fórmula empírica:

$$BUFFER\ SIZE\ (Bits) = (DR / 1000) \times 4$$

Siendo DR la tasa de datos.

Para un enlace de 64 Kbps:  $(64 / 1000) \times 4 = 256$  Bits

8. Levantar portadora tanto en el transceiver como en el módem:

Configurar en el módem TX OUTPUT = ON y CARRIER MODE = NORMAL – MODULATED.

Levantar portadora en el transceiver RF OUTPUT= ON.

Se debe tener en cuenta la siguiente tabla para poder saber que valores de Eb/No y Receive Signal hay que tener en el menú MONITOR del módem satelital al momento de pasar pruebas de BER simulando un enlace real.

MODULACIÓN	CODIFICACIÓN	FEC	Eb/No
16-QAM, VITERBI, 3/4	VITERBI	3/4	12.6
16-QAM, VITERBI, 7/8	VITERBI	7/8	13.6
16-QAM, VITERBI+RS, 3/4	VITERBI+RS	3/4	9.0
16-QAM, VITERBI+RS, 7/8	VITERBI+RS	7/8	10.5
8-PSK, VITERBI, 2/3	VITERBI	2/3	10.2
8-PSK, VITERBI+RS, 2/3	VITERBI+RS	2/3	6.9
8-PSK, DVB+RS, 2/3	DVB+RS	2/3	7.5
8-PSK, DVB+RS, 5/6	DVB+RS	5/6	9.5
BPSK, SEQUENTIAL, 1/2	SEQUENTIAL	1/2	6.3
BPSK, SEQUENTIAL, 3/4	SEQUENTIAL	3/4	7.3
QPSK, SEQUENTIAL, 1/2	SEQUENTIAL	1/2	6.6
QPSK, SEQUENTIAL, 3/4	SEQUENTIAL	3/4	7.6
QPSK, SEQUENTIAL, 7/8	SEQUENTIAL	7/8	9.2
QPSK, TURBO, 3/4	TURBO	3/4	4.5
QPSK, VITERBI, 1/2	VITERBI	1/2	8.1



<b>QPSK, VITERBI, 3/4</b>	<b>VITERBI</b>	<b>3/4</b>	<b>9.8</b>
QPSK, VITERBI, 7/8	VITERBI	7/8	10.9
QPSK, VITERBI+RS, 1/2	VITERBI+RS	1/2	4.3
QPSK, VITERBI+RS, 3/4	VITERBI+RS	3/4	5.8
QPSK, VITERBI+RS, 7/8	VITERBI+RS	7/8	8.0

**Tabla. 4.36. Valores de Eb/No según Modulación, codificación y FEC**

#### **t) Testeo de la Memoria**

1. Apagar el módem durante al menos 10 segundos y volver a encender.
2. Verificar que no perdió la configuración.

#### **u) Readquisición luego de una falla externa**

- **Interrupción De La Alimentación**

1. Utilizar el banco de prueba del punto s).
2. Cortar la alimentación al modem.
3. Volver a conectar el modem.
4. Verificar que el modem se engancha nuevamente 5 segundos después (como tiempo máximo) de que aparezca el menú principal en el display.

- **Perdida De Señal De Entrada De IF**

1. Utilizar el banco de prueba del punto anterior con el mismo seteo.
2. Desconectar la entrada de IF del modem (CP2).
3. Volver a conectar la entrada de IF del modem.
4. Verificar que el tiempo que tarda el modem en engancharse nuevamente con un BER mejor que  $10^{-3}$  sea menor o igual que 1 segundo.

- **Pérdida De Transmisión De Datos**

1. Utilizar el banco de prueba del punto p).
2. Desconectar la entrada de datos del modem (DATA I/O).
3. Volver a conectarla.
4. Verificar que el tiempo que tarda el modem en volver a engancharse y correr sin errores sea menor o igual que un segundo.

#### 4.2.1.2 Descripción de pruebas a realizarse en Transceivers EF DATA 500 y 505

- **Banco/s de Prueba**

- Módem SDM 3000 ó SDM 300A (Patrón)
- 2 cables RG-6 con conectores a los extremos tipo BNC(m)- TNC(m) para RFT 500 ó BNC(m) - N(m) para RFT 505
- Atenuador 30 dB constante.
- Computador con software de Monitoreo.
- Cable IFL con conectores tipo N(m) N(m) para interconexión entre transceiver - feed y LNA (patrón)
- Cable de Monitoreo de transceiver
- Codo N (m)- N(h)
- Medidor de Potencia
- Multímetro
- DC Block.
- Medidor de BER Subset E8 / E10

- **Verificaciones Previas**

1. Antes de proceder a realizar las pruebas, debe asegurarse que todos los instrumentos de medición a ser utilizados se encuentren calibrados.
2. Hacer una inspección visual del estado de los conectores y puertos.
3. El Transceiver no tiene interruptor de encendido, lo hace automáticamente al enchufarse. Si el equipo no enciende, inspeccionar los fusibles (los mismos se encuentran al lado derecho del conector de energía del transceiver<sup>16</sup>. Se puede verificar el encendido del transceiver chequeando que se enciendan los display's ubicados en la ventana de monitoreo / configuración a un lado del transceiver o también para aquellos transceivers que tienen potencia de salida mayor a 5 W, se debe verificar un encendido y apagado del ventilador del transceiver.
4. Verificar que la salida de RF del terminal esté cargada apropiadamente (atenuador de 30 dB y disipación de potencia acorde con la entregada por el HPA)
5. Asegurarse de filtrar la corriente continua con el DC BLOCK en el conector RX/RF IN

---

<sup>16</sup> Véase Figura. 2.58. Conectores externos.

- **Procedimiento de Prueba**

### a) Frecuencia de Transmisión

1. Conectar el equipo de prueba tal como lo indica la siguiente figura:

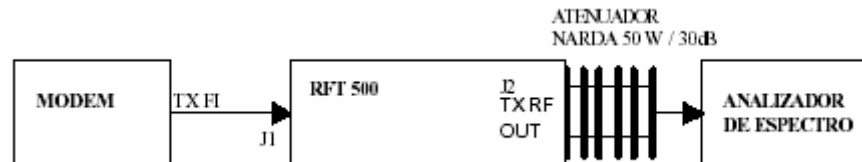


Figura. 4.31. Conexión de Equipos para Verificación de Frec. de Tx

2. Configurar el transceiver con los siguientes parámetros:

<b>U/C FREC.</b>	6225.0 MHz
<b>RF OUTPUT</b>	OFF
<b>U/C ATTN</b>	25 dB
<b>D/C FREC</b>	4000.0 MHz
<b>D/C ATTN</b>	21.0 dB
<b>SELECT</b>	NONE

Tabla. 4.37. Parámetros a configurar en Transceiver para Verificación de Frec. de Tx

3. Configurar el módem con los siguientes parámetros:

<b>TX OUTPUT</b>	OFF
<b>FREC. MOD.</b>	70 Mhz
<b>TX POWER LEVEL</b>	-30 dBm

Tabla. 4.38. Parámetros a configurar en módem para Verificación de Frec. de Tx

4. En el módem configurar CARRIER CENTER ON y TX IF -OUTPUT ON
5. En el RFT-500 configurar RF OUTPUT= ON.
6. Verificar que la portadora sea limpia y estable, que la frecuencia sea correcta (6225 MHz).

### b) Ganancia de Transmisión

1. Con el mismo seteo del punto a), verificar que la potencia a la salida del RFT500 sea aprox. 25 dBm (-30dBm”del módem” + 14dB “UCA” +41dBm”HPA”) para un transceiver de 5W o 28 dBm para el de 10 W.

2. Cambiar U/C ATTEN= 20 dB y verificar que la potencia varíe a 30 dBm (para el de 5W) y 33 dBm (para el de 10W).
3. Llevar la atenuación del U/C a 15 dB y comprobar que ahora varíe a 35 dBm (para el de 5W) y 38 dBm (para el de 10W).

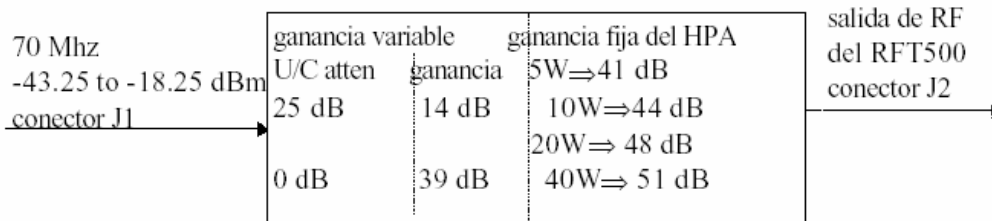


Figura. 4.32. Parámetros a configurar en módem para Verificación de Frec. de Tx

**c) Punto de compresión de 1 dB**

1. El nivel especificado de compresión de 1dB es +37dBm para el transceiver de 5W y +40dBm para el transceiver de 10W .
2. Empleando el banco de prueba del punto **b)** setear el nivel de transmisión del módem con el valor necesario para tener +37dBm en la salida de la RFT500 si el transceiver es de 5W, ó para tener +40 dBm si el transceiver es de 10 W.
3. Bajar la potencia de entrada del upconverter en 10dBm seteando el nivel de transmisión del modem con un valor 10dBm menor que el del paso previo o agregando un atenuador de 10dB.
4. Verificar que el valor medido en el Power Meter baje al menos 9 dBm.

**d) Alimentación del LNA**

1. Medir, *con el debido cuidado para no cortocircuitar*, la tensión de continua del conector “RX/RF IN”. La misma debe ser 10.8 V mín.
2. Colocar el DC-BLOCK en dicho terminal y verificar que no exista continua.

**e) Pruebas de BER**

1. Configurar el módem satelital con los mismos parámetros que en el la sección: 4.2.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en Módems Satelitales SDM 300, “Procedimiento de Prueba”, literal **s)**.

2. Conectar el medidor de BER al módem y configurarlo en interfaz V.35 o el interfaz con el que trabaje el módem.
3. Configurar en el módem TX OUTPUT = ON y CARRIER MODE = NORMAL – MODULATED.
4. Configurar el transceiver con los siguientes parámetros:

<b>U/C FREC.</b>	5960.0 MHz
<b>RF OUTPUT</b>	OFF
<b>U/C ATTN</b>	10 dB
<b>D/C FREC</b>	37353.0 MHz
<b>D/C ATTN</b>	10.0 dB
<b>SELECT</b>	NONE

**Tabla. 4.39. Parámetros a configurar en Transceiver para Pruebas de BER**

5. Levantar portadora en el RFT-500 RF OUTPUT= ON

Se debe observar un valor de Eb/No de 9.8dB y un Receive Signal de -43.5 dBm en el módem Satelital dentro del menú MONITOR.

6. En caso de existir errores en la prueba de BER, verificar el reporte en el menú de STORED FAULTS.

#### **4.2.1.3 Descripción de pruebas a realizarse en los equipos LNA, Feed para Equipos EF DATA**

- **Verificaciones Previas**

1. Verificar el estado del conector tipo N hembra del LNA (Revisar si está oxidado, roto desajustado).
2. Verificar la polarización del LNA y Feed bajo prueba, la cual debe ser la misma polarización que se tiene en el LNA patrón (Polarización: Tx vertical, Rx vertical).
3. Revisar que la membrana del Feed no presente humedad por su interior, ni tampoco esté rota.

- **Procedimiento de Prueba**

- a) **Verificación del funcionamiento correcto de Equipos patrón**

1. Instalar el Feed y LNA con sus respectivas conexiones al transceiver y módem patrón<sup>17</sup> (equipos que se conoce que su estado y funcionamiento es bueno). Encender el módem satelital y transceiver patrón previamente configurado para correr pruebas de BER.
2. Determinar el Eb/No y el receive Signal en el módem. Estos valores deben ser de 9.5 dB y -43.5 respectivamente. Además debemos cerciorarnos que la tasa de error debe tender a  $1.0e-9$  siendo el tiempo de prueba de 1 hora.

#### b) Verificación del funcionamiento correcto de Equipos bajo prueba

1. Apagar el módem satelital y el transceiver patrón. Reemplazar Feed y LNA patrón por Feed y LNA bajo prueba, conservando los demás equipos patrón y energizarlos nuevamente.
2. Registrar los valores de Eb/No y Receive signal obtenidos con el Feed y LNA bajo prueba y verificar que no varíen  $\pm 1$  dB / dBm. Además debemos cerciorarnos que la tasa de error debe tender a  $1.0e-9$  siendo el tiempo de prueba de 1 hora.

#### 4.2.1.4 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas

Véase ANEXO 4

#### 4.2.2 Pruebas en equipos Marca CODAN

- Equipamiento y Accesorios De Prueba

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE MEDICIÓN REQUERIDA
DC Block	HP	XXX	Input 110 V AC Output 10 V DC
Atenuador constante de Potencia	HP	HP 8498A	30 dB
Multímetro	FLUKE	77 SERIES III	Voltaje AC y DC
Sensor de Potencia	HP	8485A	50MHz – 26.5GHz -30dBm - +20dBm
Medidor de Potencia y Frecuencia	HP	5348A	Depende del sensor
Medidor de BER	SUNSET	E10/E8	Medición con interfaces V35, RS232
Analizador Espectros	HP	8563E	9 KHz - 26.5 GHz

**Tabla. 4.40. Instrumentos de Prueba para Equipos SCPC**

<sup>17</sup> Véase Figura. 4.30. Conexiones para Pruebas de BER, Cap. 4 sección: 4.2.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en Módem Satelitales SDM 300, “Pruebas de BER”

#### 4.2.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en Transceivers CODAN

- **Banco/s de Prueba**

- Módem SDM 3000 ó SDM 300A (Patrón)
- 2 cables RG -6 con conectores a los extremos tipo BNC(m)- N(m)
- Atenuador 30 dB.
- Terminal Remota (Hand Held)
- Cable IFL (RG6) con conectores tipo N(m)-N(m) para interconexión entre módem satelital - converter, converter – SSPA, converter – LNA, Feed – SSPA.
- Feed y LNA (patrón)
- Medidor de Potencia
- Multímetro
- DC Block.
- Medidor de BER Subset E8 / E10
- Atenuador de 30 dB.

- **Verificaciones Previas**

1. Antes de proceder a realizar las pruebas, debe asegurarse que todos los instrumentos de medición a ser utilizados se encuentren calibrados.
2. Hacer una inspección visual del estado de los conectores y puertos.
3. Verificar que la salida de RF del SSPA esté cargada apropiadamente (atenuador de 30 dB y disipación de potencia acorde con la entregada por el SSPA)
4. Asegurarse de filtrar la corriente continua con el DC BLOCK en el conector RX/RF IN para las mediciones con el Analizador de Espectros.

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Frecuencia de Transmisión**

1. Conectar el equipo de prueba tal como lo indica la siguiente figura:

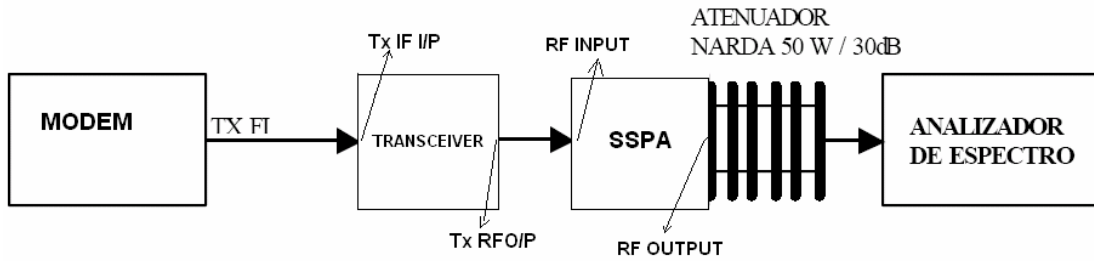


Figura. 4.33. Conexión de Equipos para Verificación de Frec. de Tx

2. Configurar el transceiver con los siguientes parámetros<sup>18</sup>:

<b>TX FREC.</b>	5960.0 MHz
<b>TX ATTN</b>	20 dB
<b>RX FREC</b>	3735.0 MHz
<b>RX ATTN</b>	21.0 dB

Tabla. 4.41. Parámetros a configurar en Transceiver para Verificación de Frec. de Tx

3. Configurar el módem con los siguientes parámetros:

<b>TX OUTPUT</b>	OFF
<b>FREC. MOD.</b>	70 Mhz
<b>TX POWER LEVEL</b>	-30 dBm

Tabla. 4.42. Parámetros a configurar en módem para Verificación de Frec. de Tx

4. En el módem configurar CARRIER CENTER ON y TX IF -OUTPUT ON
5. En el transceiver Codan configurar SSPA = ON.
6. Verificar que la portadora sea limpia y estable y que la frecuencia sea correcta (5960 MHz).

**b) Verificación de LED's de alarma del panel Frontal**

Se debe realizar la misma conexión de equipos que en el literal a), por lo tanto no se conectará a los equipos para recepción, por lo que las pruebas de LNA se las debe realizar en el punto j) ( pruebas de BER ), es decir no se tomará en cuenta las alarmas referentes al funcionamiento del LNA:

<sup>18</sup> Véase Cap. 2 sección: 2.1.3.2 Equipos Marca CODAN, “Transceiver CODAN 5700 Series”, Puesta en Marcha



1. Verificar que el LED “ON” del módulo conversor esté encendido. Si no lo está, ir al punto 11 “Diagnóstico del sistema de alimentación”. Si lo está, ir a 2.
2. Verificar que el LED de warm-up esté apagado. Si lo está, ir a 4. Si no lo está, ir a 3.
3. Inhibir el timer de transmisión seteando el switch A1 en ON. Verificar que el LED “warm up” se apaga totalmente a los 8 minutos ó antes. (Si no se apaga y permanece encendido fijamente después de transcurridos 8 minutos, el conversor está fallando o dañado).
4. Verificar que el LED “SSPA FAULT” del conversor esté apagado. Si no lo está, ir al punto 14 “Diagnóstico de SSPA FAULT”.
5. Verificar que el LED “FAN FAULT” del módulo conversor esté apagado. Si no lo está, ir al punto 47 “diagnóstico de FAN FAULT”.
6. Verificar que el LED “TEMP FAULT” del módulo conversor esté apagado. Si no lo está, ir al punto 25 “diagnóstico de TEMP FAULT”.
7. Verificar que el LED “LNA FAULT” del módulo conversor esté apagado. Si no lo está, ir al punto 36 “diagnóstico del LNA FAULT”.
8. Verificar que el LED “CONV FAULT” del módulo conversor esté apagado. Si no lo está, ir al punto 43 “diagnóstico de CONV FAULT”.

### c) Ganancia del módulo Conversor

9. Desconectar del port “Tx IF In” del módulo conversor el cable que proviene del port de transmisión del módem. Ajustar la potencia transmitida por el módem de modo que la potencia medida en el extremo del cable sea (-18. dBm). La medición debe realizarse con un power meter y sensor de (-30 dBm a +20 dBm). Conectar ahora el power meter a la salida del módulo conversor (conector “Tx RF Out”), usando un sensor de rango de medición (-30 dBm a +20 dBm). Reconectar el cable proveniente del módem al conector “Tx IF In”.

Calcular la Ganancia del módulo conversor en subida (G en UCA):

$$G \text{ en UCA} = \text{lectura del power meter} - (-18.5 \text{ dBm}).$$

Variar los valores de “Transmit Attenuation” del Hand Held y realizar un ajuste de la ganancia de transmisión del módulo conversor a fines de verificar los valores extremos de dicha ganancia y además de verificar el comportamiento lineal del mismo.

**d) Ganancia del SSPA**

10. Desconectar del port “RF Input” del módulo SSPA el cable que proviene del port “Tx RF Out” del módulo conversor. Ajustar la ganancia del módulo conversor en transmisión de modo que la potencia medida en el extremo del cable sea (-24 dBm). La medición debe realizarse con un power meter y sensor de (-30 dBm a +20 dBm).

Conectar el atenuador de potencia de 30dB a la salida del SSPA, y conectar el sensor del power meter a continuación. Reconectar el cable “conversor – SSPA” y verificar con el power meter que la potencia de salida sea +37 dBm (5 watt) o +40 dBm (10 watt). Tener en cuenta la atenuación de 30 dB del atenuador para calcular la potencia de salida del SSPA.

La ganancia de transmisión depende del SSPA ya que existen SSPA’s de 5, 10 , 20 W.

**e) Diagnostico Del Sistema de Alimentación.**

11. EL diagnóstico aplicable a las unidades que usa IMPSAT es el indicado en el manual como “Power System Fault Diagnosis B”. Realizar el “Test A” en el extremo del cable de alimentación que une la fuente con el conversor. Pasó?

Si pasó, ir a 12. Si no, ir a 13

12. Verificar que el fusible del módulo conversor se encuentre en buen estado.

Debe ser 6.3A /250 V-F(rápido). Si está roto, cambiarlo. Si está en buen estado, entonces el conversor está dañado.

13. Verificar que el LED de 48V de la fuente esté encendido. Pasó?

Si está encendido, chequear el cable que lleva la tensión continua de la fuente al conversor. Si está apagado, verificar:

- Que la fuente esté encendida.
- Que el fusible de la fuente esté en buen estado. No olvidar apagarla antes de verificar el fusible! Para 110 V AC debe ser 2.5 A / 250 V-T (lento); para 110 V AC debe ser 5 A / 250 V- T (lento). En ambos casos la medida es 20mm x 5mm.

- **La tensión de red:** Para esto, apagar la fuente de alimentación, desconectar la misma de la red de alterna y verificar las tensiones de alimentación en el tomacorriente; midiendo entre fase y tierra del tomacorriente 110 V AC y entre neutro y tierra 0 Volts.

Si todo esto está bien, será entonces problema de daño de la fuente.

#### **f) Diagnóstico del SSPA**

14. Verificar que el LED “TEMP FAULT” está encendido. Si es así, ir a 15.

Si el LED “TEMP FAULT” está apagado, ir a 19.

15. Verificar que el SSPA esté conectado.

16. Realizar el test B en el extremo del cable que da al SSPA. Pasó? Si pasó, ir a 17. Si no, ir a 22.

17. Realizar el test C en el extremo del cable. Pasó? Si pasó, ir a 18. Si no, ir a 23

18. Realizar el test D en el extremo del cable. Pasó? Si pasó, el SSPA está dañado. Si no, ir a 24

19. Reseteo La indicación de alarma de SSPA pasando el switch del conversor a “Inhibit” y Luego a “Remote”. Verificar que el LED “SSPA Fault” está apagado. Pasó? Entonces ir a 20. Si no, el conversor está dañado.

20. Activar el SSPA. Verificar que el LED “SSPA Fault” está encendido. Pasó? Entonces seguir con 18. Si no, ir a 21.

21. EL SSPA puede estar sobre exigido por la señal de transmisión. Ver pasos 9 y 10.

22. Realizar el “Test B” en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable está fallando. Si no, el conversor está dañado.

23. Realizar el test C en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable está fallando. Si no, el conversor está dañado.

24. Realizar el test D en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable está fallando. Si no, el conversor está dañado.

#### **g) Diagnóstico de Temp Fault**

25. Verificar que el LED SSPA FAULT esté apagado. Pasó? Si pasó, ir a 26. Si no, ir a 29.

26. Inhibir el SSPA desde el conversor. Esperar 15 a 30 minutos para que se enfríe.

Verificar que el LED de TEMP FAULT esté apagado. Pasó?. Si pasó, monitorear el sistema para ver si se repite la falla por temperatura. Si no, es decir si TEMP FAULT está encendido, ir a 27

27. Realizar el test F en el cable conversor - SSPA (extremo del cable que da al SSPA).

Verificar que el LED esté encendido. Pasó? Si pasó el test, ir a 28. Si no pasó, el SSPA está dañado.

28. Realizar el test F en el conector DC/CONTROL del conversor. Verificar que el LED esté encendido. Pasó? Si el test pasó, el conversor está dañado. Si no pasó, el cable está fallando.

29. Verificar que el SSPA esté conectado.

30. Realizar el test B en el extremo del cable. Pasó? Si pasó, ir a 31. Si no, ir a 33.

31. Realizar el test C en el extremo del cable. Pasó? Si pasó, ir a 32. Si no, ir a 34.

32. Realizar el test D en el extremo del cable. Pasó? Si pasó, el SSPA está dañado. Si no, ir a 35.

33. Realizar el test B en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable está fallando. Si no, el conversor está dañado.

34. Realizar el test C en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable está fallando. Si no, el conversor está dañado.

35. Realizar el test D en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable está fallando. Si no, el conversor está dañado.

#### **h) Diagnóstico de LNA Fault**

36. El diagnóstico aplicable a las unidades que usa IMPSAT es el indicado en el manual como "LNA Fault Diagnosis A". Resetear la falla de LNA colocando el switch del conversor en Inhibit y luego en Remote. Verificar que el LED de alarma de LNA esté apagado. Si lo está, ir a 37. Si no, ir a 38.

37. Chequear el cable coaxial para verificar si existe un cortocircuito intermitente. Pasó?. Si pasó, es probable que exista una falta intermitente en el conversor ó en el LNA. Si no pasó, reemplazar el cable.

38. Desconectar el LNA y realizar el Test G. Pasó? Si pasó, ir a 39. Si no pasó, ir a 40.
39. Realizar el test H. Verificar que el LED de LNA esté apagado. Si está apagado, el LNA está dañado. Si está encendido, el conversor está dañado.
40. Reseteo la falta de LNA colocando el switch del conversor en Inhibit y luego en Remote. Realizar el test G en el extremo del cable. Si el test pasó, el LNA está faltado. Si no pasó, ir a 41.
41. Desconectar el cable “Conversor . LNA” del conversor. Reseteo la falla de LNA colocando el switch del conversor en Inhibit y luego en Remote. Realizar el test G en el conversor. Pasó? Si pasó, el cable coaxial está fallando. Si no pasó, ir a 42.
42. Verificar que el switch A4 esté en ON. Pasó? Si pasó, el conversor está dañado. De lo contrario, setearlo en ON.

**TEST A:**

Medir la tensión continua en el cable que lleva alimentación al conversor, en el extremo que da al conversor. Los terminales positivos son los A y B, y los negativos C y D. Debe tener un valor entre +52 y +60 Volts.

**TEST B:**

Medir la tensión continua en el cable que lleva alimentación desde el conversor al SSPA. Según se indique en la checklist, debe medirse en el extremo del cable que da al SSPA, o bien en el conector SSPA DC / CONTROL del conversor. El terminal positivo es el H y el negativo el i. Debe tener un valor entre +38 y +60 volts.

**TEST C:**

Medir la tensión continua en el cable que Lleva alimentación desde el conversor al SSPA. Según se indique en La checklist, debe medirse en el extremo del cable que da al SSPA, o bien en el conector SSPA DC / CONTROL del conversor. EL terminal positivo es el K y el negativo el J. Debe tener un valor entre +20 mV y +50 mV en modo stand-by o en modo “ON”, y +7.7 y en modo “OFF”.

**TEST D:**

Conectar entre sí los pines A, D y G, bien en el extremo del cable conversor - SSPA que da al SSPA ó bien en el conector SSPA DC / CONTROL del conversor. Cuando el transceptor está encendido, los LEDs SSPA FAULT y TEMP FAULT deben estar apagados. Cuando el SSPA está activado, los LEDs SSPA FAULT y TEMP FAULT deben permanecer apagados.

**TEST F:**

Conectar entre sí los pines A y G, bien en el extremo del cable conversor - SSPA que da al SSPA ó bien en el conector SSPA DC / CONTROL del conversor. Cuando el transceptor está encendido, el LED TEMP FAULT debe estar apagado.

**TEST G:**

Medir la tensión continua que suministra el conversor al LNA. Según se indique en la checkList, debe medirse en el extremo del cable que da al LNA, o bien en el conector RX RF INPUT del conversor. EL terminal positivo es el pin central y el negativo es la tierra. Debe tener un valor de 15 V 0.2 V.

**TEST H:**

Conectar al cable que une el conversor con el LNA:

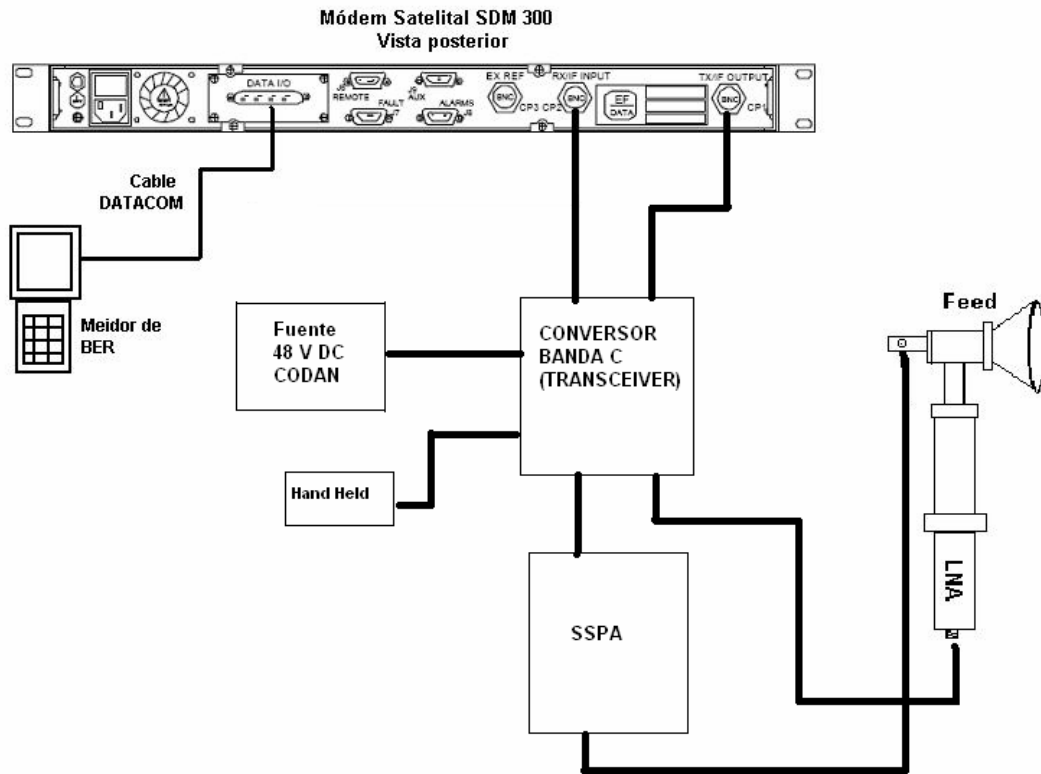
- Un LNA que funcione bien ó
- Un resistor de 270 ohm, 2 watts entre el pin central y la tierra del cable coaxial.

**i) Alimentación del LNA**

1. Medir, *con el debido cuidado para no cortocircuitar*, la tensión de continua del conector “RX RF I/P”. La misma debe ser 15 V DC .
2. Colocar el DC-BLOCK en dicho terminal y verificar que no exista continua.

**j) Pruebas de BER**

1. Configurar el módem satelital con los mismos parámetros que en el punto **s) Pruebas de BER** para Módem **Satelital SDM 300**<sup>19</sup>.
2. Realizar las siguientes conexiones según la figura:



**Figura. 4.34. Conexiones Equipos CODAN para Pruebas de BER**

3. Levantar portadora en el Conversor de Banda C (Transceiver) SSPA= ON<sup>20</sup>.

Se debe observar un valor de Eb/No de 9.8 dB y un Receive Signal de -43.5 dBm en el módem Satelital dentro del menú MONITOR.

4. En caso de existir errores en la prueba de BER, verificar el reporte en el menú de STORED FAULTS del módem satelital.

<sup>19</sup> Véase Cap. 4 sección: 4.2.1.1 Descripción de pruebas a realizarse en Módems Satelitales SDM 300, “Procedimiento de Prueba”, literal s) Pruebas de BER.

<sup>20</sup> Véase Cap. 2 sección: 2.1.3.2 Equipos Marca CODAN, “Transceiver CODAN 5700 Series”, Puesta en Marcha.

### 4.2.2.2 Descripción de pruebas a realizarse en los dispositivos LNA, Feed para Equipos CODAN

En los equipos CODAN se utilizan los mismos equipos Feed y LNA que con los equipos EF DATA, por lo que el procedimiento de pruebas es el mismo.

### 4.2.2.3 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas

Véase ANEXO 5

## 4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CABLES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE SATELITAL

Los tipos de cables más utilizados para las distintas conexiones que deben realizarse en los equipos satelitales son los cables coaxiales. Estos cables tienen características especiales dependiendo de la frecuencia de la señal, la longitud del cable, entre otras. En la siguiente tabla se muestran las características principales de los distintos tipos de cables coaxiales.

Características de los Cables Coaxiales													
Coaxial	Ohm	Factor Veloc.	Aislan. Dieléct.	Tensión Máx RMS	pF Por Metro	Atenuación en decibelios por cada 100 mts							Diam. en mm
						10 MHz	50 MHz	100 MHz	200 MHz	400 MHz	1 GHz	3 GHz	
<b>RG-5</b>	50	0,66	Esp PE	-----	93,50	2,72	6,23	8,85	13,50	19,40	32,15	75,50	8,30
<b>RG-6</b>	75	0,66	Esp PE	-----	61,60	2,72	6,23	8,85	13,50	19,40	32,15	75,50	8,50
<b>RG-8</b>	52	0,66	PE	4.000	97	1,80	4,27	6,23	8,86	13,50	26,30	52,50	10,30
<b>RG-9</b>	51	0,66	PE	4.000	98	2,17	4,92	7,55	10,80	16,40	28,90	59,00	10,70
<b>RG-10</b>	52	0,66	-----	-----	100	1,80	4,25	6,25	8,85	13,50	26,30	52,50	12,00
<b>RG-11</b>	75	0,66	Esp PE	4.000	67	2,18	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,00	10,30
<b>RG-12</b>	75	0,66	PE	4.000	67	2,18	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,00	12,00
<b>RG-13</b>	74	0,66	-----	-----	67	2,18	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,00	10,70
<b>RG-14</b>	52	0,66	-----	-----	98,40	1,35	3,28	4,60	6,55	10,20	18,00	41,00	13,90
<b>RG-17</b>	52	0,66	PE	11.000	67	0,80	2,05	3,15	4,90	7,85	14,40	31,10	22,10
<b>RG-18</b>	52	0,66	-----	-----	100	0,80	2,05	3,15	4,90	7,85	14,40	31,10	24,00
<b>RG-19</b>	52	0,66	-----	-----	100	0,55	1,50	2,30	3,70	6,05	11,80	25,30	28,50
<b>RG-20</b>	52	0,66	-----	-----	100	0,55	1,50	2,30	3,70	6,05	11,80	25,30	30,40
<b>RG-21</b>	53	0,66	-----	-----	98	14,40	30,50	47,70	59,00	85,30	141,00	279,00	8,50
<b>RG-34</b>	75	0,66	-----	-----	67	1,05	2,79	4,60	6,90	10,80	19,00	52,50	15,90
<b>RG-35</b>	75	0,66	-----	-----	67	0,80	1,90	2,80	4,15	6,40	11,50	28,20	24,00
<b>RG-55</b>	53,50	0,66	PE	1.900	93	3,94	10,50	15,80	23,00	32,80	54,10	100,00	5,30
<b>RG-58</b>	50	0,66	PE	1.900	93	4,60	10,80	16,10	24,30	39,40	78,70	177,00	5,00
<b>RG-59</b>	73	0,66	PE	600	69	3,60	7,85	11,20	16,10	23,00	39,40	87,00	6,20
<b>RG-74</b>	52	0,66	-----	-----	98	1,35	3,28	4,59	6,56	10,70	18,00	41,00	15,70
<b>RG-122</b>	50	0,66	-----	-----	-----	5,58	14,80	23,00	36,10	54,10	95,10	187,00	4,10



<b>RG-142</b>	50	0,70	PTFE	1.900	96	3,60	8,85	12,80	18,50	26,30	44,25	88,60	4,90
<b>RG-174</b>	50	0,66	PTFE	1.500	101	12,80	21,70	29,20	39,40	57,40	98,40	210,00	2,60
<b>RG-177</b>	50	0,66	-----	-----	-----	0,70	2,03	3,12	4,92	7,85	14,40	31,20	22,70
<b>RG-178</b>	50	0,69	-----	-----	-----	18,40	34,50	45,90	63,30	91,90	151,00	279,00	1,90
<b>RG-179</b>	75	0,69	-----	-----	-----	17,40	27,90	32,80	41,00	52,50	78,70	144,00	2,50
<b>RG-180</b>	95	0,69	-----	-----	-----	10,80	15,10	18,70	24,90	35,50	55,80	115,00	3,70
<b>RG-187</b>	75	0,69	-----	-----	-----	17,40	27,90	32,80	41,00	52,50	78,70	144,00	2,80
<b>RG-188</b>	50	0,69	-----	-----	-----	19,70	31,50	37,40	46,60	54,80	102,00	197,00	2,80
<b>RG-195</b>	95	0,69	-----	-----	-----	10,80	15,10	18,70	24,90	35,40	55,80	115,00	3,90
<b>RG-196</b>	50	0,69	-----	-----	-----	18,40	34,50	45,20	62,30	91,90	151,00	279,00	2,00
<b>RG-212</b>	50	0,66	-----	-----	-----	2,72	6,23	8,86	13,50	19,40	32,20	75,50	8,50
<b>RG-213</b>	50	0,66	PE	5.000	101	1,80	4,30	6,25	8,85	13,50	26,30	52,50	10,30
<b>RG-214</b>	50	0,66	PE	5.000	101	2,15	4,95	7,55	10,80	16,40	28,90	59,00	10,80
<b>RG-215</b>	50	0,66	PE	5.000	101	1,80	4,30	8,20	8,85	13,50	26,30	52,50	10,30
<b>RG-216</b>	75	0,66	PE	5.000	67	2,15	5,25	7,55	10,80	15,80	25,60	54,10	10,80
<b>RG-217</b>	50	0,66	-----	-----	-----	1,35	3,30	4,60	6,55	10,20	18,00	40,50	13,80
<b>RG-218</b>	50	0,66	-----	-----	96	0,80	2,05	3,10	4,90	7,85	14,40	31,20	22,10
<b>RG-219</b>	50	0,66	-----	-----	-----	0,80	2,05	3,10	4,90	7,85	14,40	31,20	24,00
<b>RG-220</b>	50	0,66	-----	-----	96	0,55	1,50	2,30	3,70	6,10	11,80	25,50	28,50
<b>RG-221</b>	50	0,66	-----	-----	-----	0,55	1,50	2,30	3,70	6,10	11,80	25,50	30,40
<b>RG-222</b>	50	0,66	-----	-----	-----	14,40	30,50	42,70	59,10	85,30	141,00	279,00	8,50
<b>RG-223</b>	50	0,66	PE	1.900	101	3,95	10,50	15,80	23,00	32,80	54,10	100,00	5,40
<b>RG-302</b>	75	0,69	-----	-----	-----	1,50	4,00	10,80	15,40	22,60	41,90	85,25	5,30
<b>RG-303</b>	50	0,69	-----	-----	-----	3,61	8,86	12,80	18,50	26,30	44,30	88,60	4,30
<b>RG-316</b>	50	0,69	-----	-----	-----	19,70	31,50	37,40	46,60	54,80	102,00	197,00	2,60
NOTAS	PE = Polietileno												
	Esp.PE = Espuma de Polietileno												
	PTFE = Teflón (Politetrafluoroetileno)												
	<b>RG-214 y RG-223 = Con doble protección (Doble apantallado)</b>												

Tabla. 4.43. Características de los principales cables coaxiales

En la anterior tabla se encuentran resaltados los cables que se utilizan con mayor frecuencia para las instalaciones de enlaces satelitales tanto en Banda C como en banda Ku.

Se debe tener en cuenta también los tipos de conectores que utilizan estos cables coaxiales, cuyas características se muestran a continuación<sup>21</sup>:

### Conector BNC

Impedancia	50 ohm	75 ohm
Rango de Frecuencia	0 – 4 GHz	0 – 2 GHz
Voltaje de trabajo	500 VRMS. Max	500 VRMS. Max
Voltaje que Soporta el Dieléctrico	1500 VRMS	1500 VRMS

<sup>21</sup> Fuente: <http://www.scelectron.com>

<b>VSWR<sup>22</sup></b>	Directo: 1.3 max Angulo Recto: 1.5 max	Directo: 1.3 max Angulo Recto: 1.5 max
<b>Resistencia del Contacto</b>	Contacto Central: 3 Miliohms max. Contacto Externo: 2 Miliohms max.	Contacto Central: 3 Miliohm max. Contacto Externo: 2 Miliohms max.
<b>Resistencia del Aislante</b>	5000 megohms min	5000 megohms min

**Tabla. 4.44. Características Conector BNC para cable coaxial**

Conectores BNC Macho:



**Figura. 4.35. Conectores BNC Macho**

Conectores BNC Hembra:



**Figura. 4.36. Conectores BNC Hembra**

**Conector TNC**

<b>Impedancia</b>	<b>50 ohm</b>	<b>50 ohm</b>
<b>Rango de Frecuencia</b>	0 – 11 GHz	0 – 2 GHz
<b>Voltaje de trabajo</b>	500 VRMS. Max	500 VRMS. Max
<b>Voltaje que Soporta el Dieléctrico</b>	1500 VRMS	1500 VRMS
<b>VSWR</b>	Directo: 1.3 max Angulo Recto: 1.5 max	Directo: 1.3 max Angulo Recto: 1.5 max
<b>Resistencia del Contacto</b>	Contacto Central: 3 Miliohms max. Contacto Externo: 2 Miliohms max.	Contacto Central: 3 Miliohm max. Contacto Externo: 2 Miliohms max.
<b>Resistencia del Aislante</b>	5000 megohms min	5000 megohms min

**Tabla. 4.45. Características Conector TNC para cable coaxial**

<sup>22</sup> **VSWR (Razón de Voltaje de Onda Estacionaria)**; medida del grado de desacoplamiento de una línea de transmisión .Se define como la razón de la magnitud del voltaje máximo en la línea a la magnitud del mínimo voltaje en la línea.

Conectores TNC Macho:



Figura. 4.37. Conectores TNC Macho

Conectores TNC Hembra:



Figura. 4.38. Conectores TNC Hembra

Conector N

<b>Impedancia</b>	<b>50 ohm</b>
<b>Rango de Frecuencia</b>	0 – 11 GHz
<b>Voltaje de trabajo</b>	1000 VRMS. Max
<b>Voltaje que Soporta el Dieléctrico</b>	2500 VRMS
<b>VSWR</b>	Directo: 1.3 max Angulo Recto: 1.5 max
<b>Resistencia del Contacto</b>	Contacto Central: 3 Miliohms max. Contacto Externo: 2 Miliohms max.
<b>Resistencia del Aislante</b>	5000 megohms min

Tabla. 4.46. Características Conector N para cable coaxial

Conectores N Macho:



Figura. 4.39. Conectores N Macho

Conectores N Hembra:



Figura. 4.40. Conectores N Hembra

**Conector F**

<b>Impedancia</b>	<b>75 ohm</b>
<b>Rango de Frecuencia</b>	0 – 1 GHz
<b>Voltaje de trabajo</b>	170 VRMS. Max
<b>Voltaje que Soporta el Dieléctrico</b>	500 VRMS
<b>VSWR</b>	Directo: 1.2 max Angulo Recto: 1.3 max
<b>Resistencia del Contacto</b>	Contacto Central: 10 Miliohms max. Contacto Externo: 5 Miliohms max.
<b>Resistencia del Aislante</b>	1000 megohms min

Tabla. 4.47. Características Conector F para cable coaxial

Conectores F Macho:



Figura. 4.41. Conectores N Macho

Conectores F Hembra:

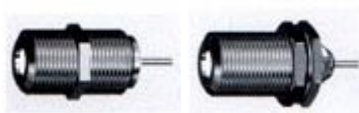


Figura. 4.42. Conectores N Hembra

#### 4.4 DESCRIPCIÓN DE COSTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS SATELITALES

A continuación se presenta la cotización de los cables y conectores necesarios para la elaboración de los distintos “Cables para Pruebas de equipos Satelitales”.

TIPO	RUBRO	Descripción	Costo unitario por metro (sin iva)	Cantidad	Unidad
RG6	CABLES	CAB-RG6	\$ 0,41	100	Metros
	CONECTORES	CON-F-MACHO-RG6	\$ 0,19	20	Unidades
RG8	CABLES	CAB-RG8	\$ 3,81	120	Metros
	CONECTORES	CON-N-MACHO-RG8	\$ 5,13	50	Unidades
RG59	CABLES	CAB-RG59-60% MALLA	\$ 0,39	100	Metros
	CONECTORES	CON-BNC-MACHO-RG59	\$ 1,64	50	Unidades
	CONECTORES	CON-N-MACHO-RG59	\$ 0,73	50	Unidades
	CONECTORES	CON-TNC-MACHO-RG59	\$ 0,98	30	Unidades
HELIAX	CABLES	CAB-HELIAX-1/2	\$ 7,90	50	Metros
	CONECTORES	CON-N-MACHO-HELIAX 1/2	\$ 3,20	10	Unidades
DB 9	CONECTORES	CON-DB9	\$ 0,31	10	Unidades
RJ11	CONECTORES	CON-RJ11	\$ 0,05	10	Unidades

Tabla. 4.48. Cotización Cables y Conectores

Nótese que no se incluye el costo de elaboración de los distintos cables necesarios para las pruebas.

A continuación se presenta la cotización de los distintos equipos de medición necesarios para “Pruebas de Equipos Satelitales”

EQUIPO	Descripción	Costo en eBAY
HP 8498A 30 DB ATTENUATOR	Atenuador fijo de 30 dB	\$ 500.00
FLUKE MULTIMETER MODEL 77 SERIES III	Multímetro	\$ 229.95
HP/Agilent 5348A Microwave Counter & RF Power Meter	Medidor de potencia y Frecuencia	\$ 4,850.00
HP/Agilent 8485A Power Sensor	Sensor de Potencia	\$ 890.00
HP/Agilent 8563E Spectrum Analyzer	Analizador de Espectros	\$ 7,500.00

**Tabla. 4.49. Cotización equipos de Medición para Pruebas equipos Satelitales**

## 4.5 PRUEBAS Y ESTÁNDARES QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE MICROONDA


### 4.5.1 Equipos y materiales de prueba necesarios para establecer el estado y funcionamiento de los Equipos Microonda

EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD DE MEDICIÓN REQUERIDA
Atenuador Variable de Potencia	HP	HP 8496B	10dB -110dB en pasos de 10 dB
Atenuador Variable de Potencia	HP	HP 8494B	0 a 11 dB en pasos de 1 dB
Multímetro	FLUKE	77 SERIES III	Voltaje AC y DC
Sensor de Potencia	HP	8485A	50MHz – 26.5GHz -30dBm - +20dBm
Medidor de BER	SUBSET	E10/E8	Medición con interfaces V35, RS232
Medidor de Potencia y Frecuencia	HP	5348A	Depende del sensor
Analizador Espectros	HP	8563E	9 KHz - 26.5 GHz

**Tabla. 4.50. Instrumentos de Prueba para Equipos Microonda**

	
HP 8494B VARIABLE ATTENUATOR	
Potencia de Operación:	MAX POWER: 1W CW
Rango de atenuación:	0 - 11dB en pasos de 1 dB
Frecuencia de Operación	50 MHz a 26.5 GHz.
Precio en el mercado:	\$ 437

**Tabla. 4.51. Instrumentos de Prueba para PES 5000**

	
HP 8496B VARIABLE ATTENUATOR	
Potencia de Operación:	MAX POWER: 1W CW
Frecuencia de Operación	(DC - 18GHZ)
Rango de atenuación:	10dB -110dB en pasos de 10 dB
Precio en el mercado:	\$355

**Tabla. 4.52. Instrumentos de Prueba para PES 5000**

Las características de los demás instrumentos de medición se las puede revisar en: Cap. 4 sección: 4.1.1 Descripción de Pruebas en equipos marca HUGHES, “Equipamiento y accesorios de Prueba”.

#### 4.5.2 Pruebas en equipos marca DMC

##### 4.5.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en los módems Classic II

- **Banco/s de Prueba**

- Atenuador Variable de 10 dB -110dB en pasos de 10 dB.

- Atenuador Variable de 0 dB -11dB en pasos de 1 dB.
- Cable IFL.(Cable coaxial RG 6 con conectores tipo F macho)
- Guía de onda metálica con conectores N(m) al un extremos y conector SMA(m) al otro extremo.
- Módem 's Classic II bajo prueba
- Transceiver`s DMC uno de alta y otro de baja (ambos patrón)
- Loop V.35 / EIA 449 macho.
- Cola de adaptación interfaz EIA 449 a V.35
- Medidor de BER con capacidad de pruebas de 1 E1 y de datos con interfaz V.35, EIA 449 (SunSet E10 / E8)

- **Verificaciones Previas**

Se debe realizar un breve chequeo físico de los equipos, para detectar daños como puertos en mal estado, corrosión en la pintura de la carcasa de los equipos, botones rotos, etc.

Conectar la fuente de la alimentación al módem DMC Classic II; si se verifica que no enciende, medir que el voltaje entregado por la fuente sea de 48 V DC. En caso que la fuente esté buena, chequear el fusible en la parte posterior del módem y reemplazarlo.

- **Conexiones IDU – ODU**

Se debe tener en cuenta el tipo de cable y los conectores que utilizarán en la conexión<sup>23</sup> módem DMC al transceiver el cual es un cable coaxial tipo RG 6 (75 - Ohmios) de 0.5 m de longitud, con conectores tipo F macho a ambos extremos, mientras que el cable utilizado para conectar la salida de los transceivers a los atenuadores de potencia que simularán el medio es una guía de onda flexible o guía de onda metálica con conector SMA macho al un extremo conectado al transceiver y un conector tipo N (m) que se conecta al atenuador de potencia variable como se muestra en la siguiente figura:

---

<sup>23</sup> Véase Cap. 4 sección: 4.3 Descripción De Los Distintos Tipos De Cables Necesarios Para La Implementación De Un Enlace Satelital.



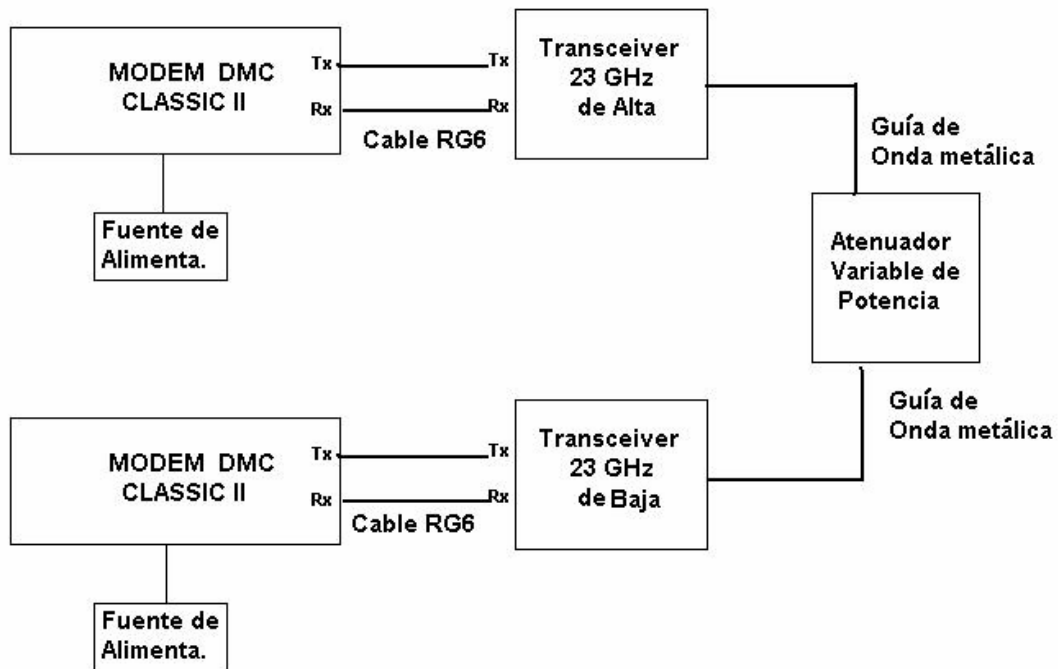


Figura. 4.43. Diagrama conexiones IDU - ODU DMC Classic II

- **Procedimiento de Prueba**

### Pruebas de Loop

Existen dos tipos de pruebas de loop:

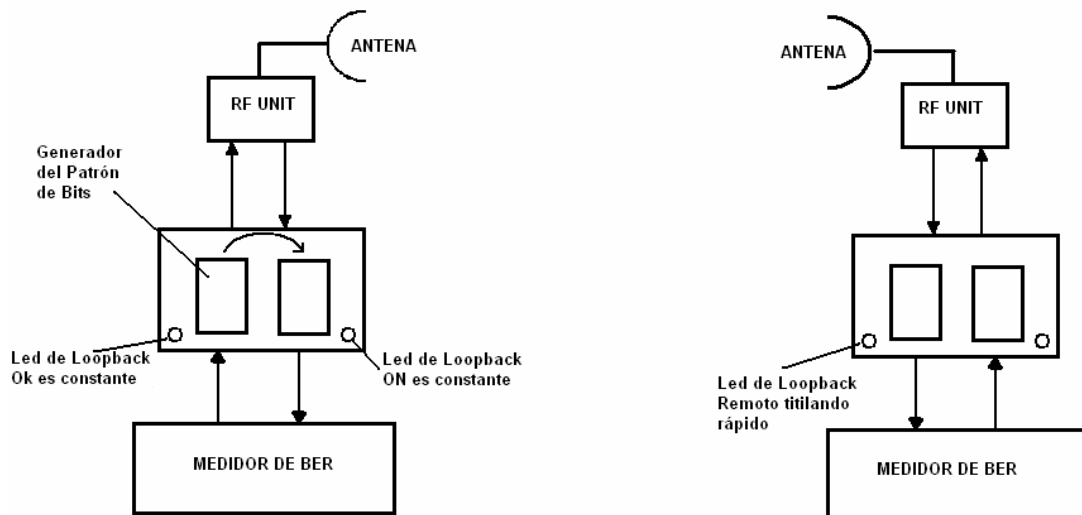
1) Prueba de loop interno.- Utiliza un patrón generado dentro del radio, para ser enviado al radio remoto. El radio distante entonces envía la misma señal de regreso hacia el transmisor. La señal enviada es comparada con el patrón original. Existen dos tipos de pruebas de loop interno: Loop interno local y loop interno remoto.

2) Prueba de Loop externo.- Opera exactamente de La misma manera que la prueba de loop interno, excepto que el patrón de bits es generador externamente. Existen dos tipos de pruebas de loop externo: Loop externo local y loop externo remoto.

#### a) Pruebas Loop Interno Local

El tráfico es deshabilitado durante esta prueba.

No realice la prueba de loop local en ambos terminales al mismo tiempo.



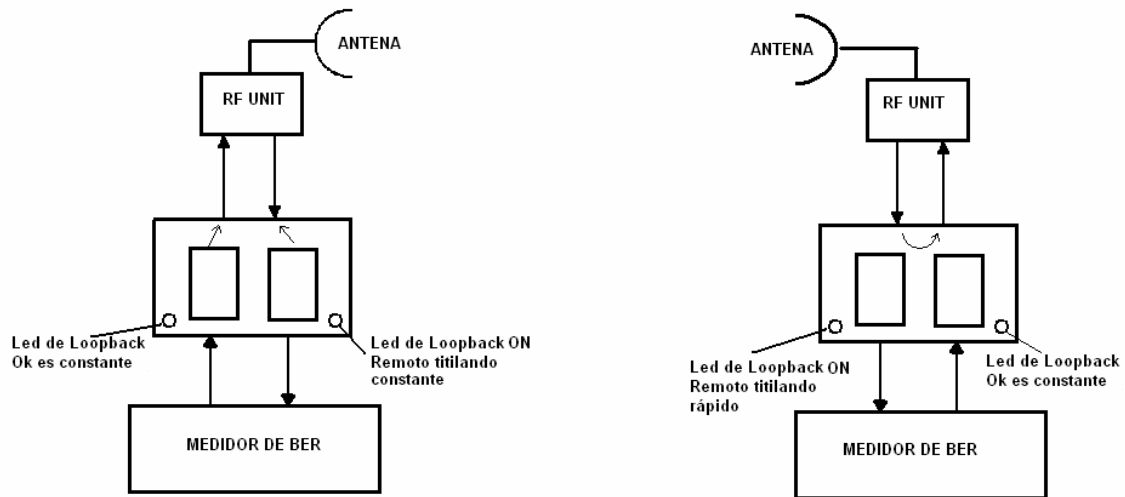
**Figura. 4.44. Loop Interno Local IDU - ODU DMC Classic II**

1. El switch # 12 del panel posterior de la IDU debe estar abajo para habilitar la prueba.
2. Presionar el switch de LOCAL LOOPBACK por dos o tres segundos.
3. La salida de la IDU está realizando un loop de retorno hacia la entrada de IF de la IDU.
4. Las señales de la prueba de Loop Local son transmitidas a la estación remota, pero el receptor local no está en línea. El LED verde del LINK OK estará apagado en ambos terminales.
5. Los LED's del LOCAL LOOPBACK ON (amarillo) y el LOOPBACK OK (verde) se encienden en el terminal local.
6. El Led amarillo del LOCAL LOOPBACK ON (amarillo) en el terminal lejano titilará rápidamente .indicando que el terminal local ha inicializado un loop interno local.

#### **b) Pruebas Loop Interno Remoto**

El tráfico es deshabilitado durante esta prueba.

No realice la prueba de loop remoto en ambos terminales (local y remoto) al mismo tiempo.



**Figura. 4.45. Loop Interno Remoto IDU - ODU DMC Classic II**

1. El switch # 12 del panel posterior de la IDU debe estar abajo para habilitar la prueba.
2. Presionar el switch de REMOTE LOOPBACK por dos o tres segundos.
3. Un patrón de prueba es generado y transmitido hacia el terminal lejano, donde se lo regresa hacia el terminal originador.
4. EL led verde del LINK OK (verde) estará apagado en ambos terminales.
5. Los LED's del REMOTE LOOPBACK ON (amarillo) y el LOOPBACK OK (verde) se encienden en el terminal local.
6. En el terminal remoto, el led amarillo del REMOTE LOOPBACK ON (amarillo) titilará rápidamente indicando que el terminal local ha iniciado un loop interno remoto.
7. Para cancelar el modo de prueba se presiona el switch del REMOTE LOOPBACK momentáneamente.
8. Volver los switch de opciones a su posición normal.

### c) Pruebas Loop Externo Local

#### **Precauciones:**

- a) No realice la prueba de Loop local externo en los terminales local y remoto al mismo tiempo.
- b) Esta prueba se puede realizar solo mediante el interfaz EIA 449.
- c) Todas las pruebas para E1 son internas.

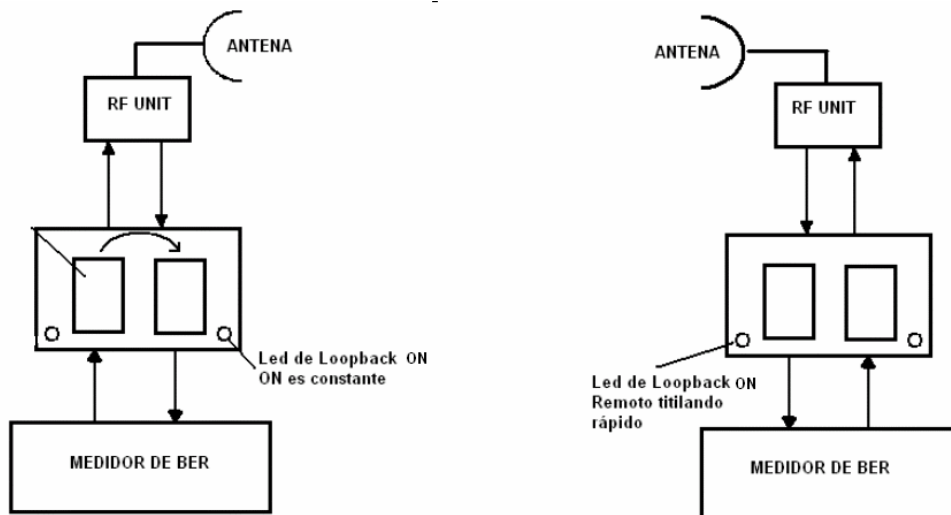


Figura. 4.46. Loop Externo Local IDU - ODU DMC Classic II

1. El switch # 12 del panel posterior de La IDU debe estar abajo para habilitar la prueba.
2. Conectar el equipo de prueba terminal a los terminales Local y Remoto.
3. Presionar el switch de LOCAL LOOPBACK por dos o tres segundos.
4. La salida de la IDU está realizando un loop de retorno hacia la entrada de IF de la IDU.
5. Las señales de test de loopback son transmitidas a la estación remota, pero el receptor local no está en línea. El led verde del LINK OK estará apagado en ambos terminales.
6. El LOCAL LOOPBACK ON (amarillo) titilará lentamente si el equipo de prueba del terminal local está sin errores.
7. El LOCAL LOOPBACK ON (amarillo) titilará rápidamente, indicando que el terminal local ha iniciado la prueba de loop Local externo.
8. Para cancelar el modo de prueba se presiona el switch del LOCAL LOOPBACK.
9. Volver Los switch de opciones a su posición normal.
10. Desconectar los equipos de prueba pegados a los terminales local/remoto.

#### d) Pruebas Loop Externo Remoto

##### Precauciones:

a) No realice la prueba de loop local externo en ambos terminales (local y remoto) al mismo tiempo.

b) Esta prueba se puede realizar solo mediante eL interfaz EIA 449.

c) Todas las pruebas realizadas mediante el E1 son internas.

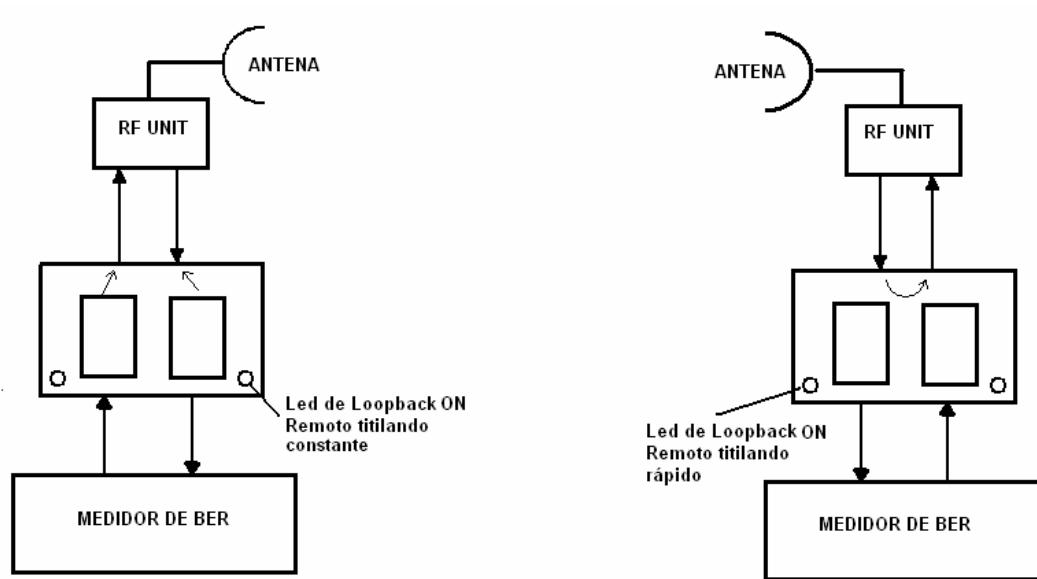


Figura. 4.47. Loop Externo Remoto IDU - ODU DMC Classic II

1. El switch # 12 del panel posterior de la IDU debe estar abajo para habilitar la prueba.
2. Conectar el equipo de prueba terminal a los radios local / remoto.
3. Presionar el switch de LOCAL LOOPBACK por dos o tres segundos.
4. La salida de la IDU está realizando un loop de retorno hacia la entrada de IF de la IDU.
5. El led LINK OK (verde) estará apagado en ambos terminales
6. EL REMOTE LOOPBACK ON (amarillo) titilará lentamente si el equipo de prueba del terminal local está sin errores.
7. El REMOTE LOOPBACK ON (amarillo) titilará rápidamente, indicando que el terminal local ha iniciado la prueba de loop remoto externo.
8. Para cancelar el modo de prueba se presiona el switch del LOCAL LOOPBACK.
9. Volver los switch de opciones a su posición normal.
10. Desconectar los equipos de prueba pegados a los terminales local / remoto.

#### e) Pruebas de BER

1. Se debe realizar el siguiente seteo de los dip - switch ubicados en la parte posterior de los módems para poder correr pruebas de BER.

<b>Switch (Local)</b> Donde se conecta el medidor de BER		<b>Switch (Remoto)</b> Donde se conecta el Loop físico DB 37	
1	↓	1	↓
2	↑	2	↑
3	↓	3	↓
4	↑	4	↑
5	↓	5	↓
6	↑	6	↓
7	↓	7	↑
8	↓	8	↓
9	↑	9	↑
10	↓	10	↓
11	↑	11	↑
12	↑	12	↑
13	↓	13	↓
14	↑	14	↑
15	↑	15	↑
16	↑	16	↑

**Tabla. 4.53. Seteo Dip – Switch para pruebas de BER de módem DMC**

2. Se debe realizar las siguientes conexiones de acuerdo en a la siguiente figura:

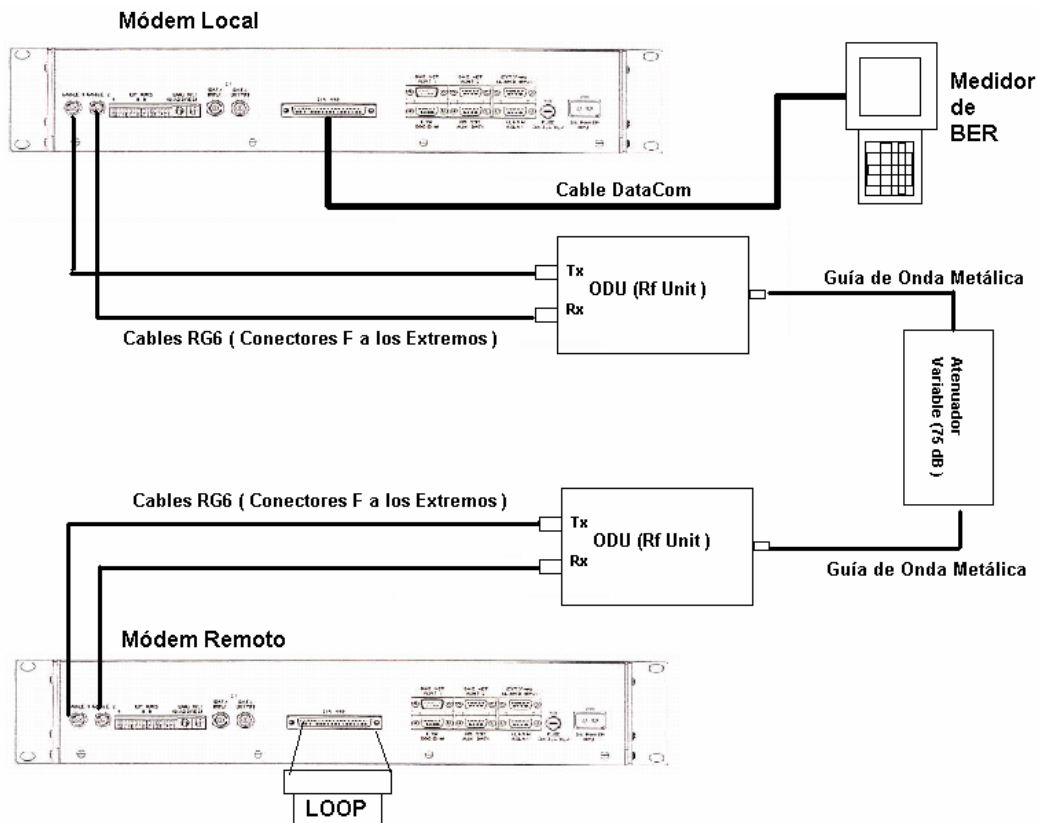


Figura. 4.48. Conexiones Equipos DMC para Pruebas de BER

El pin - out del Loop físico DB 37 se indica a continuación en la siguiente tabla:

LOOP FÍSICO (DB37)	
Pin #	Pin #
4	6
8	17
22	24
26	35

Tabla. 4.54. Pin out Loop DB 37

**NOTA:** Para realizar las pruebas a nivel de E1, se debe unir con cable BNC (macho) - BNC (macho) los puntos de transmisión y recepción del E1 ubicados en la parte posterior del módem DMC Classic II.

- Se debe setear el medidor de BER con reloj interno a 64 Kbps y utilizar el cable Datacom conectado al puerto EIA 449 del módem local y el Loop DB37 conectado al mismo puerto del módem remoto.

Para correr pruebas de BER a nivel de E1 se lo debe setear de igual forma el medidor de BER pero esta vez utilizaremos los puertos G703 tanto del medidor como del medidor de BER.

#### **f) Pruebas de AGC**

1. Medir con el multímetro en los puertos del panel frontal con el nombre de “AGC” el valor de voltaje el cual debe estar en el rango de: +3.5 a +4.6 Voltios DC.

#### **g) Verificación del funcionamiento de LED's del panel frontal de la IDU**

1. Presionar el switch “FAR END DISPLAY” y verificar que Todos los indicadores del panel frontal se encienden haciéndose un autotest de los mismos.
2. Se observan las alarmas del módem remoto.
3. Si el enlace no está sólidamente establecido (BER alto, por ejemplo), todos los indicadores del panel frontal titilarán.

#### **4.5.2.2 Descripción de pruebas a realizarse en los transceivers de microondas**

##### **• Banco/s de Prueba**

- Atenuador Variable de 10 dB -110dB en pasos de 10 dB.
- Atenuador Variable de 0 dB -11dB en pasos de 1 dB.
- Cable IFL.(Cable coaxial RG 6 con conectores tipo F macho)
- Guía de onda metálica con conectores N(m) al un extremos y conector SMA(m) al otro extremo.
- Módem 's Classic II patrón
- Transceiver's DMC uno de alta y otro de baja (de preferencia uno patrón y otro bajo prueba).
- Loop V.35 / EIA 449 macho.
- Cola de adaptación interfaz EIA 449 a V.35
- Medidor de BER con capacidad de pruebas de E1's y de datos con interfaz V.35, EIA 449 (SunSet E10 / E8)
- Medidores de potencia y frecuencia



- **Verificaciones Previas**

Se debe realizar un breve chequeo físico de los equipos, para detectar daños como conectores en mal estado y corrosión en la pintura de la carcasa de los equipos

- **Conexiones IDU – ODU**

Se realizan las mismas conexiones indicadas en la sección anterior<sup>24</sup>.

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Medición de Potencia**

1. Conectar solamente un Módem Classic II patrón y un transceiver para realizar la respectiva medición de potencia.
2. Encender el medidor de potencia y conectar el sensor de potencia.
3. Encerar y calibrar el sensor
4. Con su adaptador adecuado conectar la salida del transceiver DMC al medidor de potencia. Ver figura:



**Figura. 4.49. Medición de Potencia con Power Meter**

<sup>24</sup> Véase Cap. 4 sección : 4.5.2.1 Descripción de pruebas a realizarse en los módems Classic II, “Conexiones IDU - ODU”

5. Protegerse de la radiación mediante el uso de un chaleco de plomo.
6. Encender el módem y esperar unos cuantos segundos para observar alguna medición en la pantalla del medidor de potencia.
7. La medición tomada debe ser aproximada a  $16 \pm 2\text{dBm}$

**b) Medición de Frecuencia**

1. Se debe retirar todos los tornillos de la tapa superior del transceiver.
2. Encender el medidor de frecuencia o Analizador de Espectros y con su respectivo sensor tras haberlo calibrado y encerado procedemos a tomar la medición de la frecuencia de operación de la unidad de RF.
3. Con el adaptador adecuado conectar la salida del transceiver DMC al medidor de Frecuencia o Analizador de Espectros. Ver figura:



**Figura. 4.50. Medición de Frecuencia con Analizador de Espectros**

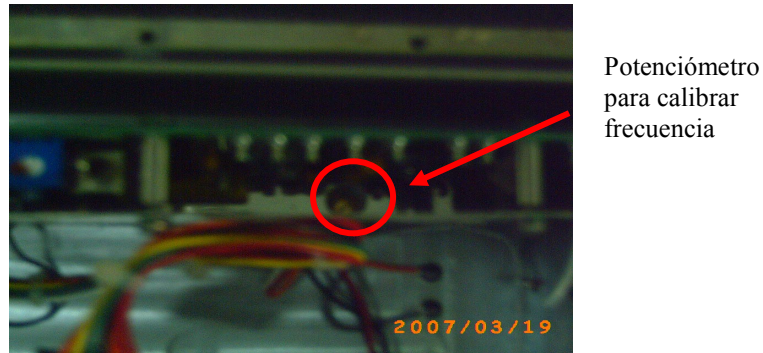
4. Comprobar que la frecuencia se aproxime lo más que se pueda a la mostrada en la etiqueta del transceiver.

Este tipo de transceiver de RF se los puede ajustar a las siguientes frecuencias dependiendo si son de alta o de baja:

Frecuencia de Alta (Tx a 23 GHz)	Frecuencia de Baja (Tx a 22 GHz)
23.001	22.001
23.015	22.015
23.029	22.029
23.043	22.043
23.057	22.057

**Tabla. 4.55. Pin out Loop DB 37**

5. En caso que la frecuencia esté movida se la puede ajustar mediante un desarmador plano fino con el cual variamos un potenciómetro de precisión en el interior del transceiver como se muestra en la figura:



**Figura. 4.51. Calibración de la Frecuencia en Unidad de RF**

6. Se debe tratar de variar la potencia de manera que nos acerquemos lo más posible al valor nominal de la etiqueta.
7. Tras terminar de calibrar la frecuencia se debe armar nuevamente el transceiver para poder corre pruebas de BER.

#### **c) Pruebas de BER.**

1. Se debe configurar y conectar los equipos de igual manera que se lo realizó en la sección: 4.5.2.1 Descripción de Pruebas a realizarse en los módems Classic II, Procedimiento de Prueba, literal e).

#### **4.5.2.3 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas**

Véase ANEXO 6

#### **4.5.3 Pruebas en equipos marca DART**

##### **4.5.3.1 Descripción de pruebas a realizarse en los módems DART**

- **Banco/s de Prueba**

- Atenuador Variable de 10 dB -110dB en pasos de 10 dB.
- Atenuador Variable de 0 dB -11dB en pasos de 1 dB.
- Cable Propio de la IDU con conector militar para la conexión con la ODU

- Guía de onda metálica con conectores N(m) al un extremos y conector SMA(m) al otro extremo.
- IDU: DART E1 CSU/DSU
- ODU'S DART uno de alta y otro de baja (ambos patrón)
- Medidor de BER con capacidad de pruebas de 1 E1 y de datos con interfaz V.35, EIA 449 (SunSet E10 / E8)

• **Verificaciones Previas**

Se debe realizar un breve chequeo físico de los equipos, para detectar daños como puertos en mal estado, corrosión en la pintura de la carcaza de los equipos, botones rotos, etc.

Conectar la fuente de la alimentación a la IDU “DART E1 CSU/DSU” ; si se verifica que no enciende, medir que el voltaje entregado por la fuente sea de 48 V DC. En caso que la fuente esté buena, chequear el fusible en la parte posterior del módem y reemplazarlo.

• **Conexiones IDU – ODU**

Se debe tener en cuenta el tipo de cable y los conectores que se utilizarán en la conexión IDU a la ODU.

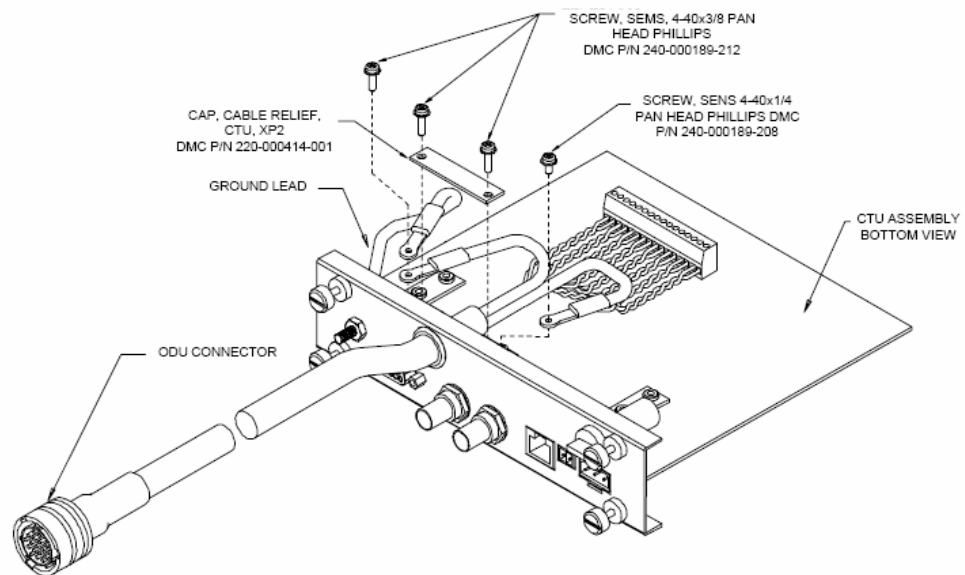
El cable de interconexión entre IDU y ODU es un cable “Cable FTP de 12 pares BLINDADO”. El un extremo de este cable debe ser instalado en la IDU de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>PIN</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>COLOR CABLE 1 LOCAL</b>	<b>COLOR CABLE 2 REMOTO</b>
JP1-1	POWER A	Blanco - Verde	Blanco – Verde
JP1-2	POWER B	Verde - Blanco	Verde - Blanco
JP1-3	PORT 2 RX DATA -	Blanco - Tomate	Blanco - Tomate
JP1-4	PORT 2 RX DATA +	Tomate - Blanco	Tomate - Blanco
JP1-5	PORT 2 RX DATA -	Rojo - Verde	Rojo - Verde
JP1-6	PORT 2 RX DATA +	Verde - Rojo	Verde - Rojo
JP1-7	ALARM B	Plomo - Blanco	Plomo - Blanco
JP1-8	ALARM A	Blanco - Plomo	Blanco - Plomo
JP1-9	PORT 1 RX DATA -	Rojo - Café	Rojo - Café

JP1-10	PORT 1 RX DATA +	Café - Rojo	Café - Rojo
JP1-11	PORT 1 RX DATA -	Rojo - Azul	Rojo - Azul
JP1-12	PORT 1 RX DATA +	Azul - Rojo	Azul - Rojo
JP1-13	E1 TX DATA -	Blanco - Café	Blanco - Café
JP1-14	E1 TX DATA +	Café - Blanco	Café - Blanco
JP1-15	E1 TX DATA -	Blanco - Azul	Azul - Blanco
JP1-16	E1 TX DATA +	Azul - Blanco	Blanco - Azul

**Tabla. 4.56. Conexión Cable ODU a Jumpers IDU**

El otro extremo se conecta a la ODU mediante un conector militar propietario para equipos DART.<sup>25</sup> como se muestra en el siguiente gráfico:



**Figura. 4.52. Conexión Cable ODU a IDU**

- **Procedimiento de Prueba**

- a) **Pruebas de BER**

1. Se debe realizar el siguiente seteo de las IDU's DART E1 CSU/DSU mediante los botones del panel frontal:

<sup>25</sup> Véase Anexo 10 cable conector ODU DART

La siguiente es la configuración de la IDU “Local” para lo cual nos desplazamos de menú en menú con las flechas “izquierda” ó “derecha” e ingresamos al menú seleccionado con ENTER y salimos con el botón ESC.

Configuration	DSO Map	Active Map	Map 1
		Map 1	Ch 1 16: 1024 * DTE-1
			Igual seteo hasta el channel 16
			Ch 16 16: 1024 * DTE-1
		Map 2	Seteo igual al Map 1
		Switch Time	Switch Time *23:00 – 12:00 OK
		Send Map	Send Map Confirm? <sup>26</sup>
	Line	Code	Line Code *HDB3
		CRC	Line CRC *ON
		RAI	Line RAI *ON
		FDL	Line FDL *ON
		Idle Code	Line Idle Code *0xD5 OK
		Frame	Line Frame *ON
		CAS	Line CAS *OFF
		E bit	Line E bit *ON
		S-bit	Line S-bit Sa4
	DTE -1	Rate	DTE – 1 Rate 64K*N
		Clock	DTE –1 Clock *NORMAL
		Data	DTE –1 Data *NORMAL
		Interface	DTE –1 Interface *V.35
		RTS	DTE –1 RTS *Permanent
		TTM	DTE –1 TTM *OFF
		V54	DTE –1 V54 *OFF
		RL	DTE –1 RL *OFF
		LL	DTE –1 LL *OFF
	Master Clock	Primary Clock	DTE –1
		Secondary Clock	DTE –1
		Current - Active	Primary

<sup>26</sup> Envía el Mapa activo configurado en la IDU “Local” hacia la IDU “Remota”

	Save Config	Confirm?	
	Restore Config	Confirm?	
Los demás Menús no son de mayor Relevancia para correr esta prueba.!!			

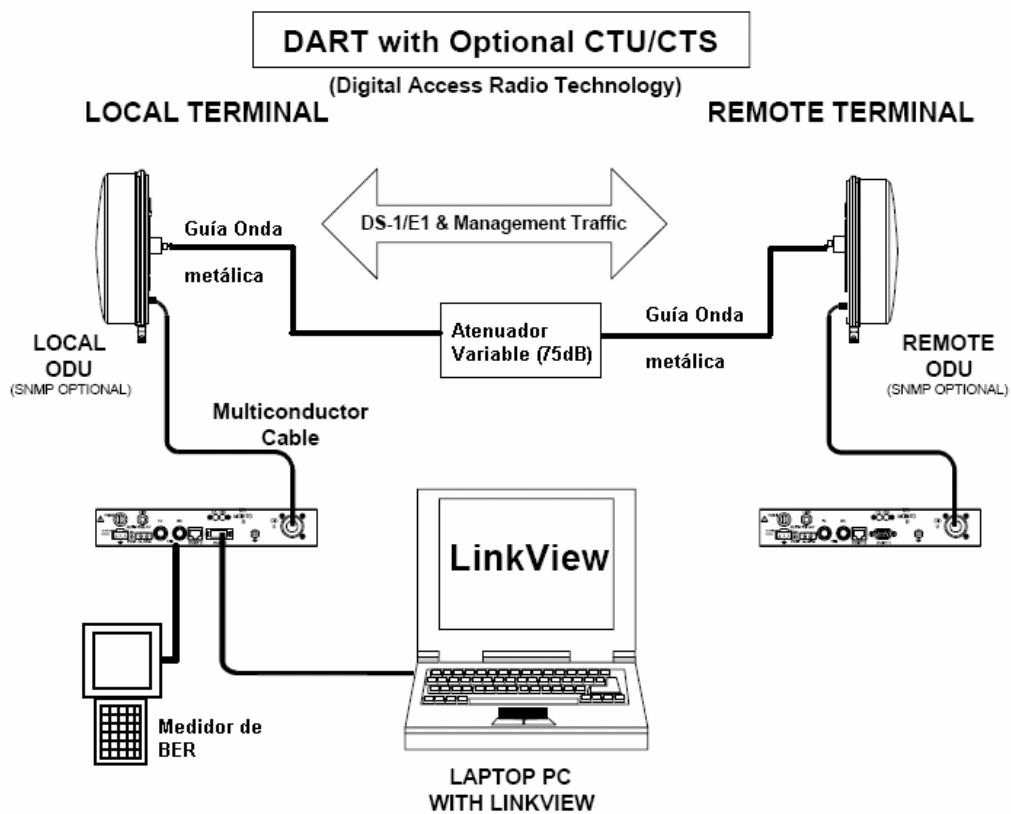
**Tabla. 4.57. Seteo configuración IDU DART “Local”**

Para el seteo de la IDU “Remota” se debe cambiar únicamente la configuración :

Master Clock	Primary Clock	LINE
	Secondary Clock	LINE
	Current - Active	Primary

**Tabla. 4.58. Seteo configuración IDU DART “Local”**

2. Se realizará la siguiente conexión según la figura:



**Figura. 4.53. Conexión para Pruebas de BER**

3. Encender las IDU’s y conectarse a las ODU’s a través del software de gestión “LINK VIEW”.

Se debe tener en cuenta que una de las ODU’s debe ser de “alta” y la otra de “baja”, además que ambas trabajen a la misma frecuencia.

Se debe también tener cuidado en la forma de conectar el acoplador a la salida de la ODU ya que este tanto el de la ODU local como el de la ODU Remota debe tener la misma polarización, como se muestra en la siguiente figura:



**Figura. 4.54. Polarización ODU's DART**

4. Configurar el enlace a nivel de ODU's<sup>27</sup> (patrón)
5. Chequear que no existan alarmas en el software de Gestión "Link View" ni tampoco en el medidor de BER conectado a la estación Local.

#### 4.5.3.2 Descripción de pruebas a realizarse en los transceivers DART

- **Banco/s de Prueba**

- Atenuador Variable de 10 dB -110dB en pasos de 10 dB.
- Atenuador Variable de 0 dB -11dB en pasos de 1 dB.
- Cable Propio de la IDU con conector militar para la conexión con la ODU
- Guía de onda metálica con conectores N(m) al un extremos y conector SMA al otro extremo.
- IDU: DART E1 CSU/DSU (Patrón)
- ODU'S DART uno de alta y otro de baja
- Medidor de BER con capacidad de pruebas de 1 E1 y de datos con interfaz V.35, EIA 449 (SunSet E10 / E8)
- Medidor de potencia y frecuencia (Analizador de espectros de 26GHz)

<sup>27</sup> Véase Cap 2 sección: 2.1.1.2 Equipos Marca DART, Software de Gestión LINK VIEW.



- **Verificaciones Previas**

Se debe realizar un breve chequeo físico de los equipos, para detectar daños como conectores en mal estado y corrosión en la pintura de la carcasa de los equipos

- **Conexiones IDU – ODU**

Se realizan las mismas conexiones indicadas en la sección anterior<sup>28</sup>.

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Medición de Potencia**

1. Conectar solamente un Módem DART patrón y un transceiver para realizar la respectiva medición de potencia.
2. Encender el medidor de potencia y conectar el sensor de potencia.
3. Encerar y calibrar el sensor
4. Con su adaptador adecuado conectar la salida de la ODU DART al medidor de potencia.
5. Protegerse de la radiación mediante el uso de un chaleco de plomo.
6. Encender el módem y esperar unos cuantos segundos para observar alguna medición en la pantalla del medidor de potencia.
7. La medición tomada debe ser aproximadamente la misma que se aprecia en el Link View con un margen de error de  $\pm 1\text{dBm}$

**b) Medición de Frecuencia**

1. Encender el medidor de frecuencia o Analizador de Espectros y con su respectivo sensor tras haberlo calibrado y encerado procedemos a tomar la medición de la frecuencia de operación de la unidad de RF.
2. Con el adaptador adecuado conectar la salida de la ODU DART bajo pruebas al medidor de Frecuencia o Analizador de Espectros.
3. Comprobar que la frecuencia medida se aproxime lo más que se pueda a la mostrada en la pantalla de configuración de frecuencia del Link View.

---

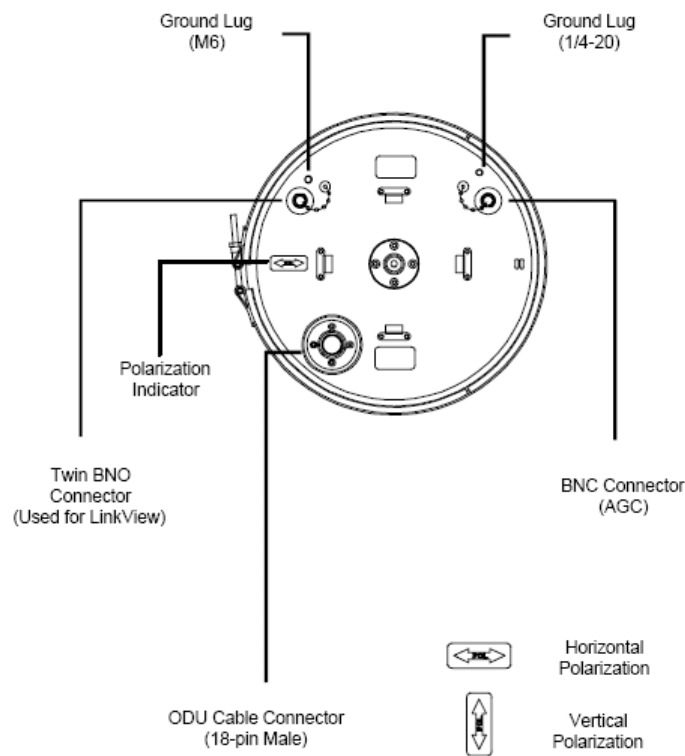
<sup>28</sup> Véase Cap. 4 sección : 4.5.3.1 Descripción de pruebas a realizarse en los módems DART, “Conexiones IDU - ODU”

**c) Pruebas de BER.**

4. Se debe configurar y conectar los equipos de igual manera que se lo realizó en la sección: 4.5.3.1 Descripción de Pruebas a realizarse en los módems DART, Procedimiento de Prueba, literal a).

**d) Pruebas de AGC**

1. Se debe configurar y conectar los equipos de igual manera que se lo realizó en el literal anterior y con el multímetro medir el voltaje de AGC en el conector BNC de la ODU con etiqueta “AGC” como muestra la figura:



**Figura. 4.55. Conector BNC para medición de AGC**

Los valores de AGC deben estar de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>AGC (VDC)</b>	1.0	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
<b>RSL (dBm)</b>	- 80	- 70	- 60	- 55	- 50	- 45	- 40

**Tabla. 4.59. Voltajes de AGC en ODU DART**

### 4.5.3.3 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas

Véase ANEXO 7

## 4.5.4 Pruebas en equipos marca CERAGON

### 4.5.4.1 Descripción de pruebas a realizarse en Estación CERAGON

- **Banco/s de Prueba**

- Cables de Red Directos Categoría 5E,
- IDU: CERAGON Fibe Air 4800
- ODU'S CERAGON 5.8 GHz ó 5.4 GHz.
- Medidor de BER con capacidad de pruebas de 1 E1 y de datos con interfaz V.35, EIA 449 (SunSet E10 / E8)
- Loop macho V.35
- Conversores de Interfaz Loop Telecom E1 CSU/DSU
- PC con software FA 4800 MANAGER

- **Verificaciones Previas**

Se debe realizar un breve chequeo físico de los equipos, para detectar daños como puertos en mal estado, corrosión en la pintura de la carcasa de los equipos, dip switch rotos, etc.

Conectar la fuente de la alimentación a la IDU "CERAGON Fibe Air 4800" ; si se verifica que no enciende, medir el voltaje de la fuente y verificar que sea de 48 V DC, en caso de obtener una medición nula realizar el cambio de la fuente.

Verificar que la ODU tipo "Flat panel" no esté rota ni golpeada.

- **Conexiones IDU – ODU**

Se debe tener en cuenta el tipo de cable y los conectores que se utilizarán en la conexión IDU a la ODU.

El cable de interconexión entre IDU y ODU es un cable de red "Directo Cat. 5E". El un extremo de este cable debe ser instalado en la IDU de acuerdo a la siguiente figura:

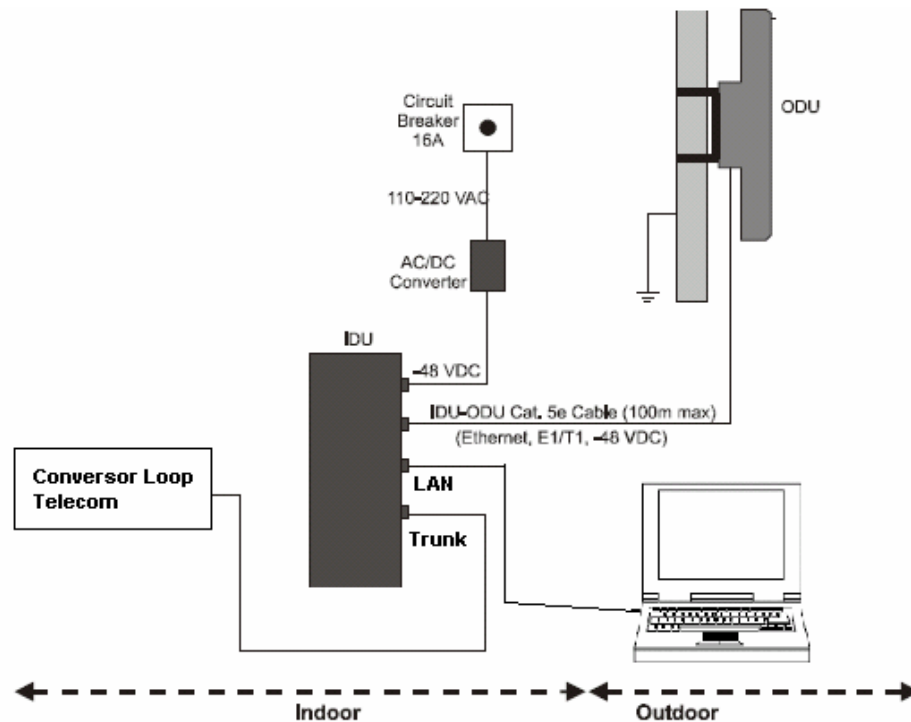


Figura. 4.56. Conexión Cable ODU a IDU

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Pruebas de Conexión con software de Configuración FA 4800 MANAGER**

1. Encender la estación Local e ingresar al software de gestión.
2. Verificar que los LED's : PWR, IDU, ODU del panel frontal de la IDU estecen encendidos en verde, indicando que no existe ningún problema en la inicialización y conexión de la IDU a la ODU.
3. Verificar que exista comunicación entre la PC y la estación confirmando que se pueda ingresar a configurar la IDU y ODU local mediante el software de configuración: "FA 4800 MANAGER"
4. En caso de no existir la conexión con la estación se considera la ODU como dañada.
5. Realizar el mismo procedimiento para la estación Remota.

**b) Pruebas de BER**

1. Se debe realizar las siguientes conexiones:

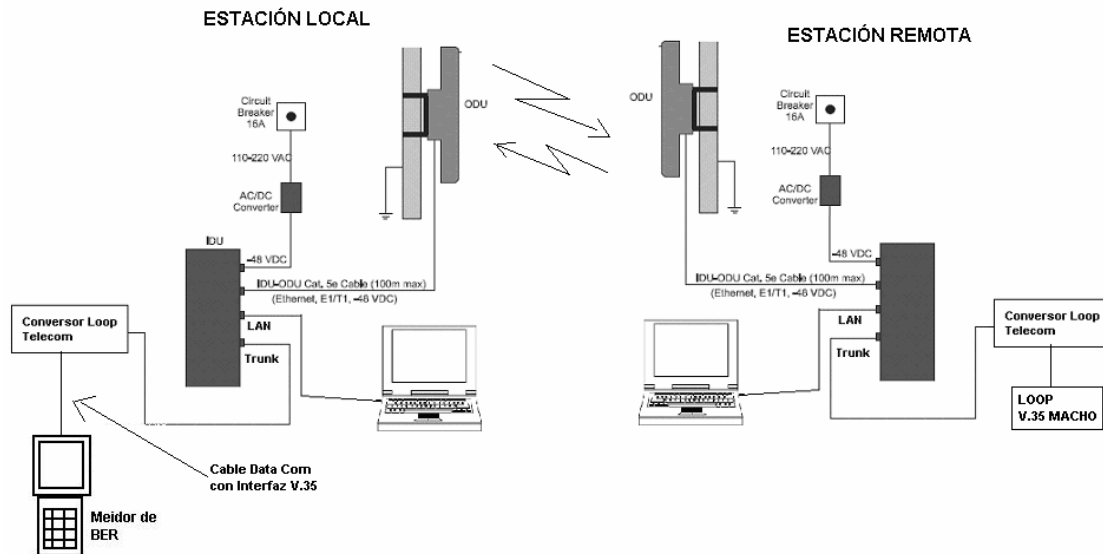


Figura. 4.57. Conexión Cable ODU a IDU

2. Tras haber energizado las estaciones e ingresado al software de configuración: FA 4800 MANAGER, se debe verificar que las estaciones estecen enganchadas con lo cual solamente restaría correr el asistente “Link Instalation”, para configurar el enlace<sup>29</sup>.
3. En caso de que se tenga equipos desinstalados debemos configurarlos uno por uno. Para esto se ingresa a cada estación y se la configura individualmente de la siguiente manera:

3.1 Ingresar al software de gestión normalmente, con la diferencia que el enlace no va ha estar arriba como se muestra a continuación:

<sup>29</sup> Véase Cap. 2 sección: 2.2.1.3 Equipos Marca Ceragon (FibeAir 4800), “Software de Configuración (FA4800 MANAGER)”

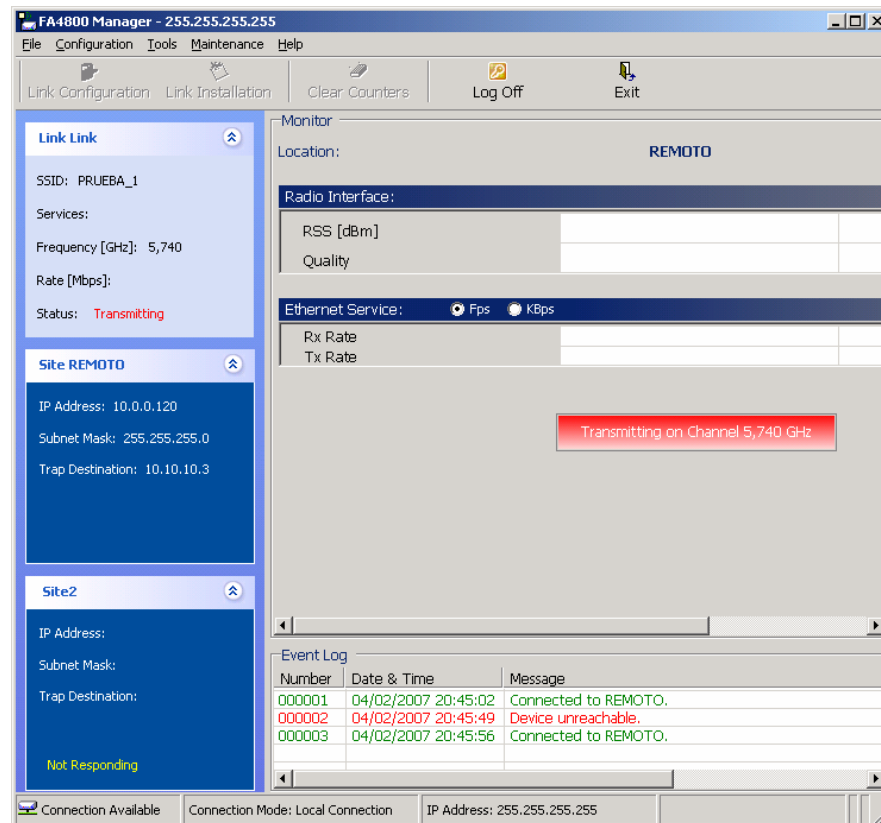


Figura. 4.58. Ventana Inicial software de Gestión FA 4800 MANAGER

En esta ventana se debe escoger el menú “Configuración” y seleccionar la opción Configure “El nombre de la estación”. Aparecerá a continuación la siguiente ventana:

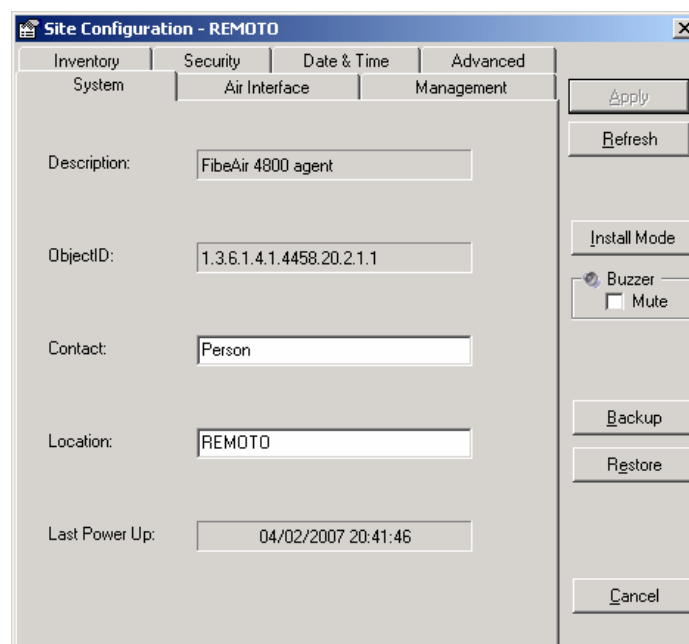
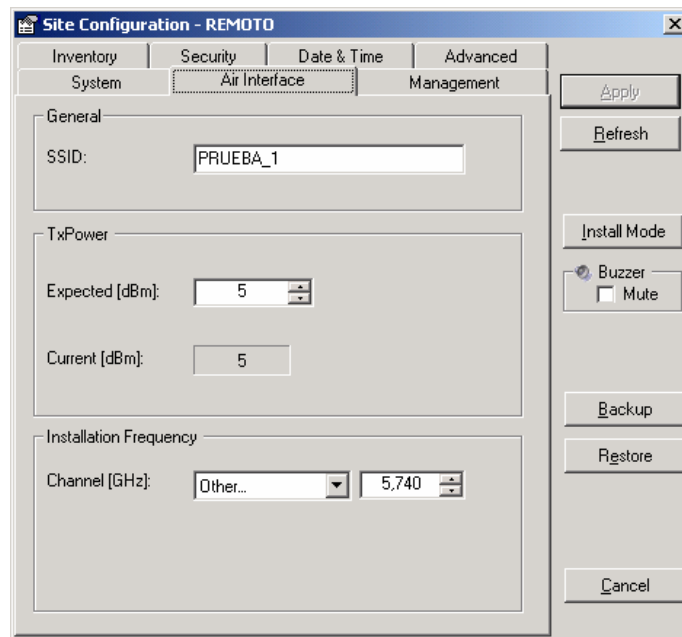


Figura. 4.59. Pestaña de configuración “System” ODU CERAGON

En esta ventana se debe configurar cada uno de los parámetros que se quiere para el enlace.



**Figura. 4.60. Pestaña de configuración “Air Interface” ODU CERAGON**

En la pestaña “Air Interface” seteamos:

- SSID el cual debe ser el mismo para ambas estaciones remota y local, caso contrario no se engancharán.
- La potencia de transmisión la cual por precaución se debe setear en lo mínimo posible para que no afecte a nuestra salud, por mas que se esté usando el chaleco de plomo como protección.
- Además se debe setear la Frecuencia de trabajo, la cual debe ser la misma para ambos terminales o estaciones.

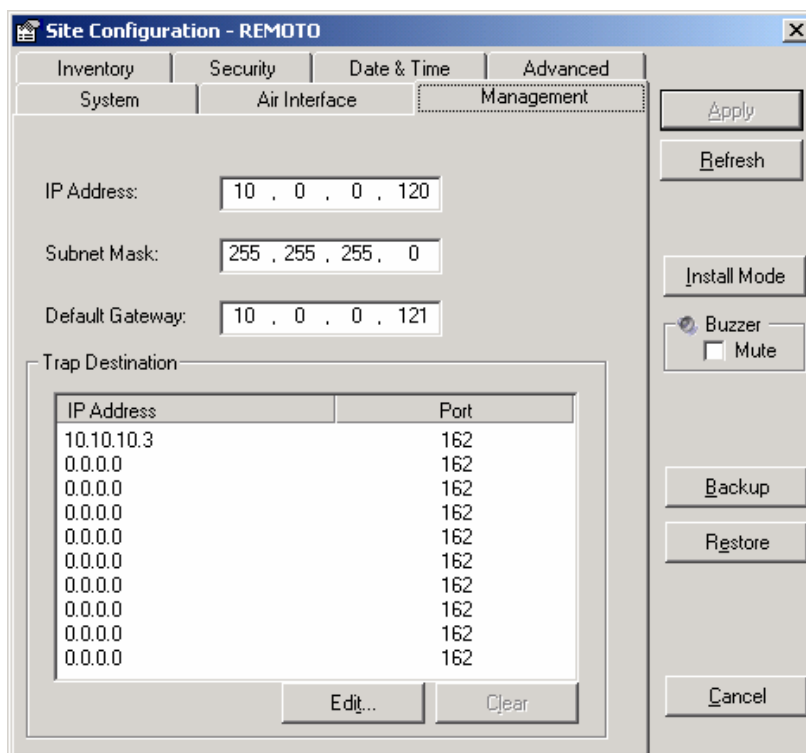


Figura. 4.61. Pestaña de configuración Management ODU CERAGON

En la pestaña de “Management” se configura la dirección IP de la ODU local, la cual debe estar en la misma red que la de la ODU remota.

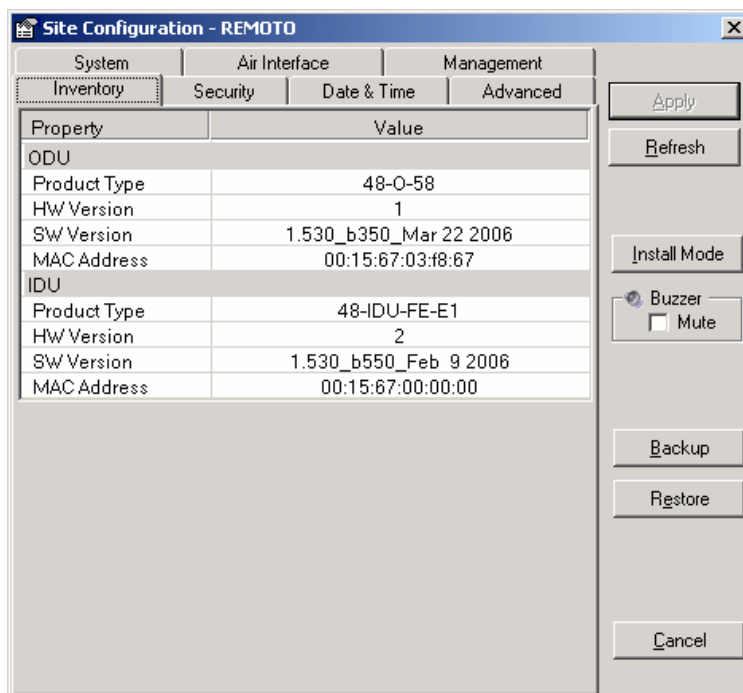
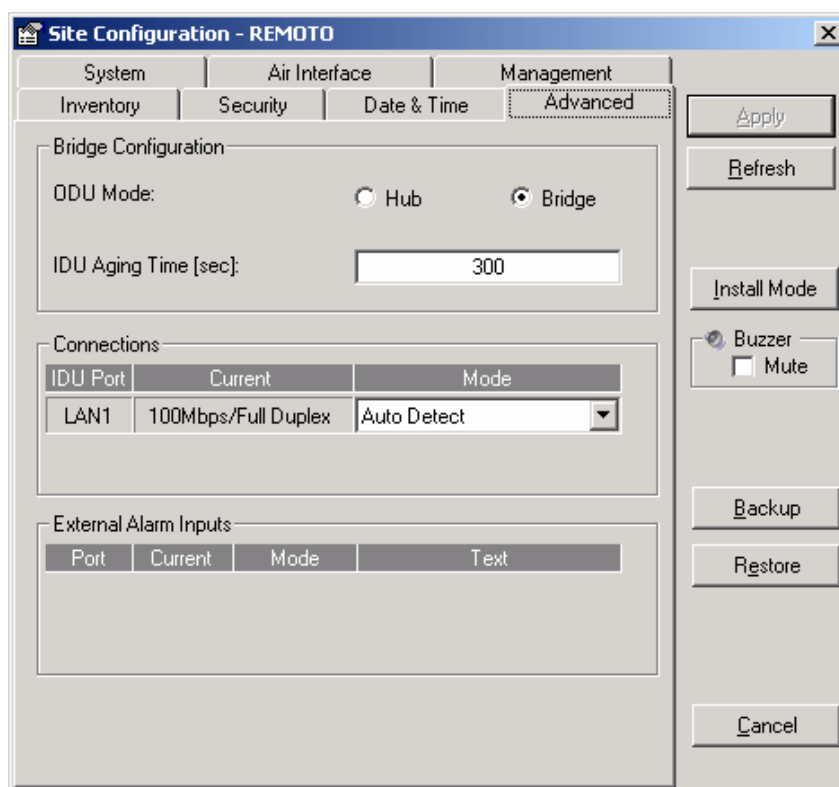


Figura. 4.62. Pestaña de configuración Inventory ODU CERAGON



En la pestaña de “Inventory” se debe revisar la versión del software tanto de IDU como de la ODU, el cual debe ser el mismo para ambas estaciones.



**Figura. 4.63. Pestaña de configuración Advanced ODU CERAGON**

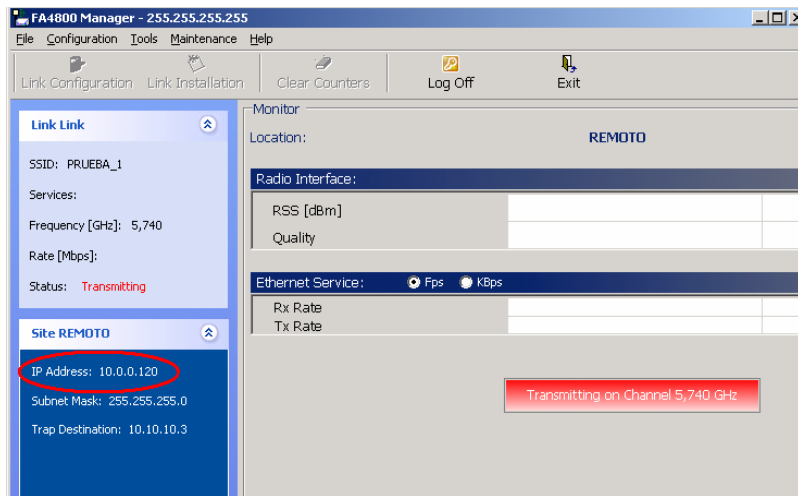
En la pestaña de “Advanced” configuramos el modo de operación de nuestra estación el cual será tipo Bridge. Además en la opción de “Connections” debemos setear en Auto Detect.

Finalmente hacemos click en Apply para que nuestros cambios se apliquen a nuestra estación.

Esta configuración se la debe realizar de igual manera a la estación Remota, con la diferencia que en la pestaña de Management se debe setear un dirección diferente, pero de la misma red. Además en el Nombre de la estación obviamente se la deberá llamar de diferente forma que la que se configuró al principio, para evitar confusiones posteriores.

4. En caso de que se tengan las estaciones con diferente versión de software de la ODU se debe realizar la respectiva actualización del mismo como se indica a continuación:

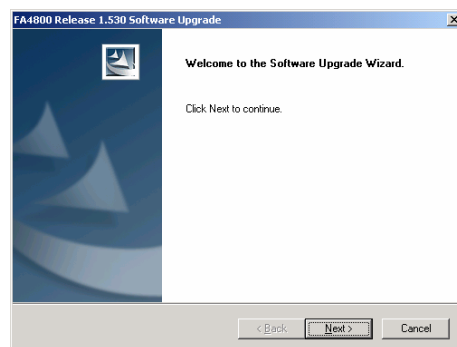
Ingresar a la estación mediante el software FA 4800 MANAGER, para poder saber la dirección IP de nuestra ODU como se muestra en la siguiente figura:



**Figura. 4.64. Dirección IP de ODU CERAGON**

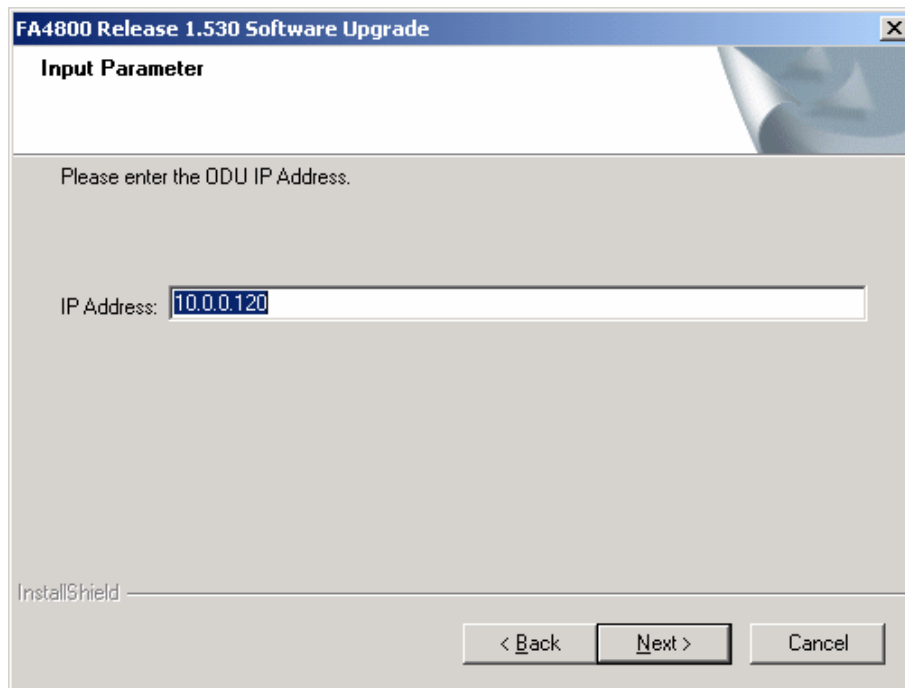
Tras determinar la dirección IP debemos setear la dirección IP de la PC en la que esté cargada la actualización del software. Se debe realizar un ping a la dirección IP de la ODU para saber que existe interconexión a nivel de IP.

Después se debe ejecutar el programa “SwUpd”



**Figura. 4.65. Ventana de Inicio para Upgrade de Software**

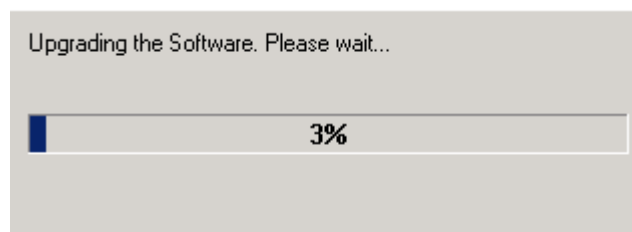
En esta ventana hacemos click en “Next”



**Figura. 4.66. Ventana de ingreso dir. IP de ODU CERAGON**

En esta ingresamos la dirección IP de nuestra ODU y hacemos click en “Next”.

Aparecerá el cuadro de Up grading:



**Figura. 4.67. Proceso de Upgrade del Software en ODU CERAGON**

Este cuadro debe llegar al 100%, al terminar se debe realizar un reset físico al equipo.

5. Tras haber realizado los puntos anteriores debemos configurar nuestros conversores de interfaz para que el que esté conectado a la estación “Local” reciba el reloj generado por nuestro Medidor de BER, mientras que el conversor que este conectado a la estación “Remota” tome como fuente de reloj la línea que en nuestro caso sería nuestro enlace de radio.

En la parte posterior de nuestros conversores existen unos pequeños dip switch como los que se muestran en la siguiente figura:

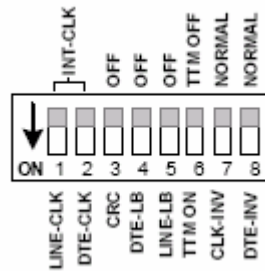


Figura. 4.68. Dip switch para seteo de reloj de Conversores

Se los debe setear de acuerdo a la siguiente tabla:

Dip Switch	Conversor LOCAL	Conversor REMOTO
1	↑↑	↓↓
2	↓↓	↑↑
3	↓↓	↓↓
4	↓↓	↓↓
5	↓↓	↓↓
6	↓↓	↓↓
7	↓↓	↓↓
8	↓↓	↓↓

Tabla. 4.60. Seteo Dip – Switch para configuración de reloj del Conversor Loop Telecom

Además en la parte inferior se encuentran otros dip switch con los cuales se puede setear la tasa de transmisión de datos, los cuales se los debe setear de acuerdo a la siguiente tabla:

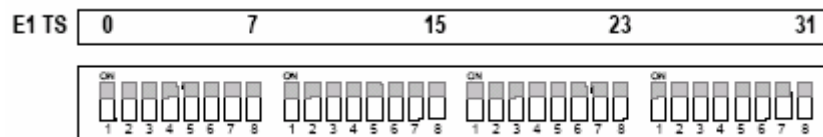


Figura. 4.69. Dip switch para seteo de Tasa de transferencia de Conversores

Dip Switch	Conversor LOCAL y REMOTO
1	↑↑
2	↑↑

3	⇓
4	⇓
5	⇓
6	⇓
7	⇓
8	⇓
9	⇓
10	⇓
11	⇓
12	⇓
13	⇓
14	⇓
15	⇓
16	⇓
17	⇓
18	⇓
19	⇓
20	⇓
21	⇓
22	⇓
23	⇓
24	⇓
25	⇓
26	⇓
27	⇓
28	⇓
29	⇓
30	⇓
31	⇓
32	⇓

**Tabla. 4.61. Seteo Dip – Switch para configuración de tasa de transferencia del Conversor Loop  
Telecom**

Esta configuración nos indica que estamos trabajando a 64Kbps. Por lo que nuestro medidor de ver se lo debe setear de igual manera sin olvidar que es este el que genera reloj.

#### 4.5.4.2 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas

Véase ANEXO 8

#### 4.5.5 Pruebas en equipos Marca AIRSPAN

##### 4.5.5.1 Descripción de pruebas a realizarse en Estación Airspan

- **Bancos de Prueba**

- Cables Serial de Configuración para BSR o PPR.
- Cable en “Y” para configuración SPR.
- IDU: SDA’s Airspan
- ODU’S Airspan 1.5 GHz ó 2.4 GHz.
- PC con software WipManage y WipConfig.

- **Verificaciones Previas**

Se debe realizar un breve chequeo físico de los equipos, para detectar daños como puertos en mal estado, ruptura de la carcasa de plástico, etc.

Conectar el cable de poder y energizar la SDA, se debe verificar que el led de power se encienda, caso contrario realizar una medición de voltaje al un extremo del cable de poder, chequeando que alimente a 110 V AC a la SDA. Después de verificar que la alimentación se encuentra correcta, se concluirá que la SDA está dañada.

- **Conexiones IDU – ODU**

Se debe tener en cuenta el tipo de cable y los conectores que se utilizarán en la conexión SDA– PC y SDA - BSR/PPR.

El cable de interconexión entre la PC y la BSR/PPR es un cable con conectores DB9 macho al un extremo y DB 9 hembra al otro, con el siguiente Pin-out:

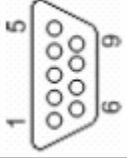
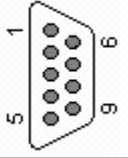
Crossover serial cable					
BSR			PC		
9-pin D-type male	Pin	Function	Pin	Function	9-pin D-type female
	2	RS232 Rx	3	Tx	
	3	RS232 Tx	2	Rx	
	5	GND	5	GND	

Figura. 4.70. Pin-out cable serial para conexión SDA– PC y SDA - BSR/PPR

El cable para la realización de este cable puede ser un cable UTP Cat. 5E.

La conexión entre SDA – BSR/PPR y PC - BSR/PPR se la muestra en la siguiente figura:

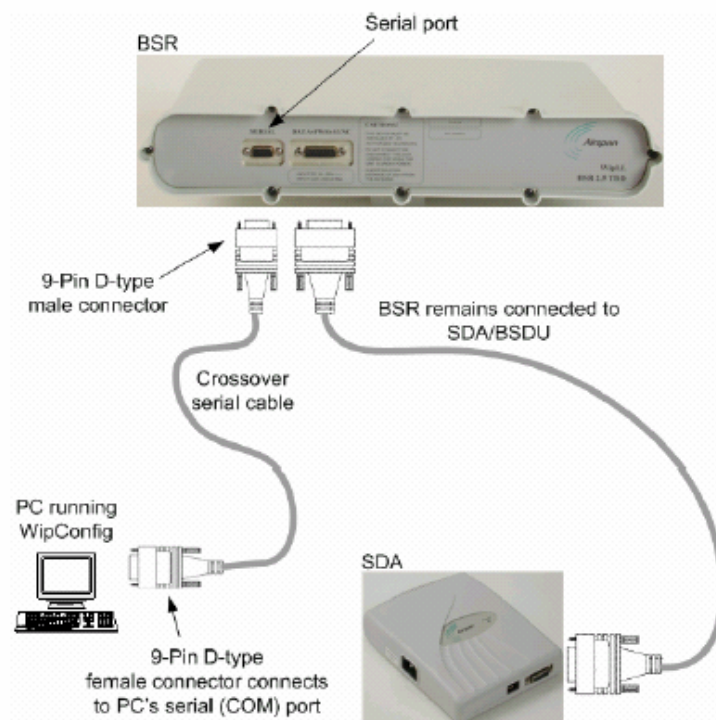


Figura. 4.71. Conexión SDA – BSR/PPR y PC - BSR/PPR

Para la interconexión entre una SPR y una SDA se debe tener un cable en “Y” con el siguiente Pin-out:

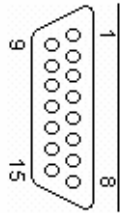
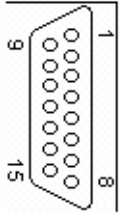
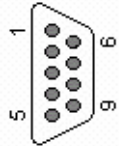
Straight-through Y-cable					
SPR			SDA		
15-pin D-type male	Pin	Function	Pin	Function	15-pin D-type male
	1	+48 VDC	1	+48 VDC	
	2	48 RTN	2	48 RTN	
	3	Ethernet Tx+	3	Rx+	
	4	Ethernet Tx-	4	Rx-	
	5	Ethernet Rx+	5	Tx+	
	6	Ethernet Rx-	6	Tx-	
SPR			PC		
	Pin	Function	Pin	Function	9-pin D-type female
	12	GND	5	GND	
	14	RS232 Rx	3	Rx	
	15	RS232 Tx	2	Tx	

Figura. 4.72. Pin – Out Cable “Y”

Del anterior gráfico se puede también deducir que el pin - out del cable que une la BSR/PPR a la SDA es un cable con conectores DB15 en ambos extremos con el “Pin-out” mostrado anteriormente. La diferencia con el cable en “Y” sería que en este se agrega un conector DB9 al un extremo el cual permite conectar la IDU de forma serial para su configuración.

Las conexiones entre la SDA – SPR – PC con el cable en “Y” se las muestra en la siguiente figura:



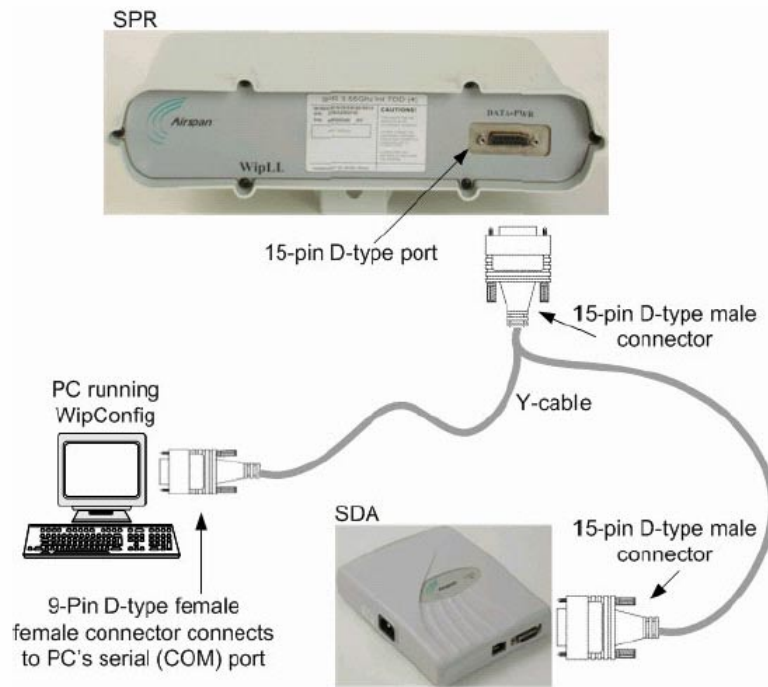


Figura. 4.73. Conexión con Cable en “Y” entre SDA – SPR - PC

- **Procedimiento de Prueba**

**a) Pruebas de Conexión con software de Configuración WipConfig**

1. Se debe realizar la conexión mostrada en la Figura.4.73.
2. Luego ingresamos al software de configuración<sup>30</sup> “Wip Config” se nos mostrará la siguiente pantalla:

<sup>30</sup> Véase Cap. 2 sección: 2.2.1.4 Equipos Marca Airspan , “Software de Gestión y Configuración de Equipos Airspan (WipConfig)”

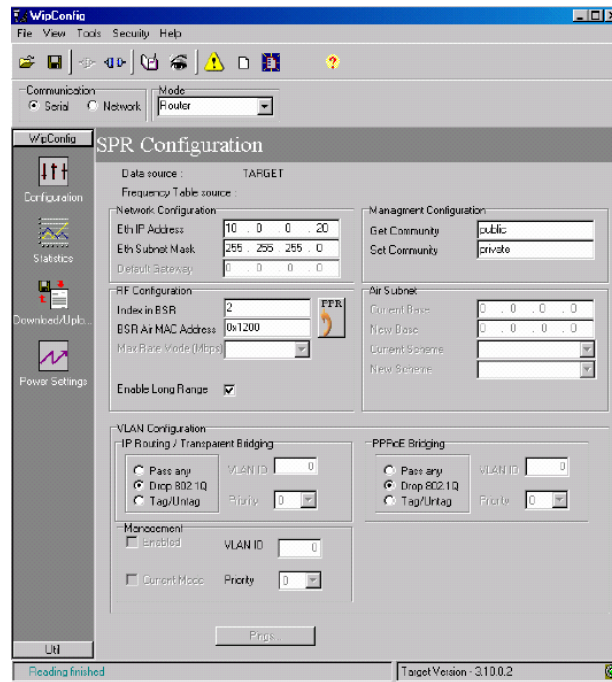


Figura. 4.74. Pantalla inicial WipConfig

En esta ventana debemos setear la “Configuración por default” que tienen las SPR, como se muestra a continuación:

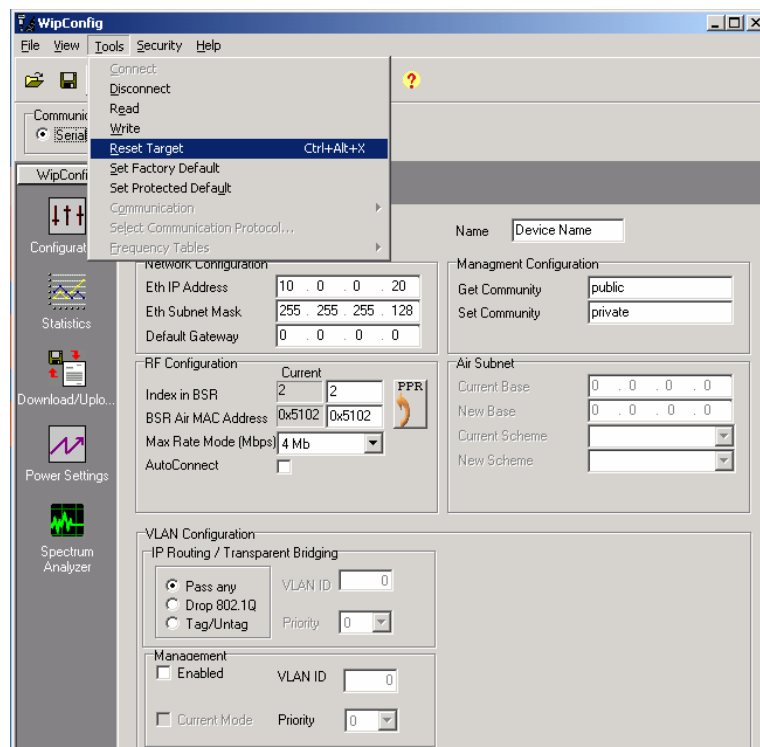


Figura. 4.75. Seteo configuración Default

En esta ventana se debe realizar los siguientes cambios:

- Cambiar la máscara de red a 255.255.255.128.
- Setear el equipo en modo Bridge
- Setear un Airmac Address: 0x5102. Los 2 últimos dígitos nos indicarán el lugar dentro de la tabla de gestión de subestaciones de la BSR/PPR, por lo que estos dígitos no pueden ser 00.
- Hacer click en el botón PPR y se cambiará automáticamente el número mostrado en el campo “Index in BSR”
- En la sección de “VLAN Configuration” debemos escoger la opción “Pass Any”.
- Setear la potencia de Transmisión a 10 dBm haciendo click en el botón “Power Settings”

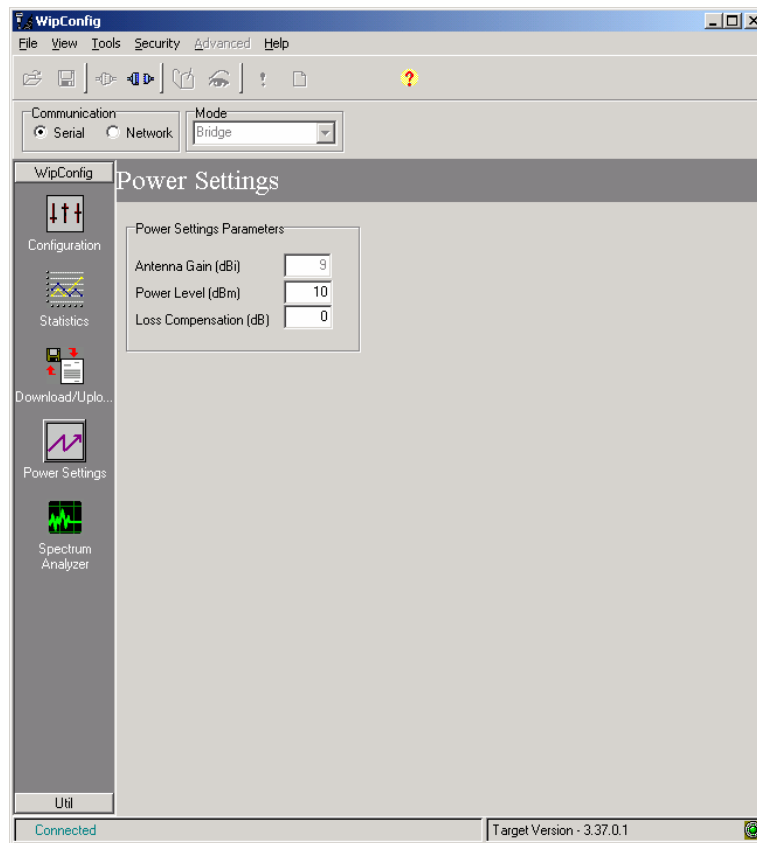


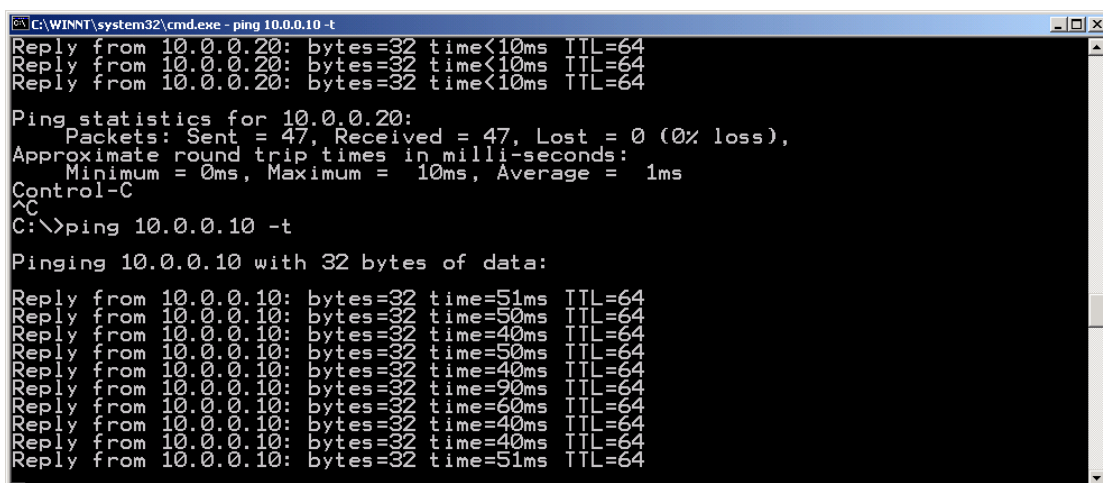
Figura. 4.76. Seteo Potencia d TX por Wip Config

- Finalmente Guardamos los cambios realizados haciendo click en el botón en forma de libro de la barra de herramientas y reseteamos la SPR.

Para la BSR / PPR se aplican los siguientes cambios:

- Setear la configuración por default al igual que se lo realizó en la SPR.
  - Cambiar la máscara de red a 255.255.255.128.
  - Setear el equipo en modo Bridge
  - Setear un Airmac Address: 0x5102. El cual debe ser el mismo que se lo configuró en la SPR.
  - En la sección de “VLAN Configuration” debemos escoger la opción “Pass Any”.
  - Hacer click en el botón “PPR Configuration” y se mostrará ventana mostrando el número de “SPR Index ” el cual es el mismo que se mostró en el campo “Index in BSR” al momento de configurar la SPR.
  - Setear la potencia de Transmisión a 10 dBm haciendo click en el botón “Power Settings”
  - Finalmente Guardamos los cambios realizados.
3. Luego debemos confirmar que exista conectividad entre ambos radios, para esto primero conectamos el puerto ethernet de la PC mediante un cable directo al puerto LAN de la SDA. A continuación cambiamos la dirección IP de la PC, con la dirección: 10.0.0.9 con máscara 255.255.255.128.

Para comprobar la conectividad entre estos equipos hacemos ping a la dirección de la PPR: 10.0.0.10.



```
C:\WINNT\system32\cmd.exe - ping 10.0.0.10 -t
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64

Ping statistics for 10.0.0.20:
    Packets: Sent = 47, Received = 47, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 10ms, Average = 1ms
Control-C
^C
C:\>ping 10.0.0.10 -t

Pinging 10.0.0.10 with 32 bytes of data:
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=51ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=50ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=40ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=50ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=40ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=40ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=90ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=60ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=40ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=40ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=40ms TTL=64
Reply from 10.0.0.10: bytes=32 time=51ms TTL=64
```

Figura. 4.77. Ping PC - BSR / SPR

Después debemos hacer ping a la SPR a la dirección 10.0.0.20, con lo cual se comprobará que el enlace esta arriba.

```
C:\WINNT\system32\cmd.exe - ping 10.0.0.20 -t
-f TTL          Set Don't Fragment flag in packet.
-i TTL          Time To Live.
-v TOS          Type Of Service.
-r count        Record route for count hops.
-s count        Timestamp for count hops.
-j host-list    Loose source route along host-list.
-k host-list    Strict source route along host-list.
-w timeout      Timeout in milliseconds to wait for each reply.

C:\>ping 10.0.0.20 -t
Pinging 10.0.0.20 with 32 bytes of data:
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time=10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
Reply from 10.0.0.20: bytes=32 time<10ms TTL=64
```

Figura. 4.78. Ping PC- SPR

Después debemos hacer ping a la SPR a la dirección 10.0.0.20, con lo cual se comprobará que el enlace esta arriba.

#### b) Pruebas de BER con software de Gestión WipManage

##### 4. Ingresar al software de Gestión Wip Manage



Figura. 4.79. software de Gestión Wip Manage

Aparecerá la siguiente pantalla en la cual se debe agregar la estación BSR para poder monitorearla haciendo clic derecho y escogiendo la opción add BSR:

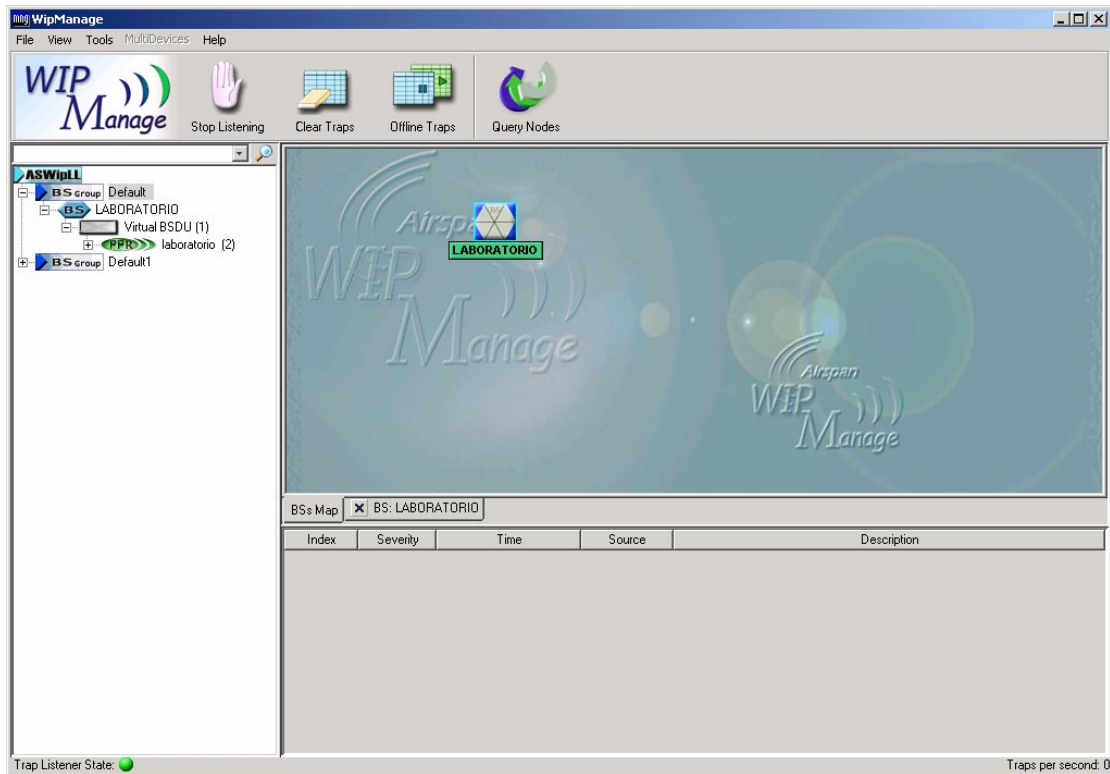


Figura. 4.80. Pantalla de Inicio Wip Manage

Hacer doble click sobre la nueva estación creada y se mostrará la siguiente pantalla:

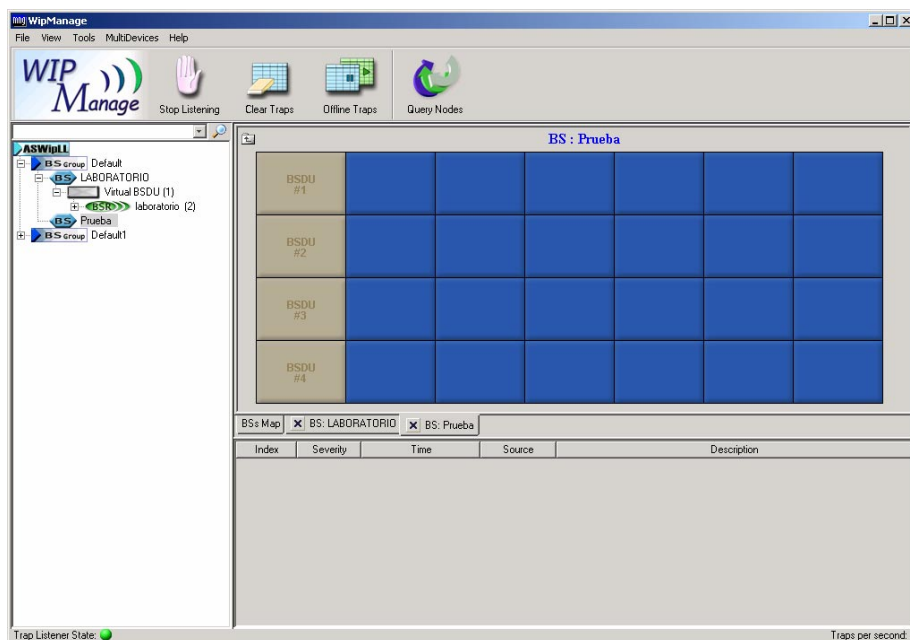


Figura. 4.81. Pantalla para agregar BSR / PPR

En esta debemos agregar una nueva BSR / PPR haciendo click derecho y escogiendo la opción “Add BSR”, para después ingresar la dirección IP de la BSR/PPR.

Se mostrará entonces la siguiente pantalla:

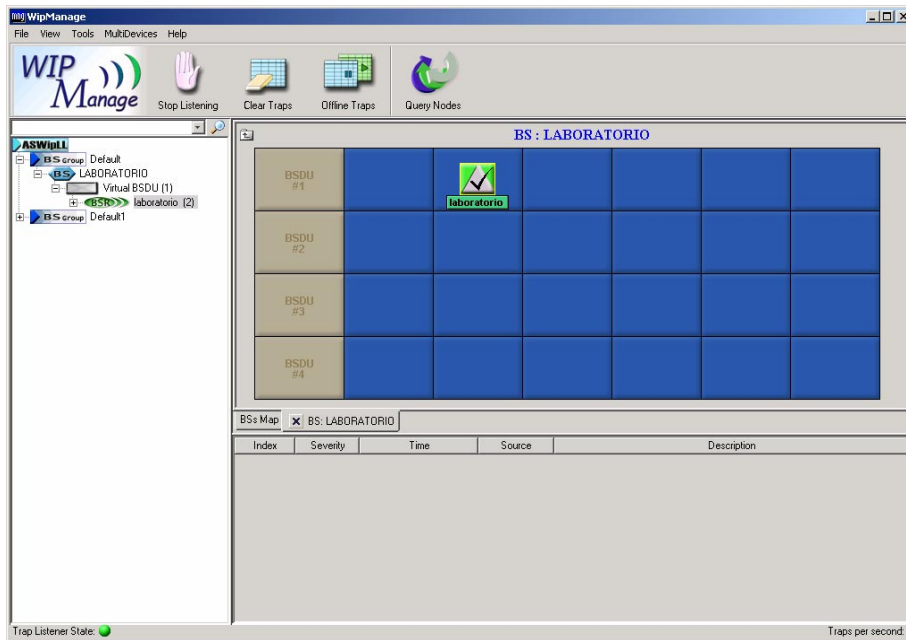


Figura. 4.82. Pantalla enlace BSR /PPR - SPR

Sobre el icono nuevo creado se hace doble click y aparecerá:

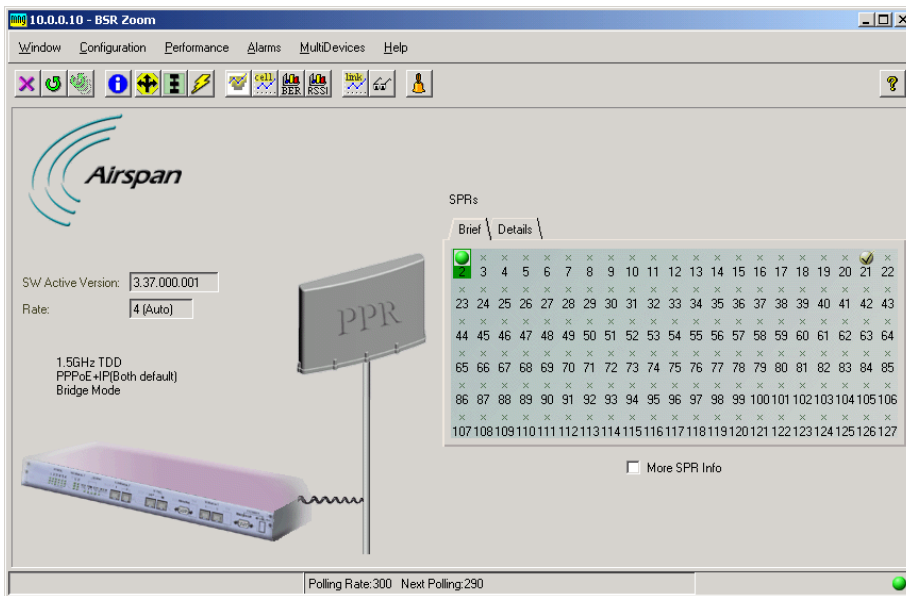
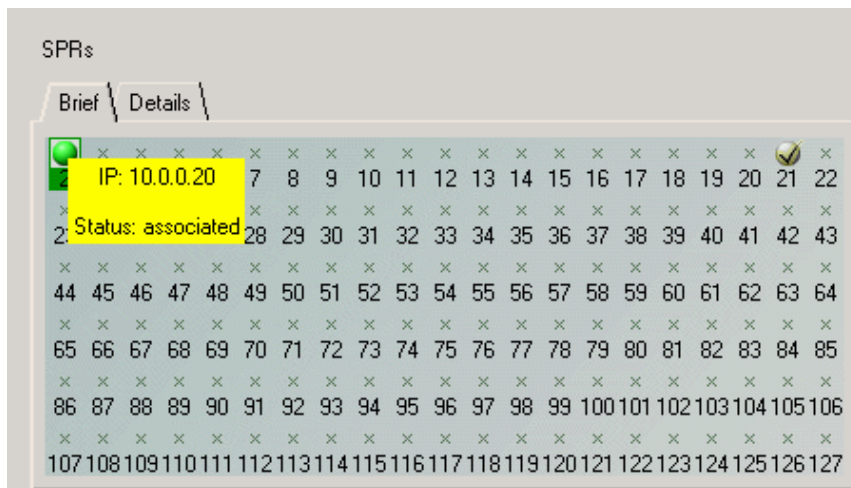


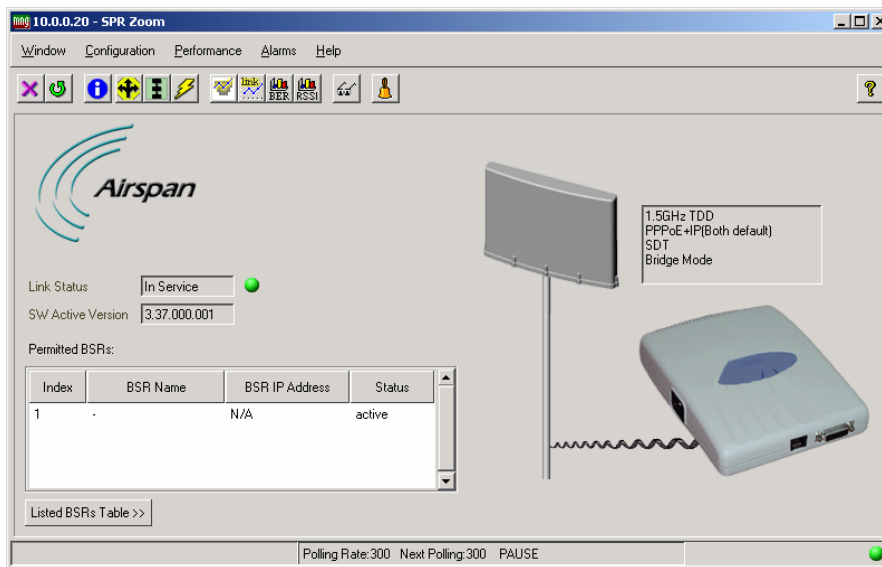
Figura. 4.83. Pantalla Inicio de Gestión BSR /PPR

En esta pantalla se pueden apreciar las SPR's que están enlazadas o alarmadas en la BSR. Como se configuró la SPR con el Air Mac address 0x5102 se la encuentra entonces en la posición 2 de la tabla de SPR's de la base.



**Figura. 4.84. SPR's presentes en la Base Principal**

Hacer doble click sobre la bolita que representa la SPR. Se mostrará la siguiente ventana:



**Figura. 4.85. Ventana de Configuración de SPR**

En esta ventana se puede verificar los valores de BER y Receive Signal con los que la SPR está trabajando. Haciendo doble click sobre los botones de la barra de Herramientas





Aparecen las siguientes ventanas con los valores de BER los cuales deben tender a ser menores de  $1.0 \times 10^{-5}$ .

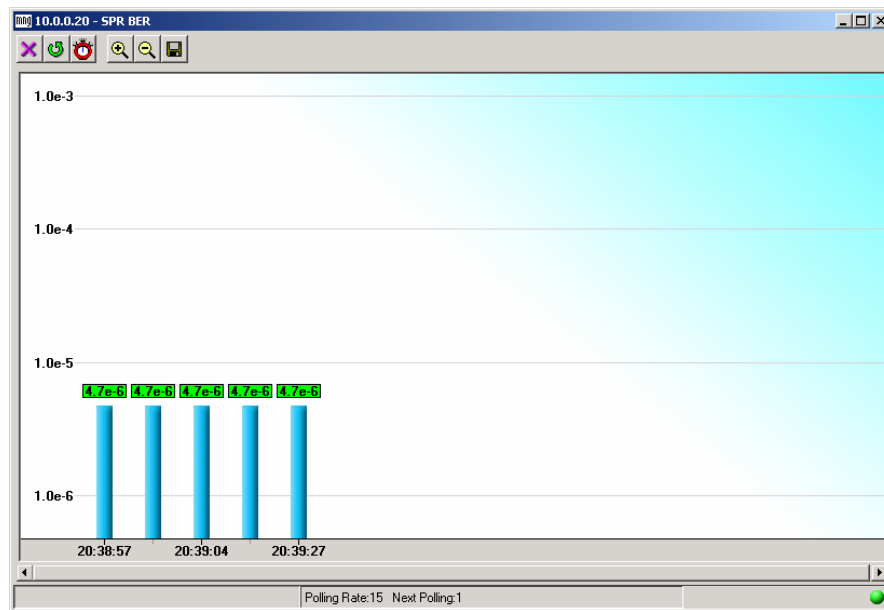


Figura. 4.86. BER en la SPR

La ventana de Receive Signal se la aprecia en la siguiente venta. Para mejorar los valores tanto de BER como de RSSI<sup>31</sup> se debe aumentar la potencia de transmisión.

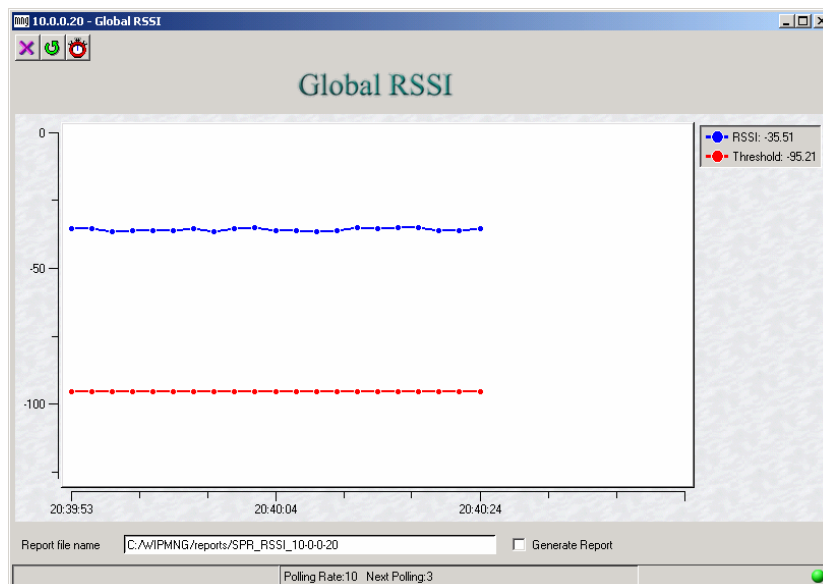


Figura. 4.87. RSSI presente en la SPR

<sup>31</sup> RSSI (Received Signal Strength Indication): Indicador de Señal recibida. Medida de potencia de la señal recibida por la antena.

De igual manera se puede acceder a los valores de BER y RSSI de la BSR.

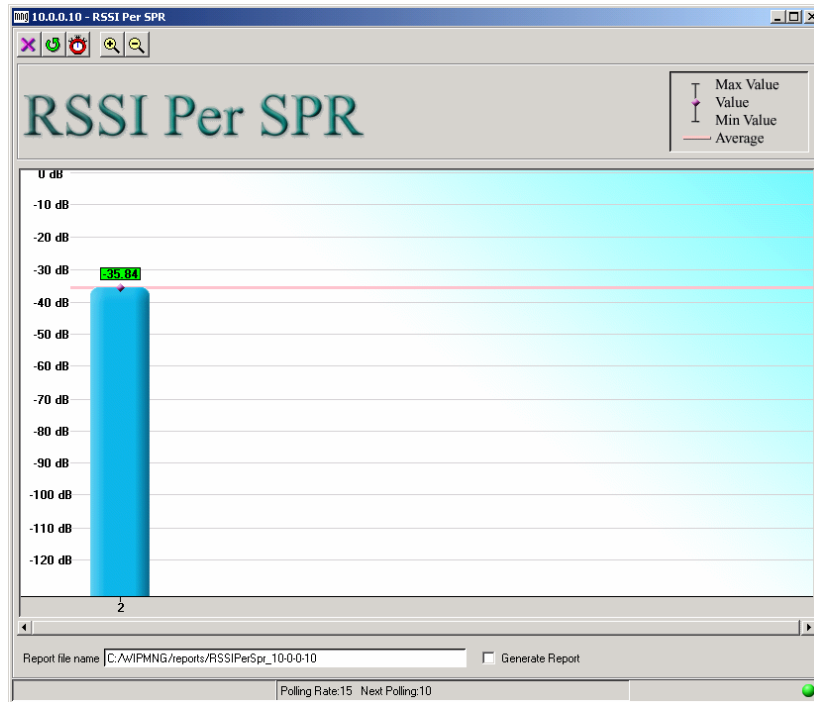


Figura. 4.88. RSSI presente en la BSR

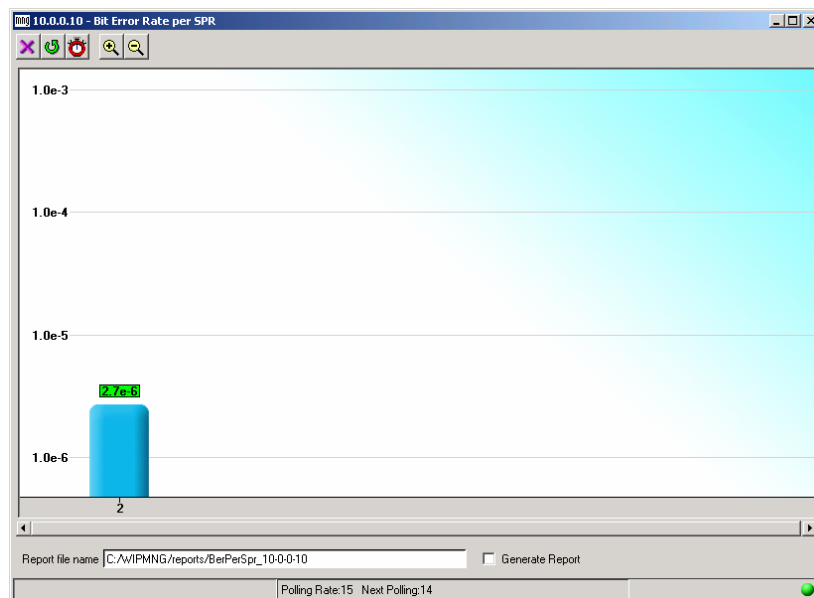
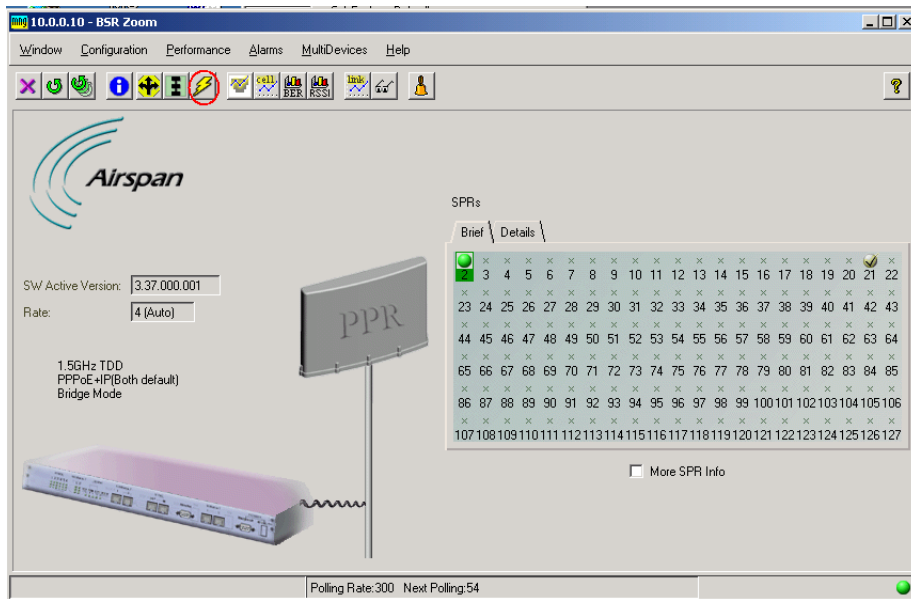


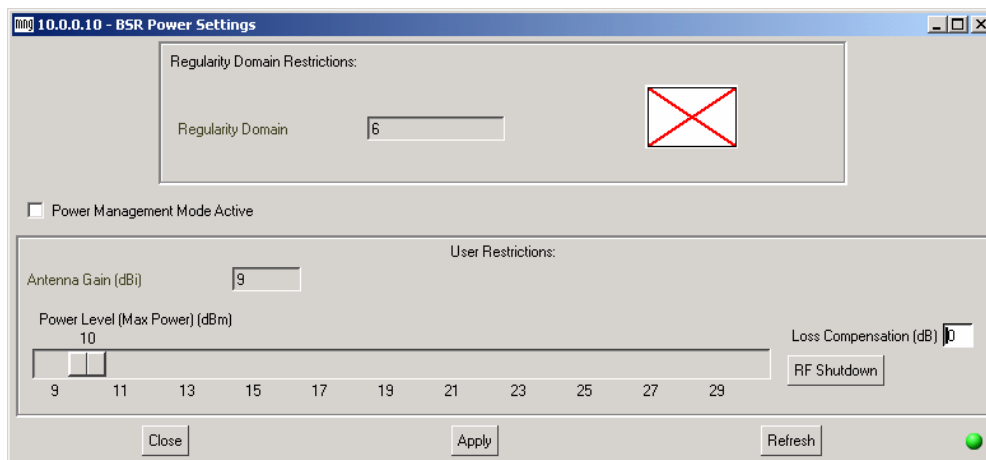
Figura. 4.89. BER en la BSR por cada SPR

Para setear la potencia de transmisión desde el Wip Manage se debe hacer click en el botón en forma de relámpago de la barra de herramientas:



**Figura. 4.90. Icono para setear la potencia**

Aparecerá la siguiente ventana en la cual se puede cambiar los valores de potencia de Tx.



**Figura. 4.91. Seteo de potencia en la BSR**

Después de variar la potencia se debe resetear la SPR o BSR/PPR para que los cambios tengan efecto, se perderá el enlace por unos 10 segundos, pero luego se podrá apreciar de nuevo con sus valores de BER y RSSI sus valores mejorados.

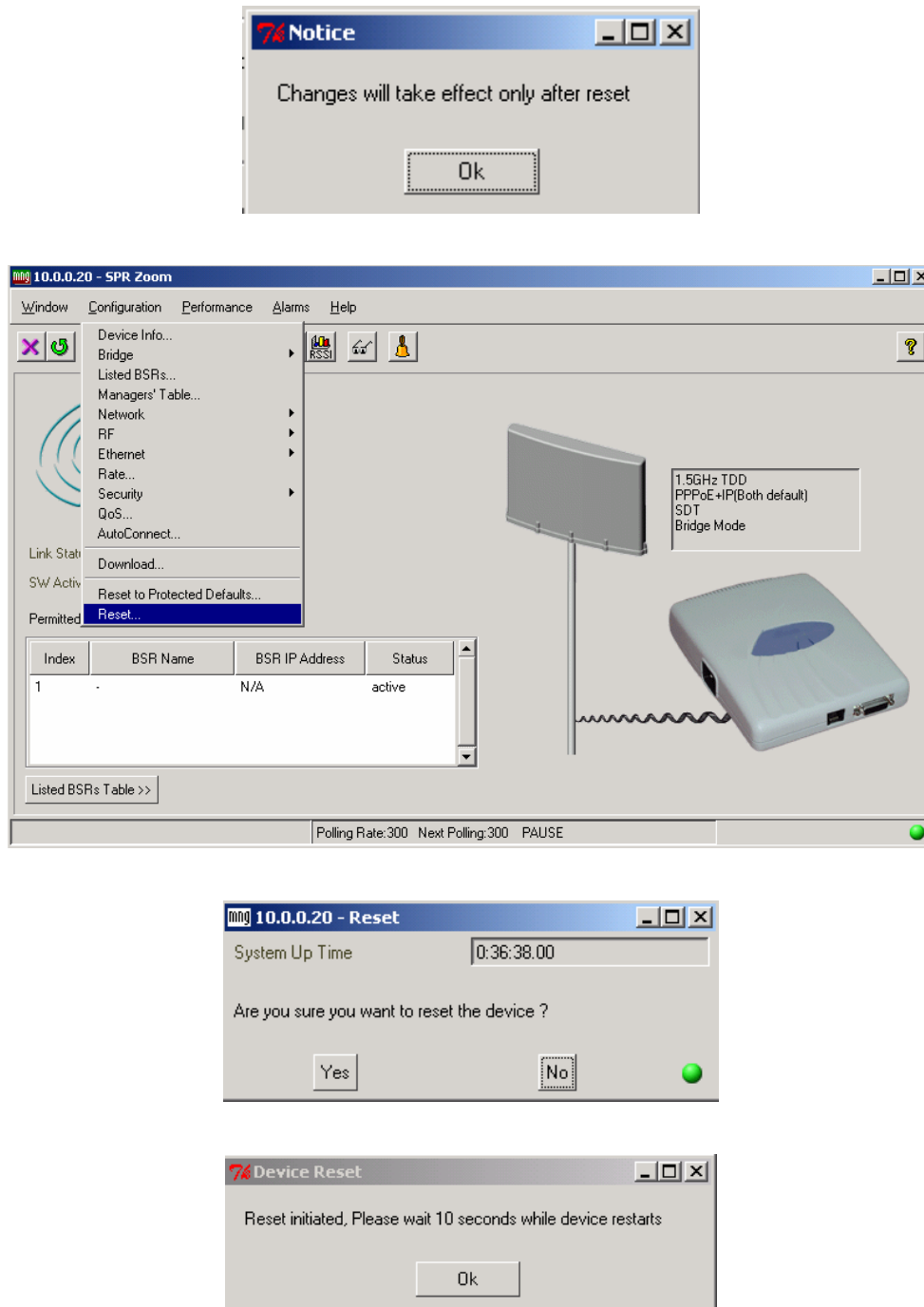


Figura. 4.92. Secuencia de ventanas para realizar un Reset

#### 4.5.5.2 Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas

Véase ANEXO 9

#### 4.6 DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CABLES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE MICROONDAS

Los tipos de cables más utilizados para las distintas conexiones que deben realizarse en los equipos de microonda son los cables coaxiales en especial los de tipo RG6, RG59. Cuyas características y especificaciones se las indicó en la sección 4.3 “Descripción de los distintos cables necesarios para la implementación de un enlace satelital”. Sin embargo se debe también tomar en cuenta a los conectores SMA:

##### Conector SMA

<b>Impedancia</b>	<b>50 ohm</b>
<b>Rango de Frecuencia</b>	0 – 18 GHz
<b>Voltaje de trabajo</b>	500 VRMS. Max
<b>Voltaje que Soporta el Dieléctrico</b>	1500 VRMS
<b>Resistencia del Contacto</b>	Contacto Central: 3 Miliohms max. Contacto Externo: 2 Miliohms max.
<b>Resistencia del Aislante</b>	5000 megohms min

Tabla. 4.62. Características Conector SMA para cable coaxial<sup>32</sup>

Conectores SMA Macho y Hembra:



Figura. 4.93. Conectores SMA Macho y Hembra

##### Cable UTP (4 pares)

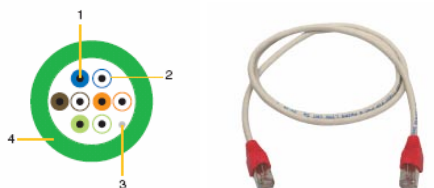


Figura. 4.94. Cable UTP Cat 5e

<sup>32</sup> Fuente: <http://www.multicomp.com>

**Características:**

<b>Calibre del Conductor</b>	24AWG
<b>Tipo de Aislamiento</b>	Polietileno
<b>Tipo de ensamble</b>	4 pares
<b>Conductor de cobre sólido</b>	0.51 mm
<b>Diámetro exterior</b>	5 mm
<b>Impedancia</b>	100 Ohm
<b>Conector RJ 45</b>	Para 8 Hilos

Tabla. 4.63. Características cable UTP

#### 4.7 DESCRIPCIÓN DE COSTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS MICROONDA

La cotización de cables y conectores y equipos de medición realizada para las pruebas de equipos satelitales sería también válida para las pruebas de equipos microonda, a esta hay que añadir el costo de los siguientes elementos y equipos:

TIPO	RUBRO	Descripción	Costo unitario por unidad (sin iva)	Cantidad	Unidad
<b>RJ-45</b>	CONECTORES	CON-RJ-45	\$ 0,31	50	Unidades
<b>DB 15</b>	CONECTORES	CON-DB15	\$ 0,31	10	Unidades
<b>UTP</b>	CABLE	CAB-UTP CAT 5E	\$ 0,27	50	Metros

Tabla. 4.64. Cotización Cables y Conectores para pruebas equipos Microonda

EQUIPO	Descripción	Costo en eBAY
HP 8494B VARIABLE ATTENUATOR (DC - 18GHZ)	Atenuador variable de 0 a 11 dB	\$ 437.00
HP 8496B VARIABLE ATTENUATOR (DC - 18GHZ)	Atenuador variable de 10 a 110 dB	\$ 355.00

Tabla. 4.65. Cotización equipos de Medición para Pruebas equipos Microonda

#### 4.8 COSTO TOTAL DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS SATELITALES Y MICROONDAS DE IMPSAT

El costo total del diagnóstico del estado y funcionamiento de equipos satelitales y microondas de Impsat se detalla en la siguiente tabla:

RUBRO	Descripción	Costo unitario (sin iva)	Cantidad	Unidad	Total
CABLES	CAB-RG6	0,41	100,00	Metros	41,4
CONECTORES	CON-F-MACHO-RG6	0,19	20,00	Unidades	3,8
CABLES	CAB-RG8	3,81	120,00	Metros	457,2
CONECTORES	CON-N-MACHO-RG8	5,13	50,00	Unidades	256,5
CABLES	CAB-RG59-60% MALLA	0,39	100,00	Metros	39
CONECTORES	CON-BNC-MACHO-RG59	1,64	50,00	Unidades	82
CONECTORES	CON-N-MACHO-RG59	0,73	50,00	Unidades	36,55
CONECTORES	CON-TNC-MACHO-RG59	0,98	30,00	Unidades	29,502
CABLES	CAB-HELIAX-1/2	7,90	50,00	Metros	395
CONECTORES	CON-N-MACHO-HELIAX ½	3,20	10,00	Unidades	32
CONECTORES	CON-DB9	0,31	10,00	Unidades	3,1
CONECTORES	CON-RJ11	0,05	10,00	Unidades	0,45
CONECTORES	CON-RJ-45	0,31	50,00	Unidades	15,5
CONECTORES	CON-DB15	0,31	10,00	Unidades	3,1
CABLE	CAB-UTP CAT 5E	0,27	50,00	Metros	13,5
HP 8498A 30 DB ATTENUATOR	Atenuador fijo de 30 dB	500,00	1,00	Unidades	500
FLUKE MULTIMETER MODEL 77 SERIES III	Multímetro	229,95	1,00	Unidades	229,95
HP/Agilent 5348A Microwave Counter & RF Power Meter	Medidor de potencia y Frecuencia	4850,00	1,00	Unidades	4850
HP/Agilent 8485A Power Sensor	Sensor de Potencia	890,00	1,00	Unidades	890
HP/Agilent 8563E Spectrum Analyzer	Analizador de Espectros	7500,00	1,00	Unidades	7500
HP 8494B VARIABLE ATTENUATOR (DC - 18GHZ)	Atenuador variable de 0 a 11 dB	437,00	1,00	Unidades	437
HP 8496B VARIABLE ATTENUATOR (DC - 18GHZ)	Atenuador variable de 10 a 110 dB	355,00	1,00	Unidades	355
MEDIDOR DE BER SUNSET E8/E10	Medidor de BER con interfaces V.35, RS232, G.703	4500,00	1,00	Unidades	4500
Elaboración Cables	Elaboración cables	5,00	100,00	Unidades	500
				<b>Total a Pagar</b>	<b>20670,55</b>

**Tabla. 4.66. Cotización total del diagnóstico del estado y funcionamiento de equipos satelitales y microondas de Impsat**

En la cotización anterior no se incluyen impuestos, como lo son el IVA, impuestos de importación de equipos, ni tampoco se ha tomado en cuenta el costo que representaría la mano de obra de la o las personas que realizarían las pruebas de los equipos satelitas y de microondas.



## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE EQUIPOS QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA SATELITAL**

##### **Conclusiones:**

- Los enlaces satelitales son uno de los primeros sistemas de comunicación entre puntos distantes utilizados. Por muchos años fue una de las soluciones más atractivas, por su gran cobertura y fácil instalación.
- Es el medio que más retardo de propagación introduce en el envío de los datos, en promedio 660 milisegundos, por lo que no es recomendable utilizarlo en aplicaciones de telecomunicaciones en tiempo real.

##### **SCPC:**

- El Apuntamiento de la Antena, la Temperatura de ruido del LNA, las Pérdidas en guía de onda, el ángulo de Elevación y Ruido terrestre son factores determinantes para cuantificar la calidad de una estación satelital.
- Ante degradaciones de servicio, con niveles bajos de  $C/N$ , ( $C = \text{Señal}$ ,  $N = \text{Ruido}$ ) y altos niveles de transmisión de portadora, se debe bajar el nivel de las portadoras para generar una disminución de  $N$ , y mejorar (aumentar) de esta forma el  $C/N$  y

mejorando de esta forma el BER, logrando mantener al transponder operando fuera de la zona de saturación, bajo condiciones lineales

- La decisión fundamental y más importante en el diseño de un enlace satelital está en la configuración de los parámetros del módem para lograr la mayor eficiencia entre la potencia y el ancho de banda consumido en el satélite, utilizando los recursos terrestres (antenas, HPA, LNA) más adecuados.

#### **VSAT:**

- En un enlace VSAT considerando la señal de la estación Master hacia la Remota, la Estación Terrena Remota, por ser su diámetro de antena pequeño ( $\leq 2.4$  mts.), el  $G / T$  ( $G$  = Ganancia de la antena en Recepción,  $T$  = Temperatura de Ruido del Sistema) es bajo, y por lo tanto, el  $C/N$  de Bajada es mucho más bajo que el  $C/N$  de Subida. Por este motivo podemos decir que, si contamos con una Estación Master con suficiente potencia disponible para llegar a una Remota de bajo diámetro, la Calidad del enlace va a estar definida por el  $G/T$  de dicha estación Remota, estando la calidad del enlace definida por el diámetro de antena y por la modulación y codificación que se configure para el mismo.
- En un enlace VSAT considerando la señal de la estación Remota hacia la Master, el  $G/T$  de una estación Master es muy alto, el  $C/N$  de Bajada es alto también, por lo que el  $C/N$  de Subida (Remota hacia Satélite) es mucho más bajo que el de Bajada. La limitación, en este caso está en la Potencia disponible en la Remota, para lograr que la Calidad del Enlace sea la adecuada.
- Los equipos VSAT PES 5000 y PES 8000 se los está utilizando en su mayoría para el tráfico de datos transaccionales como lo son el tipo de datos que manejan cajeros de distintos Bancos, es por esta razón que en la actualidad las tarjetas de datos que mayor demanda tienen estas estaciones son las TPC, por lo que no valdría la pena probar los otros tipos de tarjetas ya que éstas se las consideran obsoletas para dicha aplicación .
- Los Equipos Direcway DW6000 a parte de ser de muy fácil y rápida instalación son muy económicos y de mayor capacidad de transmisión de datos en comparación con los equipos PES 5000 y 8000.

**Contratación de Capacidad Satelital:**

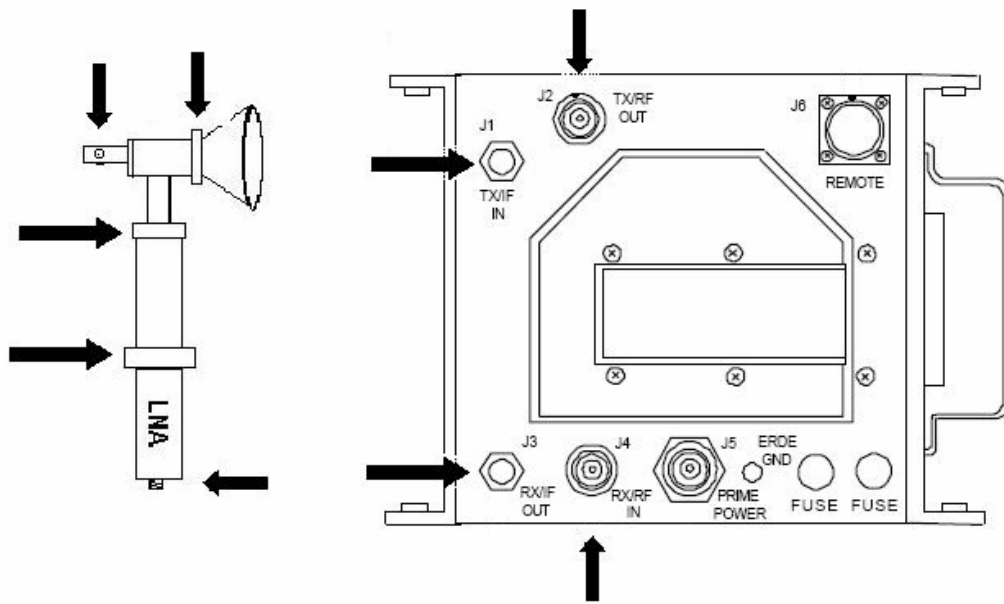
- Cuando se contrata una capacidad determinada, lo que se está alquilando no es sólo un ancho de banda determinado (en MHz) sino también la Potencia disponible en ese ancho de banda medida en dBW. El uso de esa capacidad no debe superar, ni el ancho de banda contratado, ni la potencia correspondiente a ese ancho de banda.

**Recomendaciones en las Pruebas de los equipos:**

- Para realizar las distintas pruebas de funcionamiento y diagnóstico de los equipos es recomendable tener equipos patrón de los cuales se sepa que su funcionamiento es correcto, agilizando de esta manera las pruebas, especialmente en equipos satelitales en los cuales entran en juego varios factores, como es la atenuación por el clima, fallas en el módem, el transceiver, el LNA, mal apuntamiento de la antena, fallas en los conectores y cables IFL.
- Es recomendable además ubicar las antenas de pruebas en lugares poco transitados, ya que basta con un movimiento brusco de los cables IFL, para que se introduzcan errores en las pruebas.
- Se recomienda colocar taípe y autofundente en las uniones de ensamble del Feed con el LNA y conectores del transceiver<sup>1</sup>, ya que estos equipos se encuentran a la intemperie y se debe tratar de protegerlos contra los factores ambientales y climáticos como lo son la humedad, la lluvia y el calor.

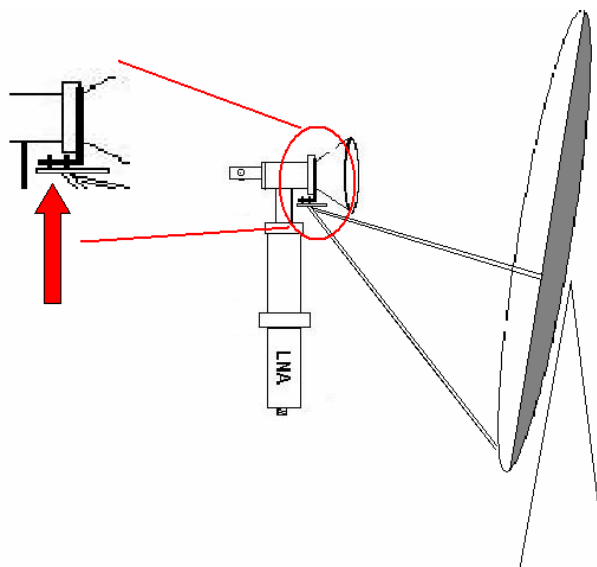
---

<sup>1</sup> Véase Figura. 5.1. Lugares a proteger con taípe y autofundente .



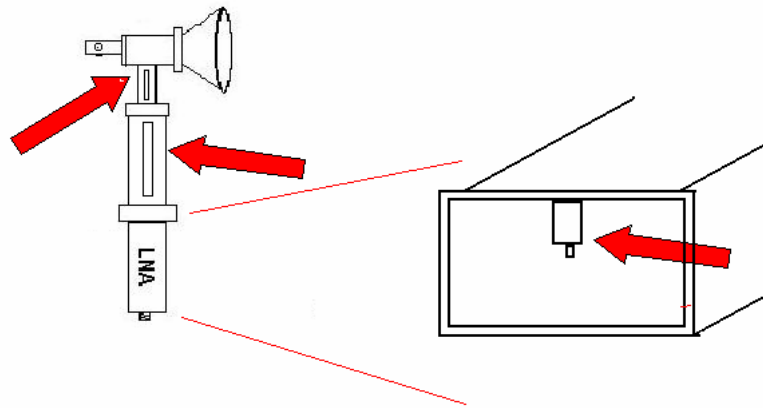
**Figura. 5.1. Lugares a proteger con taípe y autofundente**

- Se debe tener cuidado al momento de colocar los herrajes correspondientes al Feed como se muestra en la Figura. 5.2. ya que en caso de no hacerlo de la manera correcta provocará pérdidas y errores de apuntamiento y comisionamiento en la prueba.



**Figura. 5.2. Orientación Herrajes Feed**

- Se recomienda tener especial cuidado el momento de armar o ensamblar el Feed y el LNA con la orientación de la muesca, la cual indica el sentido de propagación de las ondas electromagnéticas. Es por esto que se lo debe realizar de la siguiente manera:



**Figura. 5.3. Orientación muesca Feed con LNA**

- En los equipos Direcway se recomienda realizar las respectivas conexiones IDU – ODU cerciorándose que la IDU no se encuentre energizada ya que se podría producir un corto circuito y quemar ya sea la IDU o también la ODU.
- Se recomienda para las mediciones de potencia y frecuencia tanto de equipos satelitales como en los de microonda utilizar los atenuadores adecuados, para evitar dañar los equipos de medición ya que su compostura o calibración a más de ser muy costosa, tarda demasiado tiempo.

## **5.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE EQUIPOS QUE UTILIZAN TECNOLOGÍA MICROONDA**

- El radio - enlace de microondas es uno de los medios más utilizados por las grandes velocidades que permite.
- Es una transmisión de radio a alta frecuencias que necesita línea de vista entre ambos puntos a enlazar.
- Permite llegar a grandes distancias (varios kilómetros).
- El retardo en la transmisión es bastante bajo comparado con el satelital.

- Ancho de banda más barato que el satelital.
- La mayoría de equipos de microondas permiten de una u otra forma determinar ya sea mediante la medición del voltaje de AGC, a través de pitidos, o mostrando un valor de Resive Signal (RSSI) por el mismo software de configuración del equipo, apreciar el nivel de apuntamiento con la estación remota con la que se está tratando de establecer el enlace, lo cual facilita tanto el diagnóstico, como la instalación del equipo en el cliente. .

#### **Recomendaciones:**

- Se recomienda setear la potencia de los radios al mínimo valor al momento de realizar las pruebas, además el uso del chaleco de plomo.
- De igual manera que los en equipos satelitales se deben utilizar los atenuadores de potencia adecuados para poder realizar las medidas de potencia y frecuencia al momento de realizar las respectivas pruebas.
- Se recomienda de igual forma tener equipos patrón, es decir equipos que se sepa de antemano que funcionan bien, para al momento de realizar las pruebas descartar la posibilidad de que sean fallas adicionales a las que pueden tener los equipos bajo prueba.
- Se debe tener en cuenta al momento de correr pruebas de BER cual de los equipos es el que genera reloj tanto para la colocación del Loop físico, como para el seteo de los parámetros del medidor de BER.
- Tanto en equipos Satelitales como en la mayoría de equipos microondas el tiempo de prueba de los mismos es de 24 horas, tiempo suficiente para poder determinar los daños y fallas que mencionados equipos presenten durante pruebas de BER o de transmisión de datos.

### **5.3 ANÁLISIS RELACIÓN COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO PARA IMPSAT**

- Tras realizar análisis del costo que Impsat tendría que asumir en caso de no contar con los equipos y materiales necesarios (presentes actualmente en el área de Laboratorio) para las pruebas mostrados en la Tabla. 4.66. “Cotización total del diagnóstico del estado y funcionamiento de equipos satelitales y microondas de

Impsat” y compararlos con el costo que representaría para Impsat que una empresa “X” se encargue de esta labor, o empezar desde cero (sin ningún equipo de Medición), se puede llegar a concluir que resulta más conveniente reparar o mandar a calibrar el instrumental de medición con el que se cuenta y seguir con la el trabajo normal que se viene realizando en el Área de Laboratorio.

Los costos de Calibración se los pueden apreciar en el ANEXO 11.

Los costos de equipos de Medición nuevos se los puede apreciar en el ANEXO 12.

## BIBLIOGRAFÍA

- CODAN, Codan, **5700 series C-Band Transceiver Manual**, tomo 1, primera edición, Codan Pty Ltd, Australia 1997, 86 p.
- CODAN, Codan, **5700 series C-Band Transceiver User Manual**, tomo 1, primera edición, Codan Pty Ltd, USA 1996, 119 p.
- DIGITAL MACROWAVE CORPORATION, **Digital microwave Corporation 23 Classic II Digital Microwave Radio Installation Manual**, tomo 1, revisión 2A, Digital Macrowave Corporation, San José California 1994, 60p.
- LOOP TELECOMMUNICATION INTERNATIONAL INC., **LOOP-E E1 CSU/DSU Model 1510 (Stand Alone) USER'S MANUAL**, tomo 1, versión 1.6, Taiwan 2001, 28 p.
- LOOP TELECOMMUNICATION INTERNATIONAL INC., **DART E1 CSU/DSU Model 1500-SD-22-DL & 1500-SD-SNMP-22-DC USER'S MANUAL**, tomo 1, versión 1.3, Taiwan 2001, 81 p.
- CERAGON NETWORKS INC, **FibeAir® 4800 Point-to-Point Wireless Product Family Installation and Operation Guide**, tomo 1, version 6.0, CERAGON Networks Inc, USA 2005, 115 p.
- COMTECH EFDATA, **SDM 300A Satellite Modem Installation and Operation Manual**, tomo 1, revision 0, Comtech EFData, USA 2000, 398p.
- COMTECH EFDATA, **CST 5000 C-Band Satellite Terminal Installation and Operation Manual**, tomo 1, revision 9, Comtech EFData, USA 1997, 144p.



- HUGHES NETWORK SYSTEMS Inc., **DIRECWAY User Guide DW6000**, tomo 1, revision A03, HUGHES Network Systems, USA 2003, 62p.
- HUGHES NETWORK SYSTEMS Inc., **DIRECWAY Installation Guide DW6000**, tomo 1, revision 1.03, HUGHES Network Systems, USA 2003, 62p.
- HUGHES NETWORK SYSTEMS Inc., **Installation and Service Manual for Personal Earth Station™ General Reference (including PES model X000 series)**, tomo 1, revision 8, HUGHES Network Systems, USA 1995, 957p.
- AIRSPAN NETWORKS Inc., **ASWipLL and AS3010 Systems WipConfig User's Guide**, tomo 1, revision 4.8, Airspan Networks Inc, USA 2004, 172p.
- DIGITAL MACROWAVE CORPORATION, **DART™ Digital Access Radio Technology User Manual**, tomo 1, revisión C, Digital Macrowave Corporation, USA 1999, 136p.
- <http://www.codan.com.au> , Pruebas en equipos Marca CODAN
- <http://www.LoopTelecom.com>, Pruebas en equipos Marca CERAGON
- <http://www.ceragon.com>, Pruebas en equipos Marca CERAGON
- <http://www.comtechefdata.com>, Pruebas en equipos Marca EF DATA
- <http://www.Airspan.com>, Pruebas en equipos Marca AIRSPAN

## **ANEXO 1**

### **CÓDIGOS TARJETAS TPC E IFM PES 5000 Y 8000**

### Códigos de la tarjeta IFM Definiciones

El estado operativo de la IFM puede ser determinado observando los valores mostrados en el display del front panel. Una vez que la IFM está operativa, estos valores se muestran de la siguiente forma:

#### [Código Estado]/[Código Status].

Los códigos de estado son los que no están acompañados por el punto decimal. Los códigos de status son los que aparecen junto al punto decimal. La siguiente sección describe los códigos de estado de la IFM:

#### Códigos de Estado

- Códigos Generales de Estado

[Blanco] Operación normal.

[E] Encontró la outroute. El demodulador de la IFM está enganchado y la IFM está chequeando que sea a la outroute correcta. Ahora debe encontrar el DECODER y el SFH.

[F] Demodulador desenganchado. Es posible que la remota no esté recibiendo, o que la relación señal a ruido (*Eb/No*) es muy baja. Note que si una PES no está recibiendo, tampoco puede transmitir.

[H] CER (Channel Error Rate) muy alto. Se muestra si el CER es mayor que  $10^{-4}$ . El CER es inversamente proporcional al *Eb/No*, de manera que un CER alto significa un *Eb/No* deficiente.

[P] Indica que no hay tarjetas de puertos configuradas. Para solucionar esto, vaya al programa de configuración de la DIU y configure las tarjetas requeridas.

[5] Indicación de Alarma. Este código alterna con algún status que indica la condición que causa la alarma.

#### • Códigos de Estado - Instalación

[1] Este código indica que la DIU está en modo de instalación. En este modo la IFM proveerá la señal de AGC necesaria para apuntar la antena. Cuando la VSAT está en modo INSTALL, no transmitirá.

- Códigos de Estado - Comisionamiento

[h] Indica que la IFM está buscando una tarjeta de puertos para realizar el comisionamiento. Este LED cambia a [r] cuando una tarjeta para comisionar ha sido encontrada.

[r] Indica que se encontró una tarjeta adecuada para realizar el comisionamiento, y que la operación está en progreso

[O] Indica que está intentando comisionar pero todas las tarjetas de puerto están configuradas como Solo Recepción (Receive Only - RO). Al menos una tarjeta de puertos debe ser definida como Tx /Rx para permitir un comisionamiento.

#### • Códigos de Estado - Diagnóstico

Estos códigos son mostrados cuando la DIU está en modo DIAG.

[A] Error de CER a nivel de loopback de la IFM.

[b] Error de “no sync loss”.

[c] Error de “bad diagnose response”, mala respuesta de diagnóstico.

[C] Error: Pérdida de sincronía a nivel de tarjeta de puertos. El daño podría estar en la tarjeta de puertos.

[d] Modo diagnóstico con el cable de loopback colocado.

[L] Error: Indica que no fue posible correr el loopback a nivel de tarjeta de puertos.

[U] Error: Ninguna de las tarjetas de puerto está respondiendo a los comandos de la IEM.

[9] Error: No hay sincronía a nivel de loopback de la IFM.

[-] Modo diagnóstico con el cable de loopback instalado.

#### Códigos de Status

[blanco.] Operación Normal

[E.] Bajo Eb/No. La señal de outroute se recibe con un nivel muy bajo, o no se recibe.

[F.] Modo de transmisión deshabilitado. Indica que la VSAT todavía no está habilitada para transmitir.

[O.] Alarma de comunicaciones con la unidad de RE. Indica que la unidad de RF no dio una respuesta dentro del tiempo adecuado. Es posible que la unidad de RF no esté conectada o que haya una falla en la unidad de RF.

[P.] Frecuencia Primaria Incorrecta. Indica que la configuración de frecuencias en el programa de la DIU no está dentro de los rangos permitidos. Vuelva a correr DIALOG.

[y.] Mala Frecuencia de Backup. Indica que la configuración de frecuencias en el programa de la DIU no está dentro de los rangos permitidos. Vuelva a correr DIALOG.

### Códigos de Restart

Uno de estos códigos aparece cada vez que la IFM se enciende o se resetea. Después de que se hace el test de los LEDs, uno de estos códigos aparece y se mantiene estático por unos tres segundos. Este indica la razón por la cual se reseteó la IFM.

[blanco] Normal cuando se prende la IFM por primera vez.

[b] La IFM se reseteó porque el interruptor trasero "Auto Comm" fue presionado. Este código permite pasar de Normal a modo Comisionamiento y viceversa.

[c] Reset causado por una tarjeta de puertos. Indica que la IFM se reseteó por una orden recibida desde una tarjeta de puertos. El problema puede estar en la MPC, o tal vez un comando de "Site Reset" fue recibido desde la sala de operaciones.

[F] Falla de Firmware. La IFM detectó una falla en su ROM interna. Cambie la IFM.

[J] Reset comandado desde el programa de configuración de la DIU.

[o] Indica que la unidad de RF se reseteó sin causa aparente.

[O] La unidad de RF no se reseteó después de que la IFM le envió un comando de reset. Hay un posible daño en la unidad de RF.

[U] Una tarjeta de puertos tomó demasiado tiempo para responder a una solicitud de datos de configuración.

[y] El instalador realizó un cambio en el Switch desde el programa de configuración de la DIU.

[-] Falla cambiando de modo desde el switch "Auto Comm". Indica que puede haber una falla en la IFM.

[1] La IFM terminó de extraer la información de configuración desde la tarjeta de puertos. Este reset es normal cuando la VSAT sube por primera vez.

[2] El tiempo disponible para que una tarjeta de puerto haga una solicitud de Stream se ha vencido.

[3] El "watchdog" interno de la IFM se ha vencido. Indica que puede haber un problema de hardware en la IFM.

[6] Falla en el conversor Análogo / Digital interno de la IFM.

[7] Falla en uno de los sintetizadores de la IFM.

[8] Falla del auto-test de la IFM. Si esto se presenta, ponga la DIU en modo diagnóstico para obtener información más exacta.

[9] Falla en las celdas de arreglo lógico. Interno a la IFM.

Códigos de Restart - Comisionamiento.

[C] La tarjeta de puertos envió a la IFM un comando de reset mientras estaba en modo ranging.

[h] Se perdió la autorización para comisionar. Una tarjeta de puertos indicó a la IFM que se podía iniciar un comisionamiento. Posteriormente un mensaje desde la tarjeta de puertos indica que ya no se tiene autorización para comisionar.

[4] Operación de comisionamiento finalizada.

[5] Una tarjeta de puertos estaba respondiendo al polling de la IFM, y repentinamente dejó de responder.

### Códigos de Alarma

Los códigos de alarma aparecen cuando la IFM está en modo de alarma. En un modo de alarma el LED de estado siempre es [5]. La IFM permanecerá indefinidamente en este estado hasta que se le dé un reset manual.

[5]/[A.] La unidad de RF detectó una falla de hardware relacionada con la referencia del PLL.

Acción: Reemplace la unidad de RF.

[5] / [b.] No fue posible obtener sincronía en el test del chip IOC.

Acción: Reemplace la IFM . Si todavía se presenta la alarma reemplace el backplane. Si esto corrige el problema coloque la IFM original y revise que trabaja adecuadamente.

[5]/[C.] La unidad de RE detectó que la VSAT está transmitiendo continuamente.

Acción: Verifique la versión de firmware de la cabeza de RE de acuerdo con el manual designado para esto y realice upgrade de firmware si es necesario. Si el problema persiste, reemplace la unidad de RE. Si el problema persiste, cambie la IFM.

[5]/[d.] La tasa de símbolos obtenida de la EEPROM de la IFM es inválida.

Acción: Reconfigure la IEM usando el programa de configuración de la DIU. Si el problema persiste cambie la IFM.

[5] / [F.] Los parámetros especificados de fábrica están corruptos.

Acción: Cambie la IFM.

[5] / [y.] El CER es mayor que cero en el test de la IOC.

Acción: Reemplace la IFM . Si todavía se presenta la alarma, reemplace el backplane. Si esto corrige el problema coloque la IEM original y revise que trabaja adecuadamente.

[5]/[J.] La IFM detectó un desbordamiento de potencia en modo normal.

Acción: Reconfigure la IFM usando el programa de configuración de la DIU.

[5]/[n.] Falla en el test de la IOC.

Acción: Reemplace la IFM. Si todavía se presenta la alarma, reemplace el backplane. Si esto corrige el problema coloque la IFM original y revise que trabaja adecuadamente.

[5]/[o.] La comunicación de monitoreo y control con la unidad de RF no subió.

Acción: Revise el voltaje DC en ( conector N de la DIU (debe ser 17 voltios en modo normal. A veces se pone en 12 voltios). Revise el cable de IFL. Si este no es el problema cambie lá cabeza de RE. Einalmene cambie la IFM.

[5]/[O.] La unidad de RE detectó una falla de hardware relacionada con la frecuencia de referencia.

Acción: Cambie la cabeza de RE. Si este no es el problema cambie la IFM.

[5]/[P.] La unidad de RE detectó que hubo una bajada de 3 dB cuando el control automático de nivel estaba habilitado.

Acción: Reemplace la Cabeza de RE. Luego reemplace la IFM.

[5]/[r.] La unidad de RE detectó un problema de hardware relacionado con el sintetizador de recepción.

Acción: Reemplace la cabeza de RF.

[5]/[U.] Alarma de fuente de alimentación reportada por la unidad de RE. Indica que el voltaje DG de alimentación no es aceptable.

Acción. Mida el voltaje DC que entrega la DIU. Revise el cable, el backplane, la unidad de RF, la IFM.

**[5]/[y.]** La EEPROM de la IFM nunca se reportó “ready”.

Acción: Apague la DIU por un minuto. Préndala de nuevo, haga CLEAR y reconfigúrela usando el programa de configuración de la DIU. Si el error persiste, cambie la IFM.

**[5]/[4.]** No se encuentra una página activa de la EEPROM durante el autotest.

Acción: Entre al programa de configuración, dé clear y reconfigure la DIU. Si el problema persiste, cambie la IFM.

**[5]/[5.]** El autotest indica que el checksum de la EEPROM es incorrecto,

Acción: Entre al programa de configuración, dé clear y reconfigure la DIU. Si el problema persiste, cambie la IFM.

**[5] / [6.]** El número de parte retornado por la cabeza de RF no es válido.

Acción: Cambie la unidad de RF, revise el cable.

**[5] / [7.]** No logró engancharse durante el test de la IOC.

Acción: Reemplace la IFM . Si todavía se presenta la alarma, reemplace el backplane. Si esto corrige el problema coloque la IFM original y revise que trabaja adecuadamente.

**[5] / [8.]** Se encuentra inconsistencia en la configuración.

Acción: Entre al programa de configuración, dé clear y reconfigure la DIU.

**[5]/[9.]** La IFM detectó que los test internos de la unidad de RF han fallado.

Acción: Cambie la unidad de RF.

**[5]/[-.]** No terminó el test de la IOC.

Acción: Reemplace la IFM . Si todavía se presenta la alarma, reemplace el backplane. Si esto corrige el problema coloque la IFM

original y revise que trabaja adecuadamente.

### Códigos de las tarjetas de puertos

#### Definiciones

Las tarjetas de puerto, ya sean MPC, RDPC, VDPC, TPC también tienen un display de 7 segmentos. Este display muestra alternativamente el estado y status de la tarjeta. En condiciones de operación normales, ambos muestran blanco, de forma que el display será [blanco]I[blanco.] que se lee “blanco blanco punto”. Esto se ve simplemente como un punto intermitente.

Los códigos de estado son los mostrados sin el punto decimal. Los esdos son los siguientes:

**0** Shutdown. Indica daño físico interno de la tarjeta.

**1** Inicialización. Auto test.

**2** Modo Diagnóstico.

**3** Comisionamiento.

**4** Standby (espera).

**5** Inicialización coordinada con el hub.

**6** Estado de mantenimiento.

**7** Download (DLL).

**9** Pérdida de sincronía (se desenganchó de la outroute después de estar enganchada).

**A** Dial backup iniciado automáticamente.

**F** Dial backup iniciado desde el hub.

**C** Dial backup activo.

**H** Dial backup iniciado automáticamente por falla de software.

**blanco** Online.

Los códigos de status son los que aparecen acompañados del punto, y la interpretación podría variar dependiendo del tipo de tarjeta, de modo que antes de verificar el significado del código, revise que se trata de la tarjeta apropiada.

#### Estado 0

El estado 0 indica daño interno de hardware. Los siguientes son los códigos específicos:

#### Códigos aplicables a la TPC

**[0]/[0.]** Falla en el checksum de la tarjeta. Reemplazar.

**[0]/[1.]** Falla en el test de CPU.

Reemplazar.

[0]/[3.] Falla en el test de la RAM no volátil.

Reemplazar.

[0]/ [4.] Falla en el test del registro DMAC.

Reemplazar.

[0]/[5.] Falla en el test del 8254.

Reemplazar.

[0]/[6.] Falla en el test de 38964 y refresh clock.

Reemplazar.

[0] /[7.] Se detecta loopback local de caracteres a través de la DUART.

Reemplazar.

[0]/[9.] Falla en la Interrupción 7.

Reemplazar.

[0]/[A.] Falla en algunos PIC.

Reemplazar.

[0]/[b.] Falla en el test de la RAM destructiva.

Reemplazar.

[0]/[C.] Modelo de tarjeta inapropiado.

Reemplazar.

[0]/[d.] Error de paridad. Reemplazar.

[0]/[E.] Los parámetros configurados son incorrectos. Use el programa de configuración para reconfigurar.

[0]/[c.] Falla en la PLC número 1. Cambie la PLC.

[0]/[H.] Falla en la PLC número 2. Cambie la PLC.

[0]/ [h.] Falla en la PLC número 3. Cambie la PLC.

### Estado 1

El estado 1 indica inicialización y test realizados desde la ROM interna a la tarjeta. Los siguientes son los códigos específicos:

[1]/[0.] Test comunes en proceso.

[1]/[1.] Test específicos a la aplicación en proceso.

[1]/[2.] Esperando por el polling de la IOC.

### Estado 2

El estado 2 se presenta cuando el instalador selecciona el modo DIAG con el SWITCH. Los siguientes son los códigos específicos:

### Códigos específicos a la TPC

[2]/[0.] Test en proceso. Todavía no se encuentran fallas.

[2]/[1.] Esperando para ejecutar loopback.

[2]/[2.] Loopback tarjeta de puerto-IOC en progreso.

[2]/[3.] Todos los diagnósticos aprobados. Es el estado final cuando todo ha salido bien.

[2]/[4.] No se ha detectado falla. La tarjeta de puerto ha recibido la orden de esperar.

[2]/[5] Test de interrupciones de la PLC.

[2]/[6.] Test. Recibiendo apropiado de la IOC.

[2]/[7.] Test. Recibiendo los datos retornados por la IOC.

[2]/[9.] Error en el intercambio mensajes entre la IOC y la TPC.

[2]/[A.] Test. Evaluando el 8530 en la PLC 1.

[2]/[d.] Error en la PLC 1. Reemplace la PLC.

[2]/[E.] Error en la PLC 2. Reemplace la PLC.

[2]/[F.] Error en la PLC 3. Reemplace la PLC.

### Estado 3

El estado 3 se presenta cuando el instalador ha seleccionado modo COMM en el

SWITCH. Los siguientes son los códigos específicos:

[3]/[4.] Potencia calculada ligeramente por fuera de límites.

[3]/[5.] Realizando comisionamiento manual.

[3]/[6.] Inicializando los campos de ACBS. La remota está tomando información sobre las sesiones de comisionamiento disponibles. Después de 3 minutos en este estado el comisionamiento se aborta. Esto indica fallas en la recepción de la remota.

[3]/[7.] Esperando una inroute disponible para comisionar.

[3]/[8.] Se perdió configuración comisionamiento. Indica que parámetros de comisionamiento en inroute han cambiado repentinamente. necesario reiniciar el comisionamiento.

[3]/[9.] Esperando a que la IFM se sintonice a la frecuencia de la inroute. Este estado puede durar hasta 1 minuto.

[3]/[A.] Esperando a que el BCD calcule las estadísticas del comisionamiento.

[3]/[b.] Comisionamiento Completo. Indica que un comisionamiento ha terminado exitosamente.

[3]/[C.] La tarjeta de puerto está solicitando autorización para comisionar. Si la remota permanece mucho tiempo en este estado significa que existe algún problema de transmisión o que la potencia inicial (nitial power) ha sido configurada muy baja.

[3]/[d.] Comandando al BCD para iniciar toma de estadísticas.

[3]/[E.] Estado de espera. El operador ha sacado de servicio intencionalmente a un tarjeta que estaba en estado de comisionamiento.

[3]/[F.] Comandando al BCD para retornar los resultados de las estadísticas.

[3]/[blanco.] El valor de AGC está por fuera de los límites.

[3]/[c.] Ajustando parámetros de timing y potencia a los valores deseados.

[3]/[H] Esperando a que la IFM almacene los parámetros finales del comisionamiento.

[3]/[h.] Realizando el LQT (Link Quality Test). El tiempo normal en este estado es 20 minutos.

[3]/[J.] El LQT ha fallado en la dirección de inroute. Revise la transmisión de la remota. Comuníquese con la sala de operaciones.

[3]/[L.] El LQT ha fallado en la dirección de outroute. Revise la recepción de la remota. Comuníquese con la sala de operaciones.

[3]/[o.] El LQT ha fallado en las direcciones de outroute y de inroute. Comuníquese con la sala de operaciones. Posiblemente ocurrió un microcorte a nivel de la red.

[3]/[P.] Solicitando terminar la sesión de comisionamiento.

[3]/[r.] Se ha perdido la sincronía del PLL de transmisión.

[3]/[U.] El proceso de comisionamiento ha excedido el tiempo límite. Es posible que exista un problema de transmisión en la remota, o problemas de ruido en el satélite.

[3]/[u.] Perdió al menos 4 SFH continuos. Indica problemas en la recepción de la outroute.

[3]/[Y.] Ha ocurrido un bloqueo en el proceso de comisionamiento. Si ocurre una vez, apague y prenda la DIU. Si ocurre de nuevo es posible que exista daño en el hardware de la tarjeta de puertos. Reemplácela.

#### **Estado 4**

El estado 4 indica modo Standby. La tarjeta ha salido de operación debido a algún



problema que no le permite ser funcional. Para salir de un estado de Standby se requiere resetear la remota, ya sea desde la consola de operador o manualmente. Los siguientes son los códigos específicos:

**[4]/[1.]** Comando del hub mientras corriendo el boot code. Indica que la tarjeta transmitió un “Here I Am” con una dirección ODLC incorrecta, y por esta causa el hub le envió un comando para sacarla de servicio. Revise que la dirección ODLC corresponda con la configurada.

**[4]/[2.]** Esto ocurre si el operador envía un comando para poner la remota fuera de servicio o la remota es borrada de la base de datos. Comuníquese con la sala de operaciones.

**[4]/[3.]** La remota entra automáticamente en este estado después de intentar transmitir señales de “Here I Am” (Aquí estoy) hacia el hub sin tener éxito. Esto es, la remota ha pasado más de 15 minutos en el estado **[5]/[8.]**. El síntoma indica un problema de transmisión, que puede ser debido a humedad en el cable de transmisión, daño de hardware, comisionamiento incorrecto o mal apuntamiento.

### Estado 5

El estado 5 significa inicialización desde el RAM boot code (el software recibido desde el hub). La remota ya ha reconocido la outroute y ahora intenta establecer comunicación con el hub.

**[5]/[0.]** Esperando poll de configuración desde la IFM. Normalmente la tarjeta pasa un tiempo muy corto en este estado. Si este tiempo llega a 20 segundos, la tarjeta se resetea. La causa puede ser la presencia de otra tarjeta de puertos con algún problema de hardware.

**[5]/[1.]** Esperando status desde la IFM. La tarjeta pasa un tiempo muy breve en este estado.

**[5]/[2.]** Esperando sincronía con la Outroute. La IFM le indicará a las tarjetas de puerto cuando se obtiene sincronía con la outroute. Normalmente este estado no dura más de 3 minutos. De lo contrario,

podría estar presentándose uno de los siguientes problemas:

- La frecuencia de outroute configurada es incorrecta.
- El Outroute Carrier ID configurado es incorrecto.
- La antena no está apuntada adecuadamente.
- Problemas en el equipo de RF o humedad en el cable de recepción.
- El hub no está transmitiendo la outroute.

**[5]/[3.]** Esperando el SFH. Después de que la IFM indica que está enganchada a la outroute, la tarjeta de puerto espera detectar el Super Frame Header. Si la tarjeta de puertos pasa más de 10 minutos en este estado, podría tener un problema interno de hardware.

**[5]/[4.]** Esperando el outroute carrier ID correcto. Si la tarjeta pasa más de 5 segundos en este estado, significa que la VSAT está enganchada a una outroute incorrecta, o que el carrier ID ha sido configurado incorrectamente.

**[5]/[5.]** Esperando a detectar el bit “network online”. Si la tarjeta pasa más de diez minutos en este estado significa que la señal de outroute se está transmitiendo, pero que la red no está habilitada para cursar tráfico. Llame a la sala de operaciones.

**[5]/[6.]** Esperando la sincronía de inroute. Para transmitir la inroute, la remota debe esperar a que el PLL de transmisión número 1 (Tx PLL 1, en el monitor) esté enganchado. Es normal un tiempo de uno a tres minutos en este estado. Si el tiempo es mayor, verifique lo siguiente:

- Que los BCO en el telepuerto estén operativos.
- Que la velocidad de inroute esté configurada correctamente en el programa de configuración (Inroute data rate).

**[5]/[8.]** y **[5]/[4.]** Transmitiendo “Here I Am” hacia el Hub. En este estado la VSAT está reportándole su presencia al hub. Si la tarjeta permanece más de 15 minutos en este estado verifique lo siguiente:

- Que el “ranged timing offset” sea correcto. Es necesario recomisionar.
- Que el “ranged power level” sea correcto. Es necesario recomisionar.
- La remota puede tener problemas en el hardware de transmisión. Efectúe un diagnóstico a la DIU, y verifique la operación de la cabeza de RF. Verifique si hay humedad en el cable de transmisión.

**[5]/[A.]** Esperando a que el SCP reconozca una solicitud de configuración (Remote Specific Descriptor, RSD). Solo se entra a este estado si la respuesta al Here I Am indica que la remota necesita recibir una nueva configuración automáticamente desde el Hub. El tiempo que la tarjeta permanece en este estado es muy breve. De lo contrario significa que puede existir un problema en el SCP (System Control Processor). Llame a la sala de operaciones.

**[5]/[b.]** Esperando el RSD. En remotas TX/RX, este estado normalmente dura muy poco tiempo. En remotas solo recepción (tipo 4000) este estado es más prolongado. Si la remota Receive-Only permanece por más de 21 minutos en este estado, verifique lo siguiente:

- Que la dirección ODLC configurada sea la correcta.
- Que la tarjeta de puerto esté definida en el hub como Receive-Only.
- En cualquier caso, el operador puede forzar un DLL para enviar rápidamente el RSD a esta remota en particular.

**[5]/[C.]** El SCP se ha negado a enviar el RSD. Indica algún tipo de problemas en el SCP. La remota pasará al estado [5]/[8.] si ocurre repetidamente, comuníquese con sala de operaciones.

**[5]/[c.]** La tarjeta está en estado de espera si en los últimos 10 minutos se ha reseteado dos veces. Después de 2 minutos la tarjeta pasará a [5]/[8.] llame a la sala de operaciones y consulte la causa del reset, que debe aparecer en la impresora de eventos.

**[5]/[d.]** El SCP indica que no existe configuración para esta tarjeta de puertos.

Es posible debido a un cambio de configuración. Si ocurre persistentemente, llame a la sala de operaciones.

**[5]/[H.]** Esperando para sintonizarse a una inroute apropiada. Esto puede suceder si hay problema en la definición de las inroutes en el SCP.

**[5]/[h.]** Esperando el RRD (Remote Reconciliation Descriptor). Este es un número consecutivo que indica el número de versión del software de las remotas. La tarjeta de puertos no debe pasar más de 5 minutos en este estado.

**[5]/[J.]** Esperando a que la IFM cargue parámetros de configuración. La tarjeta de puertos entra a este estado después de pasar por [5]/[b.] o por [7]/[1.] Esto solo ocurre si se comprueba que los parámetros almacenados en la EEPROM de la IFM han cambiado con respecto a la información de configuración más reciente obtenida a través de la outroute. Después de este proceso la IFM se reseteará automáticamente (con el código de restart 1). Este proceso es normal y se presenta si se ha modificado alguno de los siguientes parámetros:

- La dirección ODLC de alguna de las tarjetas de puerto de la remota.
- Alguna de las frecuencias de inroute o outroute de la red.
- La señales de control de módem de alguna de las tarjetas de puerto.
- El outroute carrier ID.
- El tipo de software de la remota oot code subtype).
- Adición, borrado de alguna de las tarjetas en la remota.
- Condición TxRx o R.O. de alguna de las tarjetas de la remota.

**[5]/[L.]** Parámetros inválidos recibidos. La tarjeta de puertos reporta este código si los parámetros de operación recibidos están fuera de rango.

## Estado 6

El estado 6 es el estado de mantenimiento. Se entra a este estado si el SCP determina que la tarjeta debe pasar a estado de

mantenimiento. En este estado la VSAT responde al polling del NCC (está arriba) pero no cursa tráfico de usuario. Si el estado es causado por algún efecto de configuración, un reset enviado desde el hub no será suficiente para sacar a la VSAT de este estado. Es necesario revisar la configuración de la VSAT.

[6]/[1.] Tipo de tarjeta incorrecto. Este estado es alcanzado si, por ejemplo, se configura software para voz en una tarjeta de datos, o viceversa.

[6]/[2.] Este código se presenta si se carga código para operación TxRx en una tarjeta que está configurada como Receive Only en el campo Hardware Type de la pantalla RDPCDef.

[6]/[3.] El RSD recibido por la remota es inapropiado. Revise la definición de la tarjeta.

[6]/[4.] Los parámetros de red son inapropiados en el SCP. Llame a la sala de operaciones.

[6]/[5.] No hay suficiente RAM. Este código indica que esta tarjeta de puertos no tiene suficiente memoria RAM para operar con el software establecido. Es necesario utilizar otro tipo de tarjeta o modificar el software operativo en la configuración de la tarjeta en la Illuminet (pantalla RdpDef).

[6]/[6.] Error durante la inicialización de Hardware. Este error solo ocurre si la tarjeta de puertos contiene hardware defectuoso.

[6]/[7.] No hay suficiente memoria para las sesiones o puertos configurados. Este problema se debe escalar al ingeniero de soporte técnico responsable por el cliente.

[6]/[8.] Indica que la tarjeta está operando en Módem Backup, con una PLC especial (Módem Backup PLC).

[6]/[9.] Señales del módem activas. En configuración de módem backup, indica que se recibió una llamada vía línea terrestre, y que el tráfico se está evacuando por la misma.

[6]/[blanco.] Normal. Este estado es normal si el “desired staté” en la definición de la RDPC es “maintenance”, o si la tarjeta ha sido configurada sin puertos.

### Estado 7

Download de parámetros de red. En este estado la tarjeta de puertos está recibiendo parámetros de red o de usuario.

[7]/[0.] Esperando el RRD (Remote Reconciliation Descriptor). Este estado es muy breve y se vé en escasas oportunidades.

[7]/[1.] Esperando por los parámetros de red o por el código de usuario. Si la tarjeta es TxRx, indica que está esperando los parámetros de red. El envío de estos parámetros puede ser forzado por el operador de la sala usando la pantalla DIICntrl. La tarjeta TxRx pasará al estado [7]/[2.] si necesita parámetros, y posiblemente sufra un reset. La tarjeta RxOnly pasará directamente al estado [7]/[4.]

[7]/[2.] Solicitando código de usuario. Este código se observa cuando una tarjeta TxRx detecta que requiere traer desde el hub la configuración particular para esta tarjeta de usuario. El tiempo máximo en este estado es de 135 segundos.

[7]/[3.] Esperando para solicitar código de nuevo. Se entra a este estado si la tarjeta ha transmitido una solicitud de código al hub y todavía no se obtiene respuesta. Al final del periodo de espera (135 seg) la tarjeta retomará al estado [7]/[2.]

[7]/[4.] Recibiendo paquetes de código de usuario. La tarjeta entra a este estado cuando está recibiendo la configuración particular de esta tarjeta remota. El tiempo en este estado depende del tamaño del archivo de configuración que se esté recibiendo.

[7]/[5.] Se recibió un NACK desde el SCP. Indica que el SCP puede estar muy congestionado, por lo que ha enviado un comando de espera a la DIU. Es necesario esperar un tiempo para superar esta etapa.

Si el problema persiste, llame a la sala de operaciones.

[7]/[6.] Se recibió un NSF desde el SCP. Este mensaje (No Such File) indica que el archivo de configuración de la remota no está disponible en el SCP. Es posible que se esté realizando un cambio en la configuración de la remota. Espere algunos minutos. Si el código persiste, llame a la sala de operaciones.

#### **Estado 8**

Recibiendo el RAM boot code. Durante este estado la MPC está recibiendo el software operativo de la tarjeta (que es diferente a la configuración). En este estado la tarjeta está corriendo desde su código almacenado en ROM.

[8]/[0.], [8]/[1.], [8]/[2.] Códigos de inicialización.

[8]/[3.], [8]/[4.], [8]/[5.] Estos códigos son equivalentes a sus análogos en el estado 5. La única diferencia es que en el estado 8 el código se ejecuta desde la ROM, mientras en el estado 5 el código se ejecuta desde RAM.

[8]/[E.] Esperando el RAM boot code. En este estado la tarjeta está esperando a que el RAM boot code llegue por medio de la Outroute. El RAM boot code puede ser

forzado por el operador desde la pantalla DllCntrl.

[8]/[F.] Recibiendo el RAM boot code. A este estado se llega después de [ Indica que la tarjeta está recibiendo el software por medio de la outroute. El tiempo máximo en este estado es de unos 30 segundos.

[8]/[blanco.] La tarjeta se coloca en este estado si ha dejado de recibir el RAM boot code por más de 5 segundos. Indica que la remota ha perdido la sincronía con la outroute por un momento.

#### **Estado 9**

Pérdida momentánea de sincronismo. La remota reporta este estado si se ha perdido la sincronía con la outroute después de que la remota ya estaba operativa. La VSAT se reseteará después de 10 minutos en este estado.

[9]/[0.] En sincronía, verificando el carrier ID. Este estado es similar al [5]/[4.], y tiene los mismos timeouts.

[9]/[1.] En sincronía, esperando enganche del PLL de transmisión. La remota entra en este estado durante un tiempo de 1 a 3 minutos mientras los circuitos de transmisión se enganchan para transmitir.

[9]/[blanco.] Pérdida momentánea de sincronismo.

## **ANEXO 2**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca HUGHES modelo PES 5000 Y 8000**

<b>EQUIPO:</b> IDU VSAT		<b>No. De Serie:</b>	
<b>MARCA :</b> HUGHES		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> PES 5000		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
a) Verificación Fuente alimentación	+5 [V]		
	+12 [V]		
	-12 [V]		
	+18 [V]		
b) Pruebas en Modo Diagnóstico	Estado Final LED'S:	Estado Final LED's:	
	IF LED: <b>d/E.</b>	IF LED:	
	IPC LED: <b>2/3.</b>	IPC LED:	
c) Pruebas en Modo Comisionamiento	Estado Final LED's:	Estado Final LED's:	
	IF LED: <b>r/.</b>	IF LED:	
	IPC LED: <b>3/b.</b>	IPC LED:	
d) Pruebas en Modo Normal	Estado Final LED's:	Estado Final LED's:	
	IF LED: <b>.</b>	IF LED:	
	IPC LED: <b>.</b>	IPC LED:	
e) Pruebas de Transmisión de datos	Pasa ping 20.1.6.1 -w 1600 -t	Tiempo de respuesta promedio:	
f) Pruebas de Puertos DB -25	Pasa Prueba		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
<b>(√ ó X):</b>			

**Check List para IDU VSAT PES 5000**

<b>EQUIPO:</b> IDU VSAT <b>No. De Serie:</b> <b>MARCA :</b> HUGHES <b>Fecha:</b> <b>MODELO:</b> PES 8000 <b>Probado por:</b> <b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
a) Verificación Fuente alimentación	Enciende		
b) Pruebas en Modo Diagnóstico	Estado Final LED's: IFM LED: <b>d/. d/F.</b> <b>d/E.</b> TPC LED: <b>2/3.</b>	Estado Final LED's: IF LED: IPC LED:	
c) Pruebas en Modo Comisionamiento	Estado Final LED's: IFM LED: <b>r/.</b> TPC LED: <b>3/b.</b>	Estado Final LED's: IF LED: IPC LED:	
d) Pruebas en Modo Normal	Estado Final LED's: IFM LED: <b>.</b> TPC LED: <b>.</b>	Estado Final LED's: IF LED: IPC LED:	
d) Pruebas de Transmisión de Datos	Pasa ping 20.1.9.1 -w 1600 -t	Tiempo de respuesta promedio:	
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>  (√ ó X):			

**Check List para IDU VSAT PES 8000**

<b>EQUIPO:</b> ODU VSAT <b>No. De Serie:</b> <b>MARCA :</b> HUGHES <b>Fecha:</b> <b>MODELO:</b> Para PES 5000/8000 <b>Probado por:</b> <b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
a) Verificación funcionamiento correcto Equipos patrón	Equipos OK		
a.1) Valor Eb/No Equipos patrón	>12 dB		
b) Valor Eb/No Equipos bajo prueba	No debe variar más de 1.5 dB del valor medido en a.1)		
c.1) Medición de Potencia con el Power Meter  Seteo a max. Potencia	<b>Potencia:</b> 21.3dBm (+/- 2 dB)  <b>Código IFM:</b> F/E.  <b>Potencia Max:</b> 35.3dBm	<b>Potencia:</b>  <b>Código IFM:</b>  <b>Potencia Max:</b>	
c.2) Medición de la forma de la señal de Tx y Ganancia	Pasa pruebas de señal de Tx y Ganancia		
c.3) Medición de Espurias y Frecuencia de TX	Señales menores a -35dBc entre los +/- 128Khz de la portadora y de -43 dBc fuera de ese rango.		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>  (√ ó X):			

**Check List para ODU VSAT PES 5000 /8000**



<b>EQUIPO:</b> LNA y LNB <b>No. De Serie:</b> <b>MARCA :</b> HUGHES <b>Fecha:</b> <b>MODELO:</b> Para PES 5000/8000 <b>Probado por:</b> <b>No. De Parte:</b>			
Características Medidas	Valor Especificado	Valor Medido	(√ ó X) ?
a) Verificación de la apariencia Física de los equipos	Sin corrosión Conector tipo N en buen estado		
b) Valor Eb/No Equipos patrón	>12 dB		
b. 1) Medición de Potencia que alcanza el tramo superior del outroute (Portadora presente en 3970 MHz) medida en al analizador de espectros			
c) Valor Eb/No Equipos bajo prueba	No debe variar más de 1.5 a 2 dB del valor medido en a.1)		
c. 1) Medición de Potencia que alcanza el tramo superior del outroute (Portadora presente en 3970 MHz) medida en al analizador de espectros	El nivel que alcanza el tramo superior de la misma portadora utilizada anteriormente no caiga más de 2 dB.	<b>Potencia:</b>	
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>  (√ ó X):			

**Check List para ODU VSAT PES 5000 /8000**



## **ANEXO 3**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca HUGHES DIRECWAY**

<b>EQUIPO:</b> DW6000 <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> DIRECWAY HUGHES <b>Fecha:</b>			
<b>MODELO:</b> DIRECWAY DW6000 <b>Probado por:</b>			
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificación Fuente alimentación	+19.5 [V] +6.5 [V]		
<b>a)</b> Verificación de conexión con PC	telnet 192.168.0.1 1953	Tiempos de respta: ○ Max: ○ Min: ○ Prom:	
<b>a.1)</b> Verificación de conexión con Ip router del HUB	ping 172.27.207.107 ó ping 172.27.207.105	Tiempos de respta: ○ Max: ○ Min: ○ Prom:	
<b>b)</b> Procedimiento de verificación de Comisionamiento	Verificar mensaje "Transmitter available for normal operation"		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
(√ ó X):			

**Check List para IDU VSAT DW6000**

<b>EQUIPO:</b> ODU VSAT		<b>No. De Serie:</b>	
<b>MARCA :</b> DIRECWAY HUGHES		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> Para DW6000		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas	<b>1) Estado Conector tipo F hembra</b> <b>2) Polarización:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tx Horizontal,</li> <li>○ Rx Horizontal</li> </ul>		
<b>a) Verificación equipos Patrón</b>	<b>1) SQF: &gt;90</b> <b>2) Conectividad IP con Router HUB</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ping 172.27.207.107</li> <li>○ ping 172.27.207.105</li> </ul>	<b>1) SQF:</b> <b>2) Tiempos de respuesta:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Max:</li> <li>○ Min:</li> <li>○ Prom.:</li> </ul>	
<b>b) Verificación equipos bajo prueba</b>	<b>1) SQF: &gt;90</b> <b>2) Conectividad IP con Router HUB</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ping 172.27.207.107</li> <li>○ ping 172.27.207.105</li> </ul>	<b>1) SQF:</b> <b>2) Tiempos de respuesta:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Max:</li> <li>○ Min:</li> <li>○ Prom.:</li> </ul>	
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
<b>(√ ó X):</b>			

**Check List para ODU VSAT DW6000**

<b>EQUIPO:</b> LNB y Feed		<b>No. De Serie:</b>	
<b>MARCA :</b> HUGHES		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> Para DW6000		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas	<b>1)</b> Estado Conector tipo F hembra <b>2)</b> Polarización: ○ Tx Horizontal, ○ Rx Horizontal <b>3)</b> Membrana Feed sin humedad interior y no rota		
<b>a)</b> Verificación equipos Patrón	<b>1)</b> SQF: >90 <b>2)</b> Conectividad IP con Router HUB ○ ping 172.27.207.107 ○ ping 172.27.207.105	<b>1)</b> SQF <b>2)</b> Tiempos de respuesta: ○ Max: ○ Min: ○ Prom::	
<b>b)</b> Verificación equipos bajo prueba	<b>1)</b> SQF: >90 <b>2)</b> Conectividad IP con Router HUB ○ ping 172.27.207.107 ○ ping 172.27.207.105	<b>1)</b> SQF <b>2)</b> Tiempos de respuesta: ○ Max: ○ Min: ○ Prom::	
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
<b>(√ ó X):</b>			

**Check List para ODU VSAT DW6000**

## **ANEXO 4**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca EF DATA**

<b>EQUIPO:</b> Módem Satelital		<b>No. De Serie:</b>		
<b>MARCA :</b> EF Data		<b>Fecha:</b>		
<b>MODELO:</b> SDM300 / SDM3000A		<b>Probado por:</b>		
<b>No. De Parte:</b>				
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>		<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas				
a) Reseteo General del Equipo				
b) Verificación de LEDs del panel frontal				
c) Autotesteo				
d) Baseband Loopback				
e) Interface Loopback				
f.1) IF Loopback Con Clock Interno				
f.2) IF Loopback Con Clock Externo				
g) RF Loopback				
h) Alimentación	120 V AC o 220 V AC			
i) Frecuencia de salida	140 MHz ± 1.4KHz			
	70 MHz ± 700Hz			
j) Ruido de fase en la transmisión	100Hz < -66dBc 1KHz < -66dBc 10KHz < -66dBc 100KHz < -66dBc 1MHz < -66dBc			
k) Espurias en la transmisión (en una banda de 0 a 500 MHz)	50 MHz	MHz < -55 dBc		
	70 MHz			
	90 MHz			
	140 MHz			
l.1) Cuadratura / Ausencia de la portadora CW-OFFSET (Diferencia entre la portadora y la Banda lateral)	50 MHz	MHz < -35 dBc		
	51.975 MHz			
	178.05 MHz			
	180 MHz			
l.2) Cuadratura / Ausencia de la portadora CW-DUAL (Diferencia entre la frecuencia Central y la Banda lateral)	50 MHz	MHz < -35 dBc		
	51.975 MHz			
	178.05 MHz			
	180 MHz			
m) Potencia de salida				
n) Plenitud				
o) Offset en la potencia de salida				
p) Adquisición de la portadora				



con Loop			
q) Microfonismo			
r) Rx Level Monitor	Tx = -25 dBm	45 ± 5 dBm	
	Tx = -20 dBm	-40 ± 5 dBm	
	Tx = -15 dBm	-35 ± 5 dBm	
	Tx = -10 dBm	-30 ± 5 dBm	
	Tx = -5 dBm	-25 ± 5 dBm	
s) Pruebas de VER	Eb/No = 9.8dB		
	Receive Signal: -43.5 dBm		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
t) Testeo de la memoria			
u.1) Tiempo de readquisición ante interrupción de la alimentación	≤ 5 seg		
u.2) Tiempo de readquisición ante pérdida de la señal de entrada de IF	≤ 1 seg		
u.3) Tiempo de readquisición ante pérdida de la transmisión de datos	≤ 1 seg		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
(√ ó X):			

Check List para Módem Satelital SDM 300

<b>EQUIPO:</b> Transceiver Satelital		<b>No. De Serie:</b>		
<b>MARCA :</b> EF Data		<b>Fecha:</b>		
<b>MODELO:</b> RFT 5000 /RFT505		<b>Probado por:</b>		
<b>No. De Parte:</b>				
Características Medidas		Valor Especificado	Valor Medido	(√ ó X) ?
Verificaciones Previas				
a) Frecuencia de Tx		6.225 GHz		
b) Ganancia de Tx	Att: 25, 5W	55 dB ± 1 dB		
	Att: 20, 5W	50 dB ± 1 dB		
	Att: 15, 5W	45 dB ± 1 dB		
	Att: 25, 10W	55 dB ± 1 dB		
	Att: 20, 10W	50 dB ± 1 dB		
	Att: 15, 10W	45 dB ± 1 dB		
c) Punto de compression 1dB	5 W	< +28 dBm		
	10W	< +30 dBm		
d) Alimentación del LNA		≥ 10,8V		
e) Pruebas de VER		Eb/No = 9.8dB		
		Receive Signal: -43.5 dBm		
		Tiempo de Prueba: 24 horas		
		Bit errados: 120		
		Seg. Errados (ES): 20		
		Seg. Severamente Errados (SES): 10		
		TASA: 1.3 e-9		
		SLIPS: 1		
		PATLS: 3		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>				
(√ ó X):				

Check List para Transceiver Satelital RFT 500 / 505

<b>EQUIPO:</b> LNA y Feed		<b>No. De Serie:</b>	
<b>MARCA :</b> EF DATA		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> Para SCPC		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas	<b>1)</b> Estado Conector tipo N hembra del Feed y LNA <b>2)</b> Polarización: ○ Tx Vertical ○ Rx Vertical <b>3)</b> Membrana Feed sin humedad interior y no rota		
<b>a)</b> Verificación equipos Patrón	<b>1)</b> Eb/No: 9.4 dB <b>2)</b> Receive Signal : - 43.5 dBm	<b>1)</b> Eb/No <b>2)</b> Receive Signal:	
<b>b)</b> Verificación equipos bajo prueba	<b>1)</b> Eb/No <b>2)</b> Receive Signal:		
Tiempo de Prueba:	1 hora		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
<b>(√ ó X):</b>			

**Check List para Feed y LNA equipos SCPC**

## **ANEXO 5**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca CODAN**

<b>EQUIPO:</b> Transceiver Satelital		<b>No. De Serie:</b>	
<b>MARCA :</b> CODAN		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> 5700 /5705, 57010, 5720		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas			
a) Frecuencia de Tx	5.960 GHz		
b) Verificación LED's de alarma del panel Frontal	Led ON		
	Led Warm – Up		
	Led SSPA FAULT		
	Led TEMP FAULT		
	Led LNA FAULT		
	Led CONV FAULT		
c) Ganancia del módulo conversor	Gain = lectura medidor de Pot + 18.5 dBm Verificación de linealidad		
d) Ganancia del módulo SSPA	>37 dBm		
i) Alimentación del LNA	15 V DC		
j) Pruebas de VER	Eb/No = 9.8dB		
	Receive Signal:-43.5 dBm		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
	<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>		
<b>(√ ó X):</b>			

Check List para Transceiver satelital CODAN 5700 Series equipos SCPC

## **ANEXO 6**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca DMC CLASSIC II**

<b>EQUIPO:</b> Módem DMC Classic II <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> DMC		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> Classic II 23 GHz		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas			
a) Pruebas Loop Interno Local			
b) Pruebas Loop Interno Remoto			
c) Pruebas Loop Externo Local			
d) Pruebas Loop Externo Remoto			
e) Pruebas de VER	Eb/No = 9.8dB		
	AGC: 4.5 V DC		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
f) Pruebas de AGC	4.5 V DC		
g) Verificación del funcionamiento de LED's del panel frontal de la IDU			
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
<b>(√ ó X):</b>			

**Check List para Módem DMC Classic II**

<b>EQUIPO:</b> Módem DMC Classic II <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> DMC		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> Classic II 23 GHz		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas			
a) Medición de Potencia			
b) Medición de Frecuencia			
e) Pruebas de VER	Eb/No = 9.8dB		
	AGC: 4.5 V DC		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
f) Pruebas de AGC	4.5 VDC		
g) Verificación del funcionamiento de LED's del panel frontal de la IDU			
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
(√ ó X):			

**Check List para Transceiver DMC de 23 GHz**



## **ANEXO 7**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca DART**

<b>EQUIPO:</b> IDU's DART E1 CSU/DSU <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> DART		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> 1500 –SD-22-DL		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
<b>a) Pruebas de BER</b>	Eb/No = 9.8dB		
	AGC: 4.5 A 5 V DC		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
(√ ó X):			

**Check List para Módem DMC Classic II**

<b>EQUIPO:</b> ODU DART 15, 23 GHz <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> DART		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> ODU DART 15, 23 GHz		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas			
a) Medición de Potencia			
b) Medición de Frecuencia			
c) Pruebas de BER	Eb/No = 9.8dB		
	AGC: 4.5 A 5 V DC		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
f) Pruebas de AGC	≥ 5 V DC		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
(√ ó X):			

**Check List para Transceiver DMC de 23 GHz**

## **ANEXO 8**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca CERAGON**

<b>EQUIPO:</b> IDU Y ODU CERAGON <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> CERAGON		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> 5.8, 5.4 GHz		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas			
<b>a)</b> Pruebas de Conexión con software FA 4800 MANAGER			
<b>b)</b> Pruebas de VER			
Actualización software			
Sincronización de equipos			
	Eb/No = 9.8dB		
	Receive Signal:-43.5 dBm		
	Tiempo de Prueba: 24 horas		
	Bit errados: 120		
	Seg. Errados (ES): 20		
	Seg. Severamente Errados (SES): 10		
	TASA: 1.3 e-9		
	SLIPS: 1		
	PATLS: 3		
Tiempo de Prueba:	24 horas		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
<b>(√ ó X):</b>			

**Check List para Módem DMC Classic II**

## **ANEXO 9**

### **Check List (Informe de Resultados) de las Pruebas en Equipos Marca AIRSPAN**

<b>EQUIPO:</b> IDU Y ODU AIRSPAN <b>No. De Serie:</b>			
<b>MARCA :</b> AIRSPAN		<b>Fecha:</b>	
<b>MODELO:</b> 1.5, 2.4 GHz		<b>Probado por:</b>	
<b>No. De Parte:</b>			
<b>Características Medidas</b>	<b>Valor Especificado</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>(√ ó X) ?</b>
Verificaciones Previas			
<b>a)</b> Pruebas de Conexión y conectividad con software Wip Config	Seteo de valores de default Ping 10.0.0.10 Ping 10.0.0.20		
<b>b)</b> Pruebas de VER			
Enlace entre BSR/PPR y SPR	BER : 8.3 E-7		
	Receive Signal:-35.5 dBm		
	Tiempo de Prueba: 30 minutos		
<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
(√ ó X):			

**Check List para Módem DMC Classic II**

## **ANEXO 10**

### **CABLE CONECTOR ODU DART**



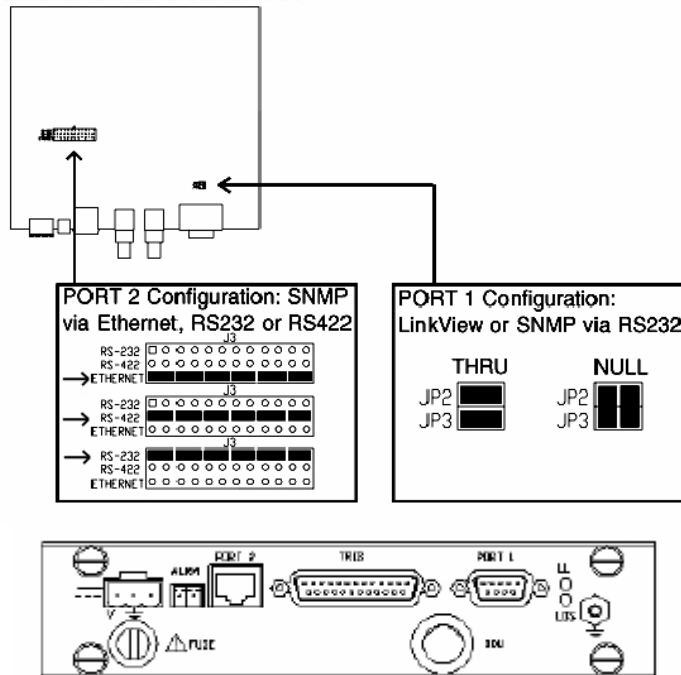
**Pin – Out Conector IDU – ODU DART**

**Male CTU Cable Connector Pinout**  
 Wire 18-pin male connector as shown below  
 (Amphenol Crimp tool #M22520/1-01 with  
 turret head M22520/02).

PIN	SIGNAL	WIRE COLOR (1)	WIRE COLOR (2)
R	PORT 2 RX (+)	BLACK	N/A
E	PORT 2 RX (-)	GREEN	N/A
T	POWER-B	WHITE	BLACK
P	POWER-A	RED	GREEN
B	ALARM RELAY-A	YELLOW	YELLOW
N	ALARM RELAY-B	BLACK	BLACK
D	PORT 2 TX (+)	BLACK	N/A
C	PORT 2 TX (-)	ORANGE	N/A
J	PORT 1 TX (+)	BLACK	BLACK
H	PORT 1 TX (-)	RED	RED
G	PORT 1 RX (+)	BLACK	BLACK
S	PORT 1 RX (-)	WHITE	WHITE
A	RX DATA (+) (from ODU)	BLUE	BLUE
L	RX DATA (-) (from ODU)	BLACK	BLACK
K	TX DATA (+) (to ODU)	BROWN	BROWN
M	TX DATA (-) (to ODU)	BLACK	BLACK
F	GROUND	BARE WIRE	BARE WIRE
U	GROUND	BARE WIRE	BARE WIRE

(1) 8 twisted pair cable - per BELDEN (r) 8168 color code  
 (2) 6 twisted pair cable - per BELDEN (r) 8166 color code

**CTU Internal Board: TOP**



## **ANEXO 11**

# **COSTOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN**

Quito, 7 de Febrero de 2007  
Proforma 070207/IMPSAT-1

Señores  
IMPSATEL DEL ECUADOR  
Attn: Sr. Ing. Carlos Vallejo  
Telf.: 2264101  
Ciudad.-

De nuestra mayor consideración:

En atención a su solicitud presentamos a usted la siguiente cotización:

ITEM	CTD	DESCRIPCION	P.UNIT	P.TOTAL
01	01	Pruebas de desempeño, limpieza y calibración de equipo 437B	180,00	180,00
02	01	Pruebas de desempeño, limpieza y calibración de equipo 5348A	320,00	320,00
03	01	Pruebas de desempeño, limpieza y calibración de equipo 8485A	60,00	60,00
04	01	Pruebas de desempeño, limpieza y calibración de equipo 8481A	60,00	60,00
05	01	Pruebas de desempeño, limpieza y calibración de equipo 8563E	480,00	480,00

Subtotal US\$ 1.100,00  
IVA 12% US\$ 132,00  
**Valor Total para entrega local US\$ 1.232,00**

Validez de la proforma: 30 días.  
Tiempo de entrega: 1 semana.  
Forma de pago: 100% a la entrega

Atentamente,

**e** COMPLEMENTOS  
ELECTRONICOS S.A.



Ing. Marcelo Cárdenas  
Gerente de Ventas

## **ANEXO 12**

### **COSTOS DE EQUIPOS DE MEDICIÓN NUEVOS**

7906 Beaufort Ct  
 Wilmington, NC 28411

<b>Company: Impsat Ecuador</b> <b>Name: Carlos Alberto Vallejo Bonilla</b> <b>Address: Urbanización Iñaquito Alto</b> <b>Calle Juan Díaz N 37-111</b> <b>Quito,</b> <b>Ecuador</b> <b>Phone: 593-2-2330556</b> <b>Fax:</b> <b>Email: vallejoc@impsat.com</b>	<b>Global Test Supply</b> <b>George Kaplan</b> <b>7906 Beaufort Ct.</b> <b>Wilmington, NC 28411</b> <b>910-221-9427</b> <b>910-401-1114</b> <b>gkaplan@GlobalTestSupply.com</b>
--	---

Global Test Supply (HEREINAFTER "GTS" OR "GlobalTestSupply.com") OFFERS TO SELL THE MATERIAL AND SERVICES DESCRIBED BELOW AT THE STATED PRICES AND SCHEDULES ON THE TERMS AND CONDITIONS ATTACHED TO THIS QUOTE, PROVIDED ACCEPTANCE IS RECEIVED FROM BUYER AT THE ADDRESS NOTED ABOVE PRIOR TO QUOTE EXPIRATION DATE SHOWN BELOW.

<b>Quote Exp Date: Feb 08, 2007</b>	<b>PAYMENT TERMS: PREPAY</b> <b>SHIPPING TERMS: FOB Wilmington, NC</b>	Quote NO. GTS-1917-1
-------------------------------------	---	----------------------

ITEM	REF ID	PART NUMBER & DESCRIPTION	MIN ORDER QTY	QTY	UNIT PRICE	EXTENDED PRICE
1	6331	HP/Agilent 437B, Power Meter	1	1	\$990.00	\$990.00
2	6331_NIST	NIST Traceable Certificate Calibration	1	1	\$175.00	\$175.00
3	6332	HP/Agilent 8563E, Spectrum Analyzer	1	1	\$25,000.00	\$25,000.00
4	6332_NIST	NIST Traceable Certificate Calibration	1	1	\$500.00	\$500.00
5	6386	HP/Agilent 5348A/011, Microwave Counter & RF Power Meter <b>(Includes one year warranty and NIST Certificate of Calibration)</b> (option 011 - HP-IB Assembly)	1	1	\$6,000.00	\$6,000.00
6	6387	HP/Agilent 8481A, Power Sensor <b>(Includes one year warranty and NIST Certificate of Calibration)</b>	1	1	\$835.00	\$835.00
7	SH	Shipping/Handling <b>(customer decision) TBD</b>	1	1	\$0.00	\$0.00
<b>Sub Total</b>						<b>\$33,500.00</b>
<b>TAX</b>						<b>N/A</b>
<b>TOTAL</b>						<b>\$33,500.00</b>

**Comments:**
**New Products From:**

**GTS Certified™ Refurbished Equipment**

The GTS Certified 90 Day Parts and Labor Warranty Protection Program offers the protection you want when making refurbished test equipment purchases. By eliminating the risk of purchasing used test equipment, you will fully realize the economical savings of partnering with Global Test Supply!

 Visit <http://www.GlobalTestSupply.com/GTSWarranty.cfm> for details.

**GTS Proprietary Information Attention:**

The information contained in this message and/or attachments is intended only for the person or entity to which it is addressed and may contain confidential and/or privileged material. If you are not the intended recipient, any disclosure, dissemination, distribution, copying or other use of this information is prohibited. If you have received this message in error, please notify me by e-mail and delete this message and any attachments. Thank you.

ALL ORDERS SUBJECT TO SELLER'S MINIMUM ORDER QUANTITY REQUIREMENTS AND STANDARD SHIPPING PACKAGE SIZES. THIS OFFER IS EXPRESSLY LIMITED TO THE TERMS AND CONDITIONS OF THE FACE AND REVERSE SIDE HEREOF, AND SELLER HEREBY OBJECTS TO ANY ADDITIONAL OR DIFFERENT TERMS IN BUYER'S FORMS OR OTHER WRITINGS, EITHER (1) BUYER'S ISSUANCE OF AN ORDER WHICH AGREES WITH THE DESCRIPTION OF MATERIAL, PRICE AND DELIVERY SCHEDULE TYPED ON THIS OFFER OR (2) BUYER'S ACCEPTANCE OF ANY PART OF THE DESCRIBED MATERIAL OR (3) BUYER'S WRITTEN ACCEPTANCE OF THIS OFFER SHALL CONSTITUTE BUYER'S ACCEPTANCE OF THE TERMS OF THIS OFFER. SELLER'S FAILURE TO OBJECT TO ADDITIONAL OR DIFFERENT TERMS CONTAINED IN ANY COMMUNICATION FROM BUYER WILL NOT CONSTITUTE AN ACCEPTANCE OF SUCH TERMS.

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Figura. 1.1. Modelo de subida del satélite.....	2
Figura. 1.2. Transponder del satélite .....	3
Figura. 1.3. Modelo de bajada del satélite.....	4
Figura. 1.4. Tipos de Orbitas .....	5
Figura. 1.5. Orbita Geoestacionaria.....	5
Figura. 1.6. Fuerzas sobre el Satélite.....	6
Figura. 1.7. Orbitas del satélite.....	9
Figura. 1.8. Líneas de Latitud y Longitud .....	10
Figura. 1.9. Ángulos de vista (Azimut y ángulo de elevación) .....	11
Figura. 1.10. Atenuación debida a la absorción atmosférica:.....	12
(a) banda de 6/4 GHz; (b) banda 14/12GHz.....	12
Figura. 1.11. Separación espacial de satélites en una órbita geosíncrona .....	13
Figura. 1.12. Asignaciones de frecuencia satelitales dadas por la WARC.....	14
Figura. 1.13. Elementos Polarización Circular.....	15
Figura. 1.14. Elementos Polarización Lineal.....	16
Figura. 1.15. Evolución Satélite INTELSAT .....	19
Figura. 1.16. Principales Marcas de Equipos Satelitales.....	21
Figura. 1.17. LNA Norsat.....	21
Figura. 1.18. LNA Paradise Datacom.....	22
Figura. 1.19. Módem Satelital Paradise Datacom .....	22
Figura. 1.20. Transceiver Satelital Paradise Datacom.....	23
Figura. 1.21. Transceiver Satelital Terrasat.....	23
Figura. 1.22. Módem Satelital Datum Systems.....	24
Figura. 1.23. Down Converter Vertex .....	25
Figura. 1.24. LNA Vertex.....	25
Figura. 1.25. Antena Patriot .....	25
Figura. 1.26. Amplificador de Potencia.....	26
Figura. 1.27. Diagrama a bloques del enlace de microondas .....	28
Figura. 1.28. Reflector parabólico .....	32
Figura. 1.29. Altura de las antenas para librar el radio de curvatura de la tierra.....	35
Figura. 1.30. IDU Lynx .....	38

Figura. 1.31. Equipos Altium MX.....	39
Figura. 1.32. Equipos Airlink.....	39
Figura. 1.33. Equipos Airaya.....	40
Figura. 1.34. Equipos Mixbaal.....	40
Figura. 1.35. Principales Telepuertos Impsat.....	42
Figura. 1.36. Red Impsat en América.....	42
Figura. 1.37. Equipos COMTECH Y EFDATA.....	45
Figura. 1.38. Equipos CODAN.....	46
Figura. 1.39. UP Converter Vertex.....	46
Figura. 1.40. Antena Satelital 7.2 Metros.....	46
Figura. 1.41. Antena Satelital 1.2 Metros.....	47
Figura. 1.42. Antena Satelital 6.5 Metros.....	48
Figura. 1.43. Feed Satelital Banda C.....	48
Figura. 1.44 Antena Satelital 1.2 Metros.....	49
Figura. 1.45. Antena Satelital 1.8 Metros.....	49
Figura. 1.46. Antena Satelital 2.4 Metros.....	50
Figura. 1.47. ODU Hughes Diecway.....	51
Figura. 1.48. IDU Hughes Diecway DW6000.....	51
Figura. 1.49. Equipos Alvarion.....	52
Figura. 1.50. Equipos AirMux104.....	53
Figura. 1.51. Equipos Ceragon.....	53
Figura. 1.52. Equipos Harris.....	54
Figura. 1.53. Equipos Stratex Networks Modelo Eclipse.....	55
Figura. 1.55. Equipos DMC 23 Classic II Multirate.....	56
Figura. 1.56. Equipos Spectrum II Series.....	57
Figura. 1.57. Antena Standard 14 GHz.....	58
Figura. 1.58. Antena de Alto Rendimiento 14 GHz.....	58
Figura. 1.59. Antena Parabólica Standard 23 GHz.....	59
Figura. 1.60. Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz.....	59
Figura. 1.61. Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz.....	60
Figura. 1.62. Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz.....	60
Figura. 1.63. Antena Andrew.....	61

## CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Figura. 2.1. Red VSAT con topología en estrella.....	63
Figura. 2.2. Estación Principal y Remotas.....	65
Figura. 2.3. Esquema típico del acceso TDMA al satélite .....	66
Figura. 2.4 Acceso SCPS al Satélite.....	67
Figura. 2.5. Diagrama de Bloques Estación SCPC .....	70
Figura. 2.6. Diagrama de Bloques de un Transceptor .....	72
Figura. 2.7. Diagrama de Bloques LNA.....	73
Figura. 2.8. Diagrama de Bloques LNB.....	74
Figura. 2.9. Diagrama de Bloques LNC.....	74
Figura. 2.10. Circuitería Interna de un LNA .....	75
Figura. 2.11. Diagrama de Bloques de un SSPA.....	76
Figura. 2.12. Diagrama de Lóbulos Laterales según estándares de la CCIR y FCC.....	78
Figura. 2.13. Diferencia de Nivel entre Lóbulos Laterales .....	78
Figura. 2.14. Relación Señal a Ruido .....	81
Figura. 2.15. RX Signal / AGC Level (nivel de recepción) .....	82
Figura. 2.16. Esquema típico del acceso DAMA al satélite.....	84
Figura. 2.17. Portadoras SCPC ó DAMA en el Dominio del Tiempo y la Frecuencia.....	84
Figura. 2.18. PES 8000 Indoor Unit.....	86
Figura. 2.19. PES 5000 Indoor Unit.....	87
Figura. 2.20. PES 5000 Outdoor Unit, con Feed Rectangular.....	87
Figura. 2.21. Diagrama de Bloques PES 8000 .....	88
Figura. 2.22. Diagrama de Bloques PES 5000 .....	88
Figura. 2.23. Diagrama Identificación Tarjetas RDPC .....	90
Figura. 2.24. Tarjeta MPC.....	91
Figura. 2.25. Tarjeta TPC.....	92
Figura. 2.26. Pantalla inicial DIU Configuration Editor .....	93
Figura. 2.27. Diagrama de Bloques de un Transceptor .....	94
Figura. 2.28. Seteo Puerto COM de PC.....	95
Figura. 2.29. Configuración del Modo del Editor .....	95
Figura. 2.30. Diagrama de Bloques Almacenamiento de Datos.....	96
Figura. 2.31. Lectura de Configuración de la PES .....	97
Figura. 2.32. Función Dialog Parámetros de modulador - demodulador .....	98
Figura. 2.33. Parámetros de Configuración de las Port Cards.....	100



Figura. 2.34. Parámetros de ajuste (Ranging) .....	101
Figura. 2.35. Parámetros de Red.....	102
Figura. 2.36. Escritura de Parámetros configurados en la PES .....	103
Figura. 2.37. Función Latlong .....	104
Figura. 2.38. Función Clear .....	105
Figura. 2.39. Diagrama Identificación Tarjetas RDPC .....	106
Figura. 2.40. Función Ballast .....	107
Figura. 2.41. Comisionamiento de la PES.....	108
Figura. 2.42. Función Monitor de la PES .....	109
Figura. 2.43. Red Direcway.....	110
Figura. 2.44. IDU DW6000 .....	110
Figura. 2.45. Cabeza de RF modelo Isis.....	111
Figura. 2.46. Conexiones de los Equipos.....	111
Figura. 2.47. Armado de la IDU .....	113
Figura. 2.48. Conexión de IDU a la PC y a su Fuente de Energía .....	113
Figura. 2.49. Pantalla Inicial de la Consola.....	115
Figura. 2.50. Red VSAT DIRECWAY Impsat .....	119
Figura. 2.51. Módem Satelital SDM 300 .....	125
Figura. 2.52. Vista Frontal y trasera del Módem Satelital SDM 300.....	126
Figura. 2.53. Diagrama de Bloques Módem Satelital.....	128
Figura. 2.54. Base Band Loopback .....	131
Figura. 2.55. Interface Loopback.....	132
Figura. 2.56. IF Loopback .....	132
Figura. 2.57. IF Loopback .....	133
Figura. 2.58. Conectores externos .....	134
Figura. 2.59. Diagrama en bloques.....	135
Figura. 2.60. Vista interior desde el lado opuesto al panel frontal .....	135
Figura. 2.61. Vista interior desde el lado del panel frontal .....	136
Figura. 2.62. Vista interior de Tarjeta del Transceiver.....	137
Figura. 2.63. Pantalla principal de Configuración para Transceiver EF DATA .....	142
Figura. 2.64. Pantalla de Configuración de la comunicación entre Transceiver y PC .....	142
Figura. 2.65. Lista de Eventos y fallas del Transceiver EF DATA.....	143
Figura. 2.66. (DP0966) Inner Box 5700 Converter.....	144
Figura. 2.67. (DP0964) Inner Box 5705 5W SSPA .....	144

Figura 2.68. (DP0965) Inner Box LNA/TRF/Misc .....	145
Figura. 2.69. (DP0967) Inner Box 5581 Main Power Supply.....	145
Figura. 2.70. Equipos Armados y listos para su configuración.....	146
Figura. 2.71. Diagrama de Bloques Interconexión IDU y ODU .....	158
Figura. 2.72. IDU DMC Classic II Multirate .....	159
Figura. 2.73. ODU DMC Classic II Multirate.....	159
Figura. 2.74. Principales componentes ODU DART .....	165
Figura. 2.75. Principales componentes IDU DART modelo FE1 CSU/DSU - V.35 (DB-25).....	165
Figura. 2.76. Aplicación típica de Equipos DART Pto. A Pto.....	166
Figura. 2.77. Icono del Software de Gestion para Equipos DART .....	166
Figura. 2.78. Propiedades del Puerto de Comunicaciones COM 1 .....	167
Figura. 2.79. Ventana Principal del Software de Gestión .....	168
Figura. 2.80. Ventana de Configuración del Software de Gestión.....	169
Figura. 2.81. Ventana de Configuración de Frecuencia .....	170
Figura. 2.82. Ventana de Configuración de Frecuencia .....	170
Figura. 2.83. Ventana de Configuración de Link ID.....	170
Figura. 2.84. Ventana de Configuración Site Information .....	171
Figura. 2.85. Ventana de Configuración de Tributario.....	171
Figura. 2.86. Ventana de Configuración de Alarmas .....	172
Figura. 2.87. Ventana de Configuración del Plan de Frecuencias.....	172
Figura. 2.88. Ventana Device Attributes .....	173
Figura. 2.89. Ventana SNMP Configuration .....	174
Figura. 2.90. Aplicación Típica de Equipos Ceragon.....	174
Figura. 2.91. Equipos Ceragon IDU's Y ODUS's .....	175
Figura. 2.92. Vista frontal y tracera de IDU -E .....	175
Figura. 2.93. Ventan de validación de usuario .....	176
Figura. 2.94. Ventan de validación de usuario .....	176
Figura. 2.95. Ventan de Inicio de Link Instalation.....	177
Figura. 2.96. Ventan de Identificación del enlace .....	177
Figura. 2.97. Ventan de seleccionamiento de canal de frecuencias .....	178
Figura. 2.98. Ventan de configuración de Tasa de Transmisión del Enlace.....	179
Figura. 2.99. Ventan de Configuración de Servicios del Enlace.....	179
Figura. 2.100. Ventan de Finalización de la configuración del enlace.....	180

Figura. 2.101. Ventan de Edición delDesempeño del Enlace .....	180
Figura. 2.102. Diagrama de Bloques de la Red WipLL .....	182
Figura. 2.103. Principales componentes de la Red WipLL .....	183
Figura. 2.104. Configuración Típica del Suscriptor .....	184
Figura. 2.105. Instalación típica de una BSR .....	184
Figura. 2.106. Conexión SPR a la SDA .....	185
Figura. 2.107. Tipos de Puertos de una BSR.....	186
Figura. 2.108. BSR con puertos para 2 antenas externas .....	186
Figura. 2.109. Instalación típica de una BSR .....	186
Figura. 2.110. Conexión BSR a la BSDU .....	187
Figura. 2.111. Frecuencias de Operación BSR's y SPR's.....	187
Figura. 2.112. Ventana de Ingreso de Usuario y contraseña para Wip Config .....	188
Figura. 2.113. Ventana de configuración de Wip Config.....	189
Figura. 2.114. Configuración del Dispositivo de Manera Serial .....	191
Figura. 2.115. Configuración del Dispositivo por red .....	191
Figura. 2.116. Ventana de Configuración de BSR .....	192
Figura. 2.117. Ventana de Configuración de SPR.....	193
Figura. 2.118. Aplicación típica Punto - Multipunto de los Equipos Airspan .....	193

## **CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS A REALIZAR EN EQUIPOS**

### **SATELITALES Y MICROONDAS**

Figura. 4.1. Diagrama conexiones IDU - ODU PES 5000 .....	206
Figura. 4.2. Diagrama conexiones IDU - ODU PES 5000 .....	207
Figura. 4.3. Voltajes en Conector PES 5000 .....	208
Figura. 4.4. Conexión Provisoria de Fuente .....	208
Figura. 4.5. Tornillos que deben retirarse en PES 5000 .....	209
Figura. 4.6. Reemplazo de Fuente de Poder .....	209
Figura. 4.7. LED's de estado PES 5000 .....	210
Figura. 4.8. Función Latlog .....	213
Figura. 4.9. Conexión de Equipos para pruebas de Puertos DB - 25 .....	215
Figura. 4.10. Reemplazo de Fuente de Poder .....	216
Figura. 4.12. Función PES Terminal Emulator .....	221
Figura. 4.13. Polarización Lineal de Feed y LNA.....	227
Figura. 4.14. Ventana de Validación Ingreso al Software de Gestión Direcway .....	230

Figura. 4.15. Ventana de Inicio del Software de Gestión Direcway.....	230
Figura. 4.16. Estaciones Remotas en el Software de Gestión Direcway.....	231
Figura. 4.17. Secuencia de Configuración de la estación de Pruebas de Laboratorio.....	231
Figura. 4.18. Ventana de Configuración de la estación de Pruebas de Laboratorio.....	232
Figura. 4.19. Principales Perfiles a configurar en Remota .....	233
Figura. 4.20. Ventana de Configuración de las direcciones IP .....	234
Figura. 4.21. Conexión Módem Satelital a Medidor de BER.....	242
Figura. 4.22. Conexión Módem Satelital Medidor de BER .....	244
Figura. 4.23. Conexión Módem Satelital a Analizador de Espectros.....	245
Figura. 4.24. Conexión Módem Satelital a Analizador de Espectros.....	245
Figura. 4.25. Diferencia entre la portadora y la banda lateral .....	247
Figura. 4.26. Diferencia entre la portadora y las bandas laterales.....	247
Figura. 4.27. Conexión Módem Satelital Medidor de Potencia .....	248
Figura. 4.28. Conexión Módem Satelital Medidor de BER .....	249
Figura. 4.29. Conexión Módem Satelital Medidor de BER .....	249
Figura. 4.30. Conexiones para Pruebas de BER.....	251
Figura. 4.31. Conexión de Equipos para Verificación de Frec. de Tx .....	255
Figura. 4.32. Parámetros a configurar en módem para Verificación de Frec. de Tx.....	256
Figura. 4.33. Conexión de Equipos para Verificación de Frec. de Tx .....	260
Figura. 4.34. Conexiones Equipos CODAN para Pruebas de BER .....	267
Figura. 4.35. Conectores BNC Macho .....	270
Figura. 4.36. Conectores BNC Hembra.....	270
Figura. 4.37. Conectores TNC Macho.....	271
Figura. 4.38. Conectores TNC Hembra.....	271
Figura. 4.39. Conectores N Macho.....	272
Figura. 4.40. Conectores N Hembra.....	272
Figura. 4.41. Conectores N Macho.....	273
Figura. 4.42. Conectores N Hembra.....	273
Figura. 4.43. Diagrama conexiones IDU - ODU DMC Classic II.....	277
Figura. 4.44. Loop Interno Local IDU - ODU DMC Classic II.....	278
Figura. 4.45. Loop Interno Remoto IDU - ODU DMC Classic II.....	279
Figura. 4.46. Loop Externo Local IDU - ODU DMC Classic II.....	280
Figura. 4.47. Loop Externo Remoto IDU - ODU DMC Classic II.....	281
Figura. 4.48. Conexiones Equipos DMC para Pruebas de BER.....	283

Figura. 4.49. Medición de Potencia con Power Meter .....	285
Figura. 4.50. Medición de Frecuencia con Analizador de Espectros .....	286
Figura. 4.51. Calibración de la Frecuencia en Unidad de RF.....	287
Figura. 4.52. Conexión Cable ODU a IDU .....	289
Figura. 4.53. Conexión para Pruebas de BER .....	291
Figura. 4.54. Polarización ODU's DART .....	292
Figura. 4.55. Conector BNC para medición de AGC.....	294
Figura. 4.56. Conexión Cable ODU a IDU .....	296
Figura. 4.57. Conexión Cable ODU a IDU .....	297
Figura. 4.58. Ventana Inicial software de Gestión FA 4800 MANAGER.....	298
Figura. 4.59. Pestaña de configuración "System" ODU CERAGON .....	298
Figura. 4.60. Pestaña de configuración "Air Interface" ODU CERAGON .....	299
Figura. 4.61. Pestaña de configuración Management ODU CERAGON.....	300
Figura. 4.62. Pestaña de configuración Inventory ODU CERAGON .....	300
Figura. 4.63. Pestaña de configuración Advanced ODU CERAGON .....	301
Figura. 4.64. Dirección IP de ODU CERAGON.....	302
Figura. 4.65. Ventana de Inicio para Upgrade de Software .....	302
Figura. 4.66. Ventana de ingreso dir. IP de ODU CERAGON.....	303
Figura. 4.67. Proceso de Upgrade del Software en ODU CERAGON .....	303
Figura. 4.68. Dip switch para seteo de reloj de Conversores .....	304
Figura. 4.69. Dip switch para seteo de Tasa de transferencia de Conversores.....	304
Figura. 4.70. Pin-out cable serial para conexión SDA- PC y SDA - BSR/PPR.....	307
Figura. 4.71. Conexión SDA - BSR/PPR y PC - BSR/PPR.....	307
Figura. 4.72. Pin - Out Cable "Y" .....	308
Figura. 4.73. Conexión con Cable en "Y" entre SDA - SPR - PC .....	309
Figura. 4.74. Pantalla inicial WipConfig.....	310
Figura. 4.75. Seteo configuración Default.....	310
Figura. 4.76. Seteo Potencia d TX por Wip Config .....	311
Figura. 4.77. Ping PC - BSR / SPR .....	312
Figura. 4.78. Ping PC- SPR.....	313
Figura. 4.79. software de Gestión Wip Manage.....	313
Figura. 4.80. Pantalla de Inicio Wip Manage.....	314
Figura. 4.81. Pantalla para agregar BSR / PPR.....	314
Figura. 4.82. Pantalla enlace BSR /PPR - SPR .....	315

Figura. 4.83. Pantalla Inicio de Gestión BSR /PPR .....	315
Figura. 4.84. SPR's presentes en la Base Principal .....	316
Figura. 4.85. Ventana de Configuración de SPR.....	316
Figura. 4.86. BER en la SPR .....	317
Figura. 4.87. RSSI presente en la SPR .....	317
Figura. 4.88. RSSI presente en la BSR.....	318
Figura. 4.89. BER en la BSR por cada SPR.....	318
Figura. 4.90. Icono para setear la potencia.....	319
Figura. 4.91. Seteo de potencia en la BSR .....	319
Figura. 4.92. Secuencia de ventanas para realizar un Reset.....	320
Figura. 4.93. Conectores SMA Macho y Hembra .....	321
Figura. 4.94. Cable UTP Cat 5e.....	321

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Figura. 5.1. Lugares a proteger con taípe y autofundente .....	328
Figura. 5.2. Orientación Herrajes Feed.....	328
Figura. 5.3. Orientación muesca Feed con LNA .....	329

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Tabla. 1.1. Parámetros de la Orbita Geoestacionaria .....	7
Tabla. 1.2. Bandas de Operación.....	16
Tabla. 1.3. Proveedores Equipos Satelitales.....	20
Tabla. 1.4. Características LNA Norsat.....	21
Tabla. 1.5. Características LNA Paradise Datacom .....	22
Tabla. 1.6. Características Módem Satelital Paradise Datacom .....	22
Tabla. 1.7. Características Transceiver Paradise Datacom.....	23
Tabla. 1.8. Características Transceiver Terrasat.....	24
Tabla. 1.9. Características Módem Satelital Datum Systems.....	24
Tabla. 1.10. Características Down Converter Vertex.....	25
Tabla. 1.11. Características LNA Vertex .....	25
Tabla. 1.12. Características Antena Patriot .....	26
Tabla. 1.13. Características Amplificador de Potencia .....	26
Tabla. 1.14. Características IDU Lynx .....	38
Tabla. 1.15. Características Equipos Altium MX.....	39
Tabla. 1.16. Características Equipos Airlink.....	39
Tabla. 1.17. Características Equipos Airaya.....	40
Tabla. 1.18. Características Equipos Mixbaal .....	41
Tabla. 1.19. Características LNA EFDATA.....	45
Tabla. 1.20. Características Transceiver COMTECH Y EFDATA .....	45
Tabla. 1.21. Características Módem Satelital COMTECH Y EFDATA.....	45
Tabla. 1.22. Características Transceiver CODAN .....	46
Tabla. 1.23. Características UP Converter Vertex.....	46
Tabla. 1.24. Características Antena Satelital 7.2 Metros.....	47
Tabla. 1.25. Características Antena Satelital 1.2 Metros.....	47
Tabla. 1.26. Características Antena Satelital 6.5 Metros.....	48
Tabla. 1.27. Características Antena Satelital 1.2 Metros.....	49
Tabla. 1.28. Características Antena Satelital 1.8 Metros.....	50
Tabla. 1.29. Características Antena Satelital 2.4 Metros.....	50
Tabla. 1.30. Características ODU Hughes Diecway .....	51
Tabla. 1.31. Características Equipos Alvarion .....	52

Tabla. 1.32. Características AirMux104.....	53
Tabla. 1.33. Características Equipos Ceragon.....	54
Tabla. 1.34. Características Equipos Harris .....	54
Tabla. 1.35. Características Equipos Stratex Networks Modelo Eclipse .....	55
Tabla. 1.36. Características Equipos DMC Dart .....	56
Tabla. 1.37. Características Equipos DMC 23 Classic II Multirate .....	57
Tabla. 1.38. Características Equipos Spectrum II Series.....	57
Tabla. 1.39. Características Antena Standard 14 GHz .....	58
Tabla. 1.40. Características Antena de Alto Rendimiento 14 GHz.....	58
Tabla. 1.41. Características Antena Parabólica Standard 23 GHz .....	59
Tabla. 1.42. Características Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz.....	59
Tabla. 1.43. Características Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz.....	60
Tabla. 1.44. Características Antena De Bajo Perfil y Alto Rendimiento 23 GHz.....	60
Tabla. 1.45. Características Antena Andrew .....	61

## **CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS**

Tabla. 2.1. Ejemplo Relación FEC Eb/No .....	68
Tabla. 2.2. Modem's Satelitales utilizados por Impsat.....	71
Tabla. 2.3. Valores Típicos de Diámetro, Ganancia y Temperatura .....	79
Tabla. 2.4. Estructura de redes Satelitales por tipo de Acceso .....	85
Tabla. 2.5. Estructura de redes Satelitales por tipo de Acceso .....	85
Tabla. 2.6. Tarjetas RDPC's.....	89
Tabla. 2.7. Menus del programa DIU Configuration Editor .....	94
Tabla. 2.8. Pinout del Cable de Configuración para PES 5000 y 8000.....	95
Tabla. 2.9. Direcciones a configurarse en DW 6000 y PC.....	114
Tabla. 2.10 Principales Parámetros a configurarse en las estaciones VSAT .....	119
Tabla. 2.11. Principales Parámetros a configurarse en las estaciones VSAT .....	119
Tabla. 2.12. Funciones teclas Panel Frontal .....	126
Tabla. 2.13. Menus del Panel Frontal.....	127
Tabla. 2.14. Principales Alarmas del Enlace Stelital y sus Significados.....	138
Tabla. 2.15. Panel de Control e Indicadores de la IDU .....	161
Tabla. 2.16. Panel Posterior De Controles Y Conectores De La Idu .....	162
Tabla. 2.17. Seteo de Parámetros del Radio Classic II DMC.....	163
Tabla. 2.18. Frecuencias de Operación equipos DART .....	164



Tabla. 2.19. Relación AGC y RSL ODU DART.....	165
Tabla. 2.20. Perfiles de Acceso al Software de Gestión.....	167
Tabla. 2.21. Alarmas mostradas en el Software de gestión.....	169
Tabla. 2.22. Alarmas mostradas en el Software de gestión.....	173
Tabla. 2.23. Campos de Identificación del Enlace .....	178
Tabla. 2.24. Descripción de Botones de la Barra de Herramientas. ....	189
Tabla. 2.25. Descripción de la Barra de Navegación .....	190
Tabla. 2.26. Valores de Configuración Predeterminados.....	190
Tabla. 2.27. Valores de Configuración para la BSR .....	192
Tabla. 2.28. Valores de Configuración para la SPR.....	193

### **CAPITULO III: PLAN DE DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS**

Tabla. 3.1. Valores Requeridos por las IDU 's / ODU's PES 5000 y 8000 para su funcionamiento Correcto en la Red de Impsat .....	195
Tabla. 3.2. Valores Requeridos por las DW 6000 para su funcionamiento Correcto en la Red de Impsat .....	195
Tabla. 3.3. Valores Requeridos por LNA EF DATA y CODAN.....	196
Tabla. 3.4. Valores Requeridos por Módem Satelital SDM 300, 300A.....	196
Tabla. 3.5. Valores Requeridos por Transceiver Satelital RFT 500/505.....	196
Tabla. 3.6. Valores Requeridos por Transceiver CODAN 5700.....	196
Tabla. 3.10. Valores Requeridos por Equipos DMC Classic II.....	200
Tabla. 3.11. Valores Requeridos por Equipos DMC DART.....	201
Tabla. 3.12. Valores Requeridos por Equipos CERAGON IDU y ODU.....	201
Tabla. 3.13. Valores Requeridos por Equipos Airspan SDA y ODU.....	201

### **CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS A REALIZAR EN EQUIPOS SATELITALES Y MICROONDAS**

Tabla. 4.1. Instrumentos de Prueba para PES 5000 .....	203
Tabla. 4.2. Instrumentos de Prueba para PES 5000 .....	204
Tabla. 4.3. Instrumentos de Prueba para PES 5000 .....	204
Tabla. 4.4. Instrumentos de Prueba para PES 5000 .....	204
Tabla. 4.5. Instrumentos de Prueba para PES 5000 .....	205
Tabla. 4.6. Instrumentos de Prueba para PES 5000 .....	205
Tabla. 4.7. Tensiones de Fuente PES 5000 .....	208

Tabla. 4.8. Valores de LED's después de Self - Test.....	210
Tabla. 4.9. Códigos de Falla de LED's.....	211
Tabla. 4.10. Códigos de Falla de LED's.....	211
Tabla. 4.11. Códigos de Falla de LED's PLC1 .....	211
Tabla. 4.12. Códigos de LED'S 1F loopback.....	211
Tabla. 4.13. Códigos de Falla de IF test .....	211
Tabla. 4.14. Códigos de Falla de IF test .....	212
Tabla. 4.15. Códigos de Falla de IF test .....	212
Tabla. 4.16. Parámetros a configurarse en la PES 5000.....	212
Tabla. 4.17. Códigos de Falla de IF test .....	213
Tabla. 4.18. Direcciones IP PES 5000 y PC.....	214
Tabla. 4.19. Valores de LED'S después de Self Test.....	217
Tabla. 4.20. Parámetros a configurarse en la PES 8000.....	217
Tabla. 4.21. Códigos de Comisionamiento exitoso en tarjetas IFM y TPC .....	217
Tabla. 4.22. Direcciones IP PES 8000 y PC.....	218
Tabla. 4.23. Configuración de la IDU .....	221
Tabla. 4.24. Potencia de Salida de PES XXX .....	223
Tabla. 4.25. Frecuencias de Inroute y Outroute para PES XXX.....	223
Tabla. 4.26. Instrumentos de Prueba para PES 5000.....	228
Tabla. 4.27. Perfiles de Servicio Disponibles para red Direcway.....	233
Tabla. 4.28. Instrumentos de Prueba para Equipos SCPC .....	238
Tabla. 4.29. Instrumentos de Prueba para PES 5000.....	239
Tabla. 4.30. Instrumentos de Prueba para Equipos SCPC .....	241
Tabla. 4.31. Valores de Frecuencia y Ruido de Fase en Tx del Módem.....	246
Tabla. 4.32. Configuración parámetros de Analizador de Espectros .....	246
Tabla. 4.33. Valores a Configurar para la prueba.....	250
Tabla. 4.34. Valores a Configurar en Módem Satelital.....	250
Tabla. 4.35. Ventanas de Frecuencias y Polarización de Satélites Transponders .....	251
Tabla. 4.36. Valores de Eb/No según Modulación, codificación y FEC.....	253
Tabla. 4.37. Parámetros a configurar en Transceiver para Verificación de Frec. de Tx ...	255
Tabla. 4.38. Parámetros a configurar en módem para Verificación de Frec. de Tx.....	255
Tabla. 4.39. Parámetros a configurar en Transceiver para Pruebas de BER.....	257
Tabla. 4.40. Instrumentos de Prueba para Equipos SCPC .....	258
Tabla. 4.41. Parámetros a configurar en Transceiver para Verificación de Frec. de Tx ...	260

Tabla. 4.42. Parámetros a configurar en módem para Verificación de Frec. de Tx.....	260
Tabla. 4.43. Características de los principales cables coaxiales.....	269
Tabla. 4.44. Características Conector BNC para cable coaxial.....	270
Tabla. 4.45. Características Conector TNC para cable coaxial.....	270
Tabla. 4.46. Características Conector N para cable coaxial.....	271
Tabla. 4.47. Características Conector F para cable coaxial.....	272
Tabla. 4.48. Cotización Cables y Conectores.....	273
Tabla. 4.49. Cotización equipos de Medición para Pruebas equipos Satelitales.....	274
Tabla. 4.50. Instrumentos de Prueba para Equipos Microonda.....	274
Tabla. 4.51. Instrumentos de Prueba para PES 5000.....	275
Tabla. 4.52. Instrumentos de Prueba para PES 5000.....	275
Tabla. 4.53. Seteo Dip - Switch para pruebas de BER de módem DMC.....	282
Tabla. 4.54. Pin out Loop DB 37.....	283
Tabla. 4.55. Pin out Loop DB 37.....	286
Tabla. 4.56. Conexión Cable ODU a Jumpers IDU.....	289
Tabla. 4.57. Seteo configuración IDU DART “Local”.....	291
Tabla. 4.58. Seteo configuración IDU DART “Local”.....	291
Tabla. 4.59. Voltajes de AGC en ODU DART.....	294
Tabla. 4.60. Seteo Dip - Switch para configuración de reloj del Conversor Loop Telecom.....	304
Tabla. 4.61. Seteo Dip - Switch para configuración de tasa de transferencia del Conversor Loop Telecom.....	305
Tabla. 4.62. Características Conector SMA para cable coaxial.....	321
Tabla. 4.63. Características cable UTP.....	322
Tabla. 4.64. Cotización Cables y Conectores para pruebas equipos Microonda.....	322
Tabla. 4.65. Cotización equipos de Medición para Pruebas equipos Microonda.....	322
Tabla. 4.66. Cotización total del diagnóstico del estado y funcionamiento de equipos satelitales y microondas de Impsat.....	323

## GLOSARIO

**BER** (*Bit Error Rate*). Porcentaje de bits errados dividido para el número total de bits transmitidos, recibidos o procesados

**BSDU** (*Base Station Distribution Unit*) unidad de distribución de la estación base.

**BSR** (*ASWipLL Base Station Radio*). Estación de Radio Base

**DAMA** (*Demand Assigned Multiple Access*) Servicios de comunicación satelital donde se puede controlar el acceso a los canales de comunicación.

**Data rates** Tasa de transmission de datos que soporta un equipo en Megabits por Segundo (Mbps).

**EIRP** (*Effective Isotropic radiated power*) Potencia Isotrópica efectivamente radiada

**FEC** (Forward Error Correction): Corrección de un número de errores sin retransmisión.

**HPA** (*High Power Amplificator*) Amplificador de alta potencia.

**IFL** (*Interfacility Link*) Enlace de interconexión sencilla Cables IFL: los cables de transmisión y recepción en F.I

**IP** (*Internet Protocol address*) dirección de un dispositivo dentro de una red

**IDU, DIU** (*Indoor Data Unit*) Unidad interior de datos

**MAC address** (*Media Access Control*). Un único número de 48-bit's usado en paquetes de datos de tipo ethernet para identificar al dispositivo en la red.

**Mbps** Megabits por segundo

**MODEM** Este término proviene de las palabras Modulador – Demodulador. Equipo que convierte señales digitales en analógicas y viceversa. Los módems se utilizan para enviar datos digitales a través de redes analógicas como la telefónica (PSTN) o en sistemas inalámbricos (satelital y microondas).

**ODU** (*Outdoor Data Unit*) Unidad exterior de datos.

**Ping** (*Package Internet Groper*) paquete de datos de internet

**PPPoE** (*Point-to-Point Protocol over Ethernet*). Protocolo punto a punto sobre ethernet

**PPR** (*ASWipLL Point-to-Point Radio*) Radio punto punto.

**PES** (*Personal Earth Station*) Estación satelital VSAT del subscriptor o cliente.

**QoS** Quality of Service. Calidad de Servicio. La habilidad o capacidad de definir un nivel de calidad en un sistema de comunicación de datos.

**RF** Radio Frecuencia.

**RSSI** (Received Signal Strength Indication). Medida de potencia de la señal recibida por una antenna.

**SDA** (*ASWipLL Subscriber Data Adapter*). Adaptador de datos del cliente o subscriptor.

**SNMP** (*Simple Network Management Protocol*). Protocolo simple para manejo, configuración, manejo de calidad, seguridad y monitoreo de una red.

**Bit rate** Tasa de bits

**SPR** (*ASWipLL Subscriber Premises Radio*) radio para la ubicación del cliente o subscriptor.

**SCPC** (*Single Channel Per Carrier*) Un canal por portadora. Sistema satelital que comunica 2 terminales mediante la asignación de 2 frecuencias fijas para la comunicación vía satélite de estos 2 terminales.

**SQF**(*Signal Quality Factor*) Factor de Calidad de la señal.

**Self test** auto comprobación.

**SSPA** (*Solid State Power Amplificator*) Amplificador de estado sólido.

**TFTP** (*Trivial File Transfer Protocol*) Es una versión simplificada del protocolo FTP que permite la transferencia de archivos de una PC a otra en una red, normalmente sin necesidad de autenticación.

**TELNET** Acceso remoto a un dispositivo o equipo.

**VLAN** (*Virtual Local Area Network*) Red de área local Virtual.. Es una red de computadoras o equipos que no necesariamente tienen que estar en la misma área física.

**VSAT**. (*Very Small Aperture Terminal*) Terminal satelital de muy pequeña apertura. Estación satelital de fácil instalación y montaje para clientes.

**RJ45**.- Registered Jack 45. Clavija con ocho conductores utilizada con cable UTP.

El presente proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica reposando en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a

Autor

---

Sr. Carlos A. Vallejo B.

Cordinador de Carrera

El Secretario Académico

---

Msc. Ing. Gonzalo Olmedo

---

Dr. Jorge Carvajal

Sangolquí,

**ELABORADO POR:**

---

Sr. Carlos Alberto Vallejo Bonilla

**AUTORIDADES:**

---

Sr. Ing. Xavier F. Martínez Carrera  
Tern. de E.M.  
Decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica

---

Sr. Ab. Jorge Carvajal  
Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería Electrónica