

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**



**"Diseño e implementación de un  
Sistema Vsat - SCPC, Punto  
Multipunto"**

**INFORME DE INGENIERIA**

**Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO ELECTRONICO**

**TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL**

***David Máximo López Morales***

**Promoción: 89-II**

**Lima - Perú  
1997**

Dedico este trabajo a mis padres quienes  
tuvieron paciencia y fe en mi, así como también  
a mi esposa e hijos de quienes recibí mucho  
apoyo y paciencia..

## SUMARIO

El siguiente tema de tesis consiste en diseñar un sistema de comunicación vía satélite que mediante el uso de tecnología Vsat ( Very Small Aperture) que pueda dar la posibilidad de comunicación a empresas que cuentan con centros laborales en lugares remotos y que por la distancia se vuelven inaccesibles y es imposible poder establecer otros tipos de comunicaciones confiables y de costos razonables.

Para determinar la solución del problema se hará una comparación entre las diferentes técnicas de comunicación Vsat y se determinara la técnica a emplear según sea el caso. Luego se harán los respectivos cálculos de enlace satelital para definir las condiciones y propiedades de los equipos, según las condiciones de los usuarios del sistema y de la existente en el mercado se optara por la implementación un sistema de comunicación vía satélite VSAT SCPC de tipo Punto Multipunto, el cual estará conformado por estaciones remotas de baja potencia ubicadas en los lugares distantes y una estación principal que gobernará a las demás estaciones y que este ubicada en la ciudad principal.

Se hace unas recomendaciones también para los sistemas eléctricos, que servirán para alimentación de los equipos de comunicación

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
VSAT – SCPC, PUNTO MULTIPUNTO**

## **PROLOGO**

El siguiente trabajo tendrá como propósito mostrar las alternativas de comunicación vía satélite que se ofrece actualmente a través de topologías diferentes que existen en el mercado y a la vez durante el desarrollo del presente informe deducir cual es la mejor alternativa para obtener un máximo provecho en un determinado problema de falta de comunicación. Para el caso particular que se desarrollará en este tema, se demuestra que la mejor opción es el uso de tecnología SCPC Punto Multipunto, el cual se viene aplicando para dar servicio de comunicación a las diversas compañías mineras y petroleras del medio con excelentes resultados de tal forma que se esta haciendo nuevamente una ampliación de este sistema para nuevos usuarios.

La opción aplicada, es el resultado de la experiencia obtenida en los diferentes sistemas que se han implementado en nuestro país, en el cual, coincido con las experiencias de otras personas involucradas en la implementacion de sistemas semejantes.

## INDICE

Prólogo .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>FUNDAMENTO TEÓRICA .....</b>	<b>2</b>
1.1 Definiciones de sistema de VSAT .....	3
1.2 Sistemas VSAT con accesos TDM, TDMA y/o FDMA o combinaciones .....	4
1.2.1 Configuración típica de una Estación Remota .....	7
1.2.2 Configuración típica de una Estación Maestra .....	9
1.3 Sistemas VSAT con técnica SCPC .....	11
1.3.1 Configuración típica de una Estación Remota .....	11
1.3.2 Configuración típica de una Estación Maestra .....	14
1.4 Sistemas con topología de red mallada, DAMA .....	16
1.4.1 Configuración típica de una Estación Remota .....	18
1.4.2 Configuración típica de una Estación Maestra .....	20
1.5 Características principales del satélite a usar .....	22
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>DISEÑO DE LA RED SCPC PUNTO MULTIPUNTO</b> .....	<b>25</b>
2.1 Consideraciones para el diseño e implementación de la red .....	25
2.2 Comparación de ventajas de un sistema a otro y selección .....	27
2.3 Diseño e implementación de la red .....	30
2.3.1 Cálculos de Enlace .....	30
2.3.2 Dimensionamiento de las estaciones .....	36
2.3.3 Sistema de protección .....	48
2.4 Pruebas de aceptación .....	50
2.4.1 Mandatorias de Telecomm (Carrier del Satélite ) .....	50
2.4.2 Para equipos de instalación y de calidad de enlace .....	51
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b> .....	<b>59</b>

ANEXO 1	
Características del Satélite Solidaridad 2 .....	61
ANEXO 2	
Formulario para el calculo de enlace vía satélite .....	74
ANEXO 3	
Huellas de Cobertura de la banda C del satélite Solidaridad 2 para Sud América .....	81
ANEXO 4	
Características de la Antenas Parabólicas .....	85
ANEXO 5	
Gráficas de Eb/N0 .....	91
ANEXO 6	
Cálculos de enlaces adicionales .....	99
ANEXO 7	
Características técnicas de los equipos .....	108
ANEXO 8	
Características de los Pararrayos y pozos de tierra .....	128
ANEXO 9	
Condiciones generales para el aprobamiento de una antena por Telecomm .....	138
ANEXO 10	
Método para el mejoramiento del Patrón de Radiación en una antena de Andrew .....	142

## **CAPÍTULO I FUNDAMENTO TEÓRICO**

Las comunicaciones vía satélite han surgido como una alternativa a los sistemas de transmisiones terrestres, principalmente cuando se trata de comunicar obteniendo un costo/beneficio adecuado en localidades que se encuentran muy distantes entre sí o que por su ubicación, resulta en ocasiones imposible comunicarlas por otros medios de transmisión como líneas telefónicas de cobre, cables de fibra óptica, microondas o enlaces de radio.

En el entorno actual de los servicios de telecomunicaciones en el Perú, impulsados por la privatización y normas de gobierno que regulan estos servicios, la demanda es cada vez más creciente para servicios satelitales, de tal forma de que las empresas que requieran estos servicios lo soliciten a la entidad de servicios, en esta caso de Telefónica y se los proporciona a través del telepuerto de Lurín y con estaciones remotas de transmisión de datos y de voz/fax

Este capítulo describirá un medio de transporte de información en las redes satelitales de terminales de apertura muy pequeñas VSAT ( Very Small Apertura Terminal), las cuales se están volviendo importante para las comunicaciones de datos y voz de baja densidad a larga distancia. Esta tecnología VSAT ofrece muchos beneficios y ventajas sobre redes terrestres, incluyendo costos operativos bajos, fáciles de instalar y mantener, soportan multiservicios, e integran un gran número de sistemas.

Las redes VSAT pueden ser habilitadas para soportar tráfico de datos sincrónicos, asincrónico y tráfico de voz también se viene usando para distribución de vídeo a receptores remotos.

Esta alternativa de comunicaciones es ofrecida a través de los servicios que proporcionan los denominados Telepuertos, para este caso particular a través del Telepuerto de Lurín, el cual utilizando la tecnología satelital para conducción de señales de voz, datos o vídeo. Los servicios que se presta este Telepuerto tienen aplicación en las comunicaciones de larga distancia de las empresas, ya sea como complemento de redes existentes ( Digired ) como medios alternos en caso de fallas de los servicios de comunicación primarios, o para comunicar lugares inaccesibles por otros medios. Todo esto compartiendo infraestructura con



múltiples usuarios.

Con esta alternativa, las empresas que la utilizan se ven beneficiadas por la economía resultante de compartir costos entre los diferentes usuarios del sistema, obteniendo significativos ahorros en las comunicaciones.

### **1.1 Definiciones de sistema de VSAT**

Probablemente no es posible dar una definición plenamente satisfactoria de lo que es un sistema VSAT, debido a que se trata de un concepto en constante evolución. Por sistemas VSAT se entiende generalmente al conjunto formado por un grupo de estaciones terrenas con antenas de pequeño diámetro y baja potencia y una estación central llamada Hub o Telepuerto. En el Perú estas estaciones VSAT son de 1.8, 2.4 o 3.6 ms de diámetro debido a que hasta ahora se trabaja en banda C ( 6/4 Ghz).

Una de las ventajas de los sistemas VSAT sobre redes terrestres es su facilidad de proveer anchos de banda en comunicaciones punto multipunto en bit rate desde 9.6 Kbps a 1.544 Mbps ( carrier T1) a un costo substancialmente bajo.

Otra ventaja de las redes VSAT es su habilidad de enlazarse a varios terminales remotos vía un solo salto o con doble salto vía un salto en el Hub

Una aplicación potencial par la tecnología de las VSAT es que permite la interconexión de redes LAN remotas, algunas VSAT pueden ser usadas como gateway para enviar o recibir datos de LAN's

Se puede distinguir dos tipos importantes de sistemas VSAT :

A.- Sistemas con topología de red estrella, que solo permiten conexiones directas entre las estaciones remotas y una estación central, y estas pueden ser de dos tipos :

- 1- Consiste de una estación central que controla, supervisa y monitorea a todas las estaciones remotas, para lo cual usa una sola portadora con una técnica de acceso al satélite como el TDM (Múltiple División Temporal) luego las estaciones remotas que pueden usar una sola portadora para todas, a través de una técnica como puede ser TDMA. (Acceso Múltiple División Temporal) o FDMA (Acceso Múltiple por División en Frecuencia ) o combinación de estas.
- 2- Consiste en una estación central que es compartida por varios usuarios y que emite y recibe constantemente tantas portadoras del satélite como estaciones remotas exista en este servicio. Una estación remota se comunica a la estación maestra emitiendo una portadora al satélite constantemente, esta técnica es conocida como SCPC, para comunicaciones punto a punto o comunicaciones punto multipunto siendo la estación maestra la que se comunica con varias

estaciones remotas.

#### B.- Sistemas con topología de red mallada

Con esta topología, pueden comunicarse entre estaciones remotas sin que exista un doble salto al satélite, y sin que intervenga en toda la comunicación la estación maestra, esto se consigue usando la técnica de Acceso Multiple por Asignación de Demanda (DAMA), donde una estación maestra que controla a las remotas y permite que se puedan comunicar entre si las estaciones remotas, interviniendo solo cuando se inicia la comunicación entre ellas.

#### 1.2 Sistemas VSAT con accesos TDM, TDMA y/o FDMA o combinaciones

Mucho de los sistemas que existen actualmente utilizan diversas técnicas para acceder al satélite, como por ejemplo los fabricantes de la marca STM utilizan para las estaciones remotas VSAT la técnica acceso de TDMA y para la estación central se usa la técnica TDM, las portadoras que entran a la estación central son llamadas inbound y la portadora que sale de la estación central es llamada outbound, esta técnica es mostrada en la figura 1

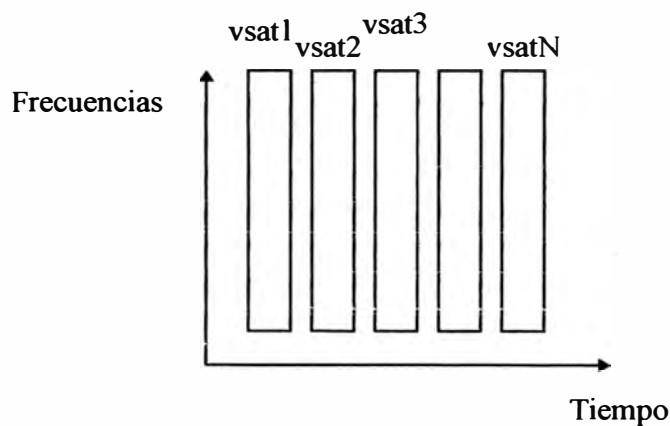


Fig. 1 TDMA

El TDM es seguramente la técnica más sencilla, debido a que cada estación tiene asignando un periodo de tiempo en el canal de comunicación los distintos periodos están repartidos por igual entre las VSAT o estaciones remotas. Durante un periodo cada usuario posee el control del canal. Este outbound puede ser fracción de una portadora de 512 Kbps. Cada estación usuaria tiene un identificativo como es el ID mediante el cual la estación maestra reconoce a cada VSAT y la controla.

EL TDMA tiene la posibilidad de asignar o no distintas estaciones al canal, estas asignaciones que responden a las solicitudes efectuadas se basan en la prioridad relativa de cada estación VSAT, o en el tipo de tráfico que genera. Cada inbound puede ser de 64 o 128 Kbps.

Otro fabricante de sistemas VSAT es el de la marca Hughes, a diferencia del fabricante de STM las portadoras Inbound ahora llamadas Inroutes usan una mezcla de TDMA y FDMA, quiere decir que si en diferentes tiempos se podía manejar la única portadora por diferentes estaciones remotas VSAT ahora con la inclusión del FDMA se pueden usar mas portadoras y cada una con la misma técnica del TDMA, esta da mas ventaja sobre todo cuando hablamos de sistemas de mayor capacidad de usuarios.

En general para el usuario sus sistemas de comunicación serán transparentes, el siempre tendrá la sensación que esta conectado todo el tiempo a la estación maestra y no notará que está compartiendo recursos con otros usuarios y que en realidad las portadoras están solas cuando él transmite información y durante una fracción de tiempo que se repite en todo momento

Estos sistemas son apropiados para transferencia de información de baja velocidad y para establecer comunicaciones de voz de bajo trafico, ambos pueden usarse en simultáneo.

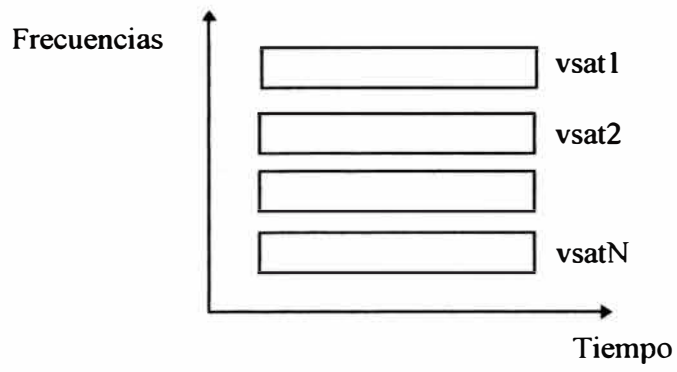


Fig. 2 FDMA

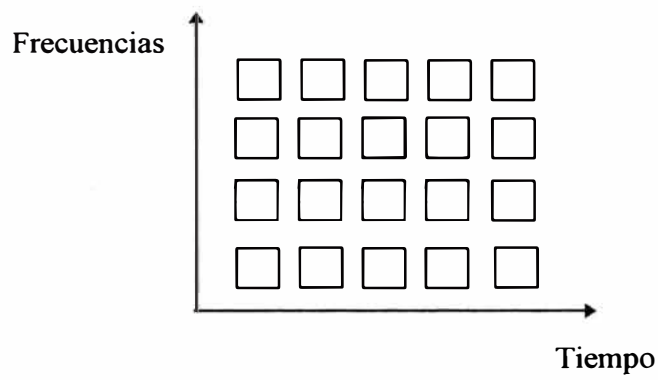


Fig. 3 TDMA / FDMA

### 1.2.1. Configuración típica de una Estación Remota

A continuación se da la descripción de una configuración típica de una estación remota, de sus posibles componentes y tamaños, siendo los siguientes

- Reflector de 1.8, 2.4 m; varios fabricantes prefieren usar del tipo Offset lo cual les permite ser más eficientes en el momento de transmisión.
- Alimentador; es el componente donde converge toda la señal recibida en el reflector, se ubica en el foco de la parábola y dependiendo del tipo de satélite a usar puede tener varias polarizaciones ya sea lineal o circular.
- LNA; es el amplificador de bajo ruido el cual da mayor ganancia a la señal que se recibe para que sea transmitida al ODU.
- Guía o filtro del alimentador; normalmente forma una sola pieza con el alimentador y es el elemento al cual le llegan las señales del ODU para la transmisión.
- Cables de Transmisión y Recepción, los cuales interconectan el ODU con el LNA y la guía del alimentador.
- ODU; (outdoor unit) elemento que siempre va muy cerca al reflector y transforma las señales de la banda L a banda C ya sea para la transmisión así como la recepción, también es llamada unidad de RF
- Cable de banda L; llamado por algunos fabricante IFL (interface link) es el que interconecta el ODU con el IDU y la longitud máxima no debe superar los 80 m.
- IDU; (indoor unit) equipamiento que se encuentra muy cerca al usuario y es el que transforma las señales de banda L a señales de usuario, debido a que el IDU viene con interface para voz/fax y datos

Para una mejor comprensión se adjuntado una gráfica de lo es una configuración típica de una estación remota en la figura 4.

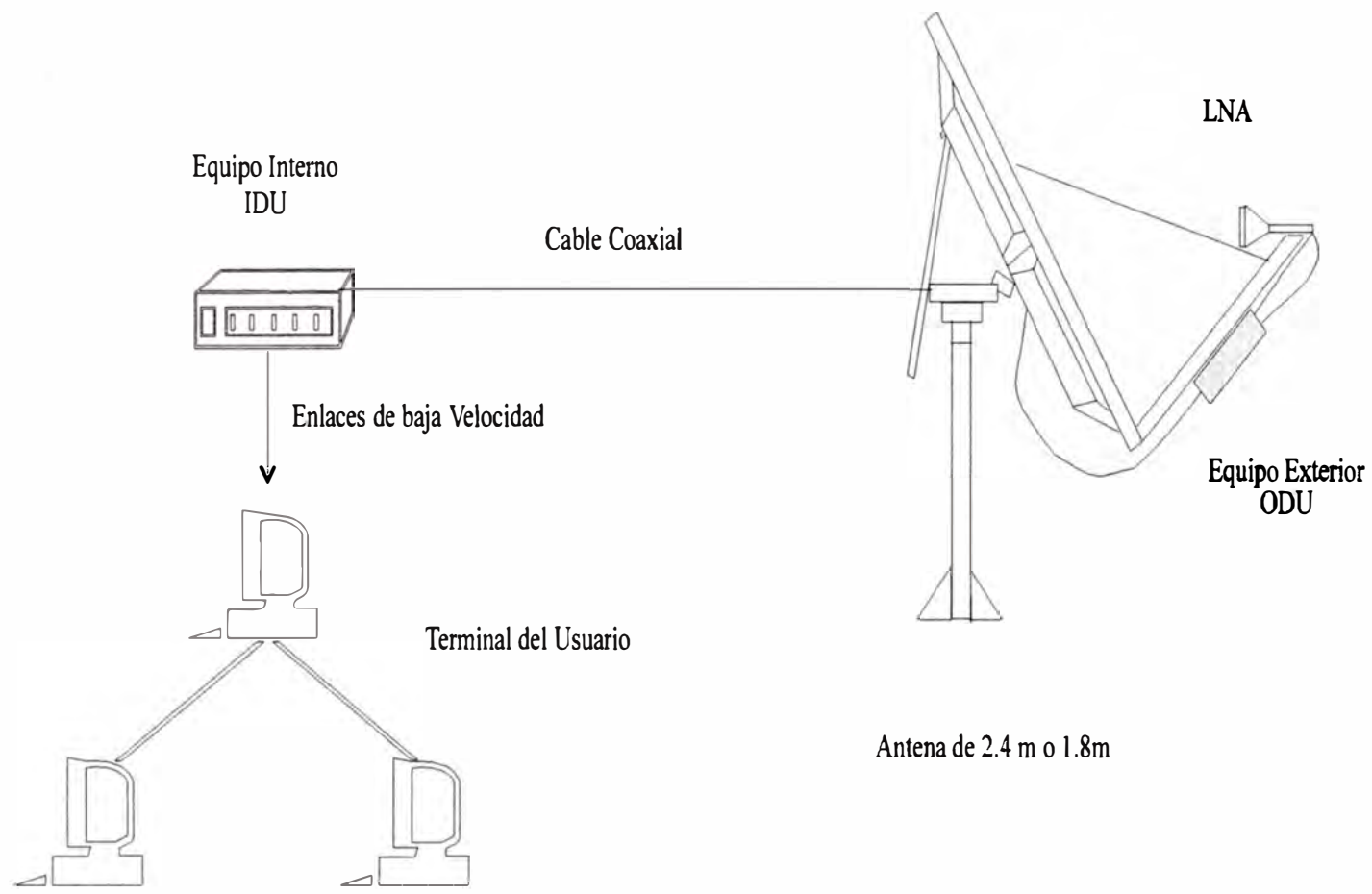


Fig. 4 Configuración Típica de una Estación Remota TDM/TDMA

### **1.2.2. Configuración típica de una Estación Maestra**

A continuación se da una descripción una configuración típica de una estación maestra y de sus posibles componentes, siendo los siguientes:

Antena Parabólica; el cual es de 5 a 9 m, no contiene ningún elemento de RF y la señal en banda C es llevada por guías de onda al sistema de RF

LNA, amplificador de bajo ruido

Guía de onda; elemento pasivo el cual se usa para transportar la señal desde el sistema de RF a la antena parabólica

Sistema de RF; compuesto por dos elementos importante Up y Down Converters los cuales transforman la señal de banda C a FI a y viceversa, también pueden controlar la ganancia de transmisión y recepción. Estos componentes llevan y dan señales al sistema de FI

Sistema de FI; es el sistema que demodula y modula las señales de FI y las convierte a señales en banda base y viceversa.

Sistema de Banda Base; es el sistema por el cual las señales son convertidas a datos y voz para el usuario así como también envía las señales al Centro del Sistema de Control.

Centro de Sistema de Control; es el sistema de gestión que supervisa, controla y administra a todas las estaciones VSAT y a si misma.

En la figura 5 se muestra una configuración típica de una estación maestra

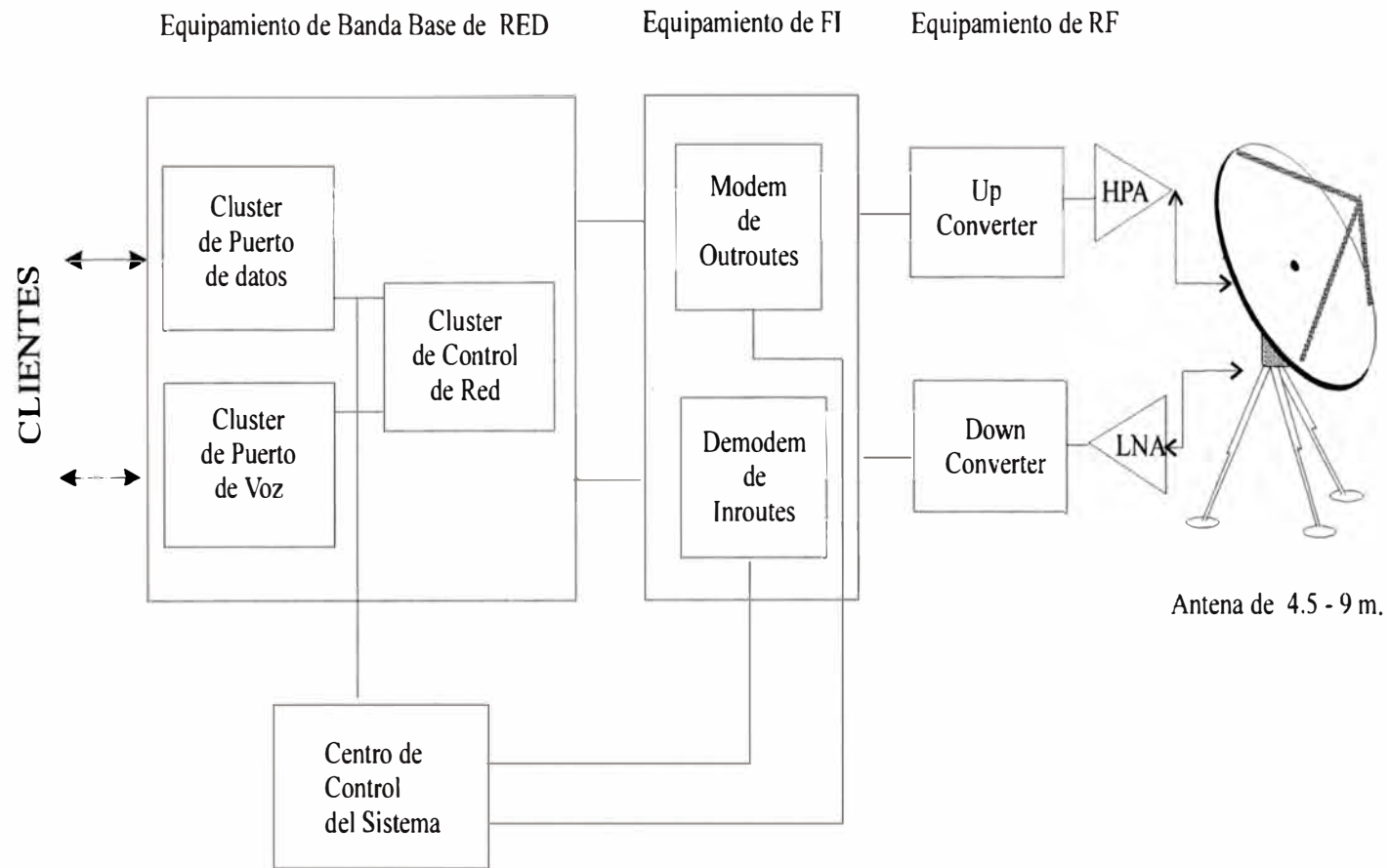


FIG 5 Configuración Típica de una Estación Maestra TDM/TDMA



### 1.3 Sistemas VSAT con técnica SCPC

En los sistemas SCPC, la estación remota transmite una portadora constante todo el tiempo en una determinada frecuencia y ancho de banda al satélite así mismo recibe otra portadora de las mismas características pero en frecuencia diferente, así la comunicación es full duplex todo el tiempo.

Muchos usuarios usan estos sistemas, se instala una estación remota en el lugar distante que desea comunicar e instala otra estación VSAT en su local principal que es donde quiere llevar la comunicación del lugar distante. Ahora con una empresa de comunicaciones que pueda atender en simultáneo a todas estos usuarios puede reducir los costos de instalación para lo cual se opta por instalar una estación principal llamada Telepuerto el cual atiende a todas las estaciones remotas, desde el Telepuerto se envía tantas portadoras SCPC como estaciones remotas exista, entonces la transmisión sería del tipo multipunto, así también recibe igual numero de portadoras SCPC provenientes de cada estación remota.

La capacidad de cada estación es determinada según el cliente lo desee, para enlaces de capacidad de 64 Kbps es suficiente con estaciones remotas de 1.8 m de diámetro, para 128 Kbps estaciones de 2.4 ms, todo esto depende del diámetro del reflector y potencia del Telepuerto entonces a mayor tamaño del reflector del Telepuerto es menor es el tamaño de la antena de la estación remota, normalmente estos Telepuertos pueden variar de tamaño dependiendo de cuantos usuarios desean atender pueden ser desde 3.6, 4.6 o 7.6 m, mucho se debe tener en la cobertura del satélite a usar.

#### 1.3.1 Configuración típica de una Estación Remota

De igual forma que en los casos anteriores, también se dará una configuración típica de una estación remota y sus características:

- Reflector parabólico; puede ser 1.8 a 3.6 m, los reflectores son del tipo convencional con alimentador primario.
- Alimentador; es el componente donde converge toda la señal recibida en el reflector, se ubica en el foco de la parábola y dependiendo del tipo de satélite a usar puede tener varias polarizaciones ya sea lineal o circular.
- ODU; (outdoor unit) elemento que siempre va muy cerca al reflector y transforma las señales de la banda L a banda C ya sea para la transmisión o la recepción, también es llamado unidad de radio frecuencia (RF)
- Cables de Transmisión y Recepción, los cuales interconectan el ODU con el LNA y el elemento de polarización.
- Cable de banda L; llamado por algunos fabricante IFL (interface link) es el que

- Cable de banda L; llamado por algunos fabricante IFL (interface link) es el que interconecta el ODU con el IDU y la longitud máxima no debe superar los 80 m.
- IDU; (indoor unit) equipamiento que se encuentra muy cerca al usuario y es el que transforma las señales de banda L a señales de FI y así llevarla al modem de satélite
- Modem de Satélite; es el equipo que modula y demodula las señales de banda base provenientes del lado usuario y las convierte a señales de FI. En el modem se define las características de la señal al satélite como son el tipo de modulación, el FEC, la potencia de transmisión y el ancho de banda del enlace, la señal que se obtiene es pasada al multiplexor.
- Multiplexor; es el equipamiento que se encarga de darle al usuario las señales que le convengan en voz/fax y datos. Por ejemplo de una señal de 64 Kbps el usuario podría tener un canal de datos a 32 Kbps y 5 canales de voz/fax con compresión de 5.6 Kbps cada canal o también podría tener un canal de datos a 9.6 Kbps y 8 canales de voz/fax o varios canales de datos y algunos de voz/fax.

Para que se tenga una mejor comprensión de lo que hemos expresado, se adjunta una gráfica de esta configuración en la figura 6.

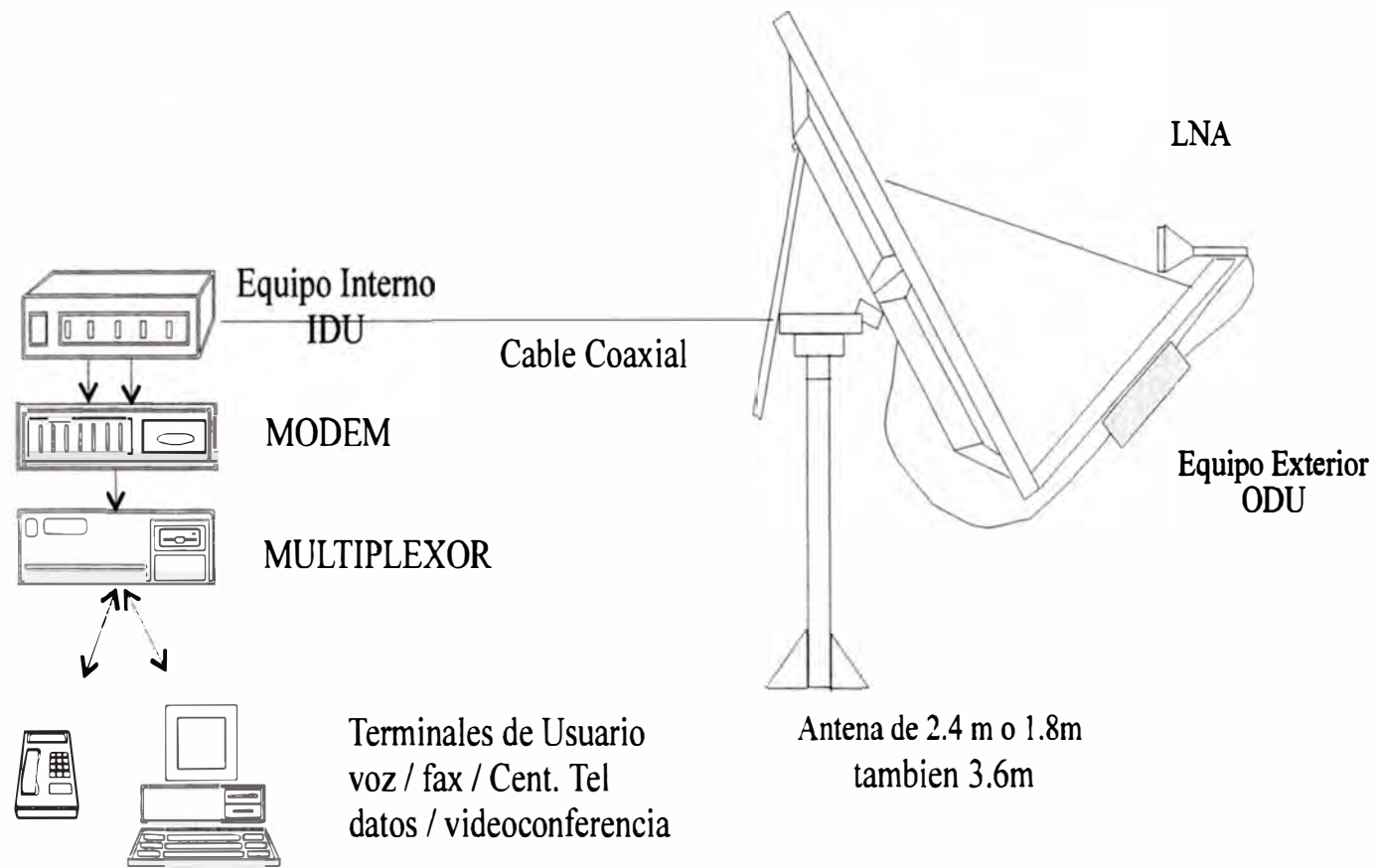


Fig.6 Configuración Típica de una Estación Remota tipo SCPC

### 1.3.2 Configuración típica de una Estación Maestra

Nuevamente se tiene que en una configuración típica, la Estación Maestra esta compuesta por:

- Antena Parabólica; la cual es de 4.6, o 7 m, dependiendo de la potencia de transmisión de todo el sistema puede o no tener elementos de RF, estas antenas en su mayoría son del tipo reflector dual, lo que quiere decir que en el lugar que del alimentador focal va un elemento llamado subreflector el cual es iluminado desde el centro del reflector, este tipo de antena tiene mayor ganancia y eficiencia
- LNA, amplificador de bajo ruido
- Guía de onda; elemento pasivo el cual se usa para transportar la señal desde el sistema de RF a la antena parabólica, si la antena no contiene ningún elemento RF
- Cables Coaxiales, usados si la antena lleva parte del equipamiento RF dentro de si.
- Sistema de RF; pueden ser de dos tipos dependiendo de la potencia de transmisor, si hablamos de potencias menores a los 100 W entonces el sistema de transmisión/recepción, la unidad de RF, HPA (High Power Amplifier) y LNA se puede colocar en la antena en este caso una unidad de RF se instala en la base de la antena que es la que va a recibir/enviar las señales al LNA y HPA tanto para la recepción y transmisión. Si la potencia de la antena es mayor a 100W entonces la antena solo contendrá el LNA y mediante guías de onda se transportara la señal hasta el sistema de RF que estar compuesto por un subsistema de HPA de TWT (Tubos de Onda Progresiva) y los Up/Down Converter.
- Sistema de FI; es el sistema que demodula y modula las señales de FI y las convierte a señales en banda base y viceversa. que esta compuesto por los modem de satélite, combinadores y divisores de FI. En esta parte se lleva la señal a banda base y se entrega al usuario, normalmente se llega desde la estación maestra hasta el usuario se llega a través de las redes terrestres ya sean de fibra óptica u otros medios.

A continuación se muestra una configuración de una estación maestra o Telepuerto en la figura 7.

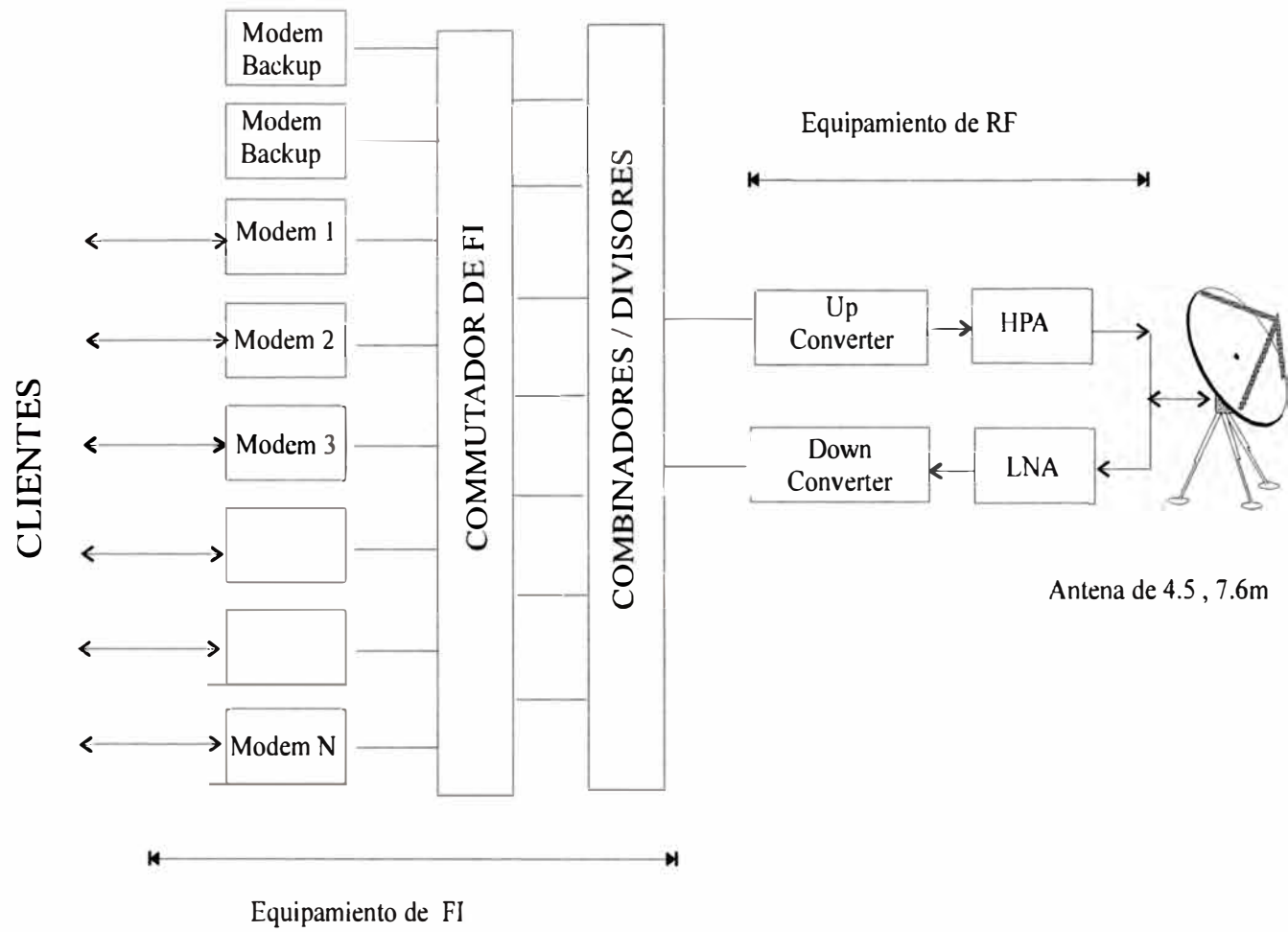


Fig. 7 Configuración Típica de una Estación Maestra SCPC

#### **1.4- Sistemas con topología de red mallada, DAMA**

Este tipo de sistema tiene mejor utilidad en el manejo de tráfico de voz, debido a que usa del segmento satelital solo lo necesario y permite comunicarse entre estaciones remotas cualquiera en un solo salto, suele denominarse un SCPC/DAMA

Uno de estos fabricantes es STM, tiene en el mercado un sistema DAMA para tráfico de voz, en este sistema existe una estación principal maestra que controla y supervisa a todas las estaciones remotas a diferencia de los otros sistemas, esta estación maestra interactúa con las estaciones remotas en forma TMD/TMDA para control y supervisión pero cuando una estación remota detecta que se está tratando de hacer una llamada telefónica, instantáneamente se comunica a la estación maestra indicándole que se quiere establecer una llamada telefónica a otra estación remota, entonces la estación maestra interviene entre las dos estaciones remotas dándoles un par de frecuencias de operación, luego cada estación remota se sintoniza a la nueva frecuencia y se realiza la comunicación entre ambas ocupando una porción de segmento satelital mientras dure la llamada, hasta que uno de ellos la deje por finalizada, esta forma es conocida como FDMA/DAMA en SCPC. Terminada la llamada las estaciones remotas regresan a comunicarse con la estación maestra como lo hacían hasta antes de la llamada.

Como se mencionó el sistema provee llamada por llamada el uso del DAMA ( acceso múltiple asignado por demanda ) vía un solo salto SCPC entre las estaciones remotas VSAT's. De esta manera una estación remota puede llamar a cualquier otra estación remota. En la figura 8 se muestra la arquitectura de los canales de señalización.

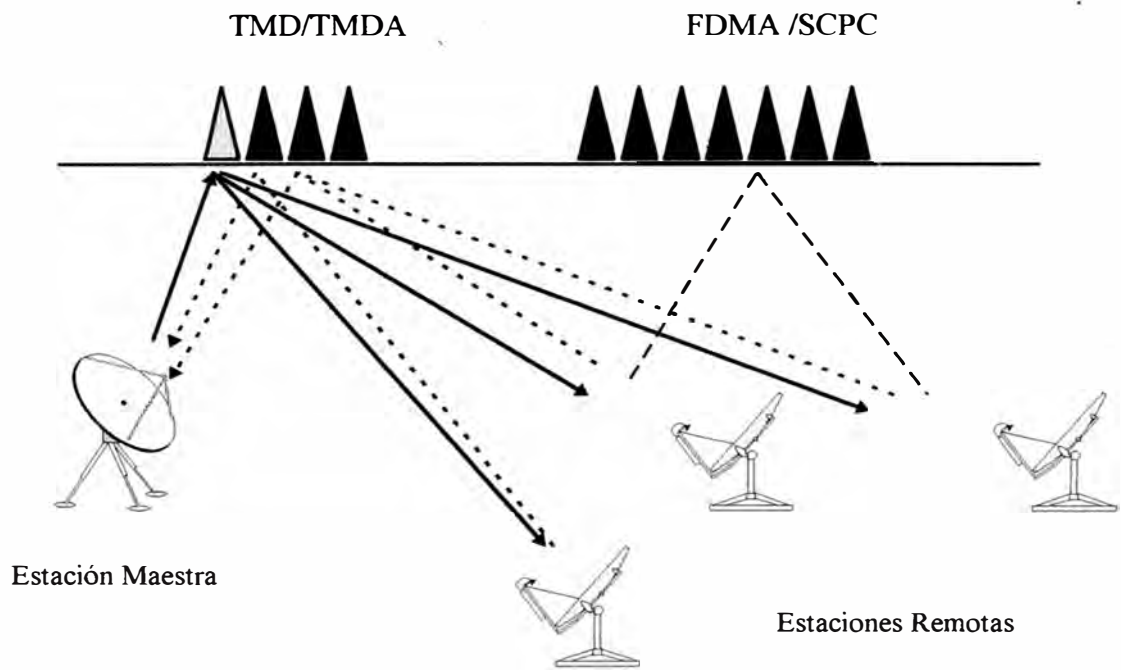


Fig. 8 Arquitectura de los canales de señalización

#### **1.4.1. Configuración típica de una Estación Remota**

Si hablamos de estaciones del fabricante STM comparada con las estaciones de tipo TDM/TMDA, la diferencia está en que solo se requiere hasta el equipamiento externo para un solo canal de voz, ya que en estos equipos se encuentra la interface para el teléfono, si se requiere de mas canales de voz entonces solo se requerirá un equipamiento interno que se interconectará con el externo en FI (Frecuencia Intermedia) es decir  $70 \pm 18$  Mhz, a través de cables. , los demás componentes son los mismos descritos anteriormente como son la antena, LNA, el ODU que contiene a los Up/Down Converter, el modem de banda L a FI, el terminal que procesa la compatibilidad del DAMA y la interface de teléfono y finalmente si se requiere el IDU. A continuación se muestra una configuración típica de una estación remota en la figura 9



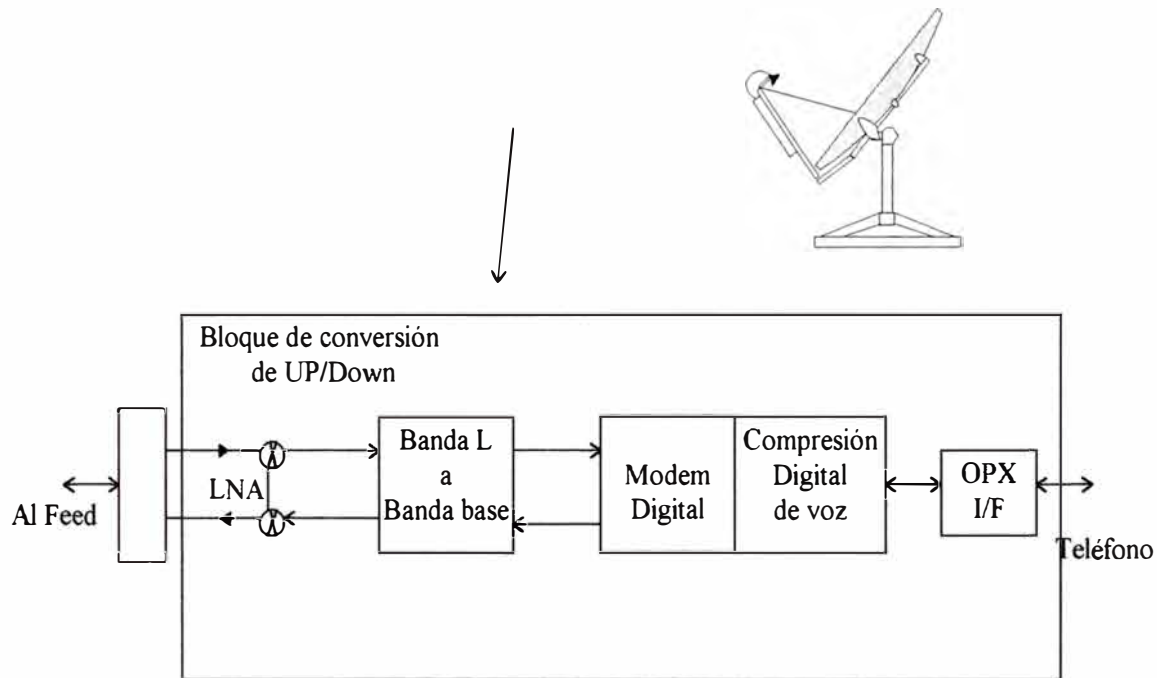


Fig. 9 Configuración Típica de una VSAT remota tipo DAMA, para un canal de voz

### **1.4.2. Configuración típica de una Estación Maestra**

Al igual que las otras estaciones maestras, están formadas por la antena, sistema de LNA, sistema de Up/Down Converter y equipamientos de FI, pero la diferencia lo hace el sistema de manejo de red “NMS”, siendo conocidos el conjunto como el Centro de Control de Red “NCC” el cual a través de un terminal de control de red ( NCT) realizan las siguientes funciones

- Establece y mantiene las temporizaciones del sistema para asegurar la rápida adquisición de la señal para actualizar las llamadas inmediatamente.
- Procesa cada establecimiento de llamadas y colgadas
- Recibe el status del sistema y la eficiencia.
- EL NMS tiene dos funciones principales las cuales son:
- Monitorea y controla funcionalmente con diagnósticos
- Maneja los recursos de procesamiento del DAMA en el satélite y los terminales remotos.

A continuación se muestra una configuración de este tipo de sistema

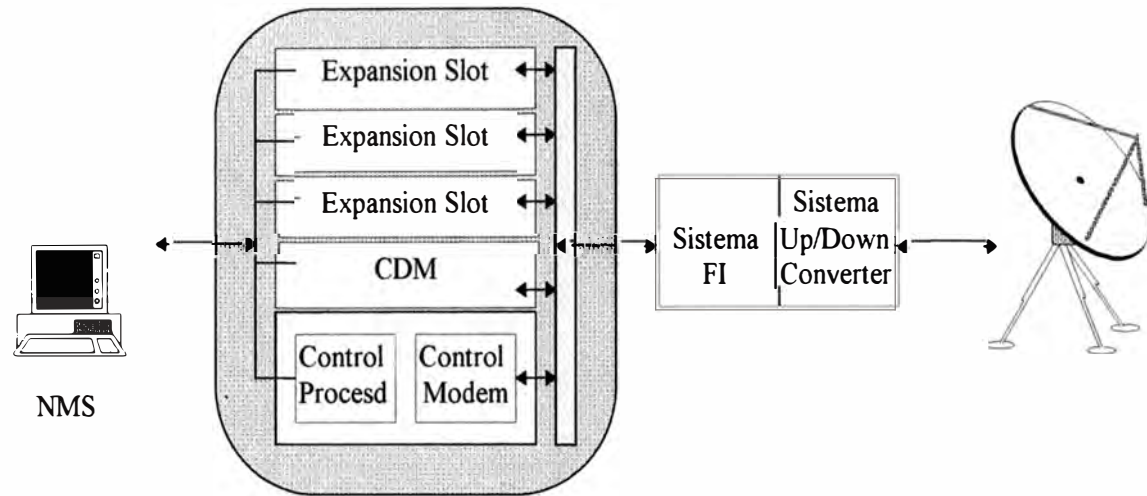


Fig. 10 Configuración Típica de una Estación Maestra DAMA

## **1.5 Características principales del satélite a usar**

### **Sistema de Satélites Solidaridad**

El sistema de satélites Solidaridad se compone de dos naves espaciales de estabilización de tres ejes del modelo HS-601 fabricados por la compañía Hughes Aircraft, con vida útil de 14 años; el Solidaridad 1 fue lanzado el 19 de Noviembre de 1993 ocupa la posición orbital 109.2° W, en tanto que Solidaridad 2, lanzada el 7 de Octubre de 1994 ocupa la posición 113.0° W muy cercana a la que fue utilizada por Morelos 1, 113.5° W hasta marzo de 1994 fecha en que fue desorbitado, ambos satélites cuentan con carga útil en las bandas C, Ku y L.

Respecto a la Banda Ku, estos satélites solidaridad cuentan con mayor capacidad en ancho de banda debido a la reutilización de frecuencias, operando en polarización Vertical/Horizontal y Horizontal/Vertical, teniendo un total de 16 transpondedores de 54 Mhz. La reducción en el Ancho de Banda de los transpondedores permite hacer un uso más eficiente del recurso Ancho de Banda/ Potencia.

La Banda C tiene en total 12 transpondedores de 36 Mhz y 6 de 72 Mhz operando en polarización Horizontal/Vertical y Vertical/Horizontal respectivamente.

La Banda L es la tercera banda en la que operan los Satélites Solidaridad; esta banda es aplicada para Comunicaciones Móviles por Satélite, el Sistema Solidaridad utiliza la polarización circular derecha. El rango de operación es de 1525-1559 Mhz Espacio - Tierra y 1626.5-1660.5 Mhz Tierra - Espacio.

Tabla 1. Características del Subsistema de Comunicaciones Satélite Solidaridad

Descripción	Características		
	Banda C	Banda Ku	Banda L
No. de transpondedores	12 de 36 Mhz (N) 6 de 72 Mhz (W)	16 de 54 Mhz	1 de 13.5 Mhz (Sol-1) 1 de 13.0 Mhz (Sol-2)
Espaciamiento de transpondedores	40 Mhz (N) 80 Mhz (W)	61 Mhz	
Potencia de salida (Promedio)	PIRE 37.5 dBW (N) 40.0 dBW (W)	PIRE 47 dBW	PIRE 45.5 dBW
	16 SSPA`S de 10 a 16 Watts 8 SSPA`S de 14.4 Watts	20 TWTA`S de 45 Watts	6 SSPA`S de 24 Watts
<b>Bandas de Frecuencias (Mhz)</b>			
Transmisión	3,700 - 4,200	11,700 - 12,200	1,525 - 1,559
Recepción	5,925 - 6,425	14,000 - 14,500	1,626 - 1,660
Capacidad del atenuador	0 - 14 dB en pasos de 2 dB	0 - 22 en pasos de 2 dB	0 - 15 dB en pasos de 1 dB

Tabla 2. Cobertura del Sistema de Satélites Solidaridad

Región	Banda	Cobertura
R1	C	Méjico, Sur de los E.U.A., Guatemala, Belice, Honduras y El Salvador
R2	C	Región 1, Méjico, Sur de los E.U.A., incluyendo el Sur de Florida, El Caribe, Centroamérica, Colombia y Venezuela
R3	C	Sur de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay, Chile, Oeste de Brasil y Argentina
R4	Ku	Méjico, Sur de los E.U.A., Guatemala y Belice
R5	Ku	Toronto, La Habana y las ciudades más importante de los E.U.A.
R6	L	Méjico y su mar territorial.

Mayor información de las características de este satélite se encuentra en el Anexo 1

## **CAPÍTULO II DISEÑO DE LA RED SCPC, PUNTO MULTIPUNTO**

### **2.1 Consideraciones para el diseño e implementación de la red.**

Para la elaboración del proyecto se debió de tener en cuenta las siguientes consideraciones :

#### Generales

- Ubicaciones de los puntos a comunicar : los puntos a comunicar deben de estar lejos de los centros de comunicación convencionales tales como centros telefónicos y redes publicas o privadas de servicios de comunicaciones, ya que con estos servicios no seria rentable para el usuario
- Tiempo: el enlace establecido deberá de ser constante todo el tiempo y para uso exclusivo del cliente.
- La capacidad de enlace será determinada por el usuario previamente a la instalación y permanecerá inalterable hasta que el usuario lo solicite nuevamente.
- Tipo de servicios a usar: en estos lugares el servicio a implementar podrá ser de comunicación de voz/fax, transferencia de datos en modo iterativo o modo batch con canales de datos que van desde 9.6 Kbps así como también de canales de videoconferencia.

#### De la Estación Remota

- La instalación del sistema remoto deberá ser de fácil implementación.
- El sistema remoto deberá tener capacidad de crecimiento
- Deberá de ser posible de que estas estaciones soporten enlaces punto a punto entre dos estaciones remotas sin mayor requerimiento de equipos.
- Debido a las condiciones eléctricas en estas zonas alejadas, el sistema remoto deberá de ser de potencia baja, consumo bajo.
- Para la estación remota el subsistema de RF deberá de ser controlada desde la caseta de ubicación de equipos. así también que no se requiera de llevar energía eléctrica a la unidad que se encuentra en el exterior de la estación .

#### De la Estación Maestra o Telepuerto

- La antena a usar será del tipo preaprobadas o calificadas por las normas internacionales.
- El sistema principal que servirá como Telepuerto deberá de ser totalmente redundante, tanto en el subsistema de LNA, RF y en modulación.
- En el Telepuerto se deberá de contar con puntos de monitoreo tanto para la señal de subida como de bajada.
- El Telepuerto deberá de contar con capacidad de crecimiento.
- El Telepuerto deberá de soportar inicialmente 10 enlaces simultáneos de 64 Kbps cada uno
- El subsistema de RF deberá de ser de estado sólido.
- La interconexión entre el subsistema de modem y el de RF deberán de trabajar en FI

#### Del Satélite a usar

- Deberá de tener cobertura nacional y internacional, además de hacer la commutación entre regiones en el mismo satélite.
- El PIRE del satélite deberá de ser tal que permita que con antenas mínimas de 2.4 ms puedan tener enlaces entre si
- Los costos del alquiler del segmento deberán de ser de mejores condiciones que otros.



## **2.2 Comparación de ventajas de un sistema a otro y selección.**

Las ventajas se definen dependiendo de las necesidades del usuario según el tipo de servicio a recibir, haremos la comparación teniendo en cuenta que el usuario requiera usar tráfico de voz y datos por lo que la comparación se hará bajo el Sistema de Red Estrella entre el tipo TDM/TDMA y el SCPC:

A continuación se mostrará unas comparaciones de los sistemas vistos de forma general, en condición de remota y de estación maestra

Generales

	<u>SCPC</u>	<u>TDM/TDMA FDMA</u>
Disponibilidad de Segmento Satelital	todo el tiempo	comparte con otros usuarios
Ancho de banda de Segmento Satelital	único por usuario	único para toda la red
Capacidad de enlace compuesto	desde 9.6 a 2,048 Kbps	64, 128 Kbps
Compatibilidad con otras marcas	Si, si el modem es red abierta	No,
Componentes del sistema	puede ser de otra marca	de la misma marca
Costos mensuales	aprox. US\$ 6,000 (64 Kbps)	aprox. US\$ 2500 (19.2 Kbps)

Remota

	<u>SCPC</u>	<u>TDM/TDMA FDMA</u>
Instalación	inmediata	inmediata
Consumo total	menor a 1 Kw	menor a 1 Kw
Subsistema de la estación	pueden ser de otras marcas	es de la misma marca
Capacidad del canal de datos	desde 9.6 a 2.048 Kbps	4.8, 9.6, 19.2, 56 Kbps
Requisito del DTE para transmisión de datos	puerto V.24, V.35 G.703	uso de protocolo X.25 ó SDLC
Canales de voz	2W, 4W, Tie Line	2W

Estación Maestra

	<u>SCPC</u>	<u>TDM/TDMA FDMA</u>
Supervisión / Control	solo así misma	a si misma y a todas las remotas
forma de supervisión	vía alarmas	usa una consola
redundancia	si	si
mínima configuración inicial	1 enlace punto a punto	preparado para múltiples enlaces
forma de ampliación de remotas	agregando modems	vía software, hasta un máximo
inversión inicial	media	alta

Este trabajo esta enfocado para el caso particular donde el cliente tiene una oficina principal en Lima y una o más dependencias remotas en lugares muy distantes y difícil acceso, estamos refiriéndonos a compañías mineras, petroleras ó pesqueras. Estas entidades para comunicarse a sus campamentos remotos lo hacen a través enlaces de radio en HF donde no existe privacidad de comunicación ni seguridad inclusive la comunicación no es constante todo el tiempo. Para estos clientes la mínima condición de comunicación es poseer un par de líneas de voz y una de datos, aparentemente bastaría con una estación TDM/TDMA debido a los costos mensuales, pero de las experiencias anteriores se sabe que en estos campamentos la comunicación de voz/fax es permanente durante casi todo el tiempo y el uso del canal de datos como requerimiento minimo es de 19.2 Kbps hasta 128 Kbps siendo la comunicación entre sus terminales de datos de diversas formas, algunos utilizan un software de comunicación entre PC's, y muchos usan router's para establecer redes complejas, algunos usan servidores de comunicación para interconexión de redes, la transferencia de datos entre los extremos sigue siendo constante y voluminosa, muchas veces en modo batch e inclusive se trabaja en forma interactivo, de todo esto vemos que la mejor opción para este tipo de clientes es usar un sistema SCPC debido a que principalmente el usuario dentro del ancho de banda rentado puede acomodarse a lo que mejor le convenga, es decir si tiene un ancho de

banda de 64 Kbps puede tener 8 canales de voz/fax a 8 Kbps cada canal ó 5 canales de voz/fax y 1 de datos a 32 Kbps, estos canales de voz/fax pueden trabajar como anexos extendidos de una central telefónica en Lima, también pueden ser líneas directas desde Lima o pueden ser del tipo Tie Line (que permite que dos centrales telefónicas se interconecten entre si permitiendo que cualquier anexo de un extremo pueda llamar a cualquier anexo del otro extremo )

Si se usará un sistema TDM/TDMA se tendría como desventaja que durante las comunicaciones de voz duraderas produciría congestión en la red consumiendo mayores recursos, para las comunicaciones de datos al cliente tendría que adaptarse a la red y se le estaría forzando a adquirir software y hardware para soportar los protocolos de comunicación como el X.25 o el SDLC y recién así podría usar la red de la VSAT, para muchos de estos usuarios serían nuevas aplicaciones a lo que vienen usando actualmente. Este sistema TDM/TDMA se adecua fácilmente para entidades que cuentan con varias estaciones remotas y que el trafico de voz es mínimo o no exista, además que la transferencia de datos no es mayor que 19.2 Kbps y que el uso de protocolos de comunicación sea familiar en sus comunicaciones o de uso corporativo, actualmente lo viene usando una entidad Bancaria con mucha satisfacción.

### **2.3 Diseño e implementación de la red**

Como se vio anteriormente la mejor forma para comunicar a los centros remotos con sus oficinas principales en Lima es usando la técnica SCPC, Punto Multipunto. Por lo que se ha dimensionado la red considerando que en el lado remoto la estación tiene que ser pequeña y de fácil instalación y para el lado local el Telepuerto que deberá de tener la capacidad de soportar hasta 10 enlaces de 64 Kbps inicialmente y el sistema deberá de ser totalmente redundante. En el Anexo 2 se muestra el formulario para los cálculos de enlace sugeridos por Telecomm y utilizados aquí.

#### **2.3.1. Cálculos de Enlace**

Como punto de partida se deberá de realizar los cálculos de enlace satelital, y así determinar con bastante aproximación la capacidad de los HPA, para lo cual se realizo previamente lo siguiente

Primero usaremos para los cálculos los datos característicos de una antena de 2.4 m. para la estación remota, esta antena es del tipo preaprobada y conocida en el mercado, una de estas es una antena del tipo offset Prime Focus y de marca Prodelin, se adjunta las características técnicas de antena en el Anexo 3.

Para la estación del Telepuerto de antemano podemos asumir que se trata de una

Para la estación del Telepuerto de antemano podemos asumir que se trata de una estación de un diámetro mayor o igual a 4.6m y de igual manera para los cálculos de enlace escogeremos los datos característicos de una antena preaprobada de marca Andrew que es uno de los fabricantes mas conocidos que cuentan con antenas de diferentes tamaños. Características técnicas se muestran en el anexo 3.

La modulación usada será QPSK y para el FEC (Forward Error Correction) se escoge de  $\frac{1}{2}$  aunque aparentemente con FEC igual a  $\frac{3}{4}$  ahorremos en ancho de banda de transponder, ejemplo :Para un enlace de 64 Kbps y FEC  $\frac{1}{2}$  se tiene un ancho de banda de 89.60 Khz y para el mismo enlace con FEC de  $\frac{3}{4}$  se tiene un ancho de banda de 59.73 Khz, pero como compensación para un BER (Bit Error Rate) de  $10^{-7}$  y FEC de  $\frac{1}{2}$  se requiere un nivel de señal menor que para uno con FEC de  $\frac{3}{4}$  por lo tanto la potencia de las estaciones se reduce y también el diámetro de las antenas, luego como el costo de la renta de segmento satelital es mayor por potencia que ancho de banda que así definida. En el Anexo 4 se muestra las gráficas de dos fabricantes donde se compara el nivel de señal (Eb/No) versus el BER (Bit Error Rate ) y las líneas de los FEC.

Con estas consideraciones se hizo los cálculos de enlace y se fue ajustando hasta obtener los valores apropiados, siendo los siguientes los cálculos realizados

Las formulas usadas para los cálculos de enlace son mostradas en el Anexo 2

**Balance de Enlace :**

Transmisión desde una Estación Remota ubicada en la Selva NE y Recepción en un Telepuerto de Lima

**Datos de Enlace**

Vel. Señal (Kbps):	64	Eb/No (dB), (BER=10E-7)	7.00
FEC:	1/2	Overhead (KHz)	1.00
Modulación:	QPSK	BW Señal (KHz):	89.60

**Datos del Satélite**

Satélite:	SOLIDARIDAD 2	Longitud Sat (°E):	-113.00
Nº Transponder	11	DFS para Satur. desde ETTx. (dBW/m2):	-97.54
Polarización	V/H	Región Cobertura:	3
IBOtot (dB):	7.5	OBOtot (dB):	5.00
ATP	10	Factor Rolloff %:	0.40
G/T Sat (dB/K) hacia ETTx:	6.98	PIRE Satur. (dBW) hacia ETRx:	38.21
INTascSAT ADY (dBW/Hz)	-110	INTdesCANAL ADY (dB/Hz)	-110.00
INTascCROSS POL (dBW/Hz)	-112.5	INTdesSAT ADY (dBW/Hz)	-15.00
HPA INTERasc (dB/Hz)	-106	INTdescCROSS POL (dBW/Hz)	-107.50
		HPA INTERdes (dB/Hz)	-97.20

**Estaciones Terrenas**

Estación Transmisora		Estación Receptora	
Localización ETTx:	Selva N.	Localización ETRx:	Lima
Latitud ETTx (°N) :	-3.80	Latitud ETRx (°N) :	-12.05
Longitud ETTx (°E):	-75.07	Longitud ETRx (°E):	-77.05
Altura a nivel del mar (Km):	0.50	Altura a nivel del mar (Km):	0.20
Diámetro antena ETTx (m):	2.4	Diámetro antena ETRx (m):	4.6
Eficiencia (n %)	80	Eficiencia (n %)	80
Pot. SSPA (W):	1	(G/T) ETRx (dB/°K):	23.3
Frecuencia Tx (GHz):	6.063	Frecuencia Rx (GHz):	3.84
Nº de portadoras:	1	Figura de Ruido (dB):	1.68
Azimut (°):	274.86	Azimut (°):	286.06
Elevación(°):	45.86	Elevación(°):	46.35
Distancia ETTx-Sat (Km):	37,351.7	Distancia ETRx-Sat (Km):	37,318.43
Ganancia antena ETTx (dB):	42.69	Ganancia antena ETRx (dB):	44.37
PIRE E.T. Tx (dBW)	41.94	Temperatura sist. (°K):	127.90

## Cálculos de Enlace

## Enlace Ascendente

PIRE ETTX (dBW):	41.94
Pérdidas Apuntam. (dB):	-0.50
Pérdidas espacio libre (dB):	-199.54
Atenuación atmosf. (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Input Back-Off (dB):	32.39
C/No (dBHz):	77.42
C/lo Satel Ady (dB/Hz):	77.61
C/lo Cross Pol (dB/Hz):	80.11
C/lo HPA Inter (dB/Hz):	73.61
C/N asc (dB/Hz):	27.89
C/X Satel Ady (dB/Hz):	28.08
C/X Cross Pol (dB/Hz):	30.58
C/I Inter (dB/Hz):	24.08
C/N asc tot (dBHz):	20.99

## Enlace Descendente

Output Back-Off (dB):	29.89
PIRE Satélite (dB/W):	8.32
Pérdidas espacio libre (dB):	-195.56
Atenuación atmosférica (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Pérdidas Apuntam. (dB):	-1.00
C/No (dB/Hz):	63.56
C/lo Satel Ady (dB/Hz):	67.68
C/lo Cross Pol (dB/Hz):	77.61
C/lo Sat Int (dB/Hz)	67.31
C/N des (dBHz):	14.04
C/X Satel Ady (dBHz):	18.16
C/X Cross Pol (dBHz):	28.08
C/I Inter (dBHz):	17.78
C/N desc tot (dBHz):	11.37

## Enlace Total

C/N total (dBHz):	10.92
Eb/No (dB):	12.38

Margen Disponible (dB):	5.38
-------------------------	------

**Balance de Enlace :**

Transmisión desde el Telepuerto ubicado en Lima y Recepción en una estación Remota ubicada en la Selva NE

**Datos de Enlace**

Vel. Señal (Kbps):	64	Eb/No (dB), (BER=10E-7)	7.00
FEC:	1/2	Overhead (KHz)	1.00
Modulación:	QPSK	BW Señal (KHz):	89.60

**Datos del Satélite**

Satélite:	SOLIDARIDAD 2	Longitud Sat (°E):	-113.00
Nº Transponder	11	DFS para Satur. desde ETTx. (dBW/m2):	-93.50
Polarización	V/H	Región Cobertura:	3
IBOtot (dB):	7.5	OBOtot (dB):	5.00
ATP	10	Factor Rolloff %:	0.40
G/T Sat (dB/K) hacia ETTx:	2.40	PIRE Satur. (dBW) hacia ETRx:	39.45
INTascSAT ADY (dBW/Hz)	-110	INTdesCANAL ADY (dB/Hz)	-110.00
INTascCROSS POL (dBW/Hz)	-112.5	INTdesSAT ADY (dBW/Hz)	-15.00
HPA INTERasc (dB/Hz)	-106	INTdescCROSS POL (dBW/Hz)	-107.50
		HPA INTERdes (dB/Hz)	-97.20

**Estaciones Terrenas**

Estación Transmisora		Estación Receptora	
Localización ETTx:	Lima	Localización ETRx:	Selva N
Latitud ETTx (°N) :	-13.50	Latitud ETRx (°N) :	-3.80
Longitud ETTx (°E):	-71.95	Longitud ETRx (°E):	-75.07
Altura a nivel del mar (Km):	0.20	Altura a nivel del mar (Km):	0.15
Diámetro antena ETTx (m):	4.6	Diámetro antena ETRx (m):	2.4
Eficiencia (n %)	90	Eficiencia (n %)	90
Pot. SSPA (W):	30	(G/T) ETRx (dB/°K):	18.5
Frecuencia Tx (GHz):	6.063	Frecuencia Rx (GHz):	3.84
Nº de portadoras:	10	Figura de Ruido (dB):	1.58
Azimut (°):	285.01	Azimut (°):	274.86
Elevación(°):	40.57	Elevación(°):	45.86
Distancia ETT -Sat (Km):	37,736.8	Distancia ETRx-Sat (Km):	37,352.07
Ganancia antena ETTx (dB):	48.85	Ganancia antena ETRx (dB):	39.23
PIRE E.T. Tx (dBW)	45.87	Temperatura sist. (°K):	118.29



## Cálculos de Enlace

## Enlace Ascendente

PIRE ETTX (dBW):	45.87
Pérdidas Apuntam. (dB):	-0.50
Pérdidas espacio libre (dB):	-199.63
Atenuación atmosf. (dB):	-0.07
Att. lluvia (dB):	0.00
Input Back-Off (dB):	32.58
C/No (dBHz):	76.67
C/lo Satel Ady (dB/Hz):	77.42
C/lo Cross Pol (dB/Hz):	79.92
C/lo HPA Inter (dB/Hz):	73.42
C/N asc (dB/Hz):	27.15
C/X Satel Ady (dB/Hz):	27.89
C/X Cross Pol (dB/Hz):	30.39
C/I Inter (dB/Hz):	23.89
C/N asc tot (dBHz):	20.68

## Enlace Descendente

Output Back-Off (dB):	30.08
PIRE Satélite (dB/W):	9.37
Pérdidas espacio libre (dB):	-195.57
Atenuación atmosférica (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Pérdidas Apuntam. (dB):	-1.00
C/No (dB/Hz):	59.80
C/lo Satel Ady (dB/Hz):	63.60
C/lo Cross Pol (dB/Hz):	77.42
C/lo Sat Int (dB/Hz)	67.12
C/N des (dBHz):	10.28
C/X Satel Ady (dBHz):	14.07
C/X Cross Pol (dBHz):	27.89
C/I Inter (dBHz):	17.59
C/N desc tot (dBHz):	8.18

## Enlace Total

C/N total (dBHz):	7.94
Eb/No (dB):	9.41

Margen Disponible (dB):	2.41
-------------------------	------

### 2.3.2 Dimensionamiento de las estaciones

Del resultado de los balances de enlace vemos que en el Telepuerto tenemos un margen de enlace de 5.35 dB y en la estación remota el margen es 2.41 dB, con estos valores garantizamos que la señal tiene una calidad mejor que un BER de  $10^{-7}$ , entonces se deduce inicialmente que tenemos :

en la estación remota con una antena de 2.4 m. y como mínimo con potencia de transmisión de 1 W,

y el Telepuerto con una antena de 4.6 m. y como mínimo con potencia de transmisión de 30 W, son suficientes para lo estimado.

Entonces con estos datos como puntos importantes podemos definir las características de los equipos a utilizar.

Todo los cálculos realizados son en base a enlaces de 64 Kbps pero en realidad no todos lo clientes solicitan estos enlaces, existen varios que prefieren tener enlaces de 128 Kbps o más, entonces ocurre que la capacidad de sistema disminuye pues, si antes se pretendía tener 10 enlaces de 64 Kbps resultaría luego que solo se tendrían 5 enlaces de 128 Kbps inclusive la estación remota no soportaría enlaces de 128 Kbps, luego se barajan las siguientes posibilidades:

Cambiar la potencia del HPA del Telepuerto, pero el cálculos de enlace determina que el margen ganado es mínimo.

Cambiar el tamaño de la antena del Telepuerto y cambiar la potencia del HPA

Cambiar el tamaño de la antena de la estación remota a otra de 3.6 m.

La dificultad que se tuvo para definir estas posibilidades fue el no saber cuantos de estos clientes escogerían tener enlaces de 64 Kbps, cuantos de 128 Kbps, cuantos con enlaces mayores a 128 Kbps y cuantos no podrían pasar por el Telepuerto debido a que desearían recibir la señal en un lugar diferente a Lima en ese caso se tendría que usar dos estaciones remotas para el punto a punto.

Finalmente se opto por conservar el Telepuerto con antena de 4.6 m y las estaciones remotas con antenas de 3.6 m donde el margen en el Telepuerto es de 5.89 dB para enlaces de 128 Kbps y 8.9 dB para enlaces de 64 Kbps con potencia en el lado remoto de 1 W, así mismo los márgenes en la estación remota serían de 4.72 para enlaces de 64 Kbps y 1.71 para enlaces de 128 Kbps. Ver cálculos de enlaces en el Anexo 5.

### Estación Remota :

Ya sabemos que compone una estación remota según lo comentado anteriormente, entonces en base a lo que existe en el mercado definimos los componentes de esta estación:

#### Equipamiento Externo

- Antena : Se escoge de Marca Andrew y modelo Prime Focus Banda C o Ku de 3.6 m. de diámetro, con aislamiento de polarización mayor a 30 dB (requisito de Telecomm), con G/T mínimo de 21.3 dB/K y de fácil montaje por ser de tipo acimut/elevación. Esta antena es totalmente de aluminio y el reflector tiene solo dos pétalos. Sobre todo se trata de una antena que cumple con las normas internacionales por ser de tipo preaprobada y certificada. Se adjunta las características de la antena en el Anexo 3.
- Sistema de RF: Debido a que este sistema va a trabajar en campamentos mineros, petroleros o pesqueros, se debe tener en cuenta la facilidad de la distribución del equipamiento, y que puedan ubicarse en los ambientes externo e internos sin perder calidad., se prefiere usar equipamiento que tenga interfaces normalizadas y de bajo costo.

Uno de estos sistemas es el desarrollado por la marca MTI y cuenta con sistema de 5 W como mínimo que convierte a señal de RF (banda C ) la señal de FI proveniente del modem para ser transmitida por la antena, y a su vez convertir la señal de RF recibida por la antena a señal de FI para ser procesada por el demodulador del módem. Este sistema esta preparado para interfacearse con cualquier modem a 70 +/- 18 Mhz y con cualquier tamaño de antena. El sistema es controlado vía software y es de fácil instalación. Todas las configuraciones son puestas vía software y no se requiere de switches internos, para la interconexión entre el equipamiento externo e interno solo se requiere de un cable RG-8 llamado IFL .

Este sistema consta de lo siguiente

- LNA .- que es el amplificador de bajo ruido.
- ODU (Outdoor Unit).- este componente se instará muy cerca de la antena y actúa como conversor de frecuencia; donde la señal de RF recibida por el LNA es convertida a banda L y la señal de transmisión de banda L es convertida a señal de RF.
- IDU (Indoor Unit ).- este componente se instala en un ambiente interno dentro de un bastidor, el IDU se interconecta con el ODU a través del IFL el cual lleva la

señal en banda L, este componente se conecta al módem de satélite entregando y recibiendo señales a frecuencias de 70 +/- 18 Mhz. Se adjunta las características técnicas del sistema en el Anexos 6.

- Cable.- La recomendación del fabricante MTI es usar cable de tipo RG-8 el cual tiene su correspondencia en la marca de Andrew y es el cable LDF4-50 ó el HJ4-50. Este cable no debe de exceder los 100 m. para garantizar la calidad de la señal. Se adjunta las características técnicas en el Anexo 6

#### Equipamiento Interno

- Modem.- Este deberá de soportar enlaces de 64, 128 o mayores, también deberá de trabajar con FEC de  $\frac{1}{2}$ , operar con la Frecuencia Intermedia de 70 Mhz o 140 Mhz y mínimo de +/- 10 Mhz de margen así también deberá de contar con interfaces V.24, V.35 y G.703 para las señales de banda base. Además deberá de ser capaz de medir la señal recibida y realizar fácilmente sus pruebas de funcionamiento. Actualmente Telefónica del Perú prefiere trabajar con la marca EF-DATA, pero de esta marca existen varios modelos que cumplen con estos requisitos, luego se decide por el modelo SDM-6000 debido a que entre sus principales características podemos mencionar que:

Rango de frecuencia de operación.- desde 50 a 180 Mhz para el FI

Tipos de modulación.- QPSK y BPSK

Interface de Banda Base.- V.24, V.35, G.703, seleccionables

Data Rate .- desde 9.6 Kbps a 2048 Mbps

FEC.-  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{7}{8}$ .

Compatibilidad.- tipo red cerrada, solo con su propia marca y tipo red abierta, con otras marcas que cumplan con las normas de Intelsat

Loopback.- que permiten hacer pruebas a troves de bucles en FI, Banda Base, RF y de interfaces.

Este modem se configura vía software y las interfaces vía switches. Se adjunta las características técnicas en el Anexos 6

- Multiplexor.- Este equipo esta libre de comercializar por el cliente, es decir que puede comprar la marca que mejor se ajuste a sus necesidades, sin embargo si el cliente así lo desea se instalará un multiplexor de la marca ACT Networks modelo SDMT-T. Este equipo es muy versátil y entre sus principales características podemos mencionar:

Velocidad de enlace principal.- desde 9.6 Kbps a 128 Kbps

Canales de datos.- tiene 5 canales de baja velocidad, hasta 19.2 Kbps y 1 canal de alta velocidad hasta 115.2 Kbps, el cual puede ser usado para datos o videoconferencia.

Interface.- V.24, V.35

Canales de voz.- el chasis soporta hasta 8 canales de voz/fax con compresión de 5.2 a 16 Kbps, la mayor ventaja comparada con otras marcas es que la misma tarjeta de voz es también para fax, además es configurable, vía switches externos el tipo de interface, ya sea a 2 hilos, 4 hilos de tal forma que se puedan conectar directamente a un teléfono, a una central telefónica o a las líneas telefónicas y a 4w E&M para interconexión de centrales telefónicas.

Otra ventaja de este multiplexor es que permite hacer un control del ancho de banda en forma dinámica de tal manera que dependiendo de lo que configuremos como prioridad ya sea el canal de voz o datos quitará recursos al de menor prioridad. Adicionalmente este equipo puede conectarse en cascada permitiendo tener mas canales de voz o datos. Se adjunta las características técnicas en el anexo 6

A continuación se muestra en la figura 11 la configuración final de una estación remota

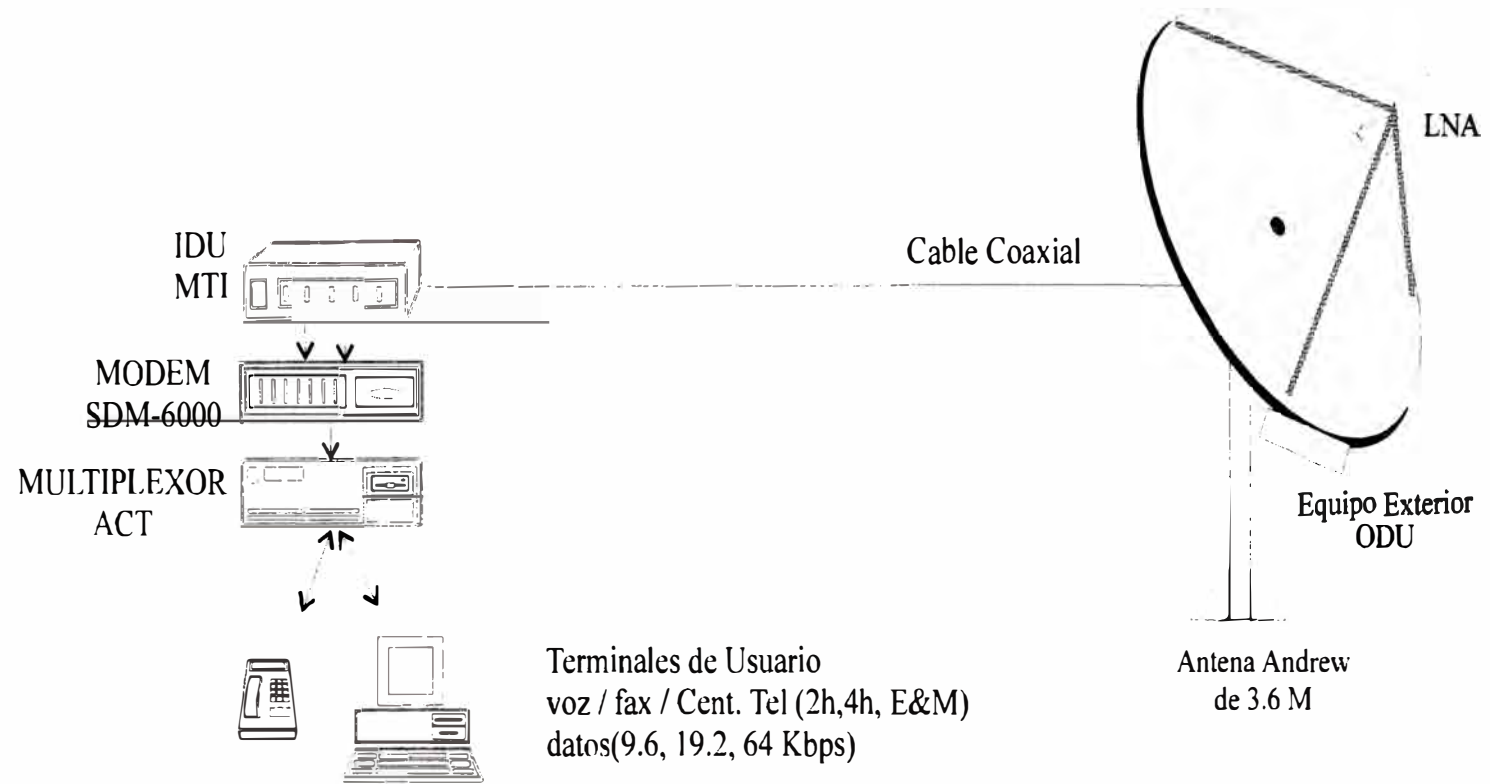


Fig. 11 Configuración final de la Estación Remota

### Estación Telepuerto

De la forma idéntica que se definió la estación remota, se hace con la estación Telepuerto, entonces usaremos equipamiento disponible en el mercado que mejor se aproxime a los dimensionando, según los cálculos de enlace

### Equipamiento Externo

- Antena.- Nuevamente con la marca Andrew, que es la que tiene mejores referencias escogeremos el modelo que tenga 4.6 m de diámetro, pero esta marca tiene dos modelos el primero es del tipo Foco Primario y el segundo es del tipo Reflector Dual ambos cumplen con las normas internacionales y también con el aislamiento requerido por Telecomm que es mayor a 35 dB, la ventaja la tiene la antena del tipo Reflector Dual debido a que tiene en mayor promedio de ganancia de transmisión/recepción que la antena de tipo Foco Primario, en general es 2.5 dB mayor.

Esta antena tiene un G/T de 23.3 dB/K con LNA de 65°K en banda C, cumple con los requerimientos de Intelsat para banda C/Ku por lo tanto esta antena esta totalmente certificada. El montaje no es muy complicado debido a que es del tipo acimut /elevación con reflector de 8 pétalos de aluminio y sobre un pedestal. Se adjunta las características de la antena en el Anexo 3

- Sistema de RF.- debido la normalización de los equipamientos que tiene Telefónica se opto por usar la marca EF-DATA de igual forma como en los modems. Este sistema esta conformado por un elemento que garantiza que ocurra la redundancia en RF por conmutación de unidades, el cual es llamado por el fabricante como el RSU-503, lo demás elementos que acompañan al sistema son llamados por el fabricante como Terminal de Satélite de Banda C, modelo CST-5000 y esta configurado en dos subsistemas:

El primer subsistema que esta compuesto por el filtro de rechazo TRF y el amplificador de bajo ruido LNA con temperatura de ruido de 65°K con opción de bajar hasta 35°K dependiendo de la ganancia sobre la temperatura requerida.

El segundo subsistema que consiste de un amplificador de potencia de estado sólido SSPA, Up/Down Converters, microprocesador de monitoreo y control y fuente de poder.

EL nivel de potencia del SSPA ( Amplificador de Potencia de Estado Sólido) es hasta 40 W. Los Up/Down converters utilizan conversión dual con sintetizadores independientes que permiten transmitir y recibir en diferentes transpondedores del mismo satélite. El monitoreo y control se realiza a través de un terminal cualquiera que tenga salida RS-232 , el sistema permitirá al usuario controlar funciones como la potencia de salida, los canales de frecuencia de entrada y salida así como reportes del status de la configuración del sistema.

El CST 5000 es pequeño y de fácil montaje dentro de la antena, la conexión con los modems es a través de los cables coaxiales de 70/140 Mhz.

Característica principales:

- Transmisión de frecuencias de salida: 5.845 a 6.425 Ghz
  - frecuencias de entrada: 70 / 140 Mhz +/- 18 Mhz
  - potencia de salida: 5 W (+37 dBm), 10W ( + 40dBm),  
20 W (+43dBm), 40 W (+46 dBm)
- Recepción frecuencias de entrada : 3.620 a 4.200 GHz
  - frecuencias de salida : 70 / 140 Mhz +/- 18 Mhz
  - potencia de salida a 10 dB de compresión : +15 dBm

RSU-503.- es un subsistema de protección total diseñado para trabajar con terminales de RF de marca EF-DATA, permitiendo commutar entre los elementos que fallen a los elementos que se encuentran como respaldo o backup, tanto para el subsistema de RF o los LNA, a este elemento se conectan los cables coaxiales o guías de onda de esta forma permite hacer la commutación, actúa tanto en forma automática como en forma manual.

A esta forma de trabajo se conoce el sistema como redundancia 1+1, debido a que se tiene que contar necesariamente con dos subsistemas de RF y dos LNA, para que a la falla de uno ellos sean reemplazado por el otro en forma automática o manual. Se



adjunta las características técnicas en el Anexo 6

- Cable.- se debe de tener en cuenta la distancia entre los equipamientos externos los internos para escoger el cable indicado y no tener muchas perdidas, en este caso si miramos las características de los cables de la marca de Andrew encontramos que podemos usar el cable de tipo LDF4-75 debido a que tiene 2.53 dB de atenuación por cada 100 m. a 150 Mhz. . Se adjunta las características técnicas en el Anexo 6

### Equipamiento Interno

Este consta de un conjunto de modems que recibe y envía señales a la antena en FI, existe uno por cada cliente que tenga una estación remota, este grupo de modems va a recibir señales de varias estaciones y van a transmitir a varias estaciones desde el mismo punto que es el Telepuerto, para conseguir que se puedan transmitir y recibir todas las señales a través de una sola antena se emplean los combinadores / divisores de señal en FI y para poder contar con redundancia en el sistema de FI que nos permita commutar del modem que falle a otro modem que este en buenas condiciones y figure como respaldo, deberá de usarse el commutador de redundancia de FI. Estos equipos también existen en la marca EF-DATA y son los siguientes

- Combinador de FI.- que es el modelo ICS-75, el cual consiste de cuatro combinadores de FI y cuatro splitter todo construido en un solo chasis, operan en un rango de frecuencia de FI de 50 a 180 Mhz, el ICS-75 viene internamente cableado y se puede instalar en un bastidor.

Este equipo contiene cuatro entradas/salidas y cada una de estas esta relacionada con ocho entradas y ocho salidas, con las cuales finalmente se podría combinar en una sola salida como máximo las señales de hasta 29 modems, y con una solo entrada se podrían dividir para alimentar directamente hasta 31 modems .

Así mismo el ICS-75 nos permite tomar unas muestras de la señal a través de unos puntos de prueba que vienen instalados en si mismo. Se adjunta las características técnicas en el Anexo 6.

- Commutador de Redundancia.- siendo el modelo SMS-758 el que soportará nuestras ~~exigencias~~, nos permitirá tener una configuración M:N que para nuestro caso será 8:2 lo cual quiere decir que soportara ocho modems como primarios y dos modems quedaran como respaldo o Backup., el SMS-758 provee una commutación automática permitiendo que la señal de FI que va y viene de los ocho modems se mantenga en línea a través de los dos modems backup, cuando ocurre una falla en

detectados por el SMS-758 que inmediatamente actúa y desvía la señal a los modem backup permitiendo que los modems fallados sean retirados para ser reparados, el cliente solo notara un pequeño corte en sus comunicaciones. Para esto el commutador esta constantemente verificando con cada modem su operatividad para lo cual previamente ha cargado la configuración.

Este equipo también trabaja desde 50 Mhz a 180 Mhz y la configuración del commutador se hace a través de un panel que se tiene en frente del equipo y vía software, es de fácil montaje y cabe dentro de un bastidor. Se adjunta las caracterices técnicas en el Anexo 6

- Modems.- Al igual que para el caso de las estaciones remotas estamos usando el mismo modem que es el SDM - 6000. El cual ya se describió anteriormente.
- Multiplexores.- Al igual que para el caso de las estaciones remotas estamos tratando el mismo multiplexor que de marca ACT y modelo SDMT-T. El cual ya se describió anteriormente.

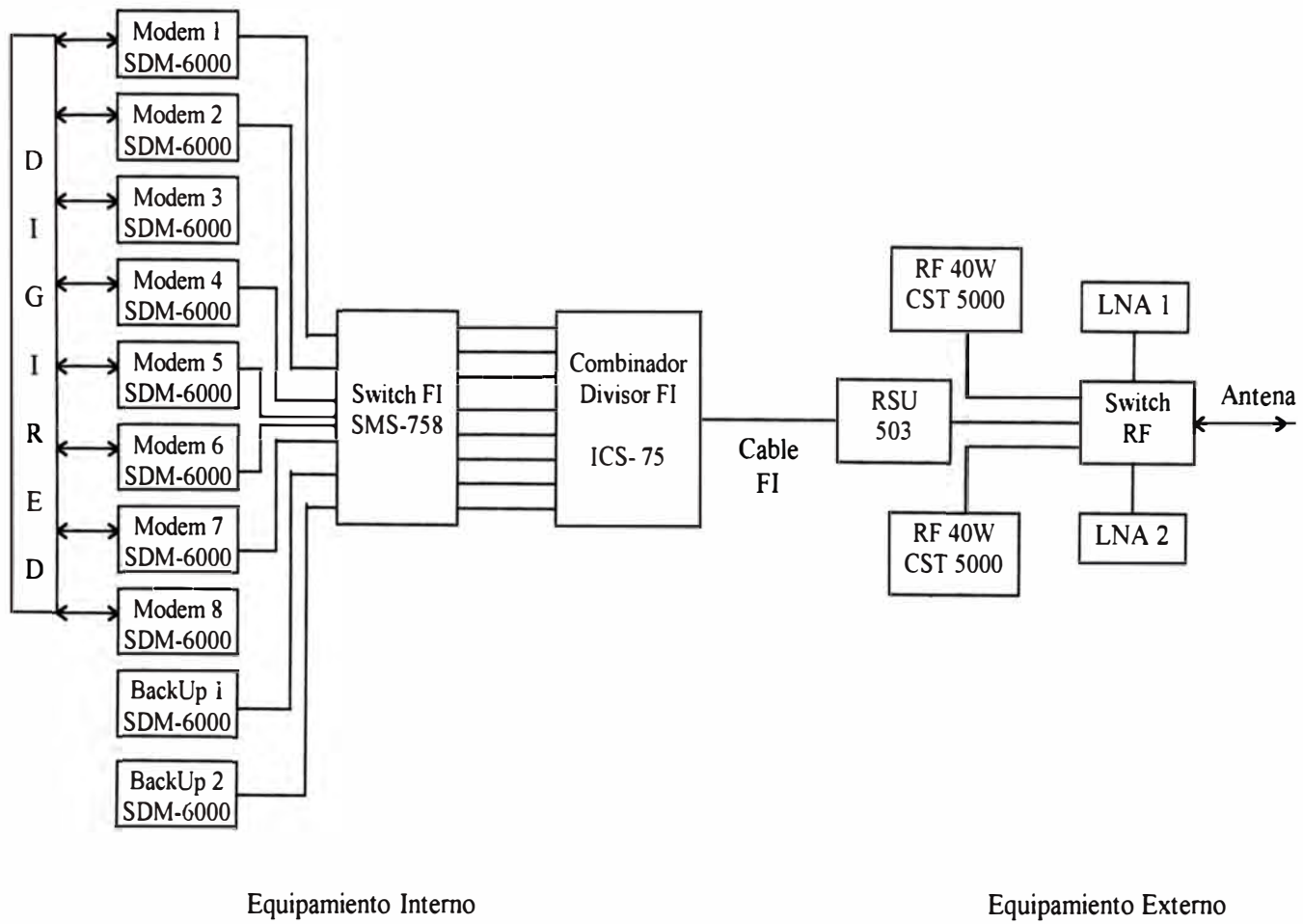
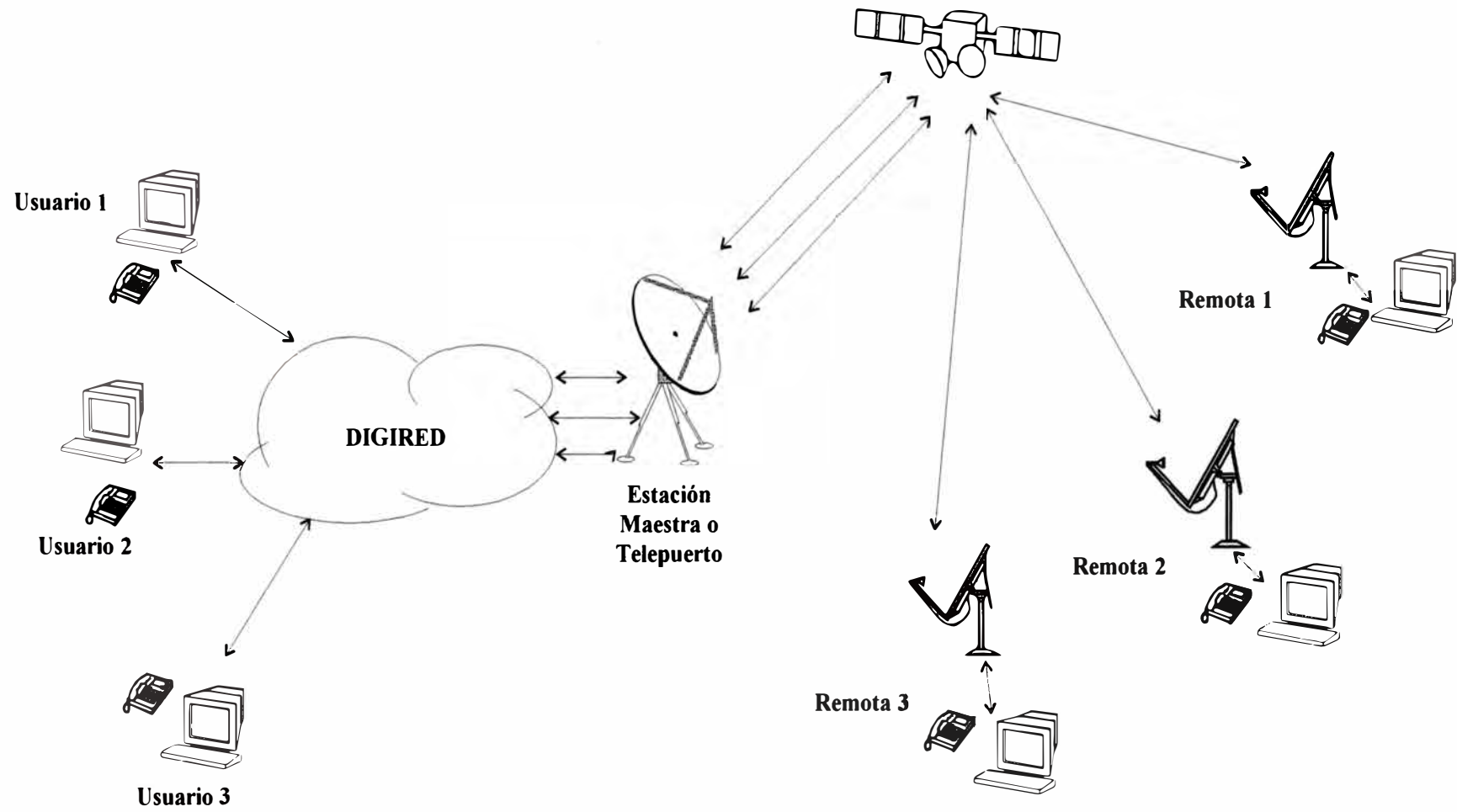


Fig. 12 Configuración final de la Estación Maestra o Telepuerto

En la figura 12 se muestra la configuración del Telepuerto, y vemos que tenemos la señal de los clientes en los modems que se encuentran en el Telepuerto de Lurín, pero los clientes no se encuentran en Lurín, en su gran mayoría se encuentran distribuidas en la ciudad de Lima, la forma de hacer llegar la señal proveniente de las estaciones remotas que se encuentran en el Telepuerto es a través de la red terrestre existente de Telefónica del Perú llamada DIGIRED, el cual es una red terrestre que permite establecer enlaces punto a punto en forma dedicada en Lima, también se está implementando en otras ciudades del Perú, DIGIRED tiene un nodo principal en Lurín que transporta por fibra óptica al local de Washington todas sus comunicaciones nacionales e internacionales y de ahí distribuye a todos los clientes sus comunicaciones así como también las llamadas telefónicas del país. Finalmente en el local de cliente, DIGIRED le entrega nuevamente la señal proveniente de Lurín en un ancho de banda que tiene rentado, entonces se instalara el multiplexor correspondiente en Lima para que pueda realizar sus conexiones ya sea en voz o datos.

En la figura 13 se muestra la configuración general del sistema.



**Fig. 13 Configuración General de la Red SCPC, Punto Multipunto**

### 2.3.3 Sistema de protección

Los sistemas de protección sugeridos a los usuarios de estaciones remotas son siempre los mismos, debido a que se trata de lugares alejados y de condiciones climatológicas extremas, ya sea por la altura del lugar que en muchos lugares excede los 4,000 m. sobre el nivel del mar y la temperatura baja hasta  $-15^{\circ}\text{C}$  o en otros donde el calor al mediodía llega a los  $40^{\circ}\text{C}$ , es frecuente en esos lugares fenómenos atmosféricos. De igual forma en estos sitios no existe la energía eléctrica comercial y la que existe es la generada por el propio cliente a través de generadores eléctricos a base de petróleo, también es frecuente encontrar que cuentan con sus propias centrales hidroeléctricas por lo tanto la energía nunca es estable por ejemplo las fluctuaciones eléctricas se alteran más cuando ocurren los encendidos y apagados de maquinaria potentes que consumen bastante energía tal como ocurre en los centros mineros o petroleros, razón mas que suficiente para que siempre se le solicita al usuario poner sistemas de protección contra las variaciones de tensión y fenómenos atmosféricos, se les sugiere instalar los siguientes sistemas para que protejamos a los equipos de comunicación

- Sistema Ininterrumpidos de Energía (UPS), si solo lo requerimos para proteger al sistema de comunicación, es suficiente con capacidad de 1.5 Kw del tipo on line, que son los que detectan inmediatamente las variaciones eléctricas e instantáneamente cortan la energía suministrada para hacer que su banco de baterías y proporcione energía mientras dure esta anomalía, estos UPS deben actuar en variaciones de tensión y fase, la autonomía será según interés del usuario, dándole el tiempo suficiente para culminar sus comunicaciones.
- Estabilizador de Tensión, como se trata de lugares donde la alimentación de energía es deficiente, se recomienda poner un estabilizador de tensión delante del UPS para que así el UPS trabaje solo si la variación de tensión es excesiva o se corte la energía, de esta manera se le dé mas tiempo de vida al UPS. La capacidad del estabilizador deberá de ser mínima de 2 Kw. Se puede considerar la posibilidad de instalar un transformador de aislamiento previo a todo el sistema de protección.
- Sistema de puesta a tierra, es los que permiten descargar las sobretensiones que se generen en el medio por acción de la estática y también debido a los campos creados por el paso de la corriente en los equipos electrónicos, sin estos sistemas de puesta a tierra los equipos instalados se dañarían rápidamente o producirían descargas de tensión a cualquier persona que las toque. Estos sistemas de puesta a tierra son pozos de tierra que se fabrican en el terreno libre y que son agujeros de un metro de

diámetro y dos metros de profundidad donde se entierra una varilla de cobre y se rellena con tierra de cultivo mezclada con dosis químicas de gel, esta varilla se conecta al punto de tierra de todos los equipos de través de un cable de cobre, necesariamente todos los equipos que estén relacionados entre deberán de conectarse a un mismo sistema de tierra. El valor recomendable para estos casos es que sea menor a 5 ohmios de resistividad del terreno, a mayor número de pozos de tierra interconectados entre si, menor será la resistencia. Se adjunta en el Anexo 7 las características de diseño de los pozos de tierra.

- Pararrayos, para los lugares donde existan fenómenos atmosféricos como en la Sierra y Selva, siempre es recomendable el uso de pararrayos de tal forma que nos den una zona de cobertura sobre la estación remota y equipamiento. En el Anexo 7 se muestran algunas características de los pararrayos.

## **2.4 Pruebas de aceptación.**

En este punto se presenta las pruebas que se realizan durante la instalación de las estaciones terrenas y una vez aprobadas podrán entrar en operación para los enlaces punto multipunto en el satélite de Solidaridad 2 con modulación QPSK, Fec  $\frac{1}{2}$  y 64/128 Kbps, para clientes de Telefónica del Perú.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

- Mandatorias del portador del Satélite (Carrier del Satélite )
- De equipos de instalación
- De establecimiento y calidad de enlace

### **2.4.1 Mandatorias de Telecomm (Carrier del Satélite )**

Las condiciones generales de aprobación de una antena que es exigida por Telecomm se muestran en el Anexo 8, de donde observamos que para las antenas que tenemos que instalar que son las de 4.6 m y 3.6 m son del tipo certificada desde fábrica lo cual quiere decir que cumplen con las condiciones de G/T y patrón de radiación, por lo tanto Telecomm nos exigen según la función que vaya a cumplir la antena sus condiciones. .

Antena de 3.6m, que servirá para enlaces del tipo SCPC esta servirá como estación remota con solo una portadora de transmisión entonces Telecomm nos exige que el aislamiento de polarización sea mayor a 30 dB, para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:

Se realiza el apuntamiento de la antena y se corrige la alineación del alimentador en recepción, para la cual se usa un analizador de espectros teniéndose como referencia la frecuencia del beacom del satélite, que es una portadora emitida desde el satélite y que se recibe constantemente. Una vez verificada que estamos en la posición correcta se procederá a llamar telefónicamente al operador del satélite, quien nos guiará para la medición del aislamiento, quien nos dará una frecuencia de prueba en la que podemos transmitir temporalmente, el operador verificará que transmitamos en la frecuencia correcta sin corrimientos, verificará el correcto apuntamiento y finalmente hará la medición del aislamiento de polarización haciéndonos girar el alimentador y comprobando que exista un aislamiento mayor a 30 dB, (normalmente nos da un promedio de 33 dB) si se cumplen con estas condiciones dará por aceptada la antena instalada, caso contrario nos pedirá reajustar el alineamiento hasta conseguir lo exigido.



Culminadas estas pruebas el operador nos confirmara la frecuencia de trabajo, nuevamente verificara que estemos en la frecuencia correcta y desde ese momento ya podemos transmitir al satélite.

Antena de 4.6 m, es la servirá como Telepuerto y donde se recibirá todos los enlaces de las estaciones remotas y también desde ahí se transmitirá a varios puntos, entonces Telecomm nos exigirá cumplir con una norma adicional que la antena de 3.6 m, la norma a cumplir esta relacionada con el patrón de radiación en acimut y en elevación tal como se muestra en su gráfica mostrada en el Anexo.3

Generalmente se consigue el apuntamiento casi sin dificultad inclusive el aislamiento, pero es más laborioso conseguir que se cumpla con los patrones de radiación exigidos, se tiene que estar coordinado con el operador del satélite todo el tiempo que dure esta prueba, debido a que después de cada ajuste de los componentes de la antena se realiza nuevamente las mediciones del patrón de radiación. Para mejorar el patrón de radiación el operador nos da una frecuencia de prueba para transmisión luego se realiza el movimiento del reflector en acimut y elevación tantos grados como lo pide el operador ( no excede de +/- 10° ) el movimiento tiene que ser lo mas constante posible, para que cuando realicemos el barrido en acimut y elevación se tenga una gráfica del patrón lo mas aproximada posible, esto es realizado por los instrumentos del operador del satélite, el operador nos indicara si la gráfica del patrón de radiación es la correcta o en su defecto nos enviara por fax dicho documento para que realicemos los ajustes respectivos y nuevamente se hará los movimientos del reflector, esto se repetirá tantas veces que sean necesarias hasta conseguir lo exigido. EL método de conseguir estos ajustes en el patrón de radiación se muestra en el Anexo 9.

#### **2.4.2 Para equipos de instalación y de calidad de enlace**

A través de estas pruebas se determina si los equipos instalados operan correctamente, y permiten verificar la operativad del sistema RF, del modem, de las interfaces al multiplexor y la calidad del enlace, que es la que nos indica el BER obtenido (mayor a  $10^{-7}$ )

Como se había indicado anteriormente este modem nos permite hacer varias pruebas del sistema a través de las funciones internas del modem como es usando el software de configuración del mismo, para esto se usan de lazos o bucles ( loopback), los cuales se indican a continuación:

### **Prueba de FI ( IF Loopback )**

Esta prueba nos permite verificar si el demodulador y el modulador del modem trabajan correctamente para eso se usa una opción que programa al demodulador con la misma frecuencia que el modulador logrando que el modem sincronice consigo mismo y nos indica su conformidad con una señal indicando que existe el Carrier Detect, significa entonces que tanto el modulador como el demodulador trabajan sin problemas en FI, esta opción es solo interna y en FI ya que aún no se transmite señal al satélite, esta prueba siempre será previa a la transmisión de portadora el satélite. En la gráfica 14 como actúa el modem para esta prueba.

### **Prueba de RF ( RF Loopback )**

Cuando la opción de RF loopback es puesta en el modem, la frecuencia del demodulador se programa automáticamente a la misma frecuencia de transmisión del modulador, en este modo se transmite al satélite y también se recibe la misma señal, verificando el enlace satelital sin tener que cambiar manualmente la frecuencia del demodulador, indirectamente se verifica el sistema RF, tanto en transmisión como en recepción, en esta opción podemos verificar el enlace mediante el sistema de monitoreo propio del modem el cual nos muestra en su propia pantalla la calidad de la señal, que por lo general tiene el Eb/No mayor a 7.5 dB lo que nos garantiza un BER mayor de  $10^{-7}$ . En las estaciones remotas este Eb/No nos garantiza que cuando se realice el enlace completo con el Telepuerto el valor final del Eb/No en el Telepuerto será mayor de 9.5 dB. En la figura 15 se muestra que ocurre en el modem cuando se usa esta opción.

### **Prueba de Banda Base ( Baseband Loopback )**

Cuando es usada la opción de baseband loopback la información enviada por el usuario es pasada a través de un bucle en el modem lejano y le es devuelta la misma información. Este bucle es bidireccional, lo que significa que nos permitirá hacer pruebas con ambos extremos del enlace satelital, si el bucle es puesto en el lado del Telepuerto entonces le permitirá al personal que se encuentra en el lado remoto enviar datos a través de un instrumento que les permita medir la calidad de datos que reciban y compararla con la que emitieron, para demostrar que el enlace tiene buena calidad, estos datos salen del instrumento de medida al modem satelital son transmitidos vía satélite al Telepuerto donde llegan al modem que se encuentra en estado de bucle y son retornados a través de todo el enlace satelital a la estación remota donde el instrumento que mide la calidad de datos a través de un BER que nos da el resultado. Se considera necesario pasar esta

prueba mínimo 12 horas, si el resultado es de un BER mejor que  $10^{-7}$  entonces todo es conforme y se da por aceptada, apartir de este momento el usuario puede usar el sistema por ser confiable. En al figura 16 se muestra como se comporta el modem para esta prueba.

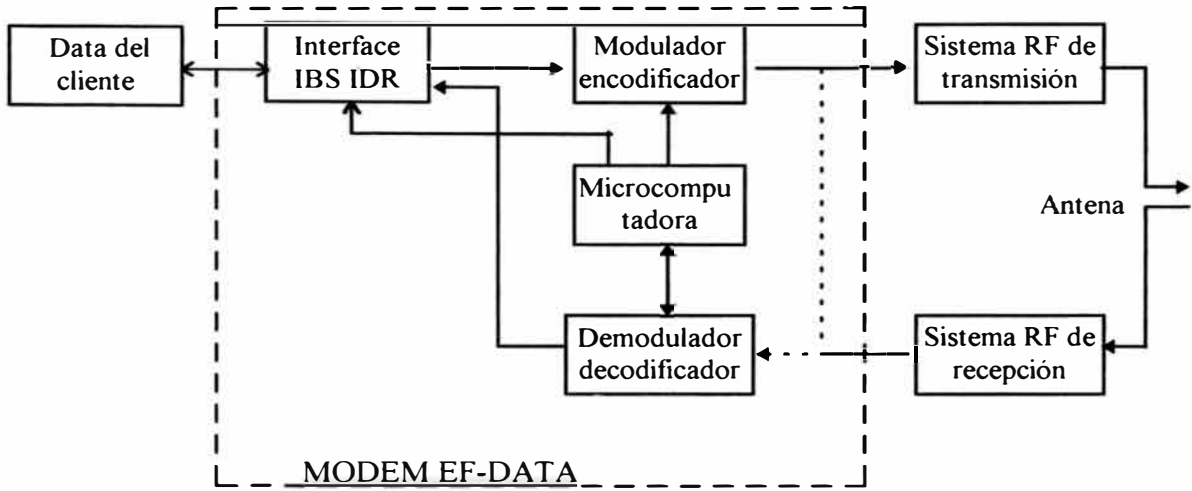


Fig. 14 IF Loopback

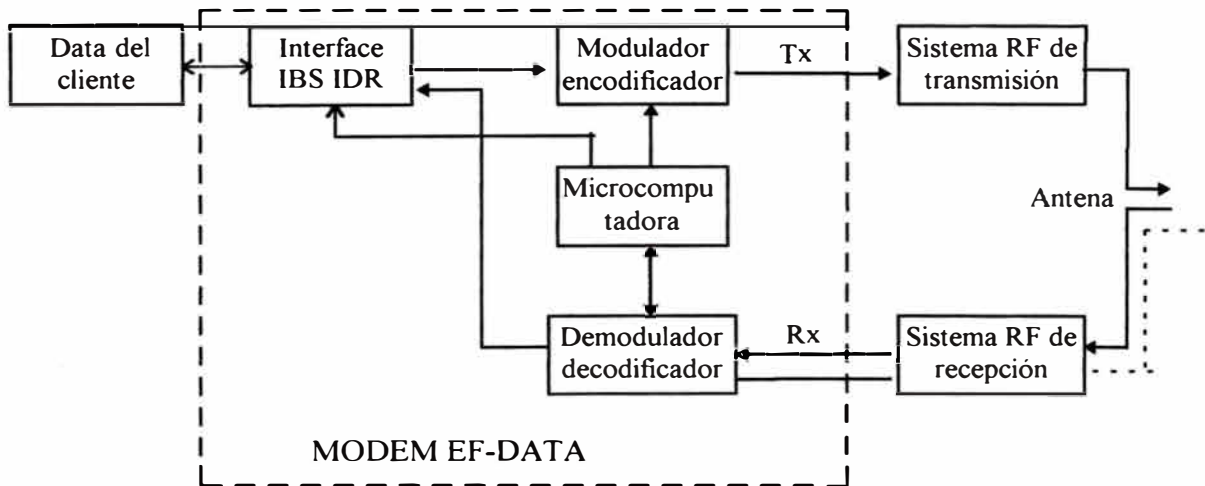


Fig. 15 RF Loopback

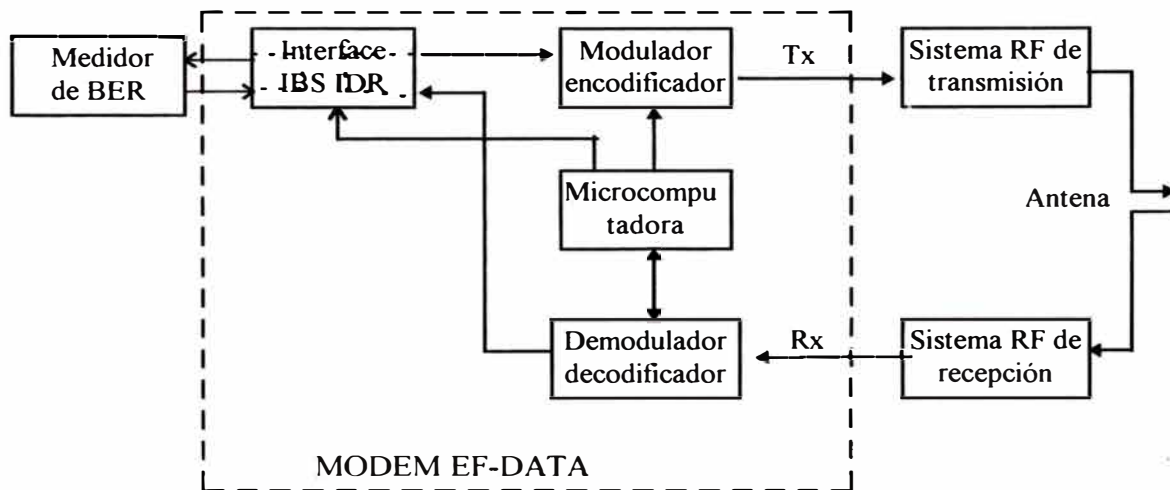


Fig. 16 Baseband Loopback

### **Redundancia**

Para probar si la redundancia es confiable en los sistemas de FI y RF del Telepuerto se fuerzan a trabajar los elementos que sirven como los respaldos o backup y se realizan las mismas pruebas de IF, RF Looppback, la forma de activarlas es apagando algunos de los equipos prime o retirando alguna tarjeta componente del sistema de los prime, de esta forma observaremos si el commutador detecta la falla y habilita el componente redundante. De igual manera se prueba la redundancia del sistema de RF, si le quitamos la energía de una de los elementos de RF que actúa como prime, inmediatamente deberá de actuar el commutador haciendo trabajar a la otra unidad de RF.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Hemos visto durante el desarrollo de la tesis que se ha optado por la mejor alternativa para este tipo de usuarios y que a través de la técnica de VSAT SCPC Punto Multipunto se va a poder dar servicio a varios usuarios en simultaneo sin que a ninguno de ello se le quite recurso para beneficiar a otros usuarios, otra ventaja es el uso compartido del Telepuerto el cual trae como beneficio los costos compartidos y que se cargarán a los usuarios en parte proporcional a los servicios que soliciten. Como se ha mencionado estos usuarios serán tales que requieran anchos de banda de 64 Kbps o mas, la experiencia nos demuestra los compañías que mas uso dan ha este sistema son las compañías mineras. petroleras y de construcción en zonas alejadas.

Como se ha observado en el desarrollo de la tesis inicialmente se hizo las deducciones basadas en antenas de 2.4 m. pero como se prevé que estos lugares en un futuro inmediato serán de mayor utilidad de tal forma que los anchos de banda serán mayores llegando hasta 2 o 4 Mbps se decidio a instalar antenas de mayores diametros como de 3.6 ms, asi tambien los modem estan preparados para estos tipo de servicios.

Tal ha sido el éxito de este tipo de servicio, que actualmente se ha visto en la necesidad de hacer ampliaciones en los equipamientos del Telepuerto para poder seguir dando este tipo de servicio, hasta el momento se tienen una veintena de estaciones remotas cursando trafico con el Telepuerto y se tiene en es espera de instalación mas estaciones remotas. El Telepuerto actual es de 7.6 m. y tiene una capacidad mucho mayor que la antena de 4.6m.

Como recomendación principal para nuevos servicios por vía satélite, es de definir con el usuario final el tipo de servicio a prestar, determinar el tipo de información que ha de cursar y la necesidad de servicios de voz, como ejemplo se puede indicar que

Para usuarios, con estaciones alejadas y que el servicio que quieran sea solo de transferencia de datos en baja velocidad y solo en ciertos momentos se tendrá como mejor opción un sistema Vsat del tipo TDM/TDMA o FMDA, estos normalmente son agencias bancarias

Para usuarios, con estaciones alejadas y que requieran un servicio continuo de datos y a

la ves sea necesaria la comunicación de voz y en forma casi constante, tendrán su mejor opción con sistemas Vsat SCPC

Finalmente están los usuarios que requieren comunicación de voz, pero que no es constante el tráfico, por el contrario es bajo, entonces estos tendrán mejor opción en los sistema Vsat de tipo DAMA.



**BIBLIOGRAFIA**

1	Introduction to Integrated Satellite Business Network	Hughes Network System
2	TDM/TDMA System Description	STM Wireless
3	Dama 10000 System Description	STM Wireless
4	Systems Planning Product Specifications	Andrew
5	Product Information	EF- DATA
6	Satellite Communication Products	Scientific Atlanta
7	Satellite Communications	Timothy Pratt & Charles W. Bostlan
8	Satellite System Operation Guide	SSOG Intelsat
9	Redes por Satélite : Vsat y Moviles	ETSI Telecomunicación - UPM
10	Manual Técnico del Sistema de Satélites Solidaridad	Telecomm Telecomunicaciones de Mejico
11	Satellite Comunicaciones	The Intenational Satellite Business Journal
12	Via Satellite	Phillips Business Information
13	Voz y Datos	Argus Business
14	Telecomunicaciones	The Technology and Business Monthly for communications professionals
15	Manuales de Operación y mantenimiento	TDM/TDMA/FDMA SystemsHughes
16	Manuales de Operación y mantenimiento	TDM/TMDA Systems STM
17	Manuales de Operación y mantenimiento	DAMA Systems STM
18	Manuales de Operación y mantenimiento	Andrew
19	Manuales de Operación y mantenimiento	Prodellin Corporation

20	Manuales de Operación y mantenimiento	EF-DATA
21	Manuales de Operación y mantenimiento	MTI Microelectronics TECHNOLOGI
22	Manuales de Operación y mantenimiento	ACT - Networks

**ANEXO 1**

**CARACTERÍSTICAS DEL SATÉLITE SOLIDARIDAD 2**

### **Característica de la Banda C de los Satélites Solidaridad**

El rango de frecuencias en Banda C es de 5.925 a 6.425 GHz para el enlace ascendente y de 3.700 a 4200 GHz en el enlace descendente. Está compuesto por 12 canales Angostos de 36 MHz y 6 canales Amplios de 72 MHz. Todos los canales Angostos han sido diseñados para recibir de la región R1 con la polarización Horizontal y transmitir hacia la región R1 con polarización Vertical; además ésta banda cuenta con selección de haces para las regiones R2 y R3

En ambos satélites la selección del haz ascendente a través de los canales 5N al 12N puede ser individualmente e independiente conmutado para recibir de R1, R2 o R3; adicionalmente los transpondedores 11N y 12N pueden recibir de las regiones R2+R3; en el Solidaridad 1 los canales 5N, 7N, 9N y 11N pueden ser individualmente e independiente conmutados para transmitir hacia R1 o R3, mientras que los canales 6N, 8N, 10N y 12 N pueden ser individual e independientemente conmutados para transmitir en R1 o R2

Los Canales Amplios están diseñados para recibir únicamente desde R1 con polarización Vertical y transmitir únicamente hacia R1 con polarización Horizontal.

En el Solidaridad 2, los transpondedores 2N, 4N, 6N, 8N, 10N y 12N cubren la Región 2 en forma permanente. Los transpondedores restantes de banda C, tienen el mismo esquema de conmutación de Solidaridad 1

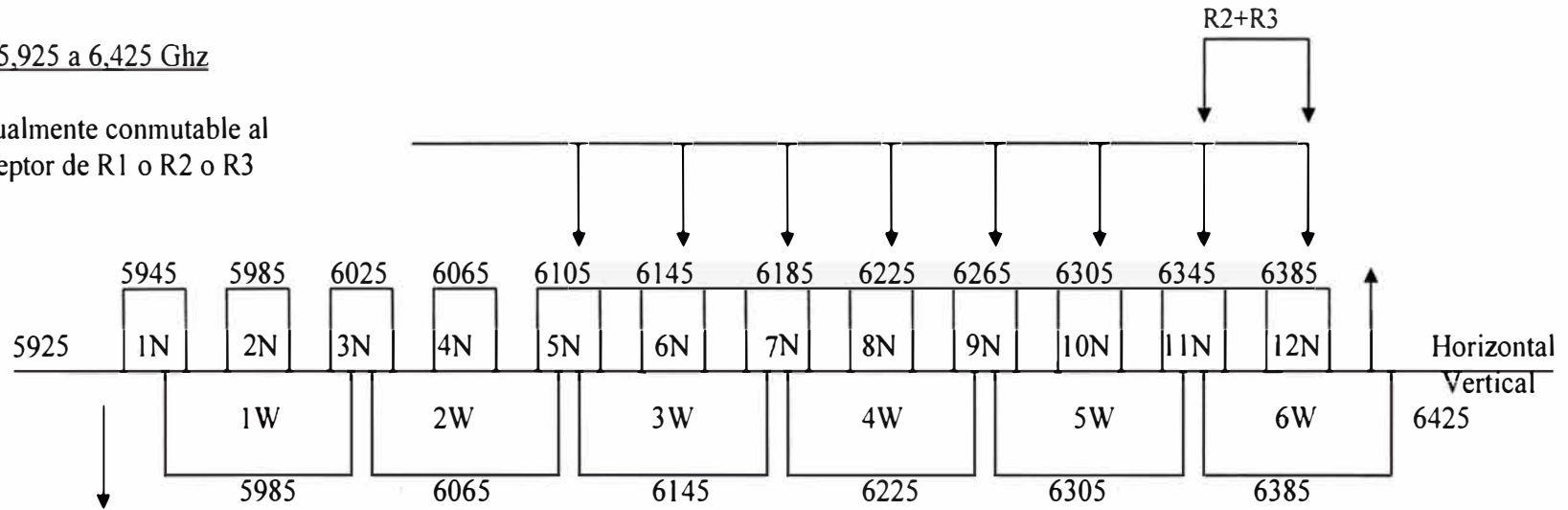
# Plan de Frecuencias de Banda C

## Solidaridad 1 y 2

Enlace ascendente Banda C

Subida 5,925 a 6,425 Ghz

Individualmente conmutable al receptor de R1 o R2 o R3

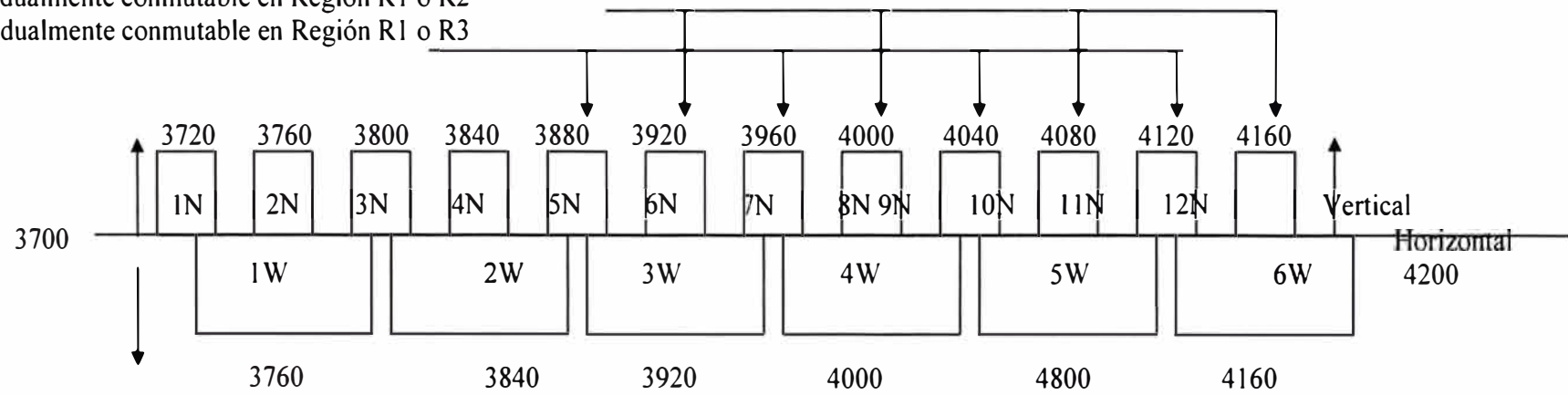


# Solidaridad 1

Enlace descendente Banda C

Bajada 3,7 a 4,2 Ghz

Individualmente conmutable en Región R1 o R2  
Individualmente conmutable en Región R1 o R3

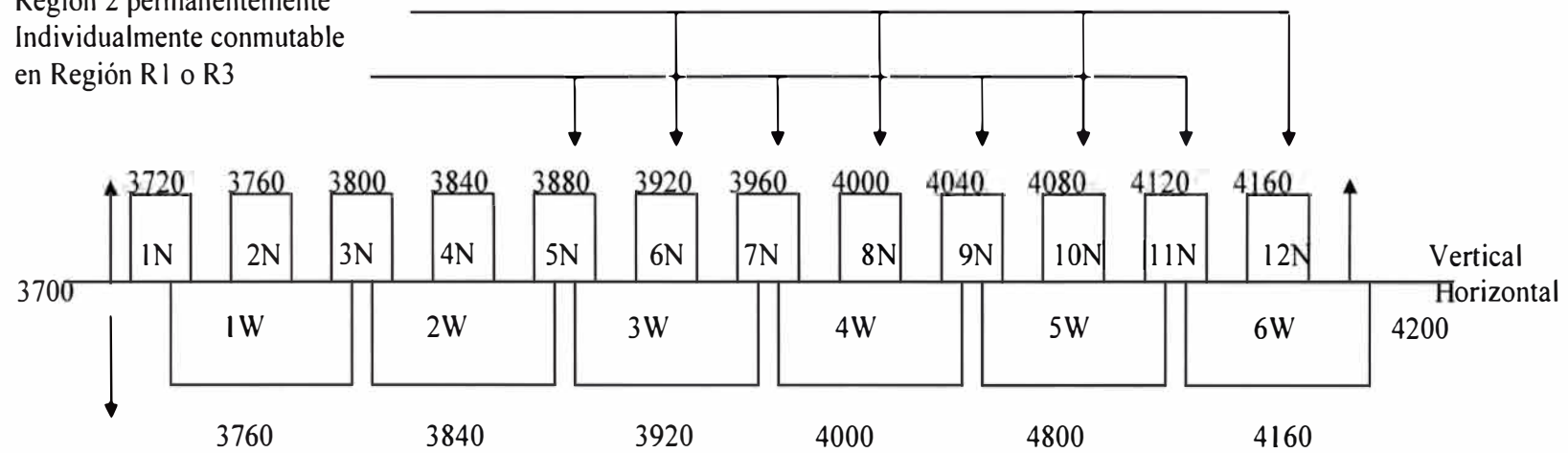


## Solidaridad 2

Enlace descendente Banda C

Bajada 3,7 a 4,2 Ghz

Región 2 permanentemente  
Individualmente conmutable  
en Región R1 o R3



## Parámetros de Operación del Sistema de Satélites Solidaridad

### Banda C Transpondedores Angostos

Servicio	SCPC	TV.D	TV.A	Teleaudición
<b>Parámetros de Operación</b>				
MIPBO (dB)	7.5	1.0	1.0	9.0
MOPBO (dB)	5.0	0.3	0.3	6.0
ATP (dB)	10.0	10.0	10.0	10.0
<b>Densidad de Interferencia</b>				
<b>Satélite Adyacente</b>				
Ascendente (dBW/Hz)	-110.0	-112.0	-112.0	-106.5
Descendente (dBW/Hz)	-15.0	-17.0	-17.0	-15.0
<b>Polarización Cruzada</b>				
Ascendente (dB/Hz)	-112.5	-116.0	-116.0	-112.5
Descendente (dB/Hz)	-107.5	-107.0	-107.0	-107.5
<b>Canales Adyacentes</b>				
Descendente (dB/Hz)	-110.0	-110.0	-110.0	-110.0
<b>Intermodulación</b>				
Ascendente (dB/Hz)	-106.0			-106.0
Descendente (dB/Hz)	-97.2			-94.8



### Banda C Transpondedores Amplios

Servicio	SCPC	SCPC/TV	TV/FDM	FDM
<b>Parámetros de Operación</b>				
MIPBO (dB)	7.5	3.8	2.9	4.2
MOPBO (dB)	5.0	2.3	2.0	2.5
ATP (dB)	10.0	10.0	10.0	10.0
<b>Densidad de Interferencia</b>				
<b>Satélite Adyacente</b>				
Ascendente (dBW/Hz)	-109.0	-117.0	-115.0	-115.0
Descendente (dBW/Hz)	-16.0	-18.0	-21.0	-21.0
<b>Polarización Cruzada</b>				
Ascendente (dB/Hz)	-110.0	-110.0	-110.0	-110.0
Descendente (dB/Hz)	-108.0	-109.0	-21.0	-115.0
<b>Canales Adyacentes</b>				
Descendente (dB/Hz)	-110.0	-110.0	-110.0	-110.0
<b>Intermodulación</b>				
Ascendente (dB/Hz)	-106.0	-106.0	-130.0	-130.0
Descendente (dB/Hz)	-100.7	-130.0	-130.0	-130.0

### Característica de la Banda Ku

El rango de frecuencias en Banda Ku es de 14.000 a 14.500 Ghz para el enlace ascendente y de 11.700 a 12.000 Ghz en el enlace descendente. Si se compara con los satélites Morelos, esta banda ha sido completamente rediseñada, teniendo un total de 16 transpondedores de 54 Mhz, 8 de los cuales reciben en polarización Vertical y los 8 restantes reciben en polarización Horizontal y cuentan con 4 amplificadores TWT de respaldo.

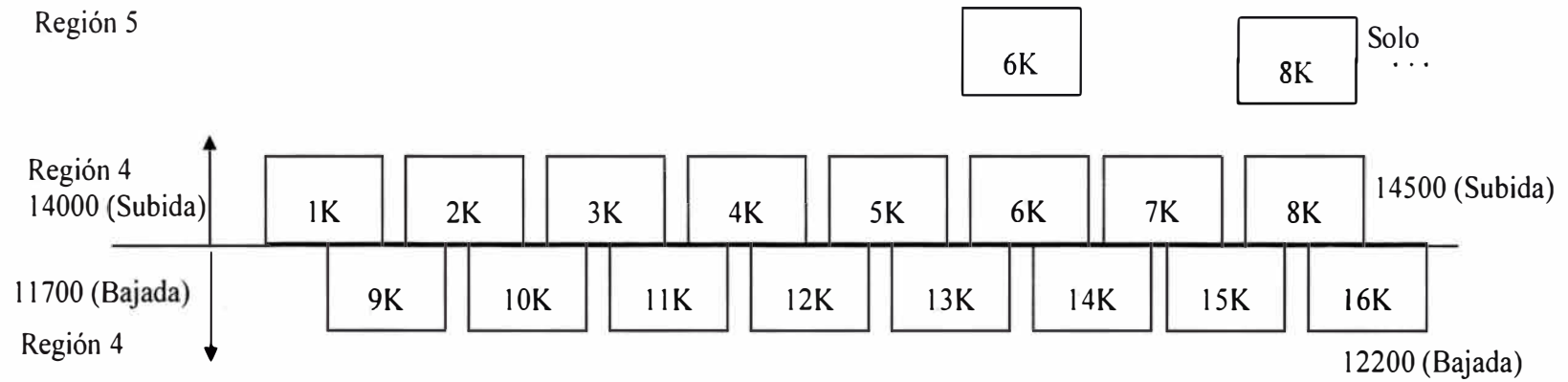
Todos los transpondedores tienen la capacidad de recibir y transmitir en la región R4

Los transpondedores 5K, 6K y 9K cuentan con linealizador que mejora el desempeño de los canales con multiportadoras.

# Plan de Frecuencias de Banda Ku

## Solidaridad

Enlace ascendente vertical y descendente horizontal



Plan de Frecuencias Banda Ku

Canal No	Frecuencia Central Descendente, Mhz	Frecuencia Central Ascendente Mhz
1	11730	14030
2	11791	14091
3	11852	14152
4	11913	14213
5	11974	14213
6	12035	14335
7	12096	14396
8	12157	14457
9	11743	14043
10	11804	14104
11	11865	14165
12	11926	14226
13	11987	14287
14	12048	14348
15	12109	14409
16	12170	14470

### Característica de la Banda L

El rango de frecuencias de la Banda L, asignada para los servicios móviles, es de 1525.0 a 1559.0 Mhz para el segmento Espacio - Tierra y de 1625.5 a 1660.5 Mhz para Tierra - Espacio.

El subsistema de comunicaciones en Banda L incorpora la tecnología más reciente en Banda Ku y L para maximizar su funcionamiento, eficiente y sobre todo la confiabilidad del sistema. El subsistema consiste de dos transpondedores separados, uno en Banda Ku/L y otro en Banda L/Ku, compartiendo una antena común Transmisor / Receptora en Banda L.

### Características de los transpondedores

Banda	Nº de TXP's	Ancho (Mhz)	Cobertura (Región)	Polarización		
				Enlace Ascendente	Enlace Descendente	TXP's
C	Sol -1 6 12	72 36	R1 R1, R2, R3	Vertical Horizontal	Horizontal Vertical	Todos Todos
	Sol-2 6 6 6	72 36 36	R1 R1 y R3 R2	Vertical Horizontal Horizontal	Horizontal Vertical Vertical	Todos Todos Todos
Ku	16	54	R4, R5	Vertical Horizontal	Horizontal Vertical	1K a 8K 9K a 16K
L	1	Sol -1 13.5	R6	Vertical (Ku)	Circular Derecha (L) Horizontal (Ku)	5K
		Sol - 2 13.0		Circular Derecha (L)		5K

### Conectividad entre Regiones

Banda	Enlace Ascendente (EA)	Enlace Descendente (DE)	TXP's
C	R1	R1	Solidaridad 1
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1N a 12N</li> <li>• !W a 6W</li> </ul>
	Solidaridad 1 R1 o R2 o R3 R2+R3	R2 R2	Solidaridad 2
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2N y 4N solo EA</li> <li>• 6N, 8N, 10N y 12N</li> <li>• 1N, 3N, 5N, 7N, 9N, 11N</li> <li>• 1W al 6W</li> </ul>
Solidaridad 2 R1 o R2 o R3 R2 +R3	R2 Permanente	6N, 8N, 10N y 12N 12N	
R1 o R2 o R3 R2+R3	R3 R3	2N, 4N, 6N, 8N, 10N, y 12N 12N	
R1 o R2 o R3 R2+R3	R3 R3	5N, 7N, 9N y 11N 11N	
Ku	R4	R4	1K a 16K
Ku	R4 R5 R5	R5 R4 R5	6K 6K y 8K 6K
L	R6	R6	1L

**ANEXO 2**

**FORMULARIO PARA EL CÁLCULO DE ENLACE  
VÍA SATÉLITE**



### Ancho de Banda

$$AB = V_{inf.} (FEC)^{-1} (FM) (1+ROLL OFF) \quad (\text{Khz})$$

FM = Factor de modulación, su valor depende de la modulación empleada

Si la modulación es BPSK FM = 1.0

Si la modulación es QPSK FM = 0.5

### Ganancia de Antena

$$G = 10 \text{ LOG } (\eta) + 20 \text{ Log } ((\Pi * F * d) / C)$$

Donde:  $\eta$  = Eficiencia

F = Frecuencia ( Ascendente o Descendente ) (Hz)

d = Diámetro de la antena (m.)

C = Velocidad de la luz (m/seg.)

$\Pi$  = Constante Pi

### Figura de Mérito (G/T)<sub>ET</sub>

$$(G/T) = G_{RX} - 10 \text{ Log } (T_s + \Delta T)$$

$$\Delta T = (1 - A \log (- \mu_{DES} / 10)) 275 \quad ^\circ K$$

Donde :  $T_s = T_{LNA} + T_{ANT}$

$T_{LNA}$  : Los valores promedios oscilan entre 90 y 150°K

$T_{ANT}$  : Los valores promedios oscilan entre 80 y 10 °K

$\mu_{DES}$  : Margen de lluvia

### Angulo de Acimut y Elevación

$$E = \text{Tan}^{-1} [(R - R_e(w) / (R_e \text{ Sen } (\text{Cos}^{-1} w))] - \text{Cos}^{-1} w]$$

Donde : R = Distancia Promedio del Centro de la Tierra al Satélite (42164.2 Km.)

$R_e$  = Radio Promedio de la Tierra (6378.155 Km. )

$w = \text{Cos Lat}_{E/T} (\text{Cos } [ \text{Long}_{SAT} - \text{Long}_{E/T} ] )$

$$A' = \text{Tan}^{-1} (\text{Tan } [ \text{Long}_{SAT} - \text{Long}_{E/T} ] / \text{Sen Lat}_{E/T})$$

Donde :  $\text{Long}_{SAT}$  = Longitud del Satélite

$\text{Long}_{E/T}$  = Longitud de E/T

$\text{Lat}_{E/T}$  = Latitud de E/T

### Hemisferio Norte

E/T al oeste del satélite :  $A = 180 - A'$

E/T al este del satélite :  $A = 180 + A'$

## Hemisferio Sur

E/T al oeste del satélite :  $A = A'$

E/T al este del satélite :  $A = 360 - A'$

## Distancia entre E/T y Satélite

$$D = \{ R^2 + Re^2 - (2Re ( R ) \text{ Sen } (E + \text{Sen}^{-1} [ (Re/R) \text{ Cos } E])) \}^{1/2}$$

## Relación Portadora a Densidad de Ruido Ascendente

$$(C/No)_{ASC} = \text{PIRE}_{E/T} + (G/T)_{SAT} - K - L_{SASC} - \mu_{ASC} - L\Delta_{ASC}$$

Donde :  $\text{PIRE}_{E/T}$  = Potencia Isotrópica radiada efectiva de E/T

$(G/T)_{SAT}$  = Característica del satélite

K = Constante del Boltzman = -228.6 (dBJ/°K)

$L_s$  = Perdidas en el espacio libre (ascendentes)

$$= 20 \log ((4 * \Pi * F * D) / C)$$

Siendo : F = Frecuencia ascendente (Hz)

D = Distancia entre E/T y satélite (m)

C = Velocidad de la luz (  $3 \text{ E } 8 \text{ m/seg}$  )

$\mu$  = Margen de atenuación por lluvia ascendente

$L\Delta$  = Perdidas misceláneas, es la sumatoria de las perdidas atmosféricas apuntamiento y de polarización su valor aproximado es de 1 dB

## Relación Portadora a Ruido Ascendente

$$(C/N)_{ASC} = (C/No)_{ASC} - 10 \text{ Log } (AB)$$

## Relación Portadora a Ruido Ascendente del Sistema

$$(C/N)_{ASC \text{ SIS}} = 10 \text{ Log } \left[ \frac{1}{A + B + C + D} \right]$$

Donde :

$$A = \frac{1}{A \log \left[ \frac{C/N}{10} \right]}$$

$$B = \frac{1}{A \log \left[ \frac{C/I}{10} \right]}$$

$$C = \frac{1}{A \log \left[ \frac{C/XPol}{10} \right]}$$

$$D = \frac{1}{A \log \left[ \frac{C/XSat \text{ Ady}}{10} \right]}$$

Donde :

C/I Intermodulación ascendente = - HPA INT - IPBO - 10 Log (AB)

C/X Polarización cruzada ascendente = -INT<sub>ASC</sub> CPOL - IPBO - 10Log (AB)

C/X Satélite adyacente ascendente = -INT<sub>ASC</sub> SADY - IPBO - 10Log (AB)

### IPBO de Portadora

$$IPBO_i = DFS - PIRE_{E/T} + Lp_{ASC} + ATP + LATM + \mu_{ASC}$$

$$\text{Donde : } Lp_{ASC} = 10\text{Log} (4 * \Pi * D^2)$$

### Relación Portadora a Densidad de Ruido Descendente

$$(C/No)_{DESC} = PIRE_{E/T} + (G/T)_{E/T} - K - Ls_{DESC} - \mu_{DESC} - L\Delta_{DESC}$$

$$\text{Donde : } PIRE_{SAT} = - DFS - ATP + IBO - Lp + PIRE_{E/T} - OBO + PIRE_{SATU}$$

Donde : Lp = Perdidas por dispersión

$$= 10\text{Log} (4 * \Pi * D^2)$$

Siendo: D = Distancia al satélite (m)

(G/T)<sub>E/T</sub> = Característica de la estación terrena

K = Constante del Boltzman = -228.6 (dBJ/°K)

Ls = Perdidas en el espacio libre (descendente)

$$= 20 \log ((4 * \Pi * F * D) / C)$$

Siendo : F = Frecuencia descendente (Hz)

D = Distancia entre E/T y satélite (m)

C = Velocidad de la luz ( 3 E 8 m/seg.)

$\mu$  = Margen de atenuación por lluvia descendente

L $\Delta$  = Perdidas misceláneas, es la sumatoria de las perdidas atmosféricas apuntamiento y de polarización su valor aproximado es de 1 dB

### Relación Portadora a Ruido Descendente

$$(C/N)_{DESC} = (C/No)_{DESC} - 10 \text{Log} (AB)$$

### Relación Portadora a Densidad de Ruido Descendente del Sistema

$$(C/N)_{DESC SI} = 10 \text{Log} \left[ \frac{1}{\frac{A}{10} + B + \frac{C}{10} + D} \right]$$

Donde :

$$A = \frac{1}{\frac{A \text{Log} [ \frac{C/N}{10} ]}{10}}$$

$$B = \frac{1}{\frac{A \text{Log} [ \frac{C/I}{10} ]}{10}}$$

$$C = \frac{1}{\frac{\text{Alog} [ \frac{C}{X\text{Pol}} ]}{10}}$$

$$D = \frac{1}{\frac{\text{Alog} [ \frac{C}{X\text{Sat Ady}} ]}{10}}$$

Donde :

C/I Intermodulación descendente = - SAT INT - OPBO - 10 Log (AB)

C/X Polarización cruzada descendente = -INT<sub>DESC</sub>CPOL - OPBO - 10Log (AB)

C/X Satélite adyacente descendente = PIRE<sub>SAT</sub> -(INT<sub>DESC</sub>SADY - G<sub>ANT RX</sub>) -10Log (AB)

### OPBO de Portadora

$$\text{OPBO} = \text{OBO} - \text{IBO} + \text{IPBO}$$

### Relación Portadora a Densidad de Ruido Total del Sistema

$$(C/N)_{\text{TOT SIS}} = 10 \text{ Log} \left[ \frac{1}{\frac{\text{Alog} [ \frac{(C/N)_{\text{ASC}} ]}{10}]} + \frac{1}{\frac{\text{Alog} [ \frac{(C/N)_{\text{DESC}} ]}{10}]} \right]$$

### Relación Portadora a Ruido Requerido

$$(C/N)_{\text{REQ}} = \text{Eb/No} + 10\text{Log}(\text{Vel inf}) - 10\text{Log}(\text{AB})$$

### Margen de Enlace

$$\text{ME} = (C/N)_{\text{T. SIST}} - (C/N)_{\text{REQ.}}$$

### Porcentaje de Potencia Consumida por la Portadora de Interés

$$\% \text{POT} = \left[ \frac{\text{Alog} ( \text{PIRE}_{\text{SAT}} - \text{PIRE}_{\text{SATU}} + \text{OBO} )}{10} \right] * 100$$

### Calculo de la Potencia del HPA

$$\text{POT}_{\text{HPA}} = \text{PIRE}_{\text{E/T}} - G_{\text{TX}} + L_{\text{HPA Y ANT}} + \text{OBO}_{\text{HPA}}$$

Nota :

No es recomendable que el valor del HPA quede justo en relación al valor calculado.

## Fórmulas

$$DFP = PIRE_{E/T} - P_{ESPLIB} - P_{ATM} + G_{1M2}$$

$$IPBO_i = DFS_{SATEL} + ATP - DFP$$

$$OPBO_i = IPBO_i - MIPBO + MOPBO$$

### Enlace Ascendente

$$C/I_o \text{ SATEL ADY} = -INT_{ASC} \text{ SATEL ADY} - IPBO_i$$

$$C/I_o \text{ CROSS POL} = -INT_{ASC} \text{ CROSS POL} - IPBO_i$$

$$C/I_o \text{ HPA INT} = -HPA \text{ INT} - IPBO_i$$

### Enlace Descendente

$$C/I_o \text{ SATEL ADY} = PIRE_{POR \text{ PORT}} - (INT_{DESC} \text{ SATEL ADY} - G_{RX})$$

$$C/I_o \text{ CROSS POL} = -INT_{DESC} \text{ CROSS POL} - OPBO_i$$

$$C/I_o \text{ CANAL ADY} = -INT_{DESC} \text{ CANAL ADY} - OPBO_i$$

$$C/I_o \text{ SAT INT} = -DENS \text{ DE INT SAT} - OPBO_i$$

$$G_{1M2} \left\{ \begin{array}{l} \text{Banda C} = 37.27 \\ \text{Banda Ku} = 44.52 \end{array} \right.$$

## Nomenclatura

IPBO <sub>i</sub>	= Back-Off de entrada por portadora
DFS <sub>SATEL</sub>	= Densidad de flujo de saturación del satélite
ATP	= Atenuador de posición
DFP	= Densidad de flujo por portadora
Ls	= Perdidas en el espacio libre
L <sub>ATMS</sub>	= Perdidas atmosféricas
G l m <sup>2</sup>	= Ganancia en un metro cuadrado
OPBO <sub>i</sub>	= Back-Off de salida por portadora
MIPBO	= Back-Off de entrada para multiportadoras
MOPBO	= Back-Off de salida para multiportadoras
C/Io SATEL ADY	= Densidad a ruido de Intermodulación de satélites adyacentes
C/Io Cross Pol	= Densidad a ruido de Intermodulación de polarización
C/Io HPA INT	= Densidad a ruido de Intermodulación del HPA
C/Io Canal Ady	= Densidad a ruido de Intermodulación canales adyacentes
C/Io SAT INT	= Densidad a ruido de Intermodulación del satélite
INT <sub>ASC</sub> Sat Ady	= Interferencia de satélites adyacentes ascendente
INT <sub>ASC</sub> Cross Pol	= Interferencia de polarización cruzada ascendente
HPA INT	= Intermodulación en el HPA
PIRE POR PORT	= PIRE por portadora
INT <sub>DESC</sub> CROSS POL	= Interferencia de polarización cruzada descendente
INT <sub>DESC</sub> CANAL ADY	= Interferencia de canales adyacentes descendente
DENS DE INT SAT	= Densidad de Intermodulación de satélite

**ANEXO 3**

**HUELLAS DE COBERTURA DE LA BANDA C DEL SATELITE SOLIDARIDAD 2  
PARA SUD AMERICA**

Fig. 37

Satélite Solidaridad 2  
Banda C Región 3  
Transmisión Vertical (TXP's Angostos)  
Ganancia Pico = 31.26

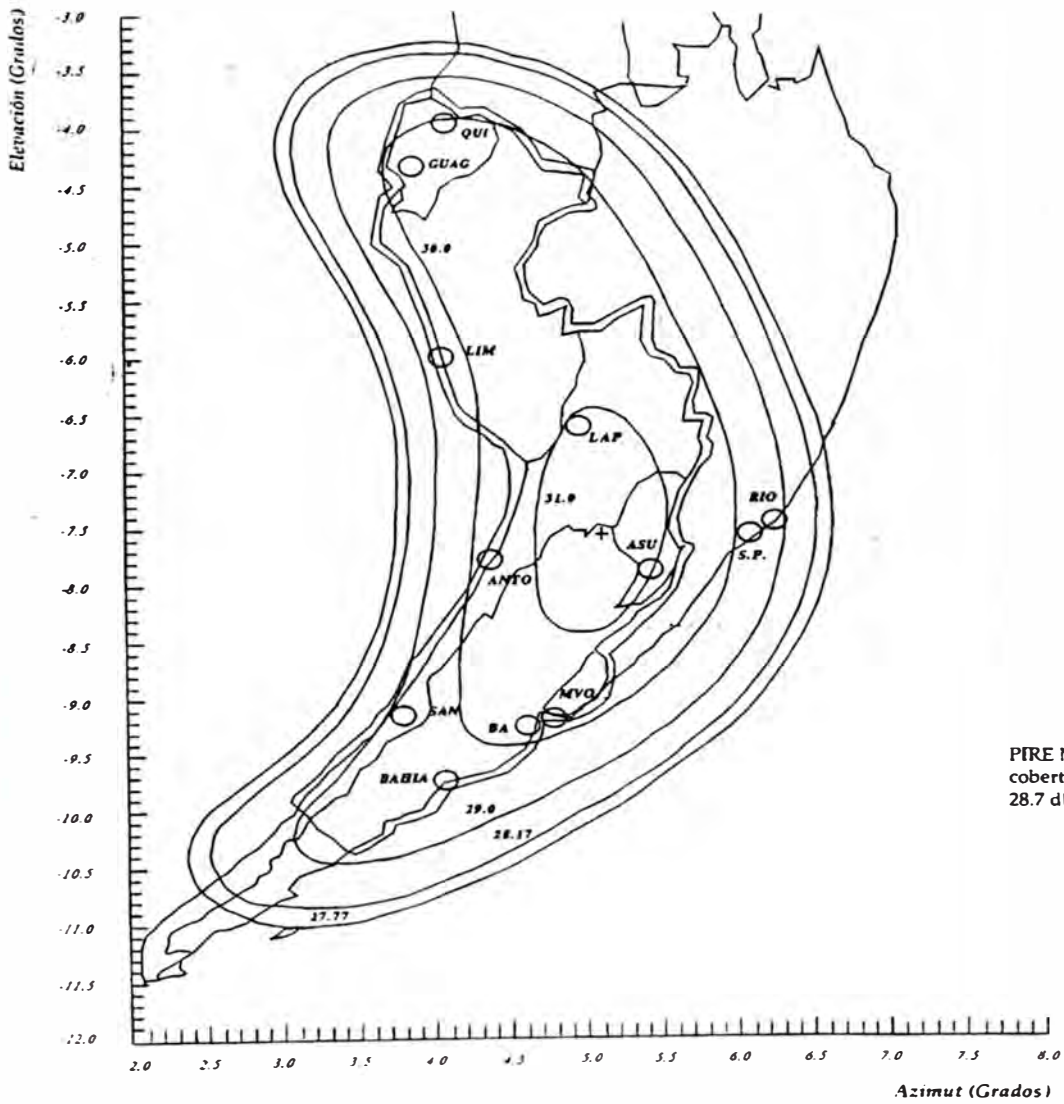
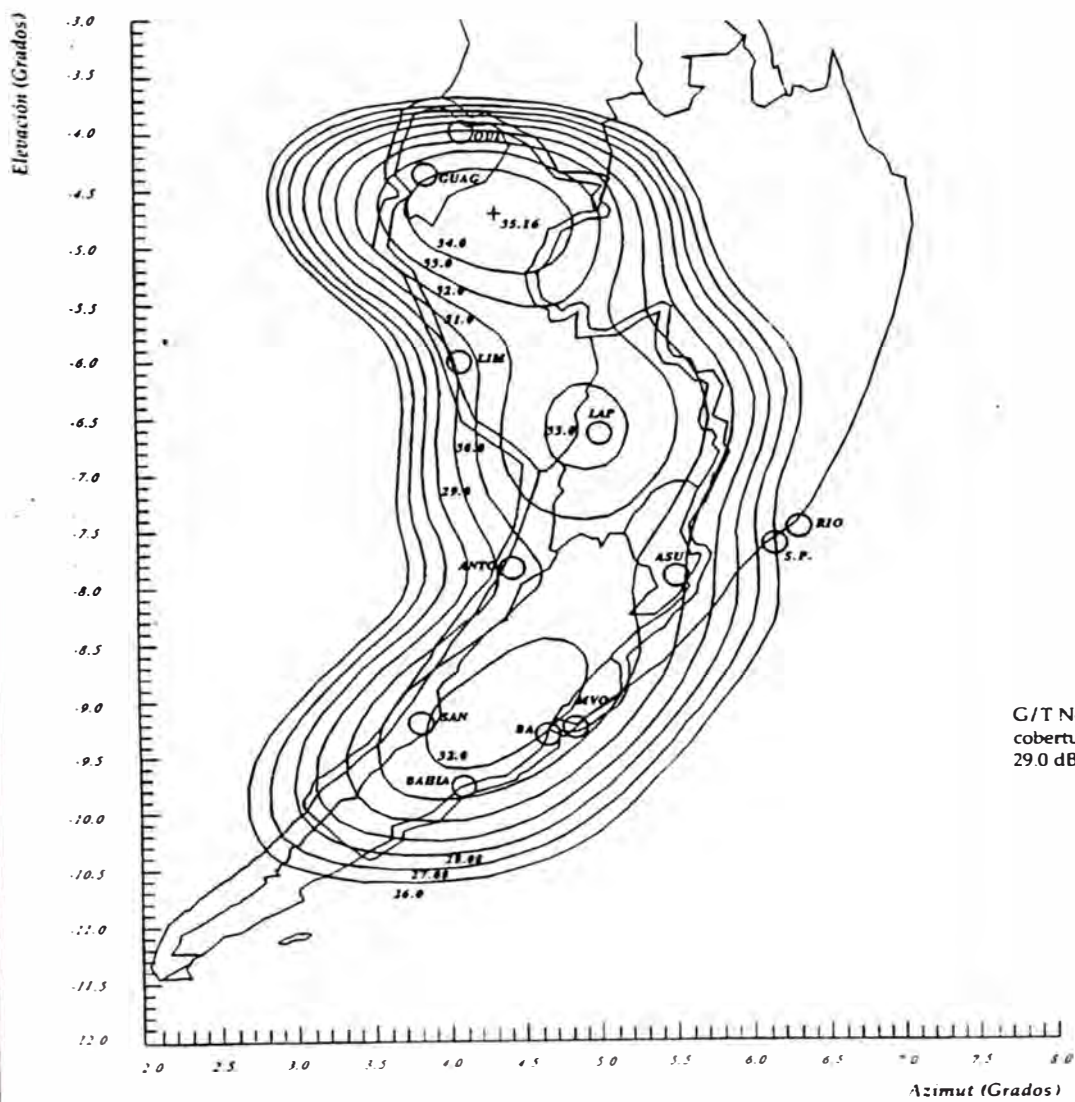




Fig. 38

Satélite Solidaridad 2  
 Banda C Región 3  
 Recepción Horizontal (FXP's Angostos)  
 Ganancia Pico = 35.16



SOLIDARIDAD 2 : 113.0° OESTE  
REGION 3

FEBRERO DE 1995					
BANDA:			C		
POLARIDAD:			TP'S ANGOSTOS HV		
LOCALIDADES:	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	PIRE dBW	G/T dB/K	DFS dBW/m <sup>2</sup>
ANTOFAGASTA, CHILE	23.39	70.20	39.12	3.00	-94.10
AREQUIPA, PERU	16.30	71.42	39.39	5.62	-96.18
ASUNCION, PARAGUAY	25.16	57.40	39.84	3.00	-94.10
BAHIA BLANCA, ARGENTINA	38.43	62.17	38.48	4.10	-95.20
BUENOS AIRES, ARGENTINA	34.36	58.27	38.98	4.80	-95.90
CORDOBA, ARGENTINA	31.25	64.19	39.31	5.47	-96.03
ENCARNACION, PARAGUAY	27.22	55.90	39.70	3.19	-93.75
GUAYAQUIL, ECUADOR	2.10	79.50	39.07	6.10	-97.20
IQUITOS, PERU	3.61	73.20	39.45	6.98	-97.54
LA PAZ, BOLIVIA	16.30	68.09	39.91	6.20	-97.30
LIMA, PERU	12.03	77.03	38.21	2.40	-93.50
MARISCAL, PARAGUAY	21.66	60.74	40.00	3.72	-94.28
MELO, URUGUAY	35.27	54.12	38.85	3.81	-94.37
MONTEVIDEO, URUGUAY	34.53	56.11	36.99	4.40	-95.50
PAITA, PERU	5.13	81.10	38.36	5.73	-96.29
PAYSANDU, URUGUAY	34.72	57.60	39.01	4.57	-95.13
PISAGUA, CHILE	19.44	70.00	39.53	5.09	-95.65
PUERTO CASADO, PARAGUAY	23.61	58.01	39.85	2.99	-93.55
QUITO, ECUADOR	0.13	78.30	38.79	2.90	-94.00
RECONQUISTA, ARGENTINA	28.88	59.53	39.79	4.44	-95.00
RIO DE JANEIRO, BRASIL	22.54	43.14	37.91	-3.20	-87.90
SALTA, ARGENTINA	24.72	65.45	39.94	4.16	-94.72
SAN IGNACIO, BOLIVIA	16.25	61.14	39.46	4.12	-94.68
SAN RAFAEL, ARGENTINA	34.44	68.66	38.33	4.97	-95.53
SANTIAGO DE CHILE, CHILE	33.25	70.50	38.04	4.50	-95.70
SAO PAULO, BRASIL	23.32	46.37	38.41	-1.50	-89.60
TARIJA, BOLIVIA	21.38	64.70	40.12	4.59	-95.15
VALLENARO, CHILE	29.00	70.80	38.32	3.43	-93.99
VILLA BELLA, BOLIVIA	10.27	65.77	39.21	3.52	-94.08
VILLA RICA, CHILE	38.88	72.67	37.73	1.76	-92.32

LOS VALORES MOSTRADOS SON CONSIDERANDO EL ATP 0 dB.

SOLIDARIDAD 2

REGION 3

32

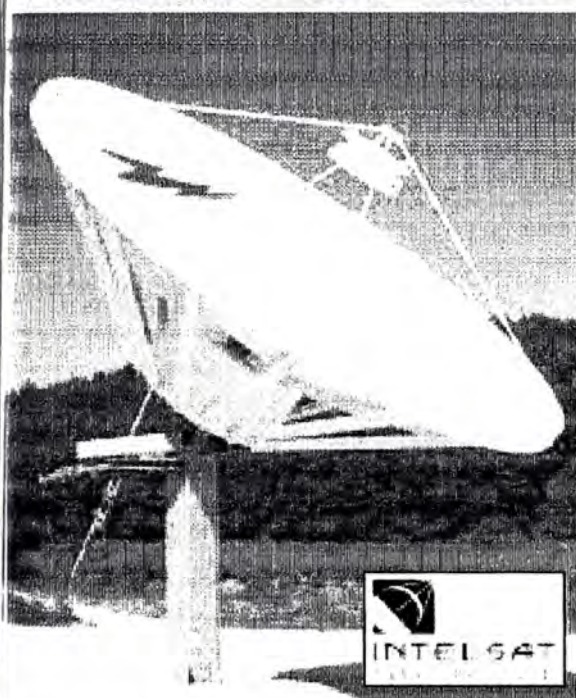
TP'S ANGOSTOS

## **ANEXO 4**

### **CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS PARABOLICAS**



# 4.6-Meter Dual-Reflector C-, Ku- or X-Band



\* C- and Ku-band versions are INTELSAT Type Approved

**X-Band option now available**

**INTELSAT F-1 Type Approved – Reference SP38-06**  
 Type Number: ES46( )-CCP2 Registration Number: IA015A00  
 Type Number: ES46( )-CCP2-24 Registration Number: IA015AA0  
 Type Number: ES46( )-CCP4 Registration Number: IA015B00  
 Type Number: ES46( )-CCP4-24 Registration Number: IA015BA0

**– Reference SP38-10**  
 Type Number: ES46( )-A124W Registration Number: IA021B00  
 Type Number: ES46( )-A124W-24 Registration Number: IA021BA0  
 Type Number: ES46( )-124W Registration Number: IA021A00  
 Type Number: ES46( )-124W-24 Registration Number: IA021AA0

**INTELSAT, Requirements for standard F-1, D-1 and G (C-band) and E-1 or E-2 (Ku-band).**

**EUTELSAT requirements for pattern and polarization discrimination.**

**U. S. FCC regulation 25.209, for mandatory pattern requirements for 2° satellite spacing (Ku-band).**

**Approved for use in the territory of Russia by the Ministry of Communications of the Russian Federation. (Reference: Homologation Certificate No. OC/1-AΦ-1).**

**Microprocessor or Steptrack Control Options Available for Motorized Antennas.**

**A 48 inch (1219 mm) Diameter by 24 inch (610 mm) Deep Equipment Enclosure with Doors for Hub Mounting of LNA Systems.**

**C-Band Feed System is Field Switchable from Circular to Linear Polarization.**

**Self-Aligning Main Reflector Requires No Field Alignment.**

**High Performance Dual-Reflector Feed System.** The Andrew 4.6-meter earth station antenna incorporates a uniquely formed dual-reflector Gregorian system, coupled with close-tolerance manufacturing techniques, resulting in extremely accurate surface contours and providing superior electrical performance characteristics.

**Economical Shipping Costs.** The segmented aluminum reflector panels are precisely cut from a single piece, precision spun reflector to minimize shipping costs.

**Horizon-To-Horizon Coverage.** The elevation-over-azimuth pedestal ground mount enables horizon-to-horizon coverage from virtually any worldwide location.

**Non-Critical Pedestal Mount Installation.** The easily installed pedestal mount allows from non-critical foundation orientation and is capable of 180° of azimuth

travel via three 120° continuous ranges with 30° overlap. Elevation travel is continuous from 0 to 90°.

**Manual Or Motorizable Mount Configurations.** Multiple mount configurations provide a wide variety of options to enable custom system designs to meet initial and future optional requirements.

**Motorizable Mount Enables Future Motorized Operation.** The motorizable pedestal mount features self-aligning bearings for the elevation pivots, resulting in “zero” backlash and the ability to upgrade the antenna for motorized operation, including steptracking or program-tracking applications.

**Minimal Field Testing.** These antennas can be deployed in the field with minimal testing of G/T to become fully certified as an INTELSAT standard E-2, E-1, or F-1 station. Coordination with the local signatory is required on INTELSAT Type Accepted antennas.



Customer Service Center - Call toll-free from: • U.S.A., Canada and Mexico 1-800-255-1479 • U.K. 0800-250055  
 • Republic of Ireland 1-800-535358 • Australia 1800-803 219 • New Zealand 0800-441-747

## Electrical

### Operating Frequency Band\*

<b>C-Band Receive</b>	3.625-4.2 GHz
<b>C-Band Transmit</b>	5.850-6.425 GHz
<b>Ku-Band Receive</b>	10.95-12.75 GHz
<b>Ku-Band Transmit</b>	14.0-14.5 GHz
<b>X-Band Receive</b>	7.25-7.75 GHz
<b>X-Band Transmit</b>	7.90-8.40 GHz

### Gain\*, at circular waveguide flange of feed. (dBi, ±0.2dB)

Rx Frequency	Rx Gain	Tx Frequency	Tx Gain
3.625 GHz	43.2	5.850 GHz	48.0
4.000 GHz	44.3	6.175 GHz	48.4
4.200 GHz	44.8	6.425 GHz	48.8
7.250 GHz	49.7	7.90 GHz	50.2
7.500 GHz	49.9	8.15 GHz	50.4
7.750 GHz	50.1	8.40 GHz	50.6
10.950 GHz	53.0	14.00 GHz	55.0
11.950 GHz	53.8	14.25 GHz	55.1
12.750 GHz	54.3	14.50 GHz	55.2

### Polarization\*

Circular, switchable to linear in the field (C-Band)  
Linear (Ku-Band)

### Polarization Discrimination\*, (Linearly-Polarized):

>35 dB across 1 dB beamwidth - (C- or Ku-Band)

### Voltage Axial Ratio\*, C-Band, circularly-polarized with 4-port combiner

<1.06:1 on axis  
X-Band, <1.20:1 on axis, Tx and Rx

Beamwidth, Mid-band, Degrees	C-Band	Ku-Band	X-Band
<b>3 dB Receive (Transmit)</b>	0.92 (0.63)	0.34 (0.29)	0.51 (0.47)
<b>15 dB Receive (Transmit)</b>	1.82 (1.21)	0.67 (0.54)	1.01 (0.93)

### Antenna Noise Temperature\* - under clear sky conditions, at 68°F (20°C), at the circular waveguide flange of the feed.

Elevation	Kelvin (C-Band)	Kelvin (Ku-Band)	Kelvin (X-Band)
10°	32	42	37
30°	27	32	27
50°	25	29	24

### Antenna VSWR\*, Transmit and Receive <1.25:1

\* Actual antenna specifications are amended by the choice of feed/combiner options. For further feed/combiner option information, ask for Andrew Bulletin 1669 (C-Band), Bulletin 1670 (Ku-Band) and Bulletin 3653A (X-Band).

## Typical Slab Foundation Information

<b>Soil Bearing Capacity</b>	3000 lb/ft <sup>2</sup> (14.646 kg/m <sup>2</sup> )
<b>Reinforcing Steel</b>	284 lb (129 kg)
<b>Concrete Compressive Strength</b>	3000 lb/in <sup>2</sup> (211 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Foundation Size:</b>	
<b>Length</b>	10.0 ft (3.05 m)
<b>Width</b>	10.0 ft (3.05 m)
<b>Depth</b>	1.5 ft (0.5 m)
<b>Concrete Volume</b>	5.56 yd <sup>3</sup> (4.25 m <sup>3</sup> )

Note: Other typical foundation designs are available.

## G/T Performance\* (C-Band)

<b>LNA/LNB Noise Temperature</b>	65K	45K	30K
<b>ES46 G/T at 10° EL (dB/K)</b>	23.3	24.1	24.7

\* Based on a 2-port, linearly-polarized antenna configuration at 4 GHz and at 10° elevation under clear sky conditions.

## G/T Performance\* (Ku-Band)

<b>LNA/LNB Noise Temperature</b>	165K	125K	90K
<b>ES46 G/T at 10° EL (dB/K)</b>	30.2	31.1	32.0

\* Based on a 2-port, linearly-polarized antenna configuration at 12 GHz and at 10° elevation under clear sky conditions.

## G/T Performance\* (X-Band)

<b>LNA/LNB Noise Temperature</b>	50K	75K	100K
<b>ES46 G/T at 10° EL (dB/K)</b>	29.7	28.7	27.9

\* Based on a 2-port, linearly-polarized antenna configuration at 7.50 GHz and at 10° elevation under clear sky conditions.

## Mechanical

<b>Feed Type</b>	Dual-Reflector, Gregorian
<b>Reflector Material</b>	Precision-Formed Aluminum
<b>Reflector Segments</b>	8
<b>Mount Type</b>	EI over AZ, Pedestal

### Antenna Pointing Range, Coarse/(Continuous)

<b>Elevation</b>	0-90° (90°)
<b>Azimuth</b>	180° (120°)
<b>Polarization</b>	180° (180°)

### Hub/Enclosure Dimensions

<b>Diameter</b>	48 in (1.22 m)
<b>Depth</b>	24 in (0.61 m)

### Wind Loading, Survival

125 mph (200 km/h) in any position of operation

### Wind Loading, Operational

(motor drives) 45 mph (72 km/h), gusting to 65 mph (105 km/h)

### Temperature, Operational

-40° to 125°F (-40° to 52°C)

### Rain

4 in (102 mm) per hour

### Solar Radiation

360 BTU/hr/ft<sup>2</sup> (1135 Watts/m<sup>2</sup>)

### Relative Humidity

100%

### Shock and Vibration

As encountered by commercial air, rail and truck shipment

### Atmospheric Conditions

Moderate coastal/industrial areas. Severe conditions require additional protection.

*The 4.6 m antenna motorized version can be equipped with manual struts or jackscrews which can be upgraded to motorized operation with the addition of optional motorization drive packages. The drive speed characteristics of these motor drive systems are summarized below:*

## Motor Drive Speed Summary

Drive System Type	High	Speed Summary Medium	Low
<b>HS</b>	Fast	Slow	-
<b>MS</b>	-	Fast	Slow
<b>STHS</b>	Fast	-	Slow

Note: All motorization drive packages are comprised of dual-speed motors, yielding a "fast" and "slow" speed for each speed range per the above chart. All 50 Hz motor drive speeds are approximately .83 the speed of the 60 Hz motor.

**For antenna series: ES46MPJ- equipped with the MK5HS- series drive systems with 60 Hz motors.**

### Nominal Speed, (degrees/second)

<b>Elevation, Slow/Fast</b>	0.22°/1.03°
<b>Azimuth, Slow/Fast</b>	0.37°/1.6°
<b>Polarization</b>	1.5°

**For antenna series: ES46MPJ- equipped with the MK5MS- series drive systems with 60 Hz motors.**

### Nominal Speed, (degrees/second)

<b>Elevation, Slow/Fast</b>	0.015°/0.065°
<b>Azimuth, Slow/Fast</b>	0.025°/0.1°
<b>Polarization</b>	1.5°

**For antenna series: ES46MPJ- equipped with the MK5STHS- series drive systems with 60 Hz motors.**

### Nominal Speed, (degrees/second)

<b>Elevation, Slow/Fast</b>	0.014°/0.98°
<b>Azimuth, Slow/Fast</b>	0.023°/1.5°
<b>Polarization</b>	1.5°

## Uplink EIRP Capability\* (C-Band)

<b>HPA Output (Watts)</b>	50	300	1000
<b>Uplink EIRP (dBW)</b>	65.0	72.8	78.0

\* Based on a 2-port antenna configuration at 6.175 GHz and 0 dB allowance for waveguide (IFL) loss between the HPA and the antenna.

## Uplink EIRP Capability\* (Ku-Band) and X-Band

<b>HPA Output (Watts)</b>	(50) 25	(300) 100	(600) 400
<b>Uplink EIRP (dBW)</b>	(72.0) 64.2	(79.8) 70.2	(82.8) 76.2

\* Based on a 2-port antenna configuration at 14.25 GHz and 0 dB allowance for waveguide (IFL) loss between the HPA and the antenna.

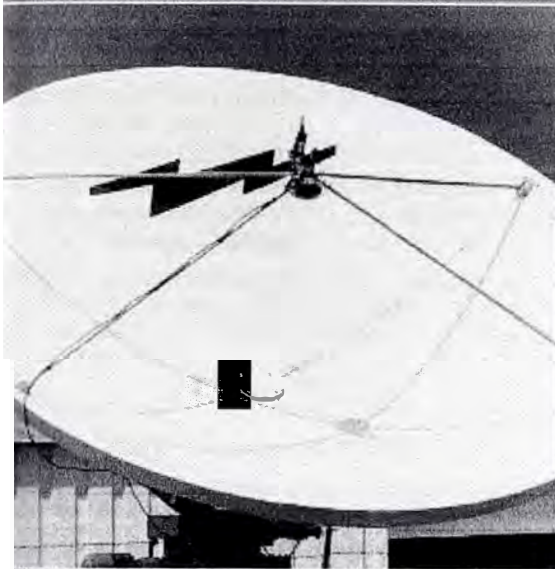


Customer Service Center - Call toll-free from:  
• Republic of Ireland 1-800-535358

• U.S.A., Canada and Mexico 1-800-255-1479 • U.K. 0800-250055  
• Australia 1800-803 219 • New Zealand 0800-441-747



## 3.6-Meter Prime Focus C- and/or Ku-Band



### Electrical Performance Meets or Exceeds:

- EUTELSAT CCIR 580-2.
- INTELSAT requirements for standard G stations.

### Excellence Pattern Characteristic

Patented Prime Focus Optics and Parabolic Main Reflector Provides Excellent Pattern Characteristics and High Gain.

### Multi-Band Capability

Excellent Cross-Polarization Discrimination Performance Required by EUTELSAT Applications.

### Control Options

Optional System Remote Control Capability.

### Wind Survival

Rugged Aluminum and Steel Construction Provides 125 mph (200 km/h) Wind Survival, in any Position of Operation.

### No Field Alignment

Self-Aligning Main Reflector Requires No Field Alignment.

### Easy Installation

Installation Without a Crane Using Optional Hoisting Kit.

**Variety of Applications.** The Andrew 3.6-meter earth station antennas are designed for high-density data and voice telecommunication networks as well as broadcast applications.

**Utilized Throughout The World.** These high performance antennas are currently utilized for a wide variety of telecommunication applications in countries throughout the world.

**Patented Prime Focus Feed System.** The exclusively designed 2- or 4-port prime focus, beam-shaping feed and ground plane configuration, together with a precision spun aluminum reflector, produce extremely high gain, excellent efficiency and closely controlled pattern characteristics.

**Easy/Accurate Assembly.** All required installation mounting holes are pre-drilled before the reflector spinning is segmented to ensure the assembled reflector will maintain the original surface contour.

**Multiple Band Operation.** Exceptional performance and versatility enables the antenna to be configured for either C-Band, Ku-Band or Hybrid C-/Ku-Band feed/combining networks for linearly- or circularly-polarized system operation.

**Galvanized Ground Mount Assembly.** The hot-dipped galvanized steel ground mount assembly ensures extended product life while use of galvanized and stainless steel hardware throughout the antenna structure maximizes corrosion resistance.

**Horizon-To-Horizon Coverage.** The elevation-over-azimuth pedestal ground mount enables horizon-to-horizon coverage from virtually any worldwide location.

**Two-Piece Reflector.** Two-piece reflectors are cut from a single-piece precision spun aluminum reflector assembly resulting in extremely accurate surface contour after assembly without special reflector alignment.

## Electrical

### Operating Frequency Band\*

<b>C-Band Receive</b>	3.625-4.2 GHz
<b>C-Band Transmit</b>	5.850-6.425 GHz
<b>Ku-Band Receive</b>	10.95-12.75 GHz
<b>Ku-Band Transmit</b>	14.0-14.5 GHz

### Gain\*, at circular waveguide flange of feed. (dBi, ±0.2dB)

Rx Frequency	Rx Gain	Tx Frequency	Tx Gain
3.625 GHz	41.1	5.850 GHz	44.0
4.000 GHz	42.0	6.175 GHz	44.5
4.200 GHz	42.4	6.425 GHz	44.8
10.950 GHz	49.9	14.00 GHz	51.8
11.950 GHz	50.7	14.25 GHz	52.0
12.750 GHz	51.2	14.50 GHz	52.1

### Polarization\*

Linearly- or Circularly-Polarized

### Polarization Discrimination\*, (Linearly-Polarized):

>35 dB on axis

### Voltage Axial Ratio\*, C-Band, circularly-polarized with 2-port combiner

<1.09:1 on axis, Tx

<1.20:1 on axis, Rx

### Beamwidth, Mid-band, Degrees

	C-Band	Ku-Band
<b>3 dB Receive (Transmit)</b>	1.40 (0.89)	0.46 (0.39)
<b>15 dB Receive (Transmit)</b>	3.12 (2.00)	1.03 (0.87)

### Antenna Noise Temperature\* - under clear sky conditions, at 68°F (20°C), at the circular waveguide flange of the feed.

Elevation	Kelvin (C-Band)	Kelvin (Ku-Band)
10°	35	48
30°	22	33
50°	18	30

### Antenna VSWR\*, Transmit and Receive <1.3:1

\* Actual antenna specifications are amended by the choice of feed/combiner options. For further feed/combiner option information, ask for Andrew Bulletin 1675.

## Manual Slab Foundation Information

<b>Soil Bearing Capacity</b>	3000 lb/ft <sup>2</sup> (14,646 kg/m <sup>2</sup> )
<b>Reinforcing Steel</b>	194 lb (88 kg)
<b>Concrete Compressive Strength</b>	3000 lb/in <sup>2</sup> (211 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Foundation Size:</b>	
<b>Length</b>	9.0 ft (2.74 m)
<b>Width</b>	9.0 ft (2.74 m)
<b>Depth</b>	1.0 ft (0.3 m)
<b>Concrete Volume</b>	3.0 yd <sup>3</sup> (2.3 m <sup>3</sup> )

Note: Other typical foundation designs are available.

## G/T Performance\* (C-Band)

<b>LNA/LNB Noise Temperature</b>	65K	45K	30K
<b>ES36 G/T at 10° EL (dB/K)</b>	21.3	22.1	22.9

\* Based on a 2-port, linearly-polarized antenna configuration at 4 GHz and at 10° elevation under clear sky conditions.

## G/T Performance\* (Ku-Band)

<b>LNA/LNB Noise Temperature</b>	165K	125K	90K
<b>ES36 G/T at 10° EL (dB/K)</b>	27.1	28.0	28.9

\* Based on a 2-port, linearly-polarized antenna configuration at 12 GHz and at 10° elevation under clear sky conditions.

## Uplink EIRP Capability\* (C-Band)

<b>HPA Output (Watts)</b>	25	125	500
<b>Uplink EIRP (dBW)</b>	58.3	65.3	71.3

\* Based on a 2-port antenna configuration at 6.175 GHz and 0 dB allowance for waveguide (IFL) loss between the HPA and the antenna.

U.K. 0800-250055    Republic of Ireland 1-800-535358    Australia 008-803 219

## Mechanical

<b>Feed Type - (C-Band)</b>	Prime Focus
<b>Feed Type - (Ku-Band)</b>	Prime Focus
<b>Reflector Material</b>	Precision-Formed Aluminum
<b>Reflector Segments</b>	2
<b>Mount Type</b>	EI over AZ, Pedestal

### Antenna Pointing Range, Coarse/(Continuous)

<b>Elevation</b>	0-90° (90°)
<b>Azimuth</b>	180° (120°)

### Wind Loading, Survival (standard)

125 mph (200 km/h) in any position of operation

### Wind Loading, Survival (high-wind)

135 mph (217 km/h) in any position of operation

### Wind Loading, Operational (motor drives)

45 mph (72 km/h), gusting to 65 mph (105 km/h)

### Temperature, Operational

-40° to 125, °F (-40° to 52°C)

### Rain

4 in (102 mm) per hour

### Solar Radiation

360 BTU/hr/ft<sup>2</sup> (1135 Watts/m<sup>2</sup>)

### Relative Humidity

100%

### Shock and Vibration

As encountered by commercial air, rail and truck shipment

### Atmospheric Conditions

Moderate coastal/industrial areas. Severe conditions require additional protection.

## Motor Drive Speed Summary

Drive System Type	Speed Summary		
	High	Medium	Low
<b>HS</b>	Fast	Slow	-
<b>MS</b>	-	Fast	Slow
<b>STHS</b>	Fast	-	Slow

Note: All Az/EI motorization drive packages are comprised of dual-speed motors, yielding a "fast" and "slow" speed for each speed range per the above chart. All 50 Hz motor drive speeds are approximately .83 the speed of the 60 Hz motor.

**For antenna series: ES36-** equipped with the ES36MP or ES36MPJ series motor drive system with 60 Hz motors.

### Nominal Speed, (degrees/second)

<b>Elevation, Slow/Fast</b>	0.22°/1.03°
<b>Azimuth, Slow/Fast</b>	0.37°/1.6°
<b>Polarization</b>	1.5°

**For antenna series: ES36-** equipped with the MK5MS- series motor drive system with 60 Hz motors.

### Nominal Speed, (degrees/second)

<b>Elevation, Slow/Fast</b>	0.015°/0.065°
<b>Azimuth, Slow/Fast</b>	0.025°/0.1°
<b>Polarization</b>	1.5°

**For antenna series: ES36-** equipped with the MK5STHS- series motor drive system with 60 Hz motors.

### Nominal Speed, (degrees/second)

<b>Elevation, Slow/Fast</b>	0.014°/0.98°
<b>Azimuth, Slow/Fast</b>	0.023°/1.5°
<b>Polarization</b>	1.5°

## Uplink EIRP Capability\* (Ku-Band)

<b>HPA Output (Watts)</b>	16	125	500
<b>Uplink EIRP (dBW)</b>	63.9	72.8	78.8

\* Based on a 2-port antenna configuration at 14.25 GHz and 0 dB allowance for waveguide (IFL) loss between the HPA and the antenna.



## ELECTRICAL


		C-Band		Ku-Band
		Linear	Circular	
Antenna Size		2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)
Operating Frequency	Receive	3.625 - 4.2 GHz	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
	Transmit	5.850 - 6.425 GHz	5.850 - 6.425 GHz	14.0 - 14.5 GHz
Midband Gain ( $\pm .2$ dB)	Receive	38 dBi	38 dBi	47.6 dBi
	Transmit	42.0 dBi	42.0 dBi	49.2 dBi
Antenna Noise Temperature				
	10° elevation	52° K	30° K	42° K
	20° elevation	46° K	23° K	32° K
	30° elevation	45° K	20° K	28° K
	40° elevation	44° K	19° K	27° K
Cross-Pol Isolation (Linear)		>30 dB (on axis)	N/A	>30 dB (on axis)
Axial Ratio (Circular)	Receive	N/A	2.28	N/A
	Transmit	N/A	1.94	N/A
Sidelobe Envelope, Co-Pol				
	100 $\lambda$ /D $\theta \leq 20^\circ$	29-25 Log $\theta$ dBi	29-25 Log $\theta$ dBi	29-25 Log $\theta$ dBi
	20° < $\theta \leq 26.3^\circ$	-3.5 dBi	-3.5 dBi	-3.5 dBi
	26.3° < $\theta \leq 48^\circ$	32-25 Log $\theta$ dBi	32-25 Log $\theta$ dBi	32-25 Log $\theta$ dBi
	$\theta > 48^\circ$	-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)
VSWR		1.3:1 Max.	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.
Feed Interface	Receive	CPR 229 F	CPR 229 F	WR 75
	Transmit	CPR 137 or Type N	CPR 137 or Type N	WR 75 or Direct Radio Mounting

## MECHANICAL

Reflector Material	Glass Fiber Reinforced Polyester LPMC
Antenna Optics	Prime Focus, Offset Feed, Two-Piece Divided Along Major Axis
Mount Type	Elevation over Azimuth
Elevation Adjustment Range	5° to 90°, Continuous Fine Adjustment
Azimuth Adjustment Range	360 Continuous, $\pm 45^\circ$ Fine Adjustment
Mast Pipe Size	6" SCH 40 Pipe (6.63" OD) 16.83 cm.

## ENVIRONMENTAL PERFORMANCE

Wind Loading	Operational	50 mph (80km/h)
	Survival	125 mph (201km/h)
Temperature	Operational	-40° to 140° F (-40° to 60° C)
	Survival	-50° to 160° F (-46° to 71° C)
Rain	Operational	1/2" /hr
	Survival	2" /hr
Ice	Operational	-----
	Survival	1/2" radial
Atmospheric Conditions	Salt, Pollutants and Contaminants as Encountered in Coastal and Industrial Areas	
Solar Radiation	360 BTU/h/ft <sup>2</sup>	
Shipping Specifications	385 lbs. (174 kg.)	


 Prodelin Corporation  
 PO Box 368  
 1700 NE Cable Drive  
 Conover NC 28613 USA  
 Phone 704/464-4141  
 Fax 704/466-0860  
 Home Page: <http://www.prodelin.com>



**ANEXO 5**  
**GRAFICAS DE Eb/No**

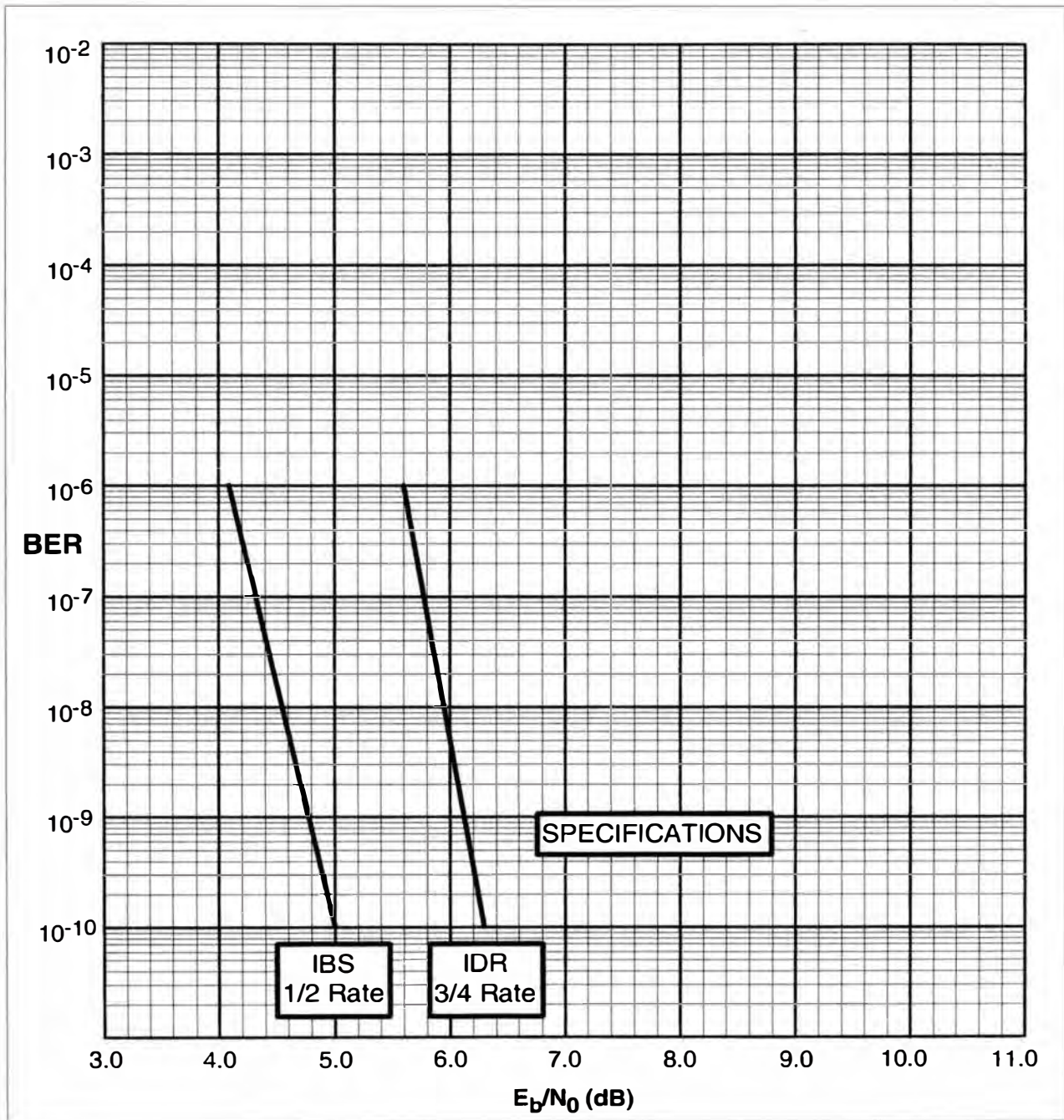


Figure 1-5. Reed-Solomon BER Performance Curves

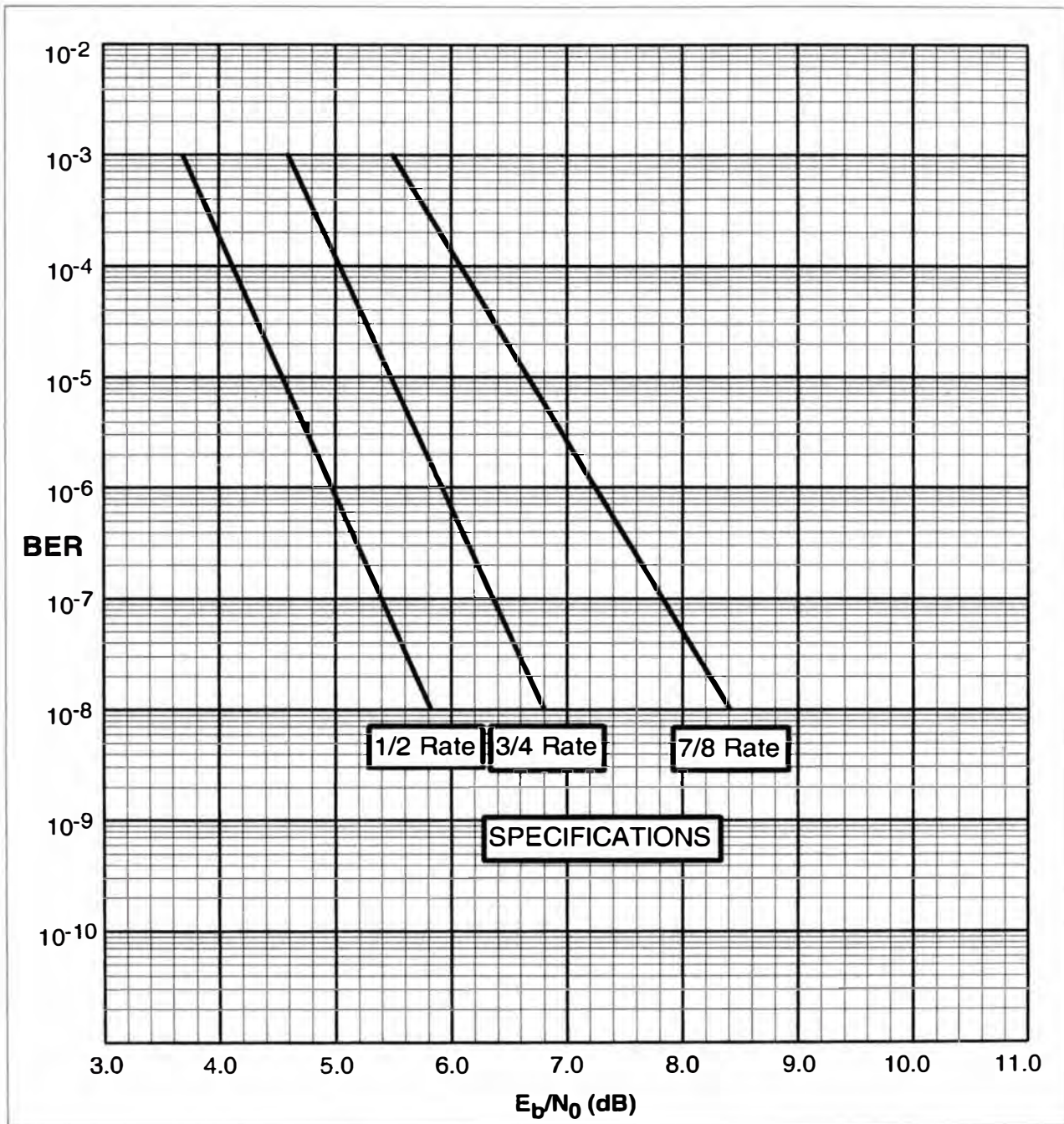


Figure 1-6. Sequential BER Performance Curves (56 kbit/s)

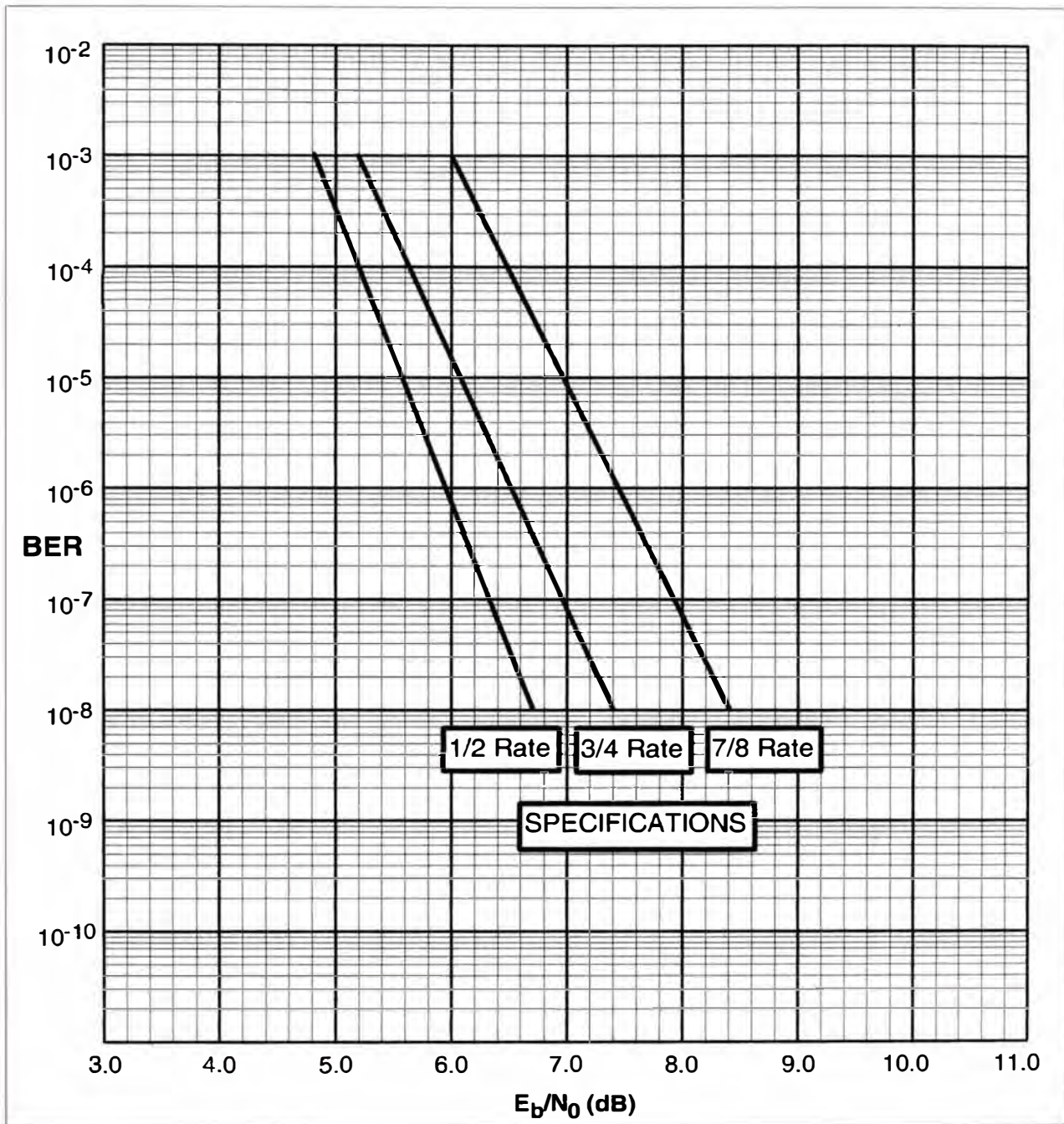
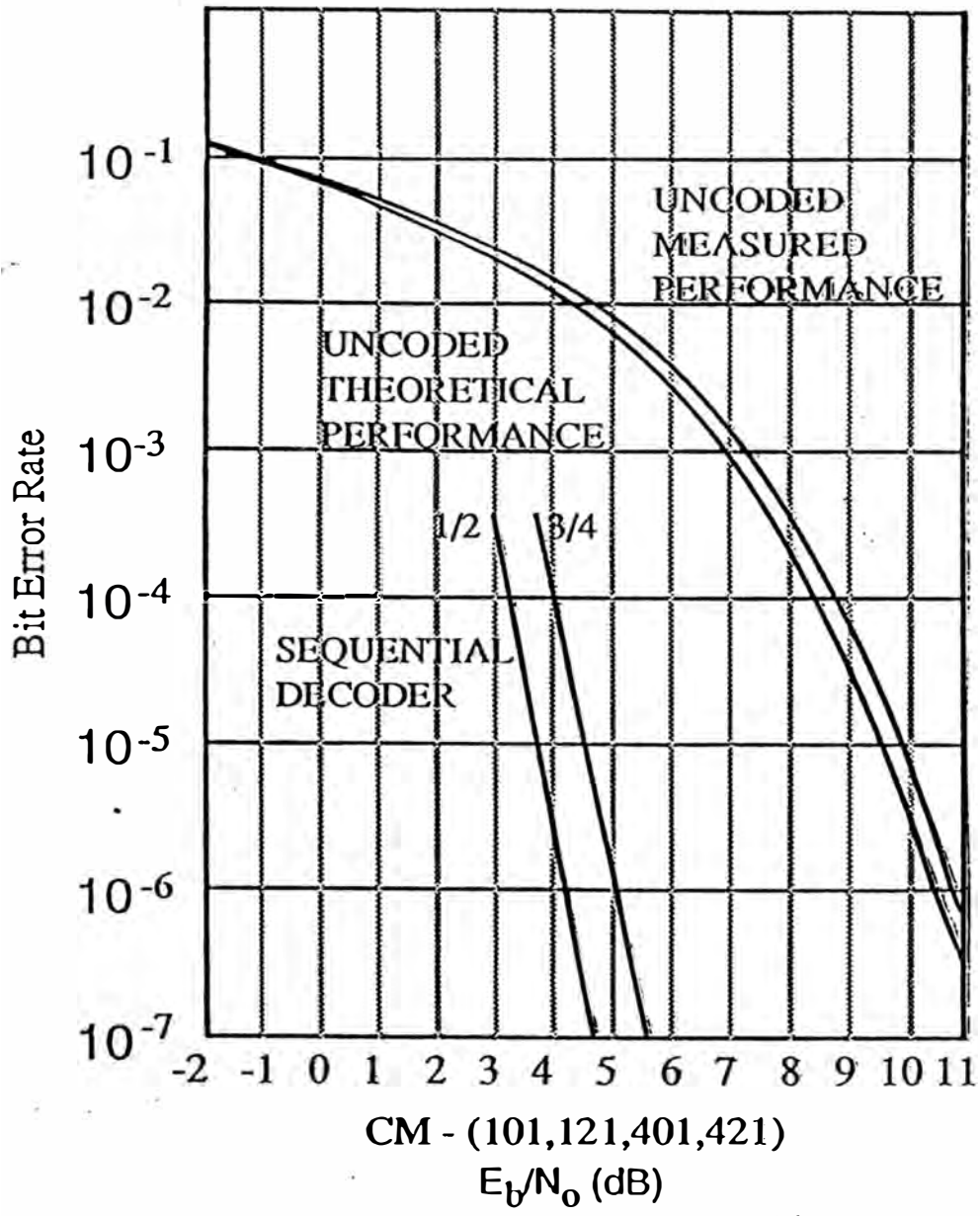
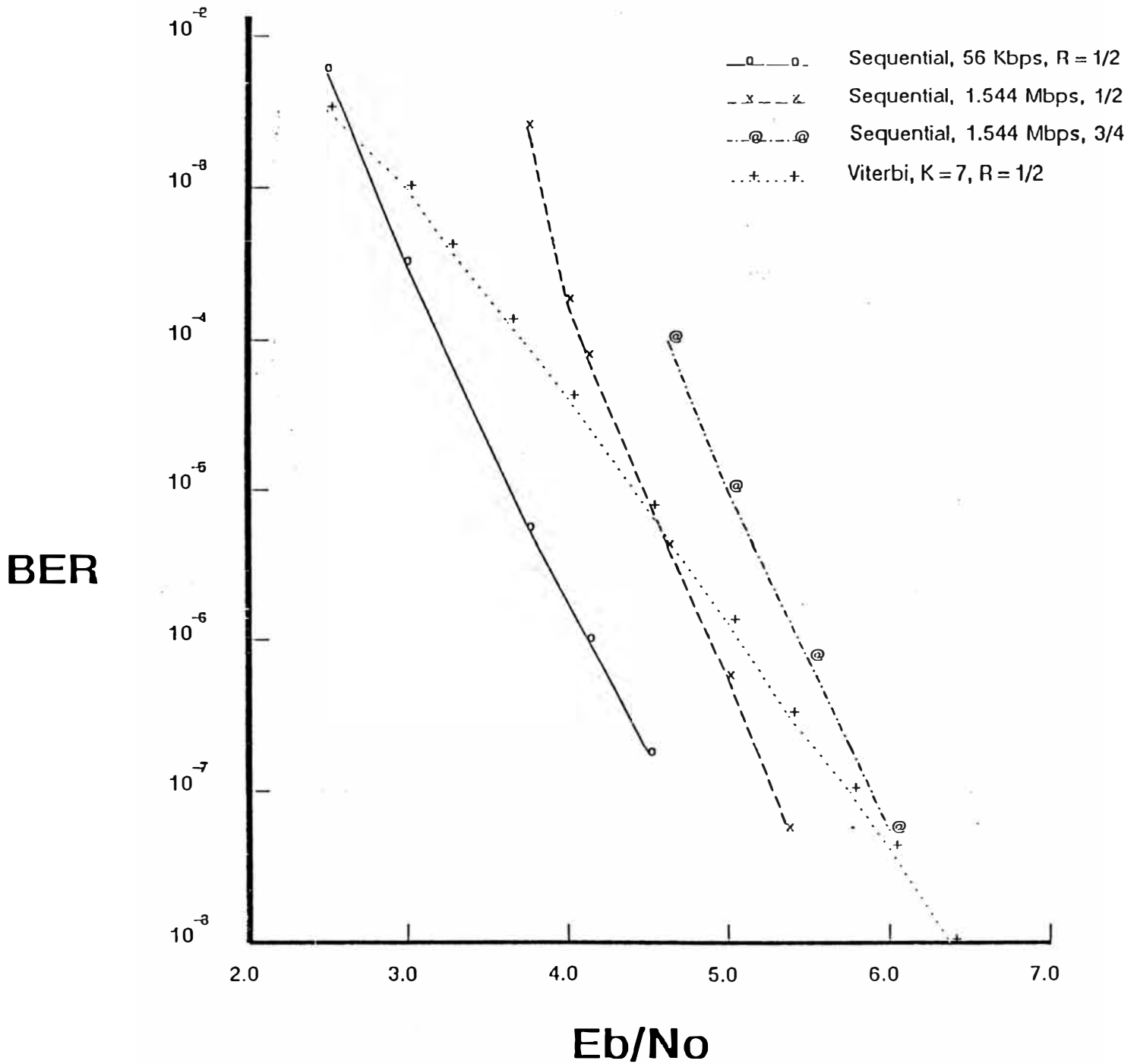


Figure 1-7. Sequential Decoder BER Performance Curves (1544 kbit/s)



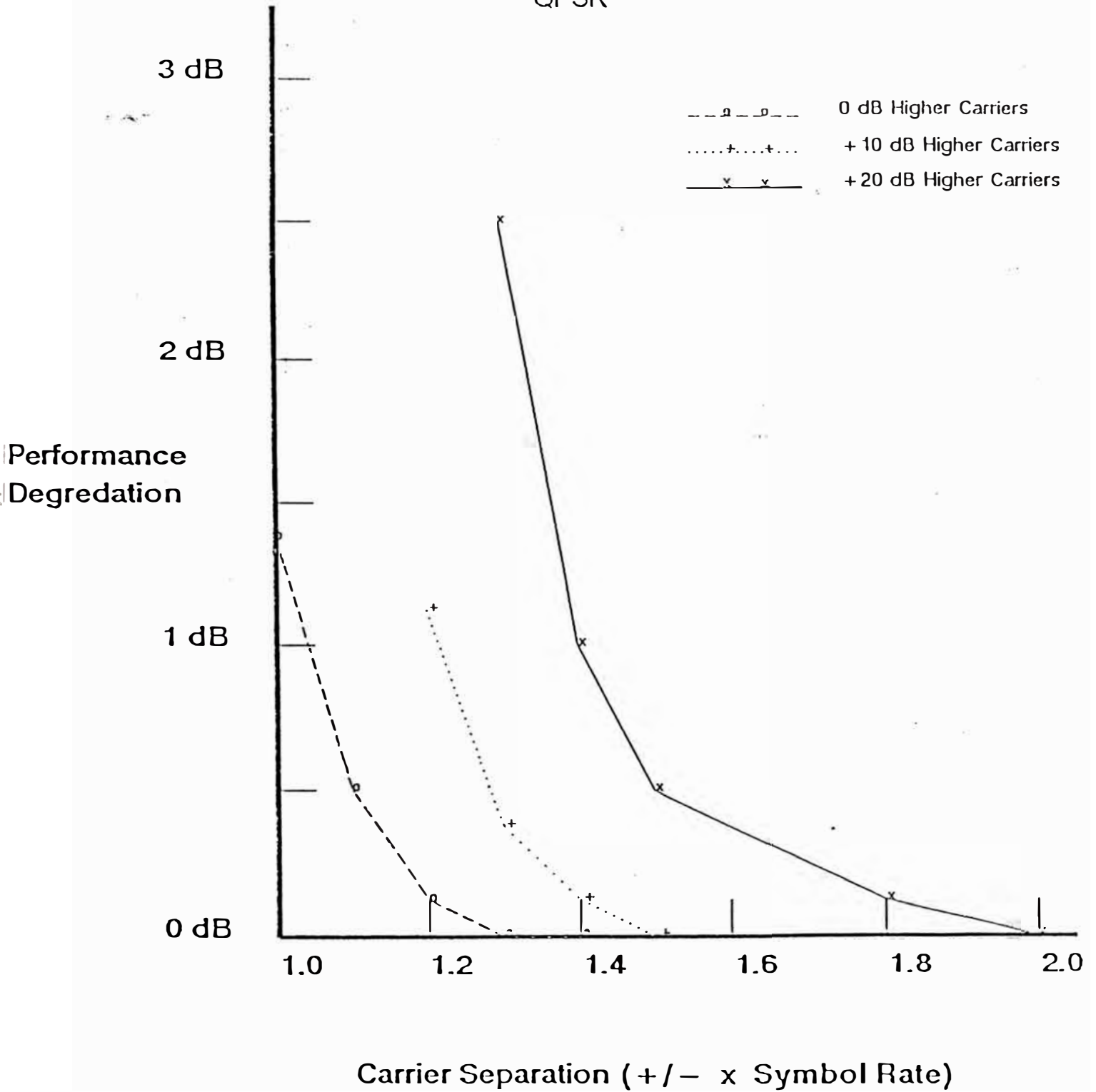
Measured Performance at 56 Kbps

# ComStream Decoder Performance Curves



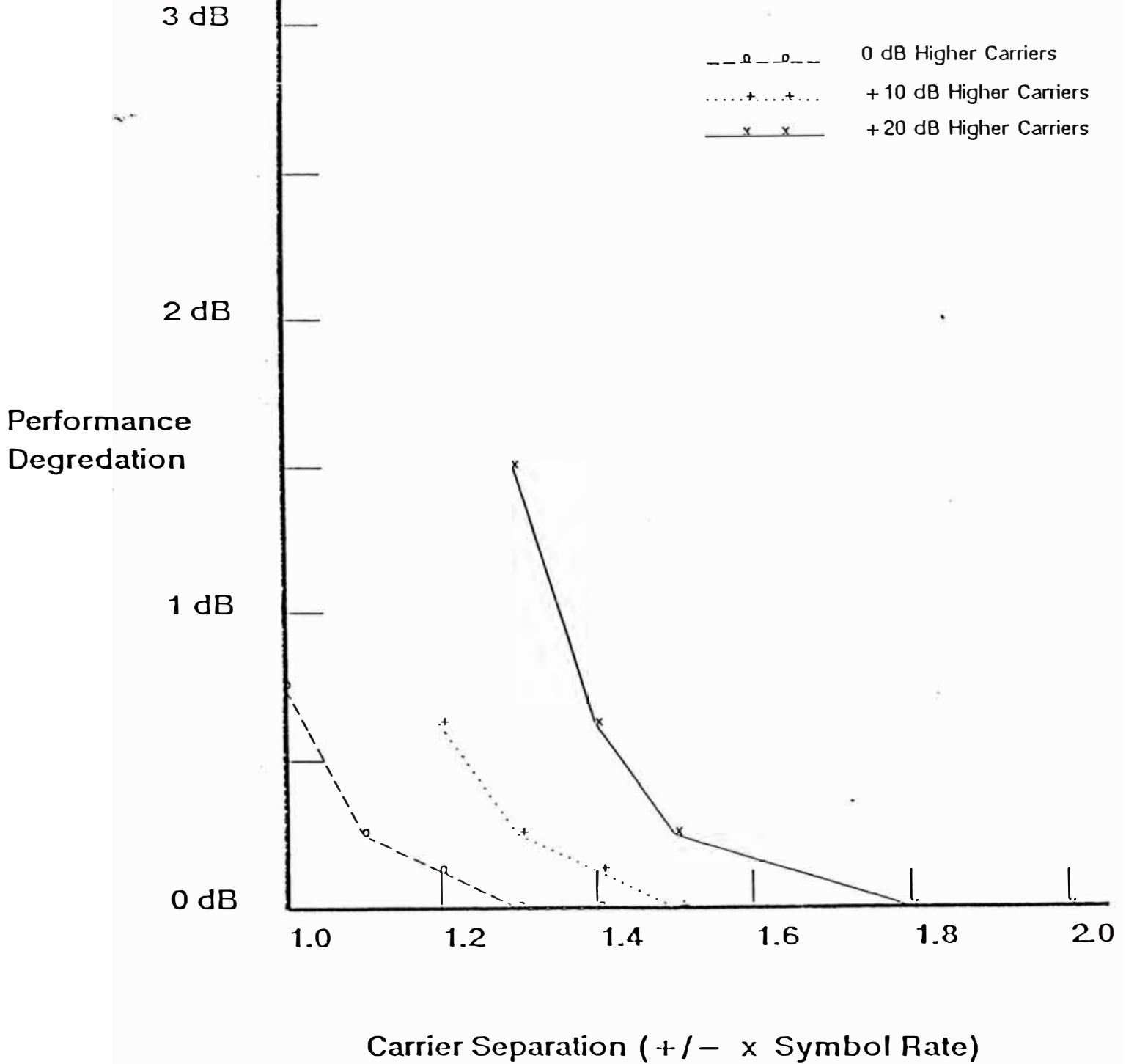
# Performance Degredation vs. Carrier Spacing

QPSK



# Performance Degredation vs. Carrier Spacing

EPSK





**ANEXO 6**

**CÁLCULOS DE ENLACE ADICIONALES**

Balance de Enlace a 64 Kbps desde una estación remota de 3.6 m. a Telepuerto de 4.6 m

Datos de Enlace

Vel. Señal (Kbps):	64	Eb/No (dB), (BER=10E-7)	7.00
FEC:	1/2	Overhead (KHz)	1.00
Modulación:	QPSK	BW Señal (KHz):	89.60

Datos del Satélite

Satélite:	SOLIDARIDAD 2	Longitud Sat (°E):	-113.00
Nº Transponder	11	DFS para Satur.. desde ETTx. (dBW/m2):	-97.54
Polarización	V/H	Región Cobertura:	3
IBOtot (dB):	7.5	OBOtot (dB):	5.00
ATP	10	Factor Rolloff %:	0.40
G/T Sat (dB/K) hacia ETTx:	6.98	PIRE Satur. (dBW) hacia ETRx:	38.21
INTascSAT ADY (dBW/Hz)	-110	INTdesCANAL ADY (dB/Hz)	-110.00
INTascCROSS POL (dBW/Hz)	-112.5	INTdesSAT ADY (dBW/Hz)	-15.00
HPA INTERasc (dB/Hz)	-106	INTdescCROSS POL (dBW/Hz)	-107.50
		HPA INTERdes (dB/Hz)	-97.20

Estaciones Terrenas

Estación Transmisora		Estación Receptora	
Localización ETTx:	Selva N.	Localización ETRx:	Lima
Latitud ETTx (°N) :	-3.80	Latitud ETRx (°N) :	-12.05
Longitud ETTx (°E):	-75.07	Longitud ETRx (°E):	-77.05
Altura a nivel del mar (Km):	0.50	Altura a nivel del mar (Km):	0.20
Diámetro antena ETTx (m):	3.6	Diámetro antena ETRx (m):	4.6
Eficiencia (n %)	80	Eficiencia (n %)	80
Pot. SSPA (W):	1	(G/T) ETRx (dB/°K):	23.3
Frecuencia Tx (GHz):	6.063	Frecuencia Rx (GHz):	3.84
Nº de portadoras:	1	Figura de Ruido (dB):	1.68
Azimut (°):	274.86	Azimut (°):	286.06
Elevación(°):	45.86	Elevación(°):	46.35
Distancia ETTx-Sat (Km):	37,351.72	Distancia ETRx-Sat (Km):	37,318.43
Ganancia antena ETTx (dB):	46.21	Ganancia antena ETRx (dB):	44.37
PIRE E.T. Tx (dBW)	45.46	Temperatura sist. (°K):	127.90

## Cálculos de Enlace

### Enlace Ascendente

PIRE ETTX (dBW):	45.46
Pérdidas Apuntam. (dB):	-0.50
Pérdidas espacio libre (dB):	-199.54
Atenuación atmosf. (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Input Back-Off (dB):	28.87
C/No (dBHz):	80.94
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	81.13
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	83.63
C/Io HPA Inter (dB/Hz):	77.13
C/N asc (dB/Hz):	31.42
C/X Satel Ady (dB/Hz):	31.60
C/X Cross Pol (dB/Hz):	34.10
C/I Inter (dB/Hz):	27.60
C/N asc tot (dBHz):	24.51

### Enlace Descendente

Output Back-Off (dB):	26.37
PIRE Satélite (dB/W):	11.84
Pérdidas espacio libre (dB):	-195.56
Atenuación atmosférica (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Pérdidas Apuntam. (dB):	-1.00
C/No (dB/Hz):	67.08
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	71.21
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	81.13
C/Io Sat Int (dB/Hz)	70.83
C/N des (dBHz):	17.56
C/X Satel Ady (dBHz):	21.68
C/X Cross Pol (dBHz):	31.60
C/I Inter (dBHz):	21.30
C/N desc tot (dBHz):	14.89

### Enlace Total

C/N total (dBHz):	14.44
Eb/No (dB):	15.90

Margen Disponible (dB):	8.90
-------------------------	------

Balance de Enlace a 64 Kbps desde Telepuerto de 4.6 m a una estación remota de 3.6 m.

#### Datos de Enlace

Vel. Señal (Kbps):	64	Eb/No (dB), (BER=10E-7)	7.00
FEC:	1/2	Overhead (KHz)	1.00
Modulación:	QPSK	BW Señal (KHz):	89.60

#### Datos del Satélite

Satélite:	SOLIDARIDAD 2	Longitud Sat (°E):	-113.00
Nº Transponder	11	DFS para Satur.. desde ETTx. (dBW/m2):	-93.50
Polarización	V/H	Región Cobertura:	3
IBOtot (dB):	7.5	OBOtot (dB):	5.00
ATP	10	Factor Rolloff %:	0.40
G/T Sat (dB/K) hacia ETTx:	2.40	PIRE Satur. (dBW) hacia ETRx:	39.45
INTascSAT ADY (dBW/Hz)	-110	INTdesCANAL ADY (dB/Hz)	-110.00
INTascCROSS POL (dBW/Hz)	-112.5	INTdesSAT ADY (dBW/Hz)	-15.00
HPA INTERasc (dB/Hz)	-106	INTdescCROSS POL (dBW/Hz)	-107.50
		HPA INTERdes (dB/Hz)	-97.20

#### Estaciones Terrenas

Estación Transmisora		Estación Receptora	
Localización ETTx:	Lima	Localización ETRx:	Selva N
Latitud ETTx (°N) :	-13.50	Latitud ETRx (°N)	-3.80
Longitud ETTx (°E):	-71.95	Longitud ETRx (°E):	-75.07
Altura a nivel del mar (Km):	0.20	Altura a nivel del mar (Km):	0.15
Diámetro antena ETTx (m):	4.6	Diámetro antena ETRx (m):	3.6
Eficiencia (n %)	90	Eficiencia (n %)	90
Pot. SSPA (W):	30	(G/T) ETRx (dB/°K):	21.3
Frecuencia Tx (GHz):	6.063	Frecuencia Rx (GHz):	3.84
Nº de portadoras:	10	Figura de Ruido (dB):	1.81
Azimut (°):	285.01	Azimut (°):	274.86
Elevación(°):	40.57	Elevación(°):	45.86
Distancia ETTx-Sat (Km):	37,736.88	Distancia ETRx-Sat (Km):	37,352.07
Ganancia antena ETTx (dB):	48.85	Ganancia antena ETRx (dB):	42.75
PIRE E.T. Tx (dBW)	45.87	Temperatura sist. (°K):	139.67

## Cálculos de Enlace

### Enlace Ascendente

PIRE ETTX (dBW):	45.87
Pérdidas Apuntam. (dB):	-0.50
Pérdidas espacio libre (dB):	-199.63
Atenuación atmosf. (dB):	-0.07
Att. lluvia (dB):	0.00
Input Back-Off (dB):	32.58
C/No (dBHz):	76.67
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	77.42
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	79.92
C/Io HPA Inter (dB/Hz):	73.42
C/N asc (dB/Hz):	27.15
C/X Satel Ady (dB/Hz):	27.89
C/X Cross Pol (dB/Hz):	30.39
C/I Inter (dB/Hz):	23.89
C/N asc tot (dBHz):	20.68

### Enlace Descendente

Output Back-Off (dB):	30.08
PIRE Satélite (dB/W):	9.37
Pérdidas espacio libre (dB):	-195.57
Atenuación atmosférica (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Pérdidas Apuntam. (dB):	-1.00
C/No (dB/Hz):	62.60
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	67.12
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	77.42
C/Io Sat Int (dB/Hz)	67.12
C/N des (dBHz):	13.08
C/X Satel Ady (dBHz):	17.60
C/X Cross Pol (dBHz):	27.89
C/I Inter (dBHz):	17.59
C/N desc tot (dBHz):	10.67

### Enlace Total

C/N total (dBHz):	10.26
Eb/No (dB):	11.72

Margen Disponible (dB):	4.72
-------------------------	------

Balance de Enlace a 128 Kbps desde una estación remota de 3.6 m a Telepuerto de 4.6 m .

#### Datos de Enlace

Vel. Señal (Kbps):	128	Eb/No (dB), (BER=10E-7)	7.00
FEC:	1/2	Overhead (KHz)	1.00
Modulación:	QPSK	BW Señal (KHz):	179.20

#### Datos del Satélite

Satélite:	SOLIDARIDAD 2	Longitud Sat (°E):	-113.00
Nº Transponder	11	DFS para Satur.. desde ETTx. (dBW/m2):	-97.54
Polarización	V/H	Región Cobertura:	3
IBOtot (dB):	7.5	OBOtot (dB):	5.00
ATP	10	Factor Rolloff %:	0.40
G/T Sat (dB/K) hacia ETTx:	6.98	PIRE Satur. (dBW) hacia ETRx:	38.21
INTascSAT ADY (dBW/Hz)	-110	INTdesCANAL ADY (dB/Hz)	-110.00
INTascCROSS POL (dBW/Hz)	-112.5	INTdesSAT ADY (dBW/Hz)	-15.00
HPA INTERasc (dB/Hz)	-106	INTdescCROSS POL (dBW/Hz)	-107.50
		HPA INTERdes (dB/Hz)	-97.20

#### Estaciones Terrenas

Estación Transmisora		Estación Receptora	
Localización ETTx:	Selva N.	Localización ETRx:	Lima
Latitud ETTx (°N) :	-3.80	Latitud ETRx (°N) :	-12.05
Longitud ETTx (°E):	-75.07	Longitud ETRx (°E):	-77.05
Altura a nivel del mar (Km):	0.50	Altura a nivel del mar (Km):	0.20
Diámetro antena ETTx (m):	3.6	Diámetro antena ETRx (m):	4.6
Eficiencia (n %)	80	Eficiencia (n %)	80
Pot. SSPA (W):	1	(G/T) ETRx (dB/°K):	23.3
Frecuencia Tx (GHz):	6.063	Frecuencia Rx (GHz):	3.84
Nº de portadoras:	1	Figura de Ruido (dB):	1.68
Azimut (°):	274.86	Azimut (°):	286.06
Elevación(°):	45.86	Elevación(°):	46.35
Distancia ETTx-Sat (Km):	37,351.7	Distancia ETRx-Sat (Km):	37,318.4
	2		3
Ganancia antena ETTx (dB):	46.21	Ganancia antena ETRx (dB):	44.37
PIRE E.T. T (dBW)	45.46	Temperatura sist. (°K):	127.90

## Cálculos de Enlace

### Enlace Ascendente

PIRE ETTX (dBW):	45.46
Pérdidas Apuntam. (dB):	-0.50
Pérdidas espacio libre (dB):	-199.54
Atenuación atmosf. (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Input Back-Off (dB):	28.87
C/No (dBHz):	80.94
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	81.13
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	83.63
C/Io HPA Inter (dB/Hz):	77.13
C/N asc (dB/Hz):	28.41
C/X Satel Ady (dB/Hz):	28.59
C/X Cross Pol (dB/Hz):	31.09
C/I Inter (dB/Hz):	24.59
C/N asc tot (dBHz):	21.50

### Enlace Descendente

Output Back-Off (dB):	26.37
PIRE Satélite (dB/W):	11.84
Pérdidas espacio libre (dB):	-195.56
Atenuación atmosférica (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Pérdidas Apuntam. (dB):	-1.00
C/No (dB/Hz):	67.08
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	71.21
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	81.13
C/Io Sat Int (dB/Hz)	70.83
C/N des (dBHz):	14.55
C/X Satel Ady (dBHz):	18.67
C/X Cross Pol (dBHz):	28.59
C/I Inter (dBHz):	18.29
C/N desc tot (dBHz):	11.88

### Enlace Total

C/N total (dBHz):	11.43
Eb/No (dB):	12.89

Margen Disponible (dB):	5.89
-------------------------	------

Balance de Enlace a 128 Kbps desde Telepuerto de 4.6 m . a una estación remota de 3.6 m

#### Datos de Enlace

Vel. Señal (Kbps):	128	Eb/No (dB), (BER=10E-7)	7.00
FEC:	1/2	Overhead (KHz)	1.00
Modulación:	QPSK	BW Señal (KHz):	179.20

#### Datos del Satélite

Satélite:	SOLIDARIDAD 2	Longitud Sat (°E):	-113.00
Nº Transponder	11	DFS para Satur.. desde ETTx. (dBW/m2):	-93.50
Polarización	V/H	Región Cobertura:	3
IBOtot (dB):	7.5	OBOtot (dB):	5.00
ATP	10	Factor Rolloff %:	0.40
G/T Sat (dB/K) hacia ETTx:	2.40	PIRE Satur. (dBW) hacia ETRx:	39.45
INTascSAT ADY (dBW/Hz)	-110	INTdesCANAL ADY (dB/Hz)	-110.00
INTascCROSS POL (dBW/Hz)	-112.5	INTdesSAT ADY (dBW/Hz)	-15.00
HPA INTERasc (dB/Hz)	-106	INTdescCROSS POL (dBW/Hz)	-107.50
		HPA INTERdes (dB/Hz)	-97.20

#### Estaciones Terrenas

Estación Transmisora		Estación Receptora	
Localización ETTx:	Lima	Localización ETRx:	Selva N
Latitud ETTx (°N) :	-13.50	Latitud ETRx (°N) :	-3.80
Longitud ETTx (°E):	-71.95	Longitud ETRx (°E):	-75.07
Altura a nivel del mar (Km):	0.20	Altura a nivel del mar (Km):	0.15
Diámetro antena ETTx (m):	4.6	Diámetro antena ETRx (m):	3.6
Eficiencia (n %)	90	Eficiencia (n %)	90
Pot. SSPA (W):	30	(G/T) ETRx (dB/°K):	21.3
Frecuencia Tx (GHz):	6.063	Frecuencia Rx (GHz):	3.84
Nº de portadoras:	10	Figura de Ruido (dB):	1.81
Azimut (°):	285.01	Azimut (°):	274.86
Elevación(°):	40.57	Elevación(°):	45.86
Distancia ETTx-Sat (Km):	37,736.88	Distancia ETRx-Sat (Km):	37,352.07
Ganancia antena ETTx (dB):	48.85	Ganancia antena ETRx (dB):	42.75
PIRE E.T. T (dBW)	45.87	Temperatura sist. (°K):	139.67



## Cálculos de Enlace

### Enlace Ascendente

PIRE ETTX (dBW):	45.87
Pérdidas Apuntam. (dB):	-0.50
Pérdidas espacio libre (dB):	-199.63
Atenuación atmosf. (dB):	-0.07
Att. lluvia (dB):	0.00
Input Back-Off (dB):	32.58
C/No (dBHz):	76.67
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	77.42
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	79.92
C/Io HPA Inter (dB/Hz):	73.42
C/N asc (dB/Hz):	24.14
C/X Satel Ady (dB/Hz):	24.88
C/X Cross Pol (dB/Hz):	27.38
C/I Inter (dB/Hz):	20.88
C/N asc tot (dBHz):	17.67

### Enlace Descendente

Output Back-Off (dB):	30.08
PIRE Satélite (dB/W):	9.37
Pérdidas espacio libre (dB):	-195.57
Atenuación atmosférica (dB):	-0.06
Att. lluvia (dB):	0.00
Pérdidas Apuntam. (dB):	-1.00
C/No (dB/Hz):	62.60
C/Io Satel Ady (dB/Hz):	67.12
C/Io Cross Pol (dB/Hz):	77.42
C/Io Sat Int (dB/Hz)	67.12
C/N des (dBHz):	10.07
C/X Satel Ady (dBHz):	14.58
C/X Cross Pol (dBHz):	24.88
C/I Inter (dBHz):	14.58
C/N desc tot (dBHz):	7.66

### Enlace Total

C/N total (dBHz):	7.25
Eb/No (dB):	8.71

Margen Disponible (dB):	1.71
-------------------------	------

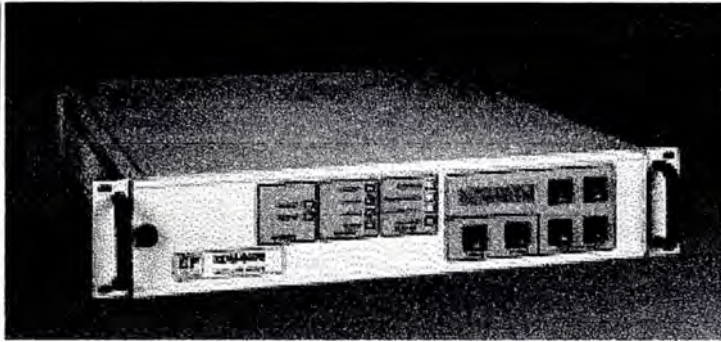
**ANEXO 7**

**CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPAMIENTOS**

# SDM-6000

## Satellite Modem

**CALIFORNIA** **EF**  
**MICROWAVE** **DATA**



### MAIN FEATURES

- IDR/IBS
- Closed Network
- 9.6 kbit/s to 2048 kbit/s

### INTRODUCTION

EFDData's SDM-6000 is a next generation modem that can be configured at the factory for IDR, IBS, Drop and Insert (D&I), or closed network applications.

### OPEN/CLOSED NETWORK APPLICATIONS

The SDM-6000 can be ordered from the factory with the following configurations:

- Closed Network with buffer (no overhead framing units)
- Closed Network with Asynchronous Channel Unit
- Open Network — IBS only
- Open Network — IDR and IBS
- Open Network — D&I (field upgrade)

### MAXIMUM FLEXIBILITY

The SDM-6000 can be configured to data rates from 9.6 kbit/s to 2048 kbit/s, in 1-bit per second steps. Support for both BPSK and QPSK modulation is standard. Industry standard FEC code rates are provided for each modulation type.

Selection of data rates, FEC code rates and modulation, and framing units (for those modems so equipped) is done at the front panel keypad. Multiple filter masks, also selected at the front panel, ensure end-to-end compatibility with other manufacturer's modems in closed and open network environments.

### ALL INTERFACES

A full range of industry standard digital interfaces (MIL-STD-188/RS-422, V.35, G.703) are available in the SDM-6000. The modem comes with both V.35 and MIL-STD-188/RS-422 interfaces as standard equipment.

Optionally, the modem can be equipped with a multi-interface card that incorporates a transmit de jitter circuit and G.703 interface, in addition to the standard interfaces. Changing the interface types on both standard and multi-interface is a simple matter of moving jumpers on the interface card.

### OPTIONAL BREAKOUT PANELS

The modem interface is a 50-pin D connector. EFDData provides several types of optional breakout panels for customer DTE equipment interface:

- IB-8004 — integrated breakout panel which mounts on the rear panel of the modem. Provides user with standard data interface connectors, plus access connectors to IDR and IBS ESC components
- IB-8005 — same as above, plus connectors for D&I operation
- B-308-4 — IDR rack mount breakout panel
- B-308-5 — D&I rack mount breakout panel
- B-309 — IBS rack mount breakout panel
- UB-300 — rack mount universal breakout panel which provides combined functions of B-308-4, B-308-5, and B-309

### OPTIONAL REED-SOLOMON CODEC

Concatenated Reed-Solomon coding is offered in the SDM-6000 as an option. The codec is a plug-in daughter board, and can be installed in the field.

### MONITOR AND CONTROL (M&C)

All M&C functions controlled at the front panel keypad are also programmable through the remote RS-232 or RS-485 serial interface. Modems can be individually addressed from 1 to 255. Address 0 is reserved for global addressing.

Modem configuration is stored in non-volatile memory that is maintained up to one year without external power.

### VITERBI AND SEQUENTIAL DECODING

The SDM-6000 can be ordered with either a sequential or a Viterbi decoder, or both (user specified at time of order). Both sequential and Viterbi decoders can be ordered as an option. If both are included, the decoder is selected at the front panel keypad.

# SDM-6000 SPECIFICATIONS

## System Specifications

Operating Frequency Range	50 to 180 MHz, in 2.5 kHz steps
Digital Interface (standard)	MIL-STD-188/RS-422 and V.35
Multi-Interface (optional)	G.703, MIL-STD-188/RS-422, and V.35
Digital Data Rate	9.6 kbit/s to 2.048 Mbit/s, in 1 bit/s steps
Symbol Rate	19.2K to 2048K symbols/s
Modulation/Demodulation	BPSK 1/2 rate
	QPSK 1/2, 3/4, and 7/8 rates
Plesiochronous Buffer	2 to 32 ms, in 2 ms steps
Forward Error Correction	Viterbi, K=7, 1/2, 3/4, and 7/8 rates
	Sequential 1/2, 3/4, and 7/8 rates
Data Scrambling	IESS-308 (V.35), IESS-309, or none
Prime Power	90 to 264 VAC, 47 to 63 Hz, 100W
Size	19" W x 20" D x 3.5" H (2 RU)
Weight	< 30 lbs.
Agency Approvals	EN 55022, Class B, EN 60950, EN 50082-1

## Modulation Specifications

Output Power	-5 to -30 dBm, adjustable in 0.1 dB steps
Output Spurious and Harmonics	-55 dBc, 0 to 500 MHz
Output Return Loss	20 dB
Output Impedance	75Ω (50Ω optional)
Data Clock Source	Internal or External
Internal Data Clock Stability	± 1 x 10 <sup>-5</sup>

## Demodulation Specifications

Input Power:	
Desired Carrier	-30 to -55 dBm
Maximum Composite	-5 dBm or +40 dBc
Input Impedance	75Ω (50Ω optional)
Input Return Loss	20 dB
Carrier Acquisition Range	± 30 kHz, selectable

## Guaranteed BER for E<sub>b</sub>/N<sub>0</sub> (with Sequential Decoder)

Data Rate	BER	E <sub>b</sub> /N <sub>0</sub> at rate:		
		1/2	3/4	7/8
100 kbit/s	10 <sup>-5</sup>	4.8	5.8	6.7
	10 <sup>-7</sup>	5.8	6.6	8.0
1.544 Mbit/s	10 <sup>-5</sup>	5.8	6.3	6.9
	10 <sup>-7</sup>	6.6	7.1	8.0

## Guaranteed BER for E<sub>b</sub>/N<sub>0</sub> (with Viterbi Decoder)

BER	Specification			Typical		
	E <sub>b</sub> /N <sub>0</sub> at rate:			E <sub>b</sub> /N <sub>0</sub> at rate:		
	1/2	3/4	7/8	1/2	3/4	7/8
10 <sup>-3</sup>	4.2	5.3	6.3	3.9	4.6	5.8
10 <sup>-4</sup>	4.7	6.1	7.2	4.1	5.4	6.5
10 <sup>-5</sup>	5.4	6.8	8.0	4.6	6.0	7.2
10 <sup>-6</sup>	6.1	7.6	8.7	5.3	6.8	7.9
10 <sup>-7</sup>	6.7	8.3	9.4	5.9	7.5	8.6
10 <sup>-8</sup>	7.2	8.8	10.2	6.4	8.0	9.4

## Environmental

Operating Temperature	0 to 50°C
Humidity	Up to 95%, non-condensing

## Remote Control Specifications

Serial Interface	RS-232 or RS-485
Signals Controlled/Monitored	Transmit Frequency
	Receive Frequency
	Transmit Power
	Transmitter ON/OFF
	Data Rate Select
	RF Loopback
	IF Loopback
	Data Loopback
	Scrambler ON/OFF
	Raw Error Rate
	Receive Carrier Detect
	Receive Signal Level
	Power Supply Voltages
	Fault Status
	Error Threshold Alarm
	Four Backward Alarms
Configuration Retention	Will maintain current configuration for one year minimum without power

## Available Options

Multi-Interface (G.703, MIL-STD-188/RS-422, and V.35)	
Multi-Interface with IBS overhead	
Multi-Interface with IBS/IDR overhead	
Asynchronous overhead	
Concatenated Reed-Solomon Codec	
2 x 10 <sup>-7</sup> internal stability for IF and data clock w/external reference input port	
SCT Phase Locked Loop (Trojan Synthesizer)	
Optional high output power at +5 dBm	
Drop and Insert:	
Interface	G.703
Data Rate	T1 or E1
n x 64 kbit/s	n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 24, 30
	2.048 Mbit/s (E1_IBS)
	1.544 Mbit/s (T1_IBS)

## ESC Specifications

IDR	Voice Orderwire	2 ADPCM (Input: 4-wire VF)
	Data Orderwire	8 kbit/s (RS-422 interface)
	Backward Alarms	Form C contacts (4)
	Total Overhead	96 kbit/s
IBS	Asynch Data Orderwire	1/2000 x customer data rate
	Backward Alarm	Form C contact
	Total Overhead	1/15 x customer data rate



"Your Error Free Choice"



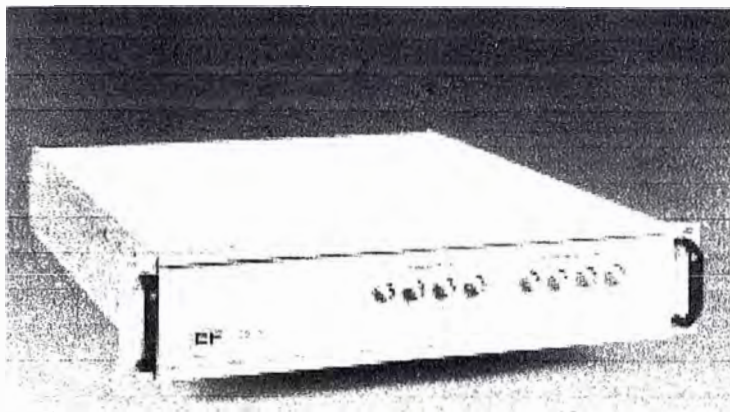
EFData products are manufactured under a quality system certified to ISO 9001

EFData Corporation  
2105 West 5th Place  
Tempe, Arizona 85281 USA  
(602) 968-0447  
FAX: (602) 921-9012

EFData reserves the right to make changes to specifications of products described in this data sheet at any time without notice and without obligation to notify any person of such changes.

# ICS-75 Combiner Shelf

**CALIFORNIA** **EF**  
**MICROWAVE** **DATA**



## INTRODUCTION

EFDData's ICS-75 combiner shelf consists of four IF combiners and four IF splitters built into the same chassis.

Operating in the IF frequency range of 50 to 180 MHz, the ICS-75 organizes the mass of cables and individual splitter/combiners usually associated with earth station IF racks into one convenient package.

A logically arranged rear panel eliminates confusion and greatly eases equipment installation and rack configuration.

The ICS-75 is composed entirely of passive components, and therefore requires no AC power input.

## UPLINK COMBINERS

The ICS-75 contains four uplink combiner channels. Each of the four transmit combiner channels is housed in an enclosed module.

Each module contains a combiner, a power monitor, and input/output connectors. Up to eight input connectors and an output connector appear at the rear panel of the ICS-75, while a monitor port appears at the front panel. Therefore, each channel can be ordered to combine four, six, or eight inputs into one output.

The ICS-75 comes standard with four inputs; six and eight inputs are optional.

Input comes from the various modulator IF outs, and the output is routed to the appropriate up converter. The four resultant transmit outputs have their own monitor ports, conveniently accessible at the front panel for monitoring and test purposes.

## DOWNLINK SPLITTERS

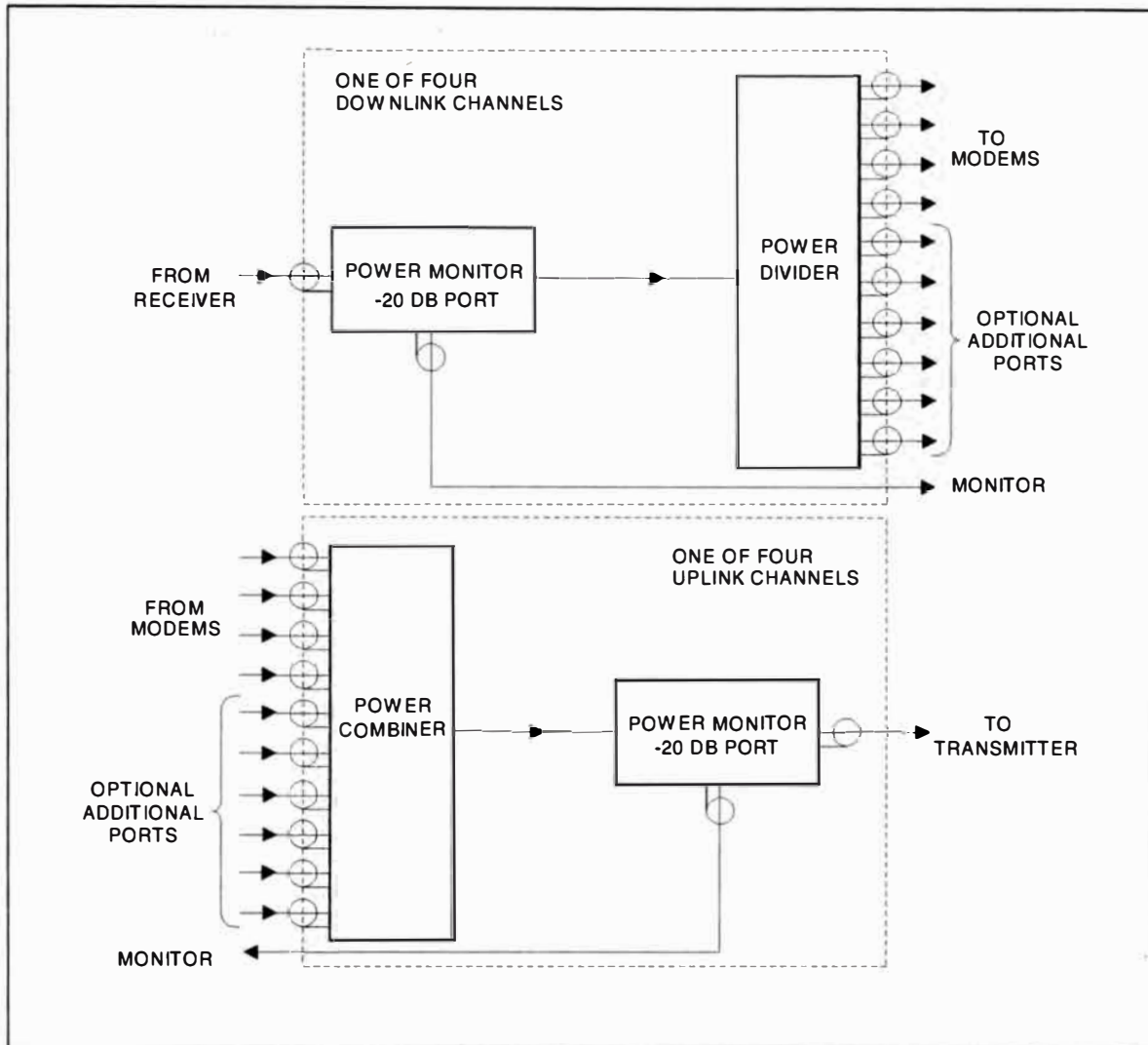
The receive side of the ICS-75 houses four splitter modules, operating much like the transmit side, only in reverse. Each splitter will accept one downlink signal and split it into four, six, or eight (depending on what configuration is ordered) receive outputs. These outputs can then be routed to the IF inputs of the demodulators.

The fourth downlink channel module may also have 10 outputs as an option. As with the uplink channels, a monitor port for each downlink channel (before being divided) is available at the front panel.

## SPECIFICATIONS

Frequency Range	50 to 180 MHz
Impedance (All Ports)	75Ω (50Ω optional)
Return Loss (Inputs and Outputs)	20 dB min.
IF Loss by Number of Ports:	
4 Ports	7.5 dB ± 0.5 dB
6 Ports	8.5 dB ± 0.5 dB
8 Ports	9.5 dB ± 0.5 dB
10 Ports	10.5 dB ± 0.5 dB
12 Ports	11.5 dB ± 0.5 dB
Flatness	± 0.25 over 20 MHz
Monitor Coupling Loss	20 dB ± 0.5 dB
Return Loss (Monitor Ports)	20 dB min.
Connectors (All)	BNC Female
Size	22" D x 19" W x 3.5" H (2 RU)
Weight	10 lbs.

# ICS-75 BLOCK DIAGRAM



"Your Error Free Choice"



*EFData products are designed and manufactured under a quality system certified to ISO 9001*

EFData Corporation  
 2105 West 5th Place  
 Tempe, Arizona 85281 USA  
 (602) 968-0447  
 Fax: (602) 968-1839  
 Web Site: <http://www.efdata.com>

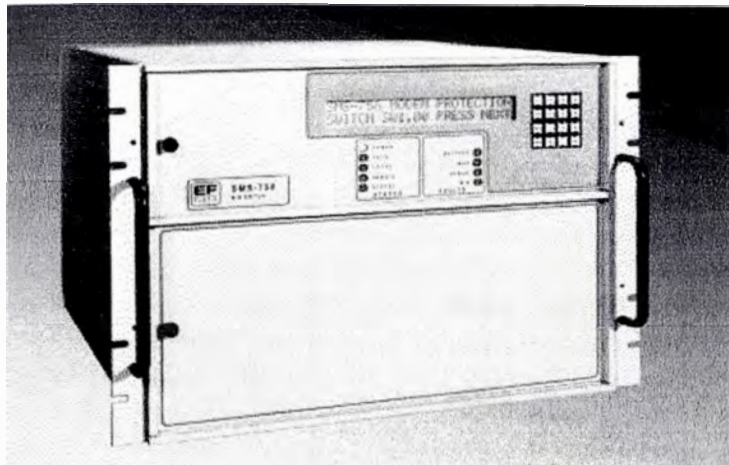
EFData reserves the right to make changes to specifications of products described herein at any time without notice and without obligation to notify any person of such changes.

# SMS-758

## Modem Protection Switch

**CALIFORNIA  
MICROWAVE**

**EF  
DATA**



### MAIN FEATURES

- M:N Configuration
- 1:8 or 2:8 Capability

### INTRODUCTION

EFDData's SMS-758 M:N protection switch provides automatic backup capability for up to eight online modems using either one or two backup modems. The protection switch is an updated and streamlined version of the SMS-658 for users with special needs.

The SMS-758 configuration eliminates the set of predetermined splitter and IF patch panels which provides equal access to all modems. The switch directly swaps the IF output of either backup modem to replace the IF output on any of the online modems (up to eight). Two backup demodulators may be switched to receive any one of four down converters.

A low loss combining network can be used for a specific number of transponders. Standard modems may be used for backup requiring no special adaptation or configuration. When operating the SMS-758 with two backup modems, each backup modem can have a different digital interface. This feature allows for a mixture of online digital interfaces.

The switch will also operate with a 140 MHz IF configuration in the online modems. Both wide band and narrow band transponders can be served by a single switch.

A 16-button keypad and 48-character display are provided on the front panel for local control and status reporting.

Remote control of switch functions is accommodated through a standard RS-232C or RS-485 serial interface.

Complete power supply redundancy and non-volatile memory are built in for power loss protection.

All eight primary modems, the backup modem, and the SMS-758 can be installed in a single 7 ft. rack.

The switch polls all modems online to "learn" their configuration, making installation and setup very simple.

### OTHER FEATURES

- 50 to 180 MHz IF Switching
- Field Expandable up to 2:8
- Backup with EFDData Standard Modems
- Independent Modulator and Demodulator Switching
- Independent Uplink and Downlink Selection
- Handles up to 7 Downlinks
- Low Loss Configuration
- Backup Prioritization
- In-Service Repair-ability
- Automatic Internal Configuration to 110 or 220 VAC

### SPECIFICATIONS

#### System Specifications

Frequency Range	50 to 180 MHz
Impedance at Ports	75Ω
Return Loss	> 20 dB
Isolation	> 60 dB
Online Modems	Expandable from 1 to 8
Backup Modems	1 or 2
Data Interface	RS-422/449, MIL-STD-188-114, V.35, DS1, G.703 (IDR/IBS)
Size	19" W x 22" D x 12.2" H (7 RU)
Weight	< 50 lbs.

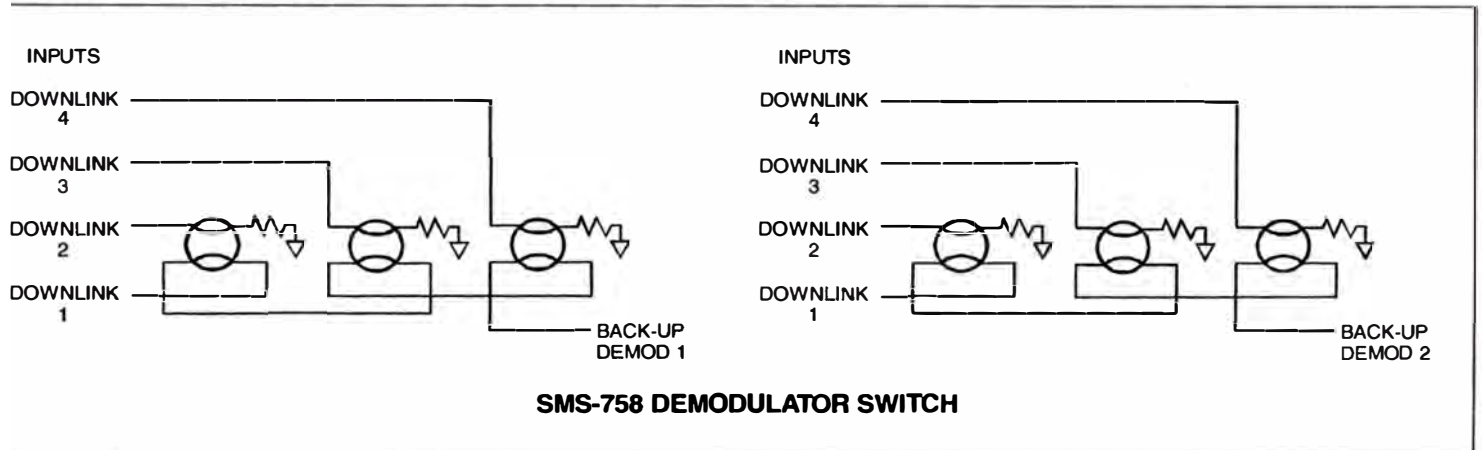
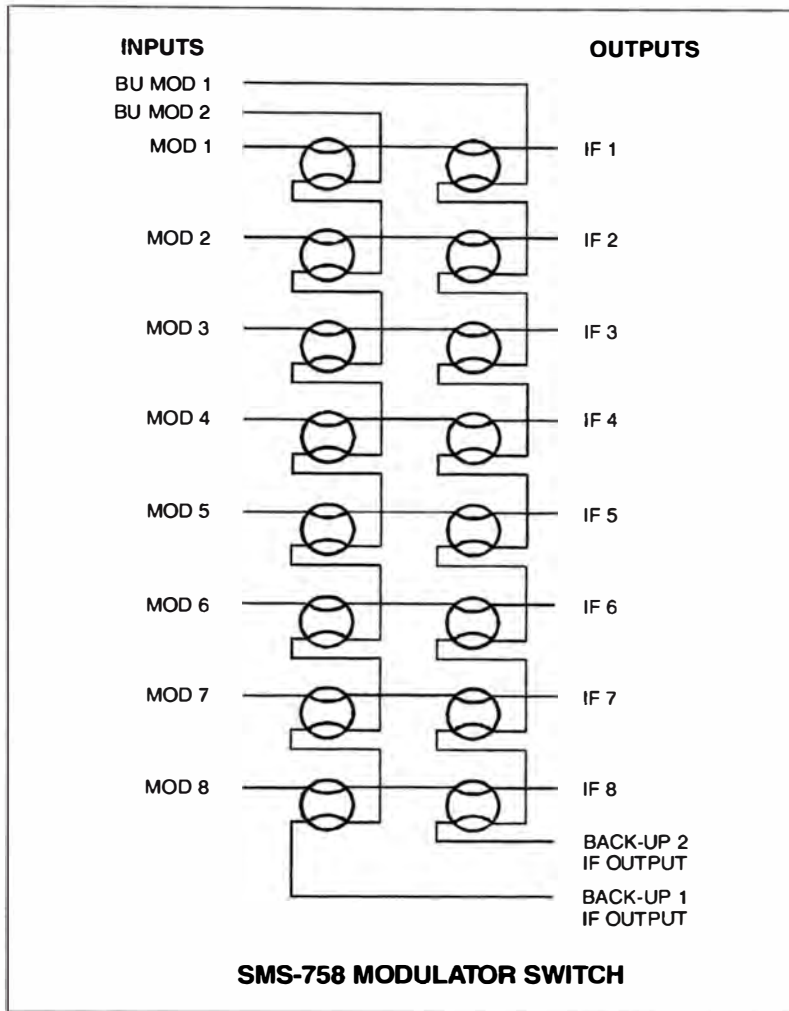
#### Loss

Prime Modulator to Output	< 1 dB
Backup Modulator to Prime Output	< 1 dB
Any Downlink to Backup	< 1 dB

#### Balance

Backup Modulator	Within ± 0.25 dB of primary when switched online
Switchover Priority	One of three independent levels for modulator and demodulator
Remote M&C Interface Controls	RS-485 or RS-232C Control of all modem functions via front panel and remote control port
Operation Modes	Auto, local, remote, bypass
Input Voltage	90 to 264 VAC, 47 to 63 Hz, -48 VDC optional, 40W max.

# SMS-758 BLOCK DIAGRAMS



"Your Error Free Choice"



EFData products are manufactured under a quality system certified to ISO 9001

EFData Corporation  
2105 West 5th Place  
Tempe, Arizona 85281 USA  
(602) 968-0447  
FAX: (602) 921-9012

EFData reserves the right to make changes to specifications of products described in this data sheet at any time without notice and without obligation to notify any person of such changes.

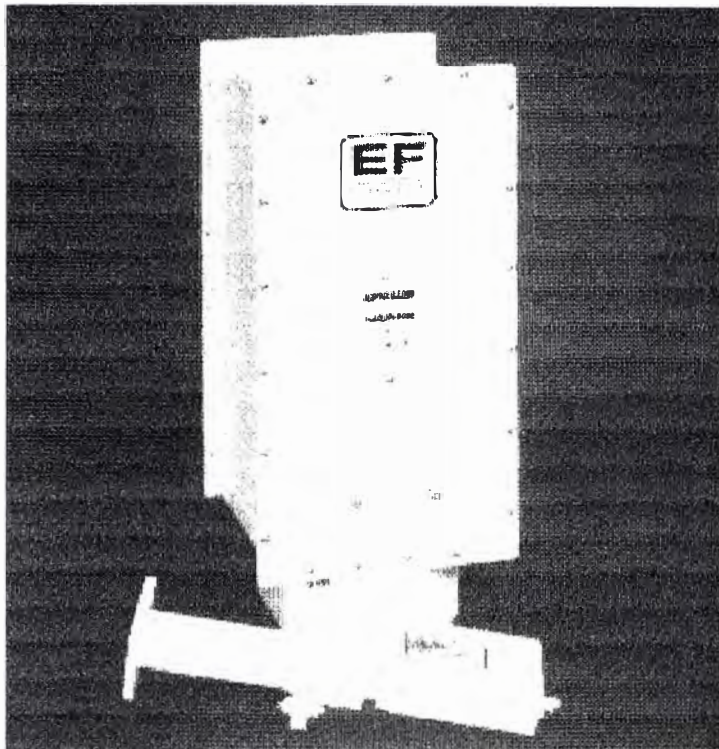


# CST-5000

## C-Band Satellite Terminal

**CALIFORNIA  
MICROWAVE**

**EF  
DATA**



### INTRODUCTION

The EFDData CST-5000 is a low- to medium-power, C-band, satellite earth station, electronics terminal configured in two assemblies:

- The feed assembly consists of a transmit reject filter (TRF) and low noise amplifier (LNA).
- The outdoor enclosure assembly consists of a solid state power amplifier, up/down converters, monitor and control (M&C) microprocessor, and power supply.

The CST-5000 meets all requirements for operation on private and regional domestic C-band satellite networks.

### APPLICATIONS

When used in conjunction with EFDData modems, the CST-5000 is ideal for single digital carriers up to 2.048 Mbit/s, or multiple carrier operation over a 36 MHz bandwidth. Because the CST-5000 has a 70 MHz IFL, it can also be used for other analog and digital applications. Small- to medium-size earth stations are easily constructed and commissioned with a CST-5000. When used with a high gain antenna, this terminal can also be used as the radio frequency (RF) electronics of a central hub in point-to-multipoint applications, and serve as the terminal for the end points of the network. The EFDData line of low-cost very small aperture terminal (VSAT) modems may also be used in the construction of such networks.

### MONITOR AND CONTROL (M&C)

An onboard microprocessor monitors and controls all operational parameters and systems status of the CST-5000. This powerful M&C system enables the user to locally or remotely control functions such as output power, and transmit/receive channel frequencies. The system also reports terminal configuration status, as well as fault status of all terminal components.

The CST-5000 can be initially configured by an optional keyboard/LED controller within the enclosure, or by connection of a common ASCII RS-232/485 terminal connected to the serial port. A simple command set allows total configuration control and retrieval of status information. If the indoor unit is a more sophisticated station M&C computer, the serial port can be set to RS-485 for bus operation.

### LNA ASSEMBLY

The LNA assembly consists of a wave guide transmit reject filter and an LNA. The TRF provides receive system protection from transmit energy fed back through the antenna feed system. The LNA standard noise temperature is 65°K, with options down to 35°K, depending upon Gain over Temperature (G/T) requirements.

### OUTDOOR ENCLOSURE

The outdoor unit is a weatherproof enclosure housing the up/down converters, solid state power amplifier (SSPA), monitor/control processor, and power supply. Power levels range from +8 dBm (for driving an external SSPA or traveling wave tube [TWT]) to 40W, depending upon EIRP requirements. SSPAs are temperature compensated for maximum stability.

Up and down converters utilize dual conversion with individual synthesizers for independent transmit and receive transponder selection. The microprocessor provides critical online loop monitoring, dynamic control functions, configuration control, fault/status monitoring, and a serial computer/terminal interface.

### INSTALLATION

The CST-5000 is small and light weight, and can be easily mounted to the hat ring of a fiberglass antenna, the mount of an aluminum antenna, or within the hub of a large antenna. Alternately, the enclosure can be mounted on a stand-alone pipe support. Connection to indoor modems and station monitor/control equipment is made using two low-cost 70 MHz coaxial cables and a twisted pair for ASCII control of the terminal. The final connection to the enclosure is prime power at either 110/220 VAC or -48 VDC.

# CST-5000 SPECIFICATIONS

## Transmit Characteristics

Output Freq. (no inversion)	5.845 to 6.425 GHz
Input Frequency	70 MHz $\pm$ 18 MHz (optional 140 MHz)
Output Power at 1 dB compression	+8 dBm or 5W (+37 dBm) or 10W (+40 dBm) or 20W (+43 dBm) or 40W (+46 dBm)
Third Order Intercept	+18 dBm (for +8 dBm) or +46 dBm (for 5W) or +49 dBm (for 10W) or +52 dBm (for 20W) or +55 dBm (for 40W)
Nominal Small Signal Gain	26 dB (for +8 dBm) or 68 dB (for 5W) or 71 dB (for 10W) or 74 dB (for 20W) or 77 dB (for 40W)
Gain Adjust Range (from nominal)	$\pm$ 11 dB min.
Gain Variation:	
Over 36 MHz	$\pm$ 1 dB max.
Over 36 MHz, temp., and aging	$\pm$ 2 dB max.
Noise Figure:	
Max. Attenuation	23 dB max.
Min. Attenuation	15 dB max.
Group Delay	25 ns/36 MHz
Synthesizer Step Size	2.5 MHz (optional 125 kHz)
Synthesizer Phase Noise	-60 dBc/Hz at 100 Hz -70 dBc/Hz at 1 kHz -75 dBc/Hz at 10 kHz -80 dBc/Hz at 100 kHz
Frequency Stability:	
At Shipment	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup>
Daily at 23°C	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup>
Annual at 23°C	$\pm$ 1 x 10 <sup>-7</sup>
Over Temperature	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup> (-40 to +55°C)
After 30 min. warm-up	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup>
Electrical Adjustment	0.5 x 10 <sup>-7</sup>
Isolation on Fault Shutdown	-60 dBc
Spurious:	
< 250 kHz Carrier Offset	-35 dBc max.
> 250 kHz Carrier Offset	-58 dBc max.
HPA Harmonics	-50 dBc max.
RF Output VSWR	1.5:1 at 50 $\Omega$
RF Output Connector	Type N Female
IF Input VSWR	1.5:1 at 50 $\Omega$
IF Input Connector	Type TNC Female

## Receive Characteristics

Input Freq. (no inversion)	3.620 to 4.200 GHz
Output Frequency	70 MHz $\pm$ 18 MHz (optional 140 MHz)
Output Power at 1 dB compression	+15 dBm
Third Order Intercept	+25 dBm
Gain Adjust Range (with LNA)	87 to 99 dB
Gain Variation (with LNA):	
Over 36 MHz	$\pm$ 1.5 dB max.
Over 36 MHz, temp., and aging	$\pm$ 4 dB max.
Noise Temp. (with LNA)	LNA Specification
Group Delay	25 ns/36 MHz
Synthesizer Step Size	2.5 MHz (optional 125 kHz)
Synthesizer Phase Noise	-60 dBc/Hz at 100 Hz -70 dBc/Hz at 1 kHz -75 dBc/Hz at 10 kHz -80 dBc/Hz at 100 kHz
Frequency Stability:	
At shipment	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup>
Daily at 23°C	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup>
Annual at 23°C	$\pm$ 1 x 10 <sup>-7</sup>
Over Temperature	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup> (-40 to +55°C)
After 30 min. warm-up	$\pm$ 1 x 10 <sup>-8</sup>
Electrical Adjustment	0.5 x 10 <sup>-7</sup>

Spurious Non-Signal Related  
Image Rejection (all conversions)  
Linearity

RF Input VSWR  
RF Input Connector  
IF Output VSWR  
IF Output Connector

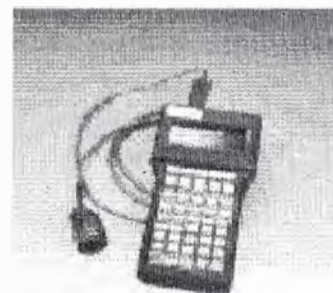
-60 dBm max.  
> 35 dB  
Intermods < -35 dBc for two tones  
at -89 dBm at 95 dB gain  
1.25:1 at 50 $\Omega$   
Type N female  
1.5:1 at 50 $\Omega$   
Type TNC female

## Common

Prime Power	95 to 230 VAC, 47 to 63 Hz, or 48 VDC
Power Consumption:	
+8 dBm Output	90W
5W Output	140W
10W Output	210W
20W Output	340W
40W Output	600W
Size	23" H x 10.5" W x 9" D
Weight	40 lbs.
Sealing	Weatherproof
Ground Attach	#10 AWG ground lug
Environmental:	
Temperature	-40 to +55°C operational -50 to +80°C survival
Humidity	0 to 100% RH
Altitude	0 to 15,000 ft. operational 0 to 50,000 ft. survival

## Options

140 MHz  
125 kHz Step Size  
KP-10 Hand-Held Keypad



## Notes:

- For LNA and M&C specifications, refer to the *CST-5000 C-Band Satellite Terminal Installation and Operation manual*.
- For information on the high-power version of the CST-5000, refer to the *HPCST-5000 High-Power C-Band Satellite Terminal product data sheet*.



"Your Error Free Choice"



EFDATA products are manufactured under a  
quality system certified to ISO 9001

EFDATA Corporation  
2105 West 5th Place  
Tempe, Arizona 85281 USA  
(602) 968-0447  
FAX: (602) 921-9012  
<http://www.efdata.com>

EFDATA reserves the right to make changes to specifications of products described in this data sheet at any time without notice and without obligation to notify any person of such changes.

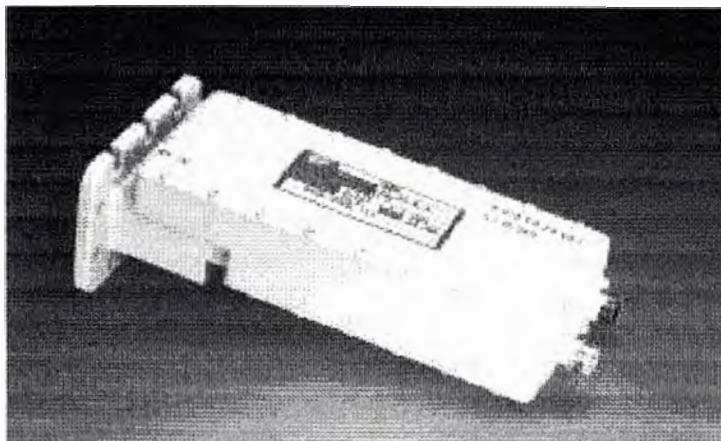
# CLNA Series

C-Band

High-Performance LNA

**CALIFORNIA  
MICROWAVE**

**EF  
DATA**



## SPECIFICATIONS

Frequency Range	3.625 to 4.200 GHz
Input VSWR	1.25:1 max.
Gain Flatness - Ripple	$\pm 0.5$ dB/full band $\pm 0.2$ dB/40 MHz
Operating Temperature	-40°C to +60°C
1 dB Gain Compression Point	+10 dBm
Third Order Intercept Point	+20 dBm
Output VSWR	1.25:1
Group Delay:	
Linear	0.01 ns/MHz
Parabolic	0.001 ns/MHz <sup>2</sup>
Ripple	0.1 ns/P-P
RF Input W/G	CPR229G
Input Power	+12 to +24 VDC at 100 mA nom.
AM-PM Conversion	0.5°/dB at -5 dBm

## MAIN FEATURES

- All GaAs FET/HEMT Technology
- 150,000 Hours MTBF Minimum
- Low Loss Input Isolator
- Built-in Regulator
- Output Isolator
- Transient Protection
- +12 to +24 VDC Operation
- Pressurizable W/G Input
- Weather-proof Housing
- Low Cost
- 2-Year Warranty
- Available in Single/Redundant Configurations

## INTRODUCTION

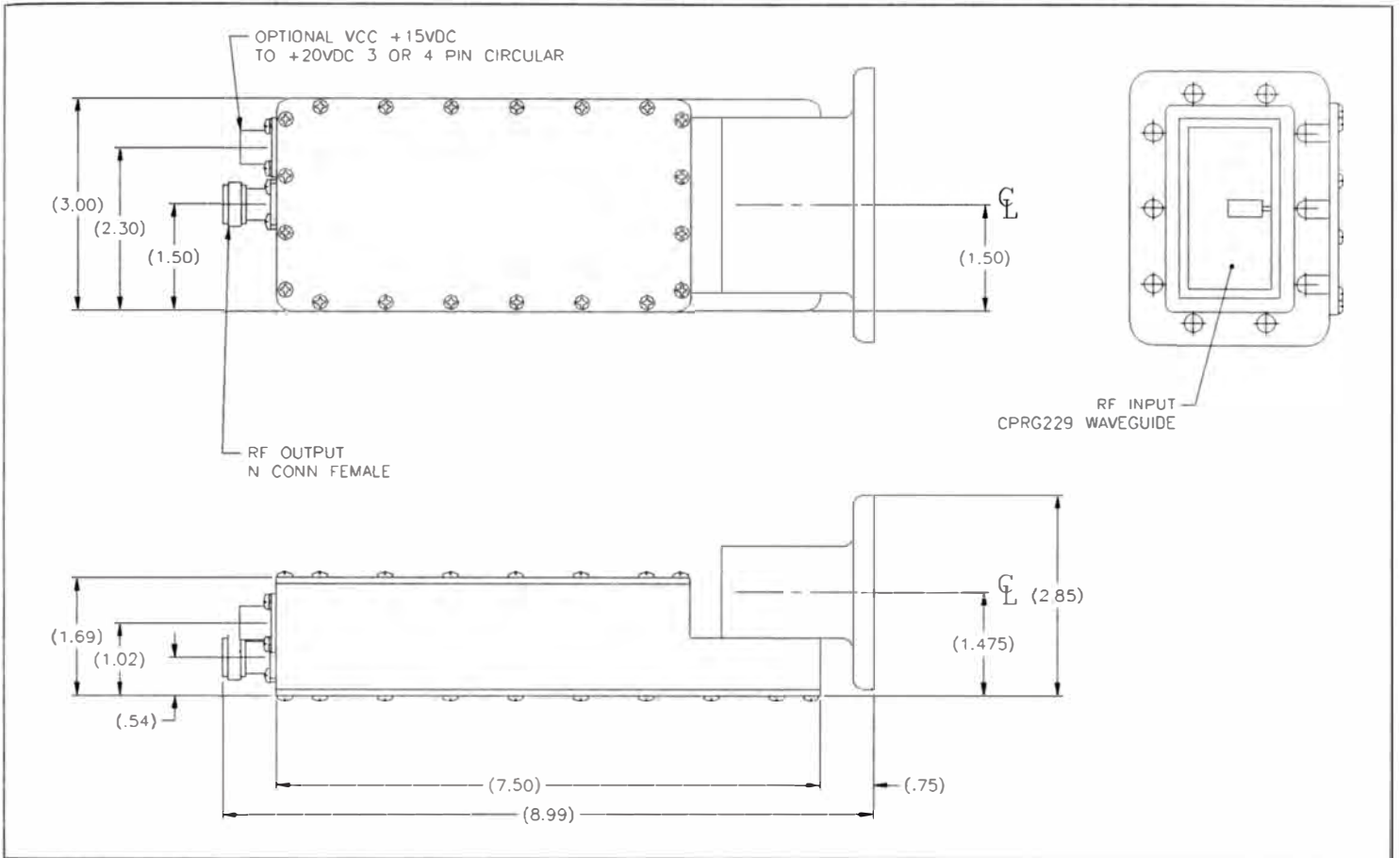
EFData is setting industry performance standards with the CLNA series of commercial quality low noise amplifiers.

These LNAs have been designed for state-of-the-art performance in satellite earth station receiver applications, where ultra low noise and high reliability are critical.

## OPTIONS

- Special Gain Values
- Form C Summary Fault Output
- $\pm 0.5$  dB Gain Slope/Full Band
- External SMA Bias
- Extended C-Band 3.4 to 4.2 GHz
- +20 dBm Output (1 dB Compression)
- Extended C-Band 4.5 to 4.8 GHz

# CLNA SERIES DIMENSIONS



## ORDERING INFORMATION

### C-Band High-Performance LNA (.CA Prefix)

Noise Temp	Code	Gain	Code	Output Conn.	Code	Power	Code	Color	Code	Options	Code	Eng. Options	Code
35°K	035	50 dB	50	N	N	Thru Coax	0	Gray	G	None	0	None	0
38°K	038	55 dB	55			4-Pin	4	White	W	Alarm	A	3.4 to 4.2 GHz	1
40°K	040	60 dB	60			6-Pin	6	Green	A	Alarm & TRF	R	4.5 to 4.8 GHz	2
45°K	045	65 dB	65							± 0.5 dB Gain Slope	G	4.0 to 4.8 GHz	3
50°K	050									Alarm and ± 0.5 dB GS	B	+20 dBm	P
55°K	055									50 dB TRF	T		
60°K	060									70 dB TRF	U		
65°K	065												



"Your Error Free Choice"



EFData products are manufactured under a quality system certified to ISO 9001

EFData Corporation  
 2105 West 5th Place  
 Tempe, Arizona 85281 USA  
 (602) 968-0447  
 FAX: (602) 921-9012

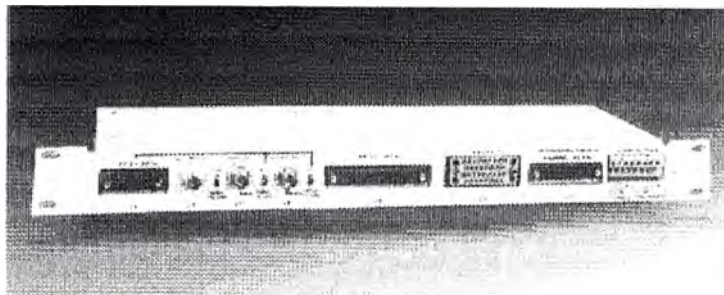
EFData reserves the right to make changes to specifications of products described in this data sheet at any time without notice and without obligation to notify any person of such changes.

# B-650, UB-300

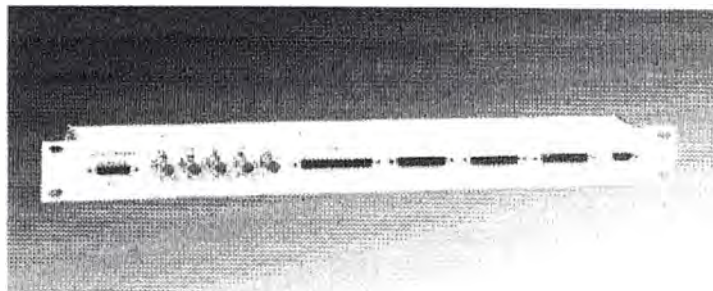
## Breakout Panels

**CALIFORNIA  
MICROWAVE**

**EF  
DATA**



**B-650**



**UB-300**

### INTRODUCTION

The B-650 breakout panel is for use with the EFData SDM-650B satellite modem equipped with the Asynchronous Channel Unit (ACU).

The B-650 supports G.703, RS-422/449, and V.35 data interfaces.

The G.703 can be configured for balanced or unbalanced data I/O at the rear panel via toggle switches.

### CONNECTORS

Rear Panel Modem Interface	50-Pin D
Front Panel	
G.703 I/O Bal. Interface	15-Pin D
G.703 SD Unbalanced	BNC
G.703 RD Unbalanced	BNC
RS-422 Interface	37-Pin D
V.35 Interface	CNV 34-Pin
Asynchronous Interface	25-Pin D
External Ref. Clock	BNC

### DIMENSIONS

Size	19" W x 5" D x 1.75" H (1 RU)
------	-------------------------------

### INTRODUCTION

EFData's UB-300 universal breakout panel functions as an IDR, IBS, and Drop & Insert (D&I) breakout panel in one small rack-mountable unit.

The UB-300 supplies convenient access to IESS-308, Rev. 4, Engineering Service Channel (ESC) via standard connector, and provides access to the IESS-309 1/15 overhead order wire and alarms.

The UB-300 also provides industry standard connectors for DS1, G.703, RS-422/449, and V.35 interfaces.

DS1 and G.703 can be configured for balanced or unbalanced data I/O at the front panel via rear panel switches. The UB-300 also provides standardized interfaces for D&I G.703 data.

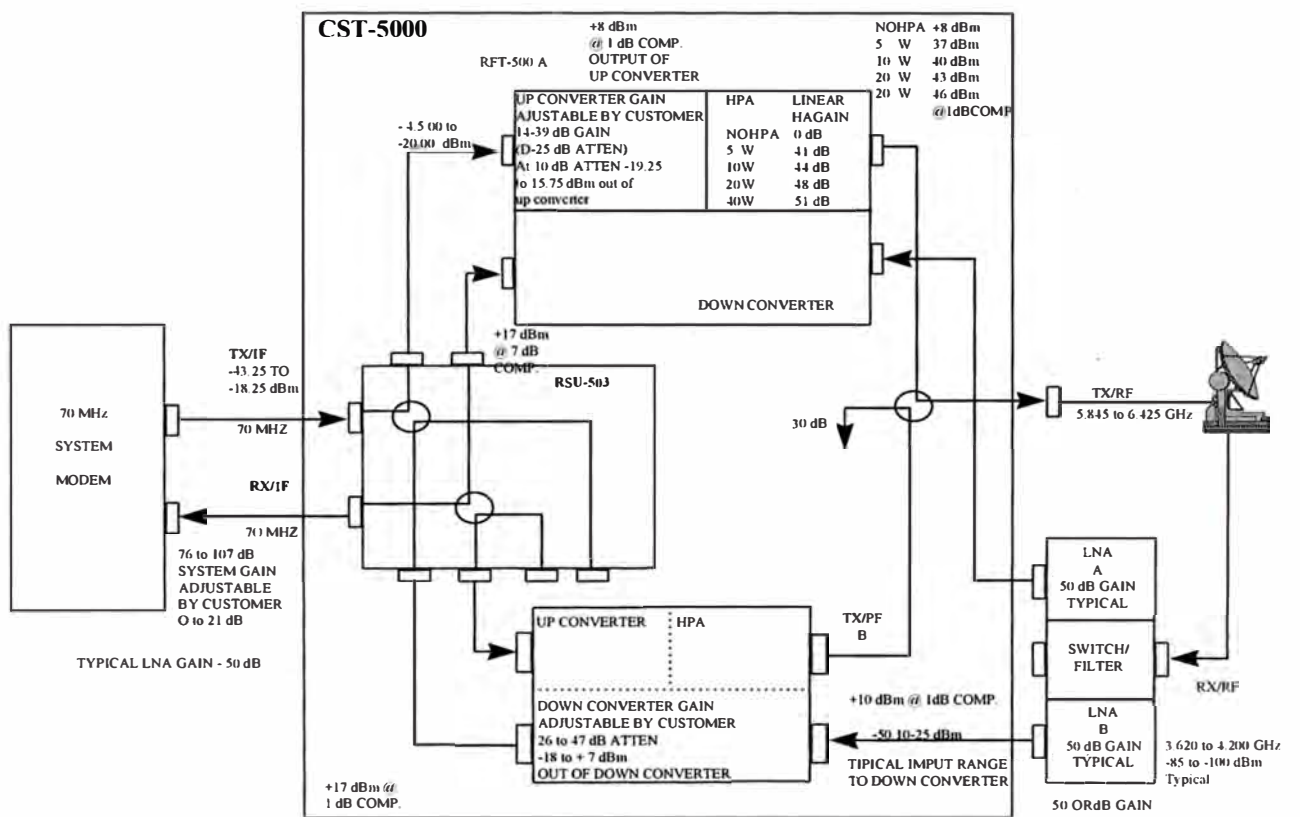
Both balanced and unbalanced interfaces for drop data I/O and insert data I/O are provided, and are selectable via rear panel DIP switches.

### CONNECTORS

Rear Panel Modem Interface	50-Pin D
Front Panel	
RS-422 Interface and 8 kbit/s IDR/ESC	37-Pin D
V.35 Interface	25-Pin D
Engineering Service Channel (ESC)	25-Pin D
Alarms	25-Pin D
ADPCM Audio	9-Pin D
Unbalanced G.703 Data Input	BNC
Unbalanced G.703 Data Output	BNC
Unbalanced External Clock	BNC
Balanced G.703 and DS1	15-Pin D

### DIMENSIONS

Size	19" W x 2.5" D x 1.75" H (1 RU)
------	---------------------------------



SYSTEM GAINS

C-BAND 10 WATTS SCPC SYSTEM  
SPECIFICATION FOR MODEL:TC2014TRANSMITTERINPUT

FREQUENCY RANGE	:	70 +/- 18 MHz
POWER LEVEL	:	-25 TO -5 dBm
CONNECTOR	:	BNC ( FEMALE )
IMPEDANCE	:	75 ohm
RETURN LOSS	:	15 dB min.

OUTPUT

FREQUENCY RANGE	:	5.925 TO 6.425 GHz (NON-INVERTED)
POWER LEVEL	:	40 dBm @ 1dB GAIN COMPRESSION
CONVERSION GAIN ADJUSTABLE RANGE	:	OUTPUT POWER LEVEL IS ADJUSTABLE FROM 24 TO 38 dBm BY IFM WITH 0.1 dB/STEP
GAIN FLATNESS	:	+/- 2 dB / 36 MHz ( INCLUDING IFM , IFL & ODU )
GAIN STABILITY vs. TEMPERATURE	:	+/- 1.5dB OVER OPERATING TEMP.
INTERMODULATION	:	-25 dBc, 2-TONE @ 3dB BACK OFF
HARMONICS	:	-40 dBc Max. @ P1dB
SPURIOUS	:	-50 dBc Max. -40 dBc Max. Within +/-1MHz
CONNECTOR	:	N ( FEMALE )
RETURN LOSS	:	14 dB min.

RECEIVERINPUT

FREQUENCY RANGE	:	3.7 TO 4.2 GHz
POWER LEVEL	:	-83 TO -122 dBm
CONNECTOR	:	CPR-229 Waveguide
NOISE FIGURE	:	65°K Max. -40°C TO +25°C 80°K Max. @ +55°C

OUTPUT

FREQUENCY RANGE	:	70 +/- 18 MHz
POWER LEVEL	:	-45 TO -15 dBm
CONNECTOR	:	BNC ( FEMALE )
IMPEDANCE	:	75 ohm
RETURN LOSS	:	15 dB min.
GAIN ADJUSTABLE RANGE	:	40 dB BY IFM WITH 1dB/STEP
GAIN FLATNESS	:	+/- 2 dB / 36 MHz
GAIN STABILITY vs. TEMPERATURE	:	+/- 5 dB OVER OPERATING TEMP.
ISOLATION	:	60 dBc min.
P1dB	:	+5 dBm min.

C-BAND 10 WATTS SCPC SYSTEM  
SPECIFICATION FOR MODEL:TC2014FREQUENCY CONTROL

STABILITY vs. TEMP.	:	+/- 5 PPB
AGING	:	+/- 1 PPB / DAY
	:	+/- 0.3 PPM / YEAR
STEP SIZE	:	10MHz ( TOTAL 51 CHANNELS )
RANGE	:	500 MHz
PHASE NOISE AT	:	
100 Hz	:	<-65 dBc
1 KHz	:	<-75 dBc
10 KHz	:	<-75 dBc
100 KHz	:	<-90 dBc

ELECTRICAL INTERFACE

AC POWER REQUIREMENT	:	
VOLTAGE RANGE	:	90 TO 130 VAC 185 TO 250 VAC (BY FACTORY SET)
FREQUENCY	:	47 TO 63 Hz
INRUSH CURRENT	:	35 Amp. Max.
POWER CONSUMPTION	:	180 W Max.
FRONT PANEL	:	
KEY PADS	:	
LCD DISPLAY	:	

ENVIRONMENTAL

OPERATING TEMPERATURE	:	
IFM	:	0°C TO +50°C
ODU	:	-40°C TO +55°C
STORAGE TEMPERATURE	:	-40°C TO +85°C
RELATIVE HUMIDITY	:	
IFM	:	10% TO 95% ( NON-CONDENSING )
ODU	:	5% TO 100%
SALT ATMOSPHERE ( ODU )	:	TESTED IN ACCORDANCE WITH MIL-STD-810D METHOD 509.2 PROCEDURE I & II

MECHANICAL

DIMENSION	:	
IFM	:	STANDARD 19" RACK 3U
ODU	:	
IFL CABLE REQUIREMENT ( CABLE IS NOT INCLUDED FOR MODEL:TC2012 )	:	
MAXIMUM LENGTH	:	250 ft max. ( RG-8 )
Max. LOSS AT 1.1 GHz	:	20 dB
Max. LOSS AT 200 MHz	:	9 dB
Max. D.C. Resistance	:	0.7 ohms ( Round trip )



MICROELECTRONICS TECHNOLOGY INC.

C-BAND SCPC CONFIGURATION

MTI MODEL NO. (TC2014)

REV : 0.02

DATE : 11/25/1993

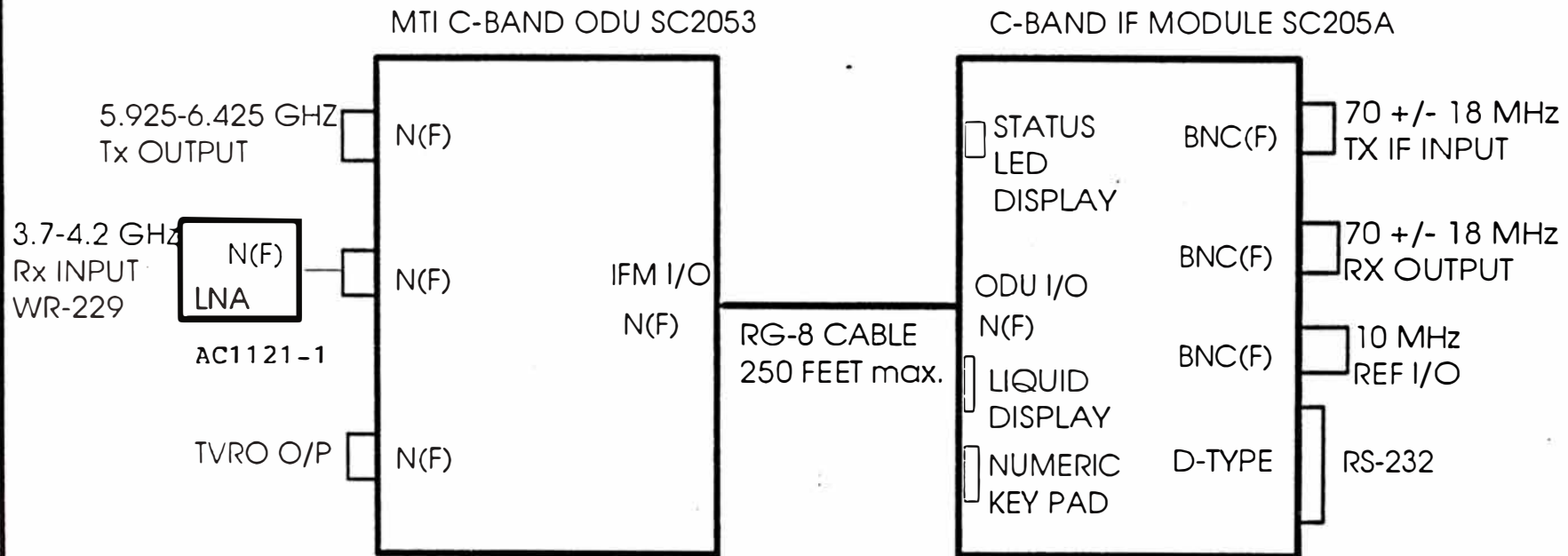


Fig.-1

MICROELECTRONICS TECHNOLOGY INC.  
TYPICAL SETUP OF MTI SATELLITE RF EQUIPMENT

Rev. : 0.01  
DATE : 11/23/93

MTI MODEL NO. TC2014

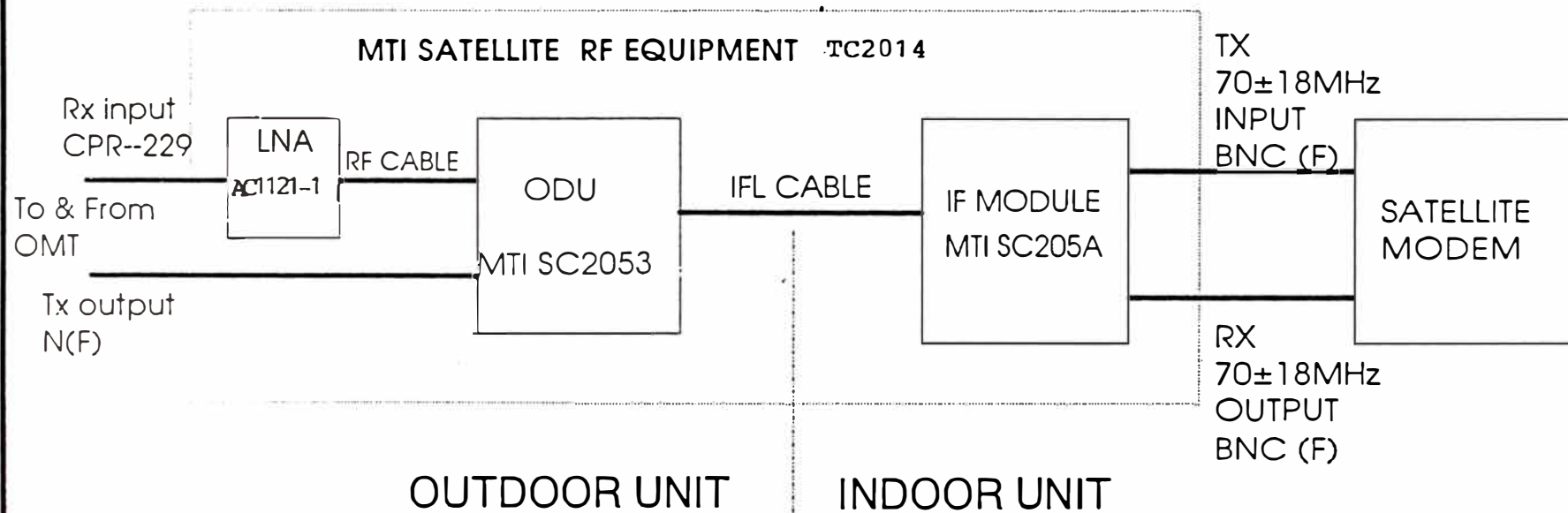


Fig-11

## 1.6 CONFIGURATION

For proper operation, hardware and software configuration is necessary. Hardware configuration (where necessary) is described with individual component/module descriptions in Chapters 2-7. Detailed software configuration procedures are described in Chapters 8-12.

## 1.7 EMI FILTERS

**IMPORTANT!** To comply with FCC requirements, EMI filters must be installed on each telephone cable connected to the SDM-T or SDM-JT. See Appendix A for details.

## 1.8 SPECIFICATIONS

The following paragraphs describe specifications for SDM-T and SDM-JT units.

### 1.8.1 Trunks

<b>Specification</b>	<b>SDM-T</b>	<b>SDM-JT</b>
Number of Trunks:	1	1
Topology:	Depends on application defined by ProPak	Depends on application defined by ProPak
Rate:	9.6, 12, 14.4, 16.8, 19.2, 24, 28.8, 32, 38.4, 48, 56, 64, 72, 96, 112, 128 Kbps (with the W5 jumper in the 2-3 position)	9.6, 19.2, 24, 28.8, 32, 38.4, 48, 56, 64, 72, 96, 112, 128 Kbps
Interface:	RS-232C ICARD/1X: V.11 optional ICARD-3X: V.35 optional ICARD-4X: RS-449 optional ICARD-6X: V.36 optional	RS-232C ICARD/1X: V.11 optional ICARD-3X: V.35 optional ICARD-4X: RS-449 optional ICARD-6X: V.36 optional

### 1.8.2 Data Specifications

<b>Specification</b>	<b>SDM-T</b>	<b>SDM-JT</b>
Number of Channels:	6 (5 Low Speed and 1 High Speed)	2 (1 Low Speed and 1 High Speed)
Rate:	Low Speed = Up to 19.2 Kbps synchronous, 9.6 Kbps asynchronous. High Speed = Up to 115.2 Kbps	Low Speed = Up to 19.2 Kbps synchronous, 9.6 Kbps asynchronous. High Speed = Up to 115.2 Kbps
Protocol:	Low Speed = Synchronous or Asynchronous High Speed = Synchronous.	Low Speed = Synchronous or Asynchronous High Speed = Synchronous.
Interface:	Low Speed = RS-232, High Speed = RS-232 Standard, V.11 with ICARD-1X, V.35 with ICARD-3X, or RS-449 with ICARD-4X.	Low Speed = RS-232, High Speed = RS-232 Standard, V.11 with ICARD-1X, V.35 with ICARD-3X, or RS-449 with ICARD-4X.

**1.8.3 Voice Specifications**

<b>Specification</b>	<b>SDM-T</b>	<b>SDM-JT</b>
Number of Channels:	Up to 8	Up to 4
Channels per Card:	1	1
Voice Rate:	VC-01 & VFC-01: 8K, 9.6K, 12K, 14.4K or 16K VC-02 & VFC-02: 2.4K to 9.6K in 400 bps increments VFC-03: ATC 8K-16K, IMBE 2.4K-9.6K, ACELP 8K, or ACELP 5.2K	VC-01 & VFC-01: 8K, 9.6K, 12K, 14.4K or 16K VC-02 & VFC-02: 2.4K to 9.6K in 400 bps increments VFC-03: ATC 8K-16K, IMBE 2.4K-9.6K, ACELP 8K, or ACELP 5.2K
Interface:	Ground Start, Loop Start, 4-Wire E&M, or 2-Wire E&M. For VFC-03 only, Loop Start Tip and Ring Reversal or Ground Start Tip and Ring Reversal.	Ground Start, Loop Start, 4-Wire E&M, or 2-Wire E&M. For VFC-03 only, Loop Start Tip and Ring Reversal or Ground Start Tip and Ring Reversal.

**1.8.4 System Specifications**

<b>Specification</b>	<b>SDM-T</b>	<b>SDM-JT</b>
Front Panel	4 x 20 LCD Display and 6 control buttons	4 x 20 LCD Display and 6 control buttons
Command Port:	RS-232 asynchronous	RS-232 asynchronous
Power Consumption:	40W + 5W per Voice/Fax expansion module	40W + 5W per Voice/Fax expansion module
Redundant Power Supply:	RPSMD, optional	Not Available
Input Voltage:	SDM-T-01/02/03/04/05: 115 VAC or 220/240 VAC SDM-T-UAC: 92-264V AC SDM-T-48: 42-60V DC	SDM-JT-UAC: 85-264V AC SDM-JT-48: 42-60V DC
Input Current:	SDM-T-01/02/03/04/05: 0.92A - 0.36A SDM-T-UAC: 1.3-2.6A SDM-T-48: 2.60-3.85A	SDM-JT-UAC: 1.3-2.6A SDM-JT-48: 3.85-2.60A
Input Frequency:	50/60 Hz	50/60 Hz

**1.8.5 Physical Dimensions**

<b>Specification</b>	<b>SDM-T</b>	<b>SDM-JT</b>
Height:	5.25" (13.34 cm)	5.25" (13.34 cm)
Width:	17" (43.18 cm)	8.5" (21.59 cm)
Length:	18" (45.72 cm)	18" (45.72 cm)
Weight:	30 lbs (13.61 kg)	15 lbs (6.8 kg)

## 1.8.6 Operating Environment

Specification	SDM-T	SDM-JT
Temperature:	0-50 Degrees Celsius	0-50 Degrees Celsius
Humidity:	10% - 90% noncondensing	10% - 90% noncondensing

## 1.8.7 Fax Options

Specification	SDM-T	SDM-JT
Voice/Fax Modules:	Fax Relay Module FRC-01 (requires Voice Card). In-Line Voice/Fax Module VFC-01, VFC-02, and VFC-03	Fax Relay Module FRC-01 (requires Voice Card). In-Line Voice/Fax Module VFC-01 and VFC-02
Fax Support:	Group III at 2.4, 4.8, 7.2, and 9.6 Kbps	Group III at 2.4, 4.8, 7.2, and 9.6 Kbps
Number of Channels:	Up to 4 for VFR-01, up to 8 for VFC-01, VFC-02, and VFC-03	Up to 2 for VFR-01, up to 4 for VFC-01, or VFC-02
Interface	Ground Start, Loop Start, 4 wire or 2 wire E&M For VFC-03 only, Loop Start Tip and Ring Reversal or Ground or Start Tip and Ring Reversal.	Loop, 4 wire or 2 wire E&M, Ground Start SLT For VFC-03 only, Loop Start Tip and Ring Reversal or Ground or Start Tip and Ring Reversal
Minimum Voice Bandwidth:	2.4 Kbps for IMBE	8 Kbps

## 1.9 WARRANTY

ACT Networks, Inc. warrants to Purchaser that the Products and any Repaired Products (Repairs) will be free from defects in material and workmanship for a period of one year from the date of shipment to Purchaser.

ACT's obligation under this warranty is limited to replacing or repairing, at ACT's option, Products or Repairs found by ACT to be defective within the warranty period. All such replacements and repairs shall be performed at facilities designated by ACT and shall be performed only after the customer has received a Return Material Authorization Number from ACT and has returned the Product to ACT, shipping and insurance prepaid by Purchaser.

The returned Product must be accompanied by the customer's name, address and telephone number, the model and serial number of the Product, a statement of the purchase date and a detailed description of the problem. Products and Repairs returned by Purchaser shall be repaired by ACT using new or refurbished parts and shall be returned to Purchaser by ACT, shipping prepaid by ACT.

This warranty shall immediately be null and void if, in ACT's sole judgment, the Product has been subject to unauthorized modification, misuse, abuse, neglect, accident, improper installation or application, alteration or neglect in use, storage, transportation or handling, or if the serial number and/or other Product markings have been removed, defaced or altered.

ACT may, at its discretion, perform out of warranty repairs at ACT's customary charges or enter into a written agreement extending the terms of this warranty at a price stated in such agreement. All repairs performed out of warranty or pursuant to an extended warranty agreement shall be subject to all of the applicable limitations and procedures of this Agreement.

**ANEXO 8**

**CARACTERISTICAS DE LOS PARARRAYOS Y POZOS DE TIERRA**

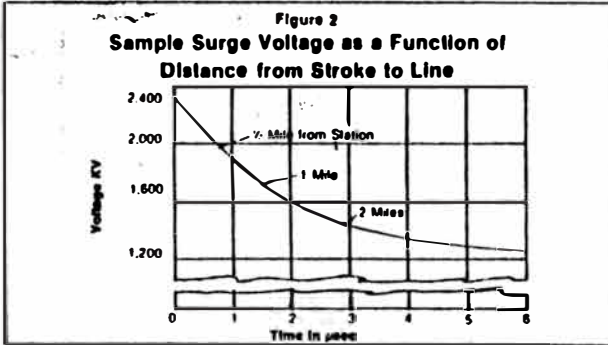
# EFFECTOS PROBOCADOS POR LA ATMOSFERA

**Table 1**  
**Potentially Destructive Power Mains Anomalies**

Potential Anomaly	Nature Causes			Man-Made Causes			Accidents and Explosions
	Cloud-to-Ground Lightning	Cloud-to-Cloud Lightning	Thunder	Public Utility	Other Customers	Own Plant	
Overvoltages				X			X
Undervoltages				X			X
Surges	X				X		X
Transients	X	X	X		X	X	X
EMP	X	X					X
Single Phasing	X			X			X

**Table 2**  
**Significant Lightning Stroke Characteristics**

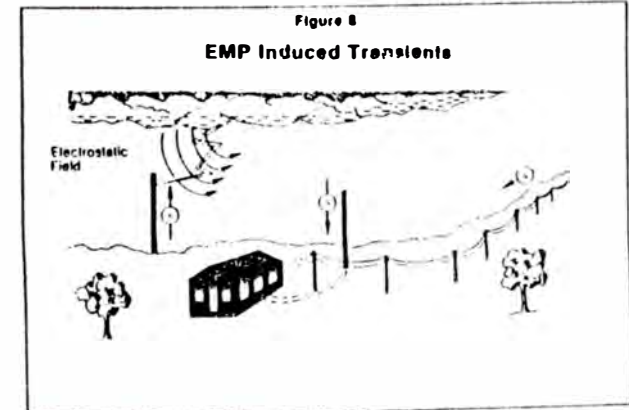
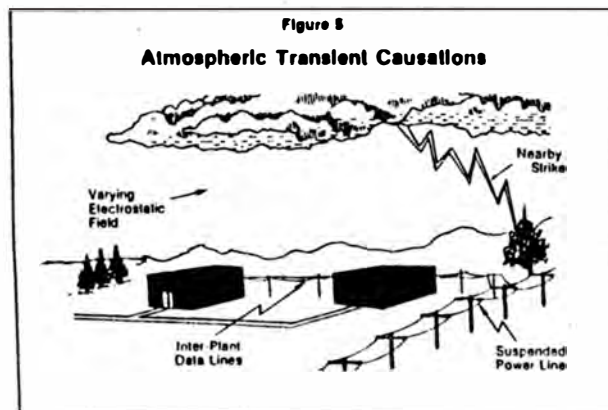
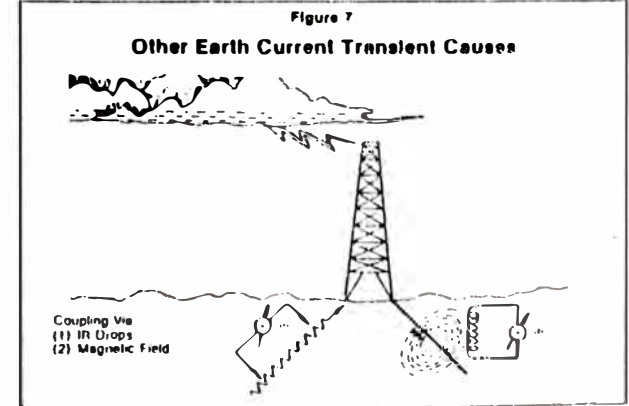
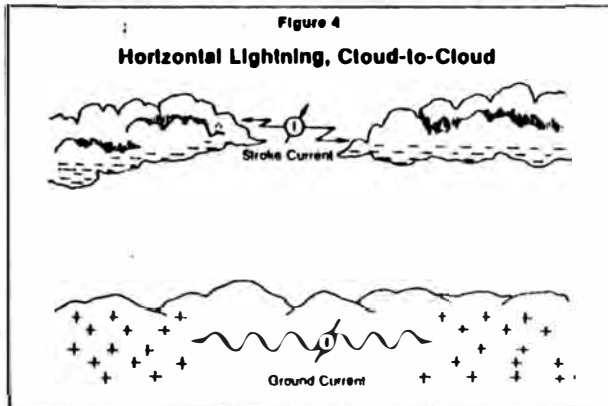
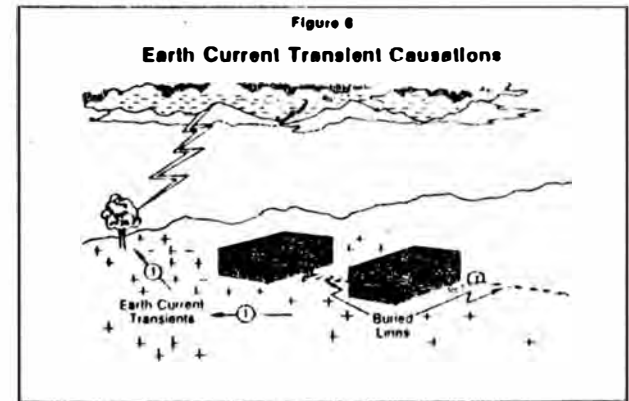
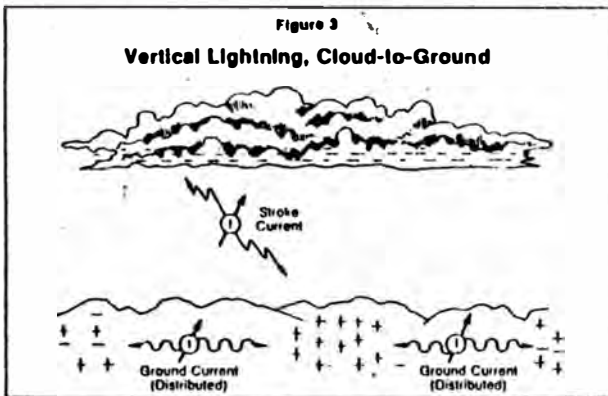
Charge Range	2 to 200 Coulombs
Peak Currents	2 000 to 400 000 Amperes
Rise Time to 90 Percent	300 Nanoseconds to 10 Microseconds
Deviation to 50 Percent	100 Microseconds to 10 Milliseconds
Potential Energy at 99 Percent	5 000 Joules



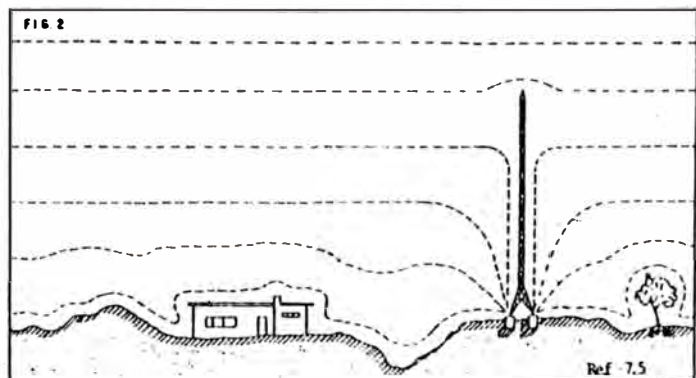
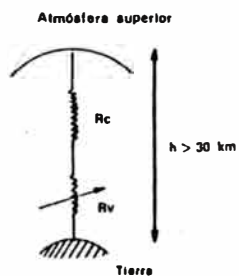
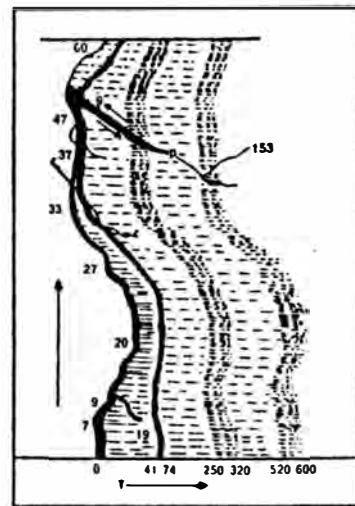
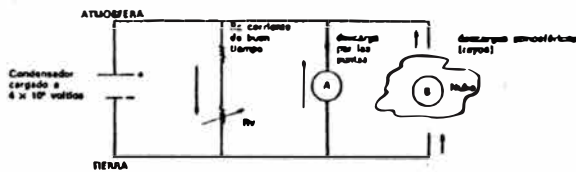
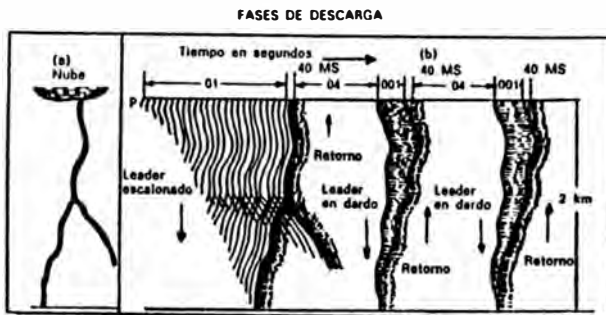
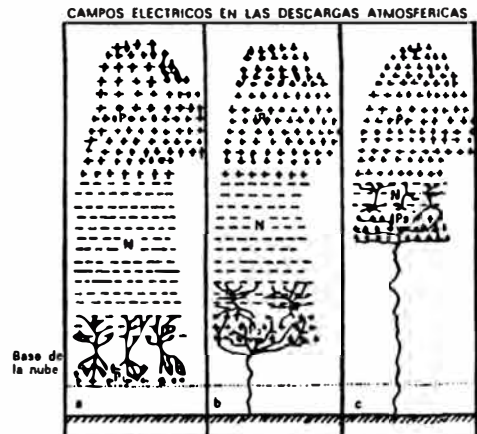
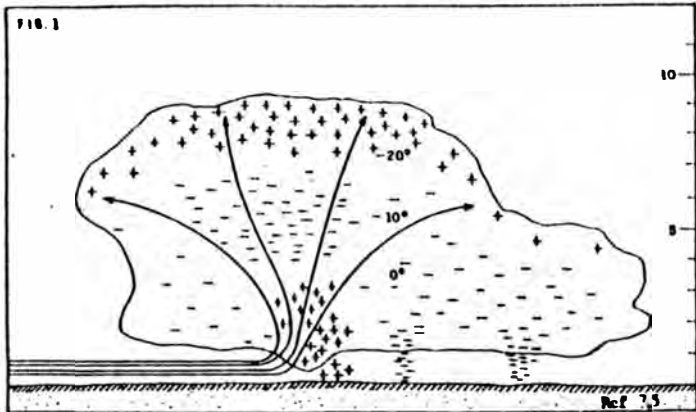
**Table 3**  
**Total Environmental Hazard Character**  
For at least 99 Out of Each 100 Events

Hazard	Peak Voltage*	Rise Time	Energy Impact	Peak Currents	Frequency Spectrum
Overvoltage	+ 20%	Slow	Massive	Massive	Line
Undervoltage	- 20%	Slow	Reduced Power	None	Line
Energy Surges	$\pm 32 \text{ KV}^{**}$	50 NS	+ 5 K Joules	160 K Amps	1 KC to 1 MHz
Single Phasing	Load Dependent	N/A	Complete Loss of Phase Power	Two Phase Currents	3 to 10 Cycles Duration
Transients	$\pm 5 \text{ KV}$	50 NS	+ 100 Joules	2 K Amps	1 KC to 10 MHz
Noise	$\pm 400 \text{ V}$	1 US	Negligible	Negligible	1 KC to 10 MHz
EMP	$\pm$ Massive	50 NS	+ 10 Joules	Massive	1 KC to 10 MHz

\* With respect to the sinewave  
\*\* Impractical for computer locations

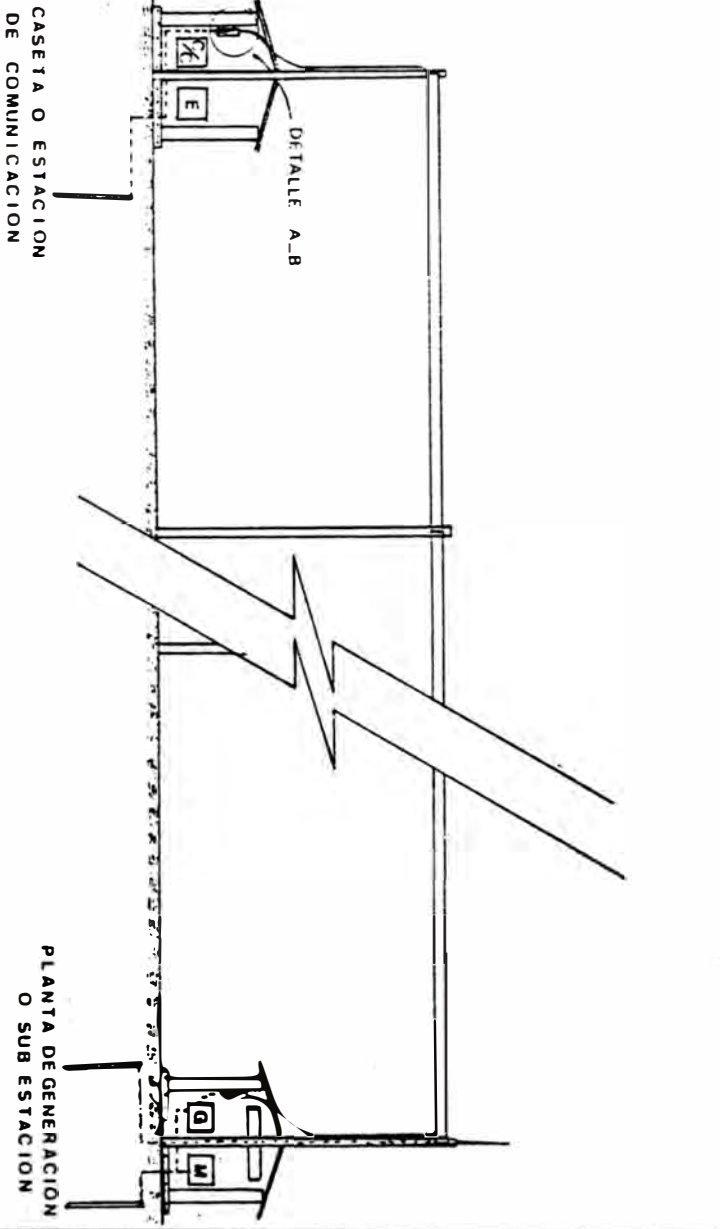
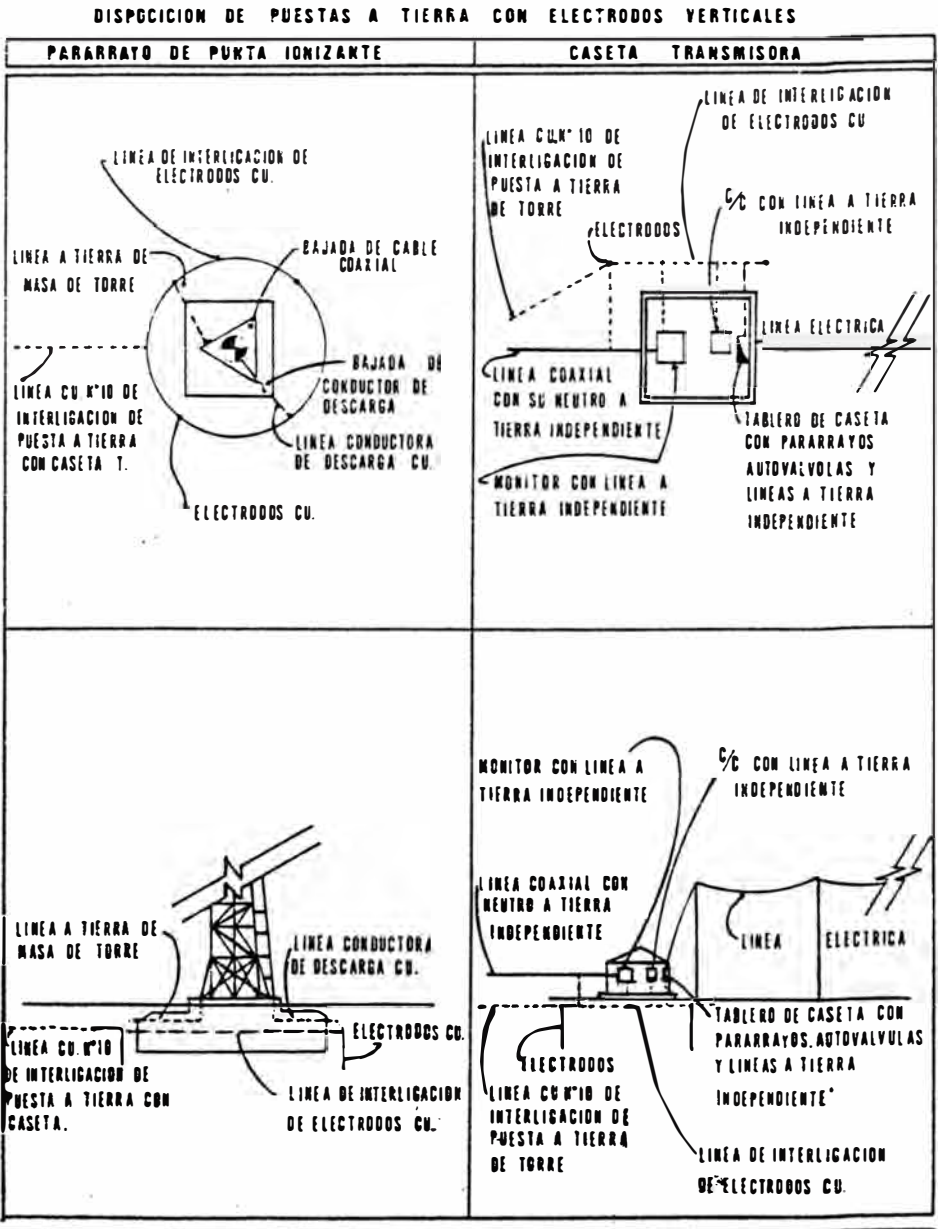


# DIAGRAMAS DE ORIGENES DEL FENOMENO





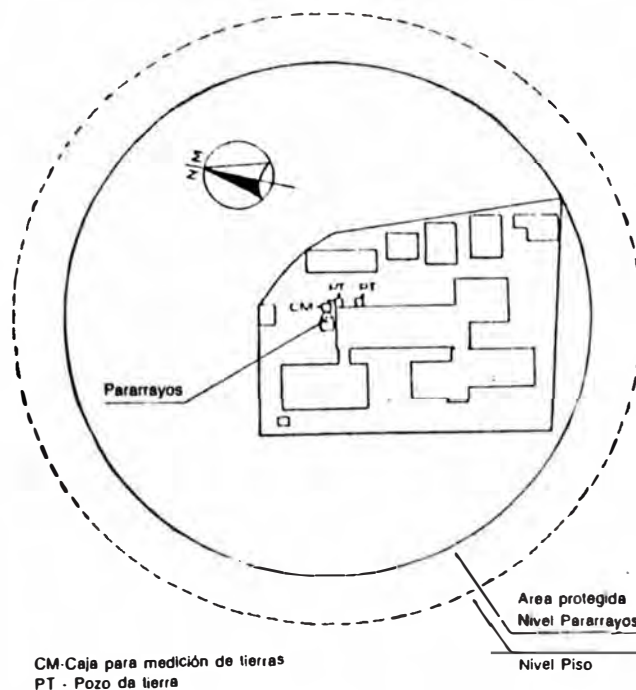
# DIAGRAMA DE DISPOSICION DE LAS PARTES DE SISTEMA



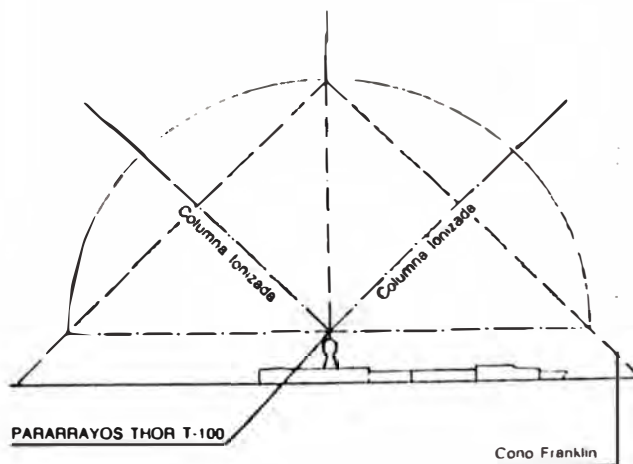
**PARA**  
**S.R.L. - RAYOS**

# LEYENDAS Y PROTOTIPO DE PLANOS

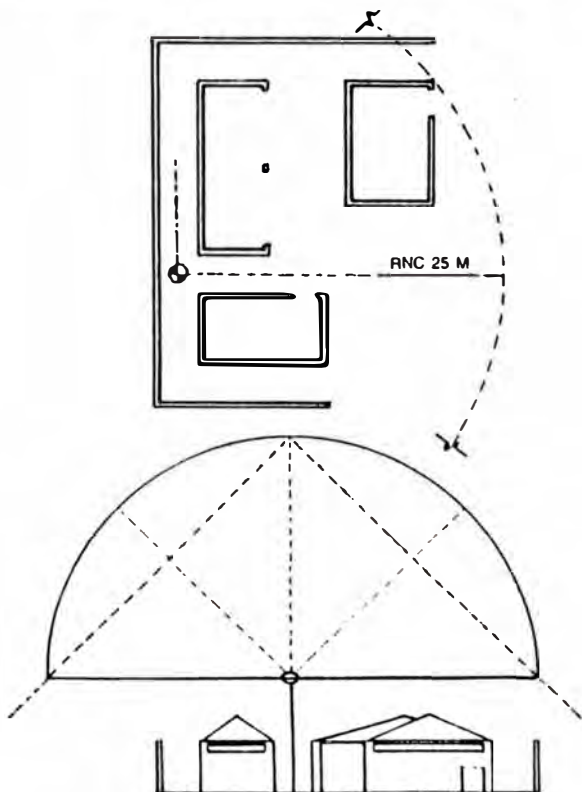
		PARARRAYOS BAYONETA
		PARARRAYOS RADIOACTIVO
		PARARRAYOS FRANKLIN
		CAJA DE MEDICION
		ELECTRODO DE TIERRA
		CONEXION/INTERLIGACION
		CABLE A TIERRA
		CABLE DE CAPTACION
		PUESTA A TIERRA
		P. AUTOVALVULA M. T.
		P. AUTOVALVULA B. T.
		PLANCHA DE TIERRA
		CERCA
		TORRE
		POSTE
R.N.C		RADIO NIVEL CAPTADOR
R.N.T		RADIO NIVEL TIERRA



## PLANTA GENERAL



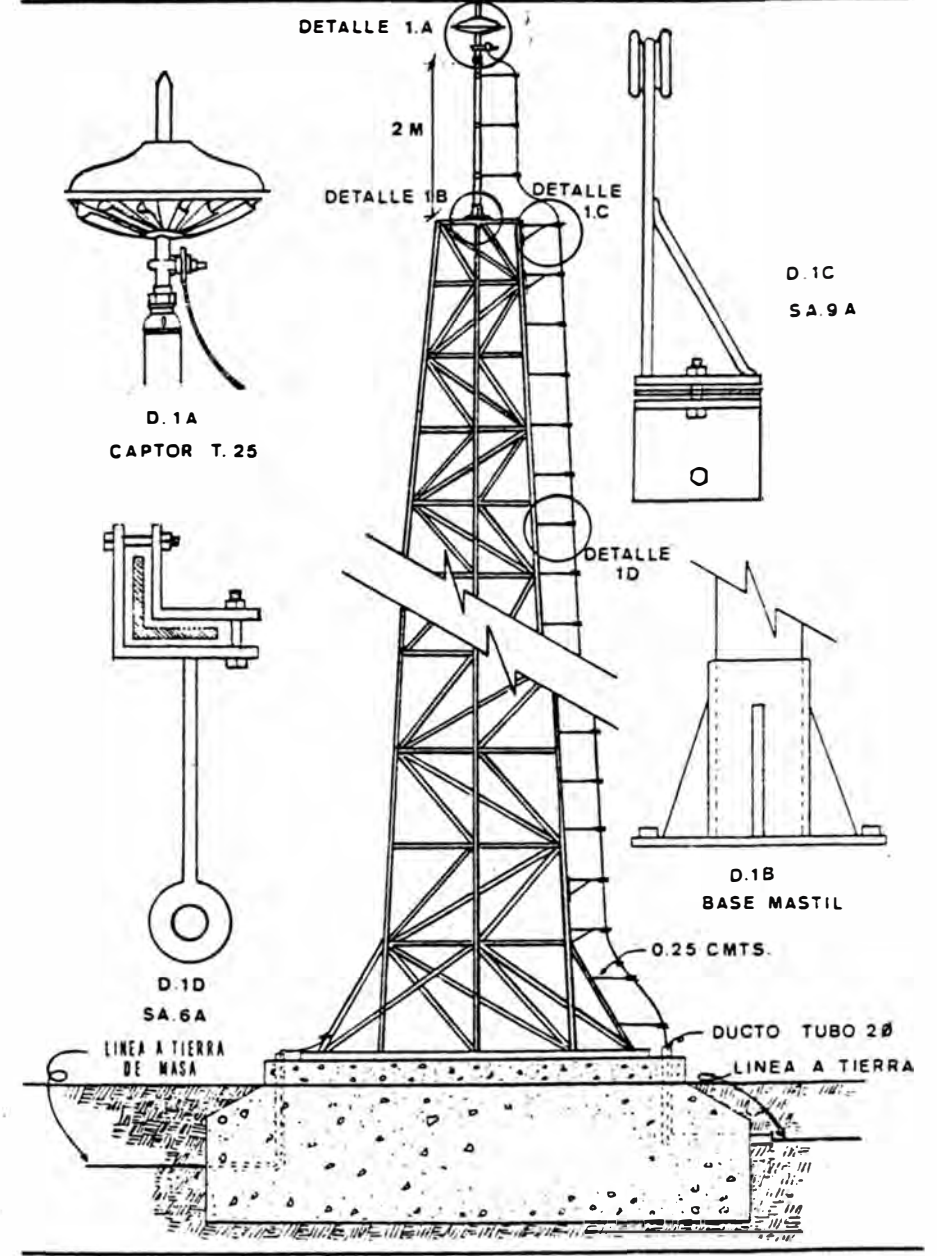
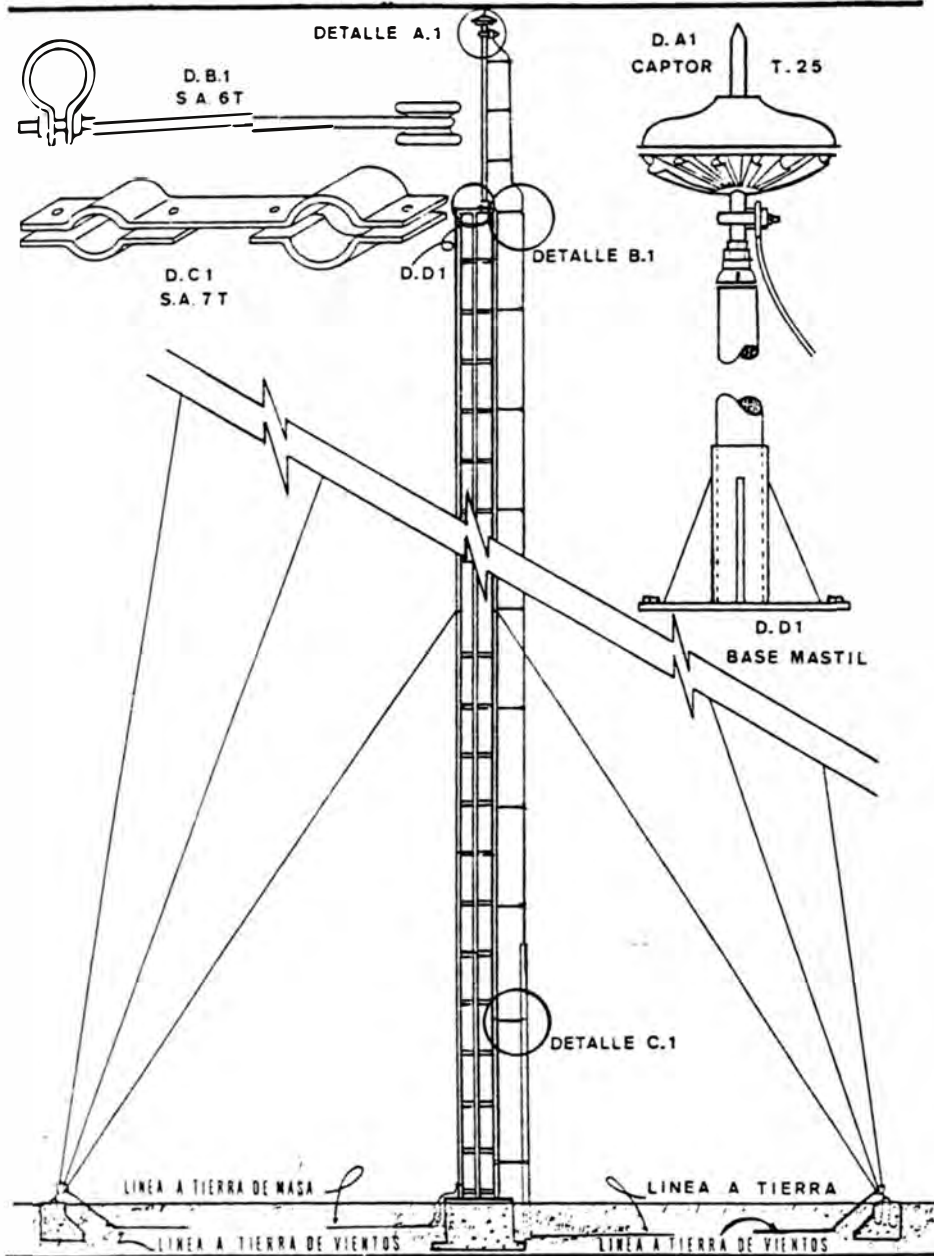
## ELEVACION





PARA  
S.N.T. - RAYOS

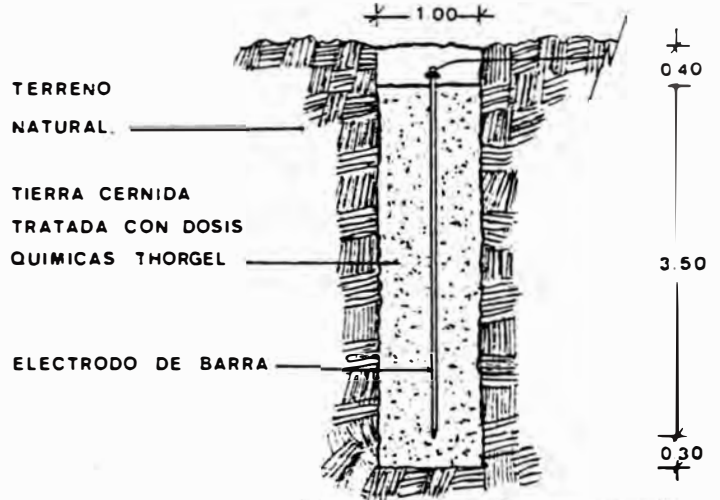
Protección Lucanas 187, La Victoria, Lima 13, Tele: 311203 - 325946, Fax: 324301



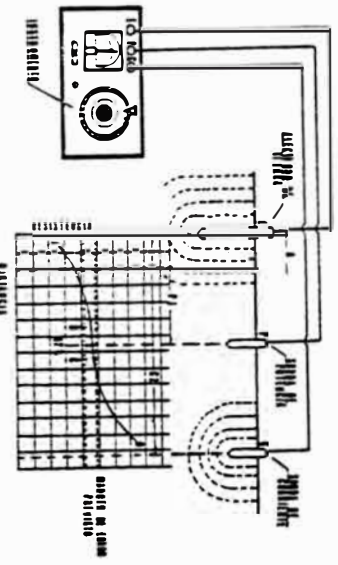
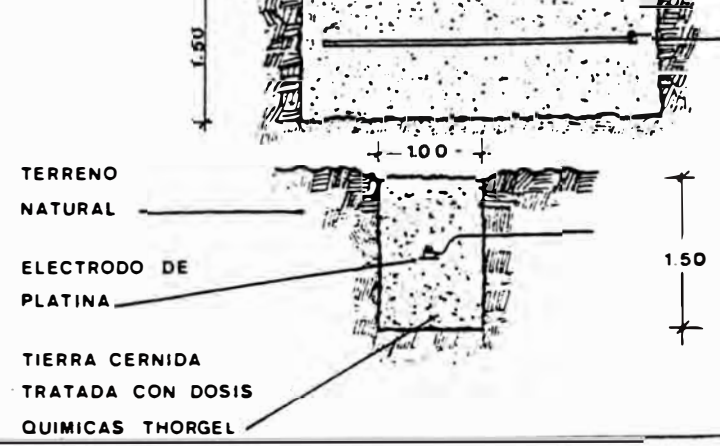
MONTAJE DE TORRES

# CORTES DE PUESTAS A TIERRA SEGUN MODELOS

MODELO A.1

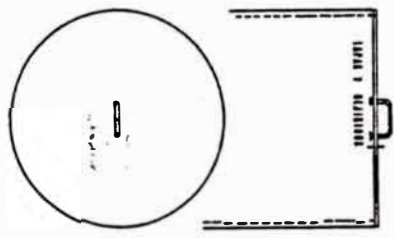
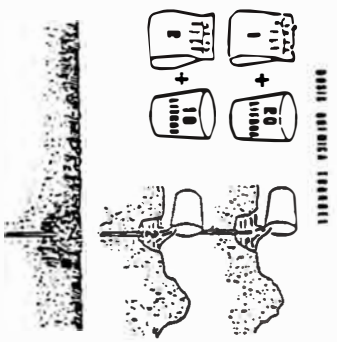
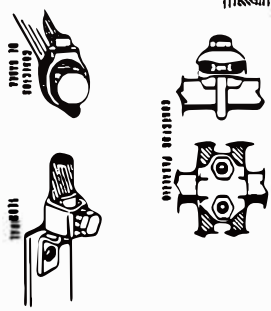
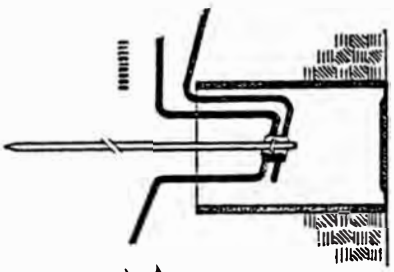


MODELO P.1



LA DISTANCIA DE SONDA DE PROFUNDIDAD  
 DE LA DISTANCIA DE SONDA DE PROFUNDIDAD  
 DE LA SONDA DE PROFUNDIDAD  
 A PARA DE PROFUNDIDAD  
 DE LA SONDA DE LA DISTANCIA DE SONDA

**CURVA MOSTRANDO UN CORRECTO ESPACIAMIENTO  
 DE LAS SONDA DE MEDICION**



**PARA**  
 S.A. - RAYOS



PARA  
-RAYOS



PARA  
-RAYOS



Proyectos Instalaciones

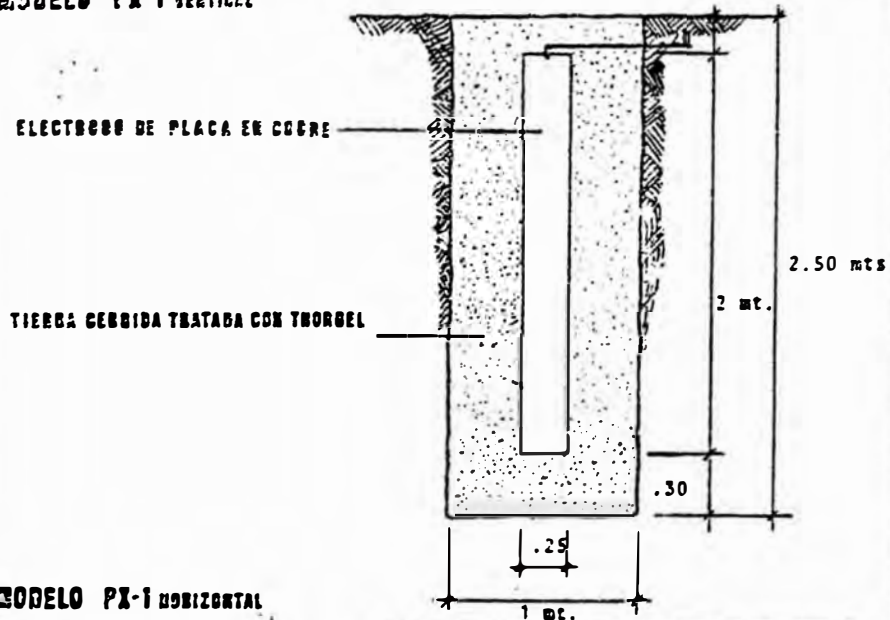
Línea No. 5



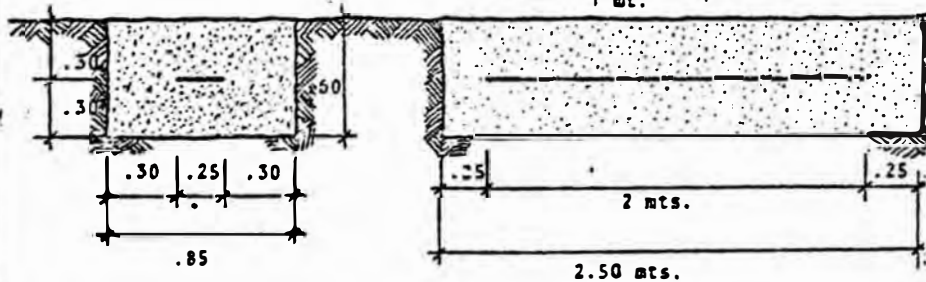
PARA  
-RAYOS



### MODELO PX-1 VERTICAL



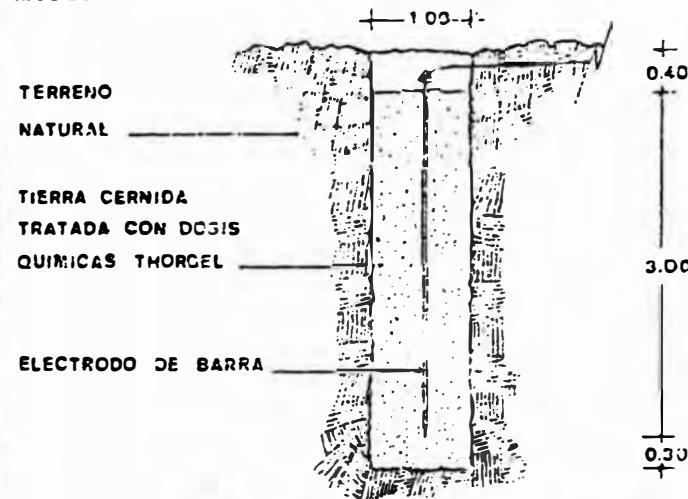
### MODELO PX-1 HORIZONTAL



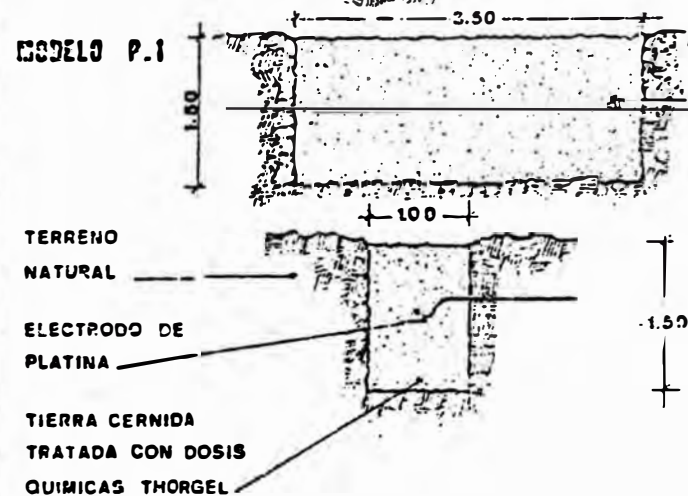
PUESTA A TIERRA PARA EQUIPOS ELECTRONICOS  
MODELO PX-1

## CORTES DE PUESTAS A TIERRA SEGUN MODELOS

### MODELO A.1



### MODELO P.1



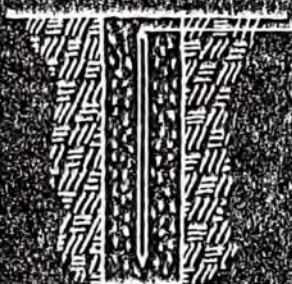
ESCALA 1:50

# THOR GEL®

La Química al servicio de la Electroelectrónica  
Estabilidades eléctricas garantizadas por 4 años



Placa Vertical



Barra Vertical



Placa Horizontal



Cable Único Horizontal



Malla Horizontal

## APLICACION DEL PRODUCTO EN NUEVAS PUESTAS A TIERRA

Configuración y posición de los distintos tipos de electrodos:

- A) Vertical (barra, platina o placa)
- B) Horizontal (platina, placa o malla)
- C) Cable único (o platina)

### EXCAVACION

- A) Excavar un hueco vertical de un metro de diámetro, su fondo tendrá un metro más que la longitud del electrodo a colocar.
- B) Excavar un hueco horizontal de 1 mt. de ancho x 1.5 mt. de fondo y su longitud tendrá un metro más que la longitud del electrodo a colocar.
- C) Excavar una zanja de 0.60 mt. de ancho x 1.30 mt. de fondo y su longitud tendrá un metro más que la longitud del electrodo a colocar.

### EVALUACION DEL TERRENO DE TRABAJO

Evaluar la calidad del terreno excavado en función al contenido porcentual de tierra, arena, piedra y cascajo, observando que sólo la tierra es hábil para la puesta a tierra, el resto se desechará y se reemplazará por tierra de chacra o de cultivo zarandeada en 1/2".

### ARMADO Y RELLENO DEL HUECO

Se conectará el cable con el electrodo y se proyectará su ubicación en el eje central y longitudinal del hueco (vertical u horizontal).

- A) Rellenar y compactar el fondo del hueco con la tierra seleccionada hasta los 0.50 mt. colocar y sujetar el electrodo de platina o placa, observando que sólo las barras con punta se clavarán al final del relleno, una vez definida la opción se proseguirá a rellenar y compactar cada 0.50 mt. hasta dejar 0.10 mt. de electrodo libre, luego se aplicará el producto al igual que en el mantenimiento de puestas a tierra más adelante detalladas.
- B) y C) Rellenar y compactar el hueco con la tierra seleccionada hasta el 50% del fondo, después se colocara el electrodo y se proseguira a rellenar y compactar hasta dejar 0.10 mt. de hueco, luego se aplicará el producto al igual que en el mantenimiento de puestas a tierra que detallamos a continuación.

### MANTENIMIENTOS DE PUESTAS A TIERRA

El mantenimiento de las puestas a tierra tratadas únicamente con Thor-Gel se harán cada 4 años, por sus propiedades electroquímicas estables.

- 1.- Se disolverá bien la bolsa blanca/amarilla en un balde plástico con 20 litros de agua y luego se verterá la solución en la superficie de la puesta a tierra, esperando su total absorción.
- 2.- Se verterá nuevamente 10 litros de agua sola esperando su total absorción.
- 3.- Se disolverá la bolsa azul en el mismo balde (previamente enjuagado) con 20 litros de agua y luego se verterá la solución en la superficie de la puesta a tierra, esperando su total absorción.
- 4.- Se regará el pozo con agua sola, hasta su saturación. Para acelerar su penetración.

NOTAS: - Se podrán emplear hasta 3 dosis por cada puesta a tierra standar, mayores dosis no son recomendadas por efectos de corrosión y saturación en la disminución de la resistencia.

- La aplicación del producto en terrenos impermeables o saturados de humedad, se hará mezclando el producto con la tierra de la excavación seleccionada, cuidando que la mezcla sea homogénea para todo el volumen de tierra.

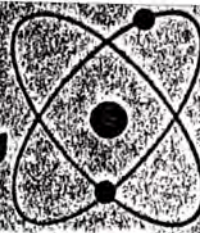
Para-Rayos S.R.L. , tiene manuales técnicos de instalaciones de puestas a tierra Thor-Gel, además ofrece servicios de asesoría y ejecución de sistemas de puestas a tierra integrales.



PARA  
SIN RAYOS

THOR GEL  
S.R.L.  
CALLE 10 N° 1000  
BOGOTÁ - COLOMBIA

# THOR GEL®



## Dosis Electrolíticas e Higroscópicas no corrosivas para la Reducción de la resistencia óhmica de tierra

Thor-Gel es un Producto Químico que reduce notablemente la resistencia óhmica de tierra, ofreciendo una estabilidad química, higroscópica y eléctrica por 48 meses, además, de no ser corrosivo, los electrodos tratados con el producto THORGEL, tendrán una vida media de 2 a 2.5 décadas, realizando con THORGEL un mantenimiento químico periódico cada 48 meses. La eficiencia en la reducción de la resistencia eléctrica, de las puestas a tierra tratadas químicamente con THORGEL, permiten reducciones hasta en un 95%; siempre que en ellas se consideren factores especiales, como área de contacto del electrodo, el zarandeo del terreno del pozo, y en los casos de terrenos de muy alta resistividad eléctrica se ha de reemplazar el terreno del pozo por otro de resistividad eléctrica baja. Esta técnica ha demostrado extraordinarios resultados en áreas donde las resistencias óhmicas de tierra a obtenerse eran de 1 a 5 Ohms/Mt. y que por factores de poco espacio era imposible ejecutarlas con los métodos convencionales.

En otros casos donde las Puestas a Tierra son ejecutadas con electrodos tradicionales de diámetros de 5/8" o 3/4" y longitudes de 2 a 3 metros; los resultados también son muy satisfactorios, pues la reducción de la resistencia eléctrica ha sido de 66.66% para terrenos de mayor resistividad, y, de 40% para los de menos resistividad eléctrica; siendo este último superior en 15% en la reducción de la resistencia que presentara con el tratamiento convencional de sal y carbón, con un máximo de reducción de 25%; además de no permitir una estabilidad química e higroscópica y eléctrica; sumándose a ésta una muy alta corrosión y precipitación del cloruro de sodio.

### RENDIMIENTO

Una dosis Thor-Gel de 5 Kgs. es suficiente para una puesta a tierra de dimensiones standar, de barra de 2 a 3 Mt. de placa de 2 mt.2 de cable único de 3 mt. y de malla de 2 a 3 mt.2

Puestas a tierra más amplias o de alta resistividad eléctrica en el terreno, requerirán de mayores dosis o mayor número de puestas a tierra y esto dependerá de la resistencia eléctrica deseada a obtener y de la resistividad eléctrica del terreno a trabajar.



**PARA**  
**S.R.L. - RAYOS**

FABRICADO POR PAPA RAYOS S.R.L.  
PROLONG. LUGANAS 117 LIMA 18 PERU  
TELEFONO 464311203  
TELEX N° 0128287 P.L.



**ANEXO 9**

**CONDICIONES GENERALES PARA EL APROBAMIENTO DE UNA  
ANTENA POR TELECOMM**



Para poder utilizar el segmento espacial de los satélites se deben de cumplir ciertas normas muchas, de ellas propias de cada administrador del satélite.

Para nuestro caso se indicara los requisitos del Sistema de Satélites Mejicanos Solidaridad. El SSMS está equipado para operar el servicio fijo de satélite en las bandas de frecuencias de 6/4 Ghz (banda C) y 14/12 Ghz (banda Ku)

### Generalidades

Las estaciones terrenas de servicio fijo por satélite que acceden al SSMS deben de operar con las frecuencias autorizadas por el operador satelital dentro de las bandas de frecuencias de 5,925 Ghz y 6,425 Ghz para los enlaces ascendentes y de 3,700 Ghz a 4,200 Ghz para los enlaces descendentes y en las bandas de frecuencia de 14,000 Ghz a 14,500 Ghz en los enlaces ascendentes y 11,700 Ghz a 12,200 Ghz para los enlaces descendentes

EL factor de calidad o figura de mérito (G/T) de las estaciones terrenas fijas deben ser mayor o igual a 14.0 dB/K° para la banda C y 17.8 dB/K° para la banda Ku.

La estabilidad en potencia para portadoras tanto analógicas como digitales, debe de ser de 1.0 dB a -1.5 dB

Los equipos de transmisión de las estaciones terrenas deben de contar con capacidad de ajuste que permita regular la salida de su potencia.

En general el subsistema de transmisión de las estaciones terrenas deben ser sintetizables par operar dentro de un intervalo de frecuencias de 500.0 Mhz conforme a la frecuencia de operación asignada.

En cualquier emisión espurea, la potencia media suministrada a la línea de alimentación de la antena debe ser por lo menos de 60.0 dB abajo del nivel de emisión de las frecuencias fundamentales.

El operador de la estación terrena no debe de acceder el valor de la PIRE asignado por el operador satelital.

Todas las estaciones terrenas deben de cumplir los parámetros siguientes

La ganancia máxima debe estar en dirección del lóbulo principal

La eficiencia debe ser mejor o igual a 55%

El mecanismo de posicionamiento debe cubrir en acimut y elevación +/- 20° tomando como referencia el apuntamiento máximo al satélite

El aislamiento de polarización lineal mínimo debe de ser de 30.0 dB tanto en banda C como en banda Ku.

La exactitud del sistema de posicionamiento o apuntamiento de la estación terrena debe ser como mínimo de 0.1° sin mecanismo automático de seguimiento y de 0.01° con mecanismo automático de seguimiento.

Las antenas maestras de estaciones terrenas deben tener objetivo de diseño en el que la ganancia G del 90% por lo menos de las crestas de los lóbulos laterales no excedan de :

$$G = 29 - 25 \text{ Log} (\theta) \text{ dBi}$$

donde G es la ganancia con relación a una antena isotrópica

$\theta$  es el ángulo con respecto al eje en la dirección de la órbita del satélite

geoestacionario, es decir en relación con el eje del lóbulo principal.

Este requisito debe cumplirse para cualquier dirección fuera del eje que forma un ángulo igual o inferior a 3° con la órbita de los satélites geoestacionarios y para la que:

$$1^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$$

Sin embargo para el intervalo comprendido entre  $1.5^\circ \leq \theta \leq 2.3^\circ$  en ningún caso se aceptará que los lóbulos laterales sobrepasen a la envolvente. véase la siguiente figura

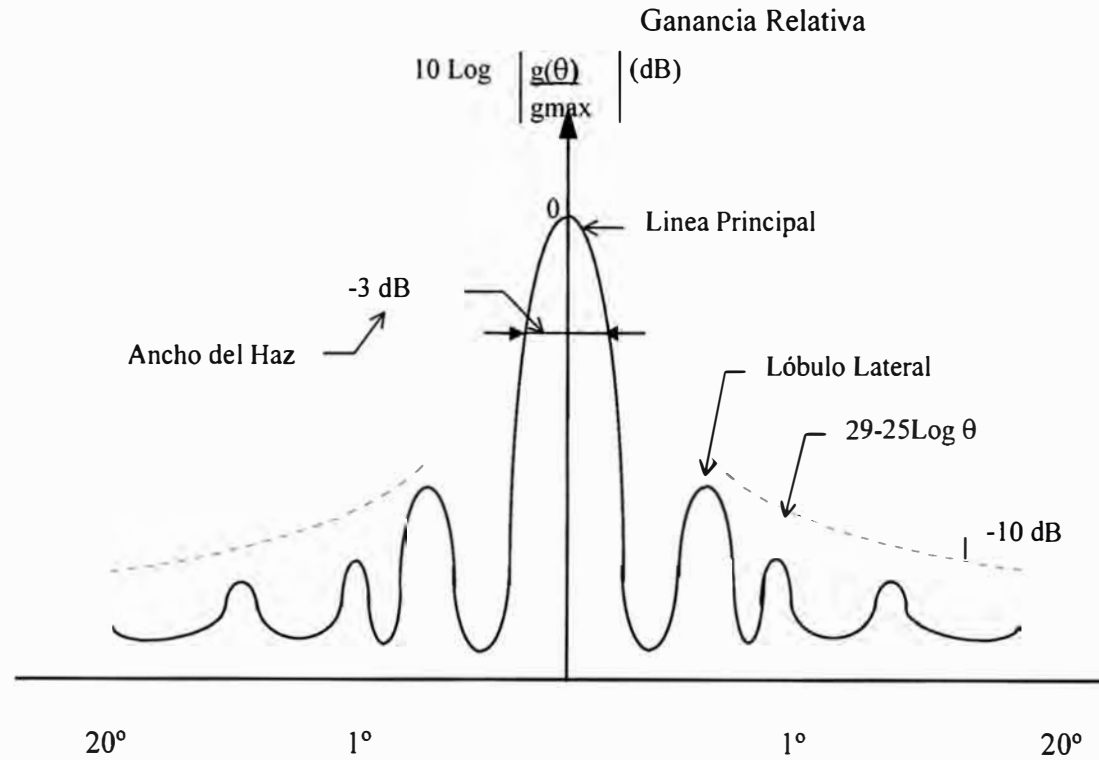


Diagrama ilustrativo de radiación y anchura de haz de la antena

**ANEXO 10**

**METODO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PATRON DE  
RADIACIÓN EN UNA ANTENA DE ANDREW**

**ALIGNMENT INSTRUCTIONS****4.6M EARTH STATION ANTENNA  
Pattern Optimization Procedure (Preliminary)****Overview**

This procedure provides instructions for pattern performance optimization of the Andrew 4.6m Gregorian optics earth station antenna. The antenna performance is optimized through ITERATIVE subreflector adjustments based on measured antenna patterns at the transmit frequency band. Test personnel should be familiar with off-satellite measurement techniques and common antenna pattern terminology.

**Introduction**

The antenna should be fully assembled and installed on the mount. The subreflector and struts should be installed and aligned per Andrew Installation Bulletin 37861. The installation bulletin describes the nominal lateral and focal distance setup for the subreflector.

**Note:** *INTELSAT Type Approved antennas do not require additional subreflector adjustment subsequent to bulletin 37861. For these antennas the following procedure should not be used.*

**Initial Patterns**

Verify by iterative movement in the azimuth and elevation axes that the antenna under test is peaked on the satellite. Verify the feed polarization axis is properly aligned with satellite polarization axis. For transmit band alignment, coordination with the satellite operator is necessary.

**IMPORTANT:** *For this procedure record all azimuth patterns by sweeping the antenna from **EAST to WEST** (applies to northern hemisphere; reverse for southern hemisphere). The left half of the antenna pattern should correspond to the antenna beam pointing east of the satellite. The same applies to the elevation pattern where the antenna should be swept from the **UP** (above satellite) to the **DOWN** position.*

Measure and record an azimuth and elevation pattern including at least 3 side lobes on each side of the main beam. Example patterns are shown in Figure 1.

## ALIGNMENT INSTRUCTIONS

2409XX

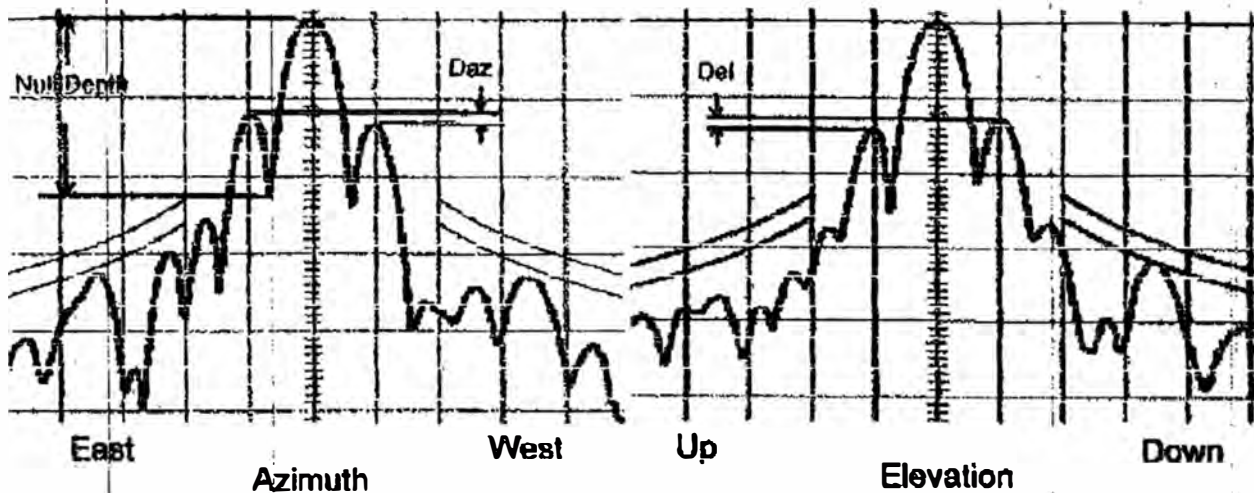


Figure 1. Example Patterns

Techniques for performing these measurements are detailed in Andrew test procedures AEO1T-A0501 and AEO1T-A0503.

### Side-lobe Balance Adjustment

The objective of this section is to adjust the subreflector so as to balance the level of the 1st side lobes with respect to the main beam. It is recommended that this procedure be followed until an imbalance of  $< 1$  dB for both azimuth and elevation is obtained before proceeding.

In general, tilting the subreflector left or right influences the azimuth pattern side lobes while top to bottom tilt effects the side lobes in the elevation pattern. Tilt of the subreflector may be altered by adjustment of the nuts at 3 locations shown in Figure 2.

Note that adjustments made at 4 and 8 o'clock are required for left-right tilt for azimuth side lobe balance. It is important to realize that these adjustment locations will ALSO effect elevation side lobe balance to a lesser degree. Elevation side lobe balance may be optimized independent of azimuth by adjustment at 12 o'clock OR 4 and 8 o'clock as a pair. In order to minimize the number of adjustments required it is

240XXX

### ALIGNMENT INSTRUCTIONS

recommended that azimuth side lobes be optimized **FIRST** before proceeding to elevation side lobe balancing.

#### Azimuth Sidelobe Balancing

Measure and note the amount and direction of imbalance in the 1st side lobes for the azimuth pattern. This corresponds to the value "Daz" as illustrated in Figure 1.

The direction of subreflector adjustment for azimuth sidelobe balance is best explained by the use of the acronym **WOLD** (West Out Left Down). By moving the west side of the subreflector out (away from the main reflector) the left azimuth sidelobe will decrease in amplitude and correspondingly the right sidelobe will rise. Note that the same sidelobe change will occur by moving the east side of the subreflector in (towards the main reflector). Reversing the direction of subreflector movement (i.e. west in) will reverse the direction of sidelobe movement (i.e. right sidelobe down).

Physical adjustment of subreflector tilt may be altered at 3 places as shown in Figure 2. These are the same adjustment locations identified in Andrew Bulletin 37861 used for initial subreflector focal positioning. Approximately one full turn of the adjustment nut is required to alter the imbalance by 1 dB.

Iteratively adjust and remeasure the azimuth pattern until an imbalance of < 1 dB is obtained.

#### Elevation Sidelobe Balancing

Similar to the east-west side movement which influences the azimuth side lobes, top-bottom movement changes the elevation sidelobe balance. For the elevation pattern the acronym for sidelobe directional change is **BOLD** (Bottom Out Left Down). Elevation sidelobe imbalance is defined much like azimuth and is illustrated as "Del" in Figure 1.

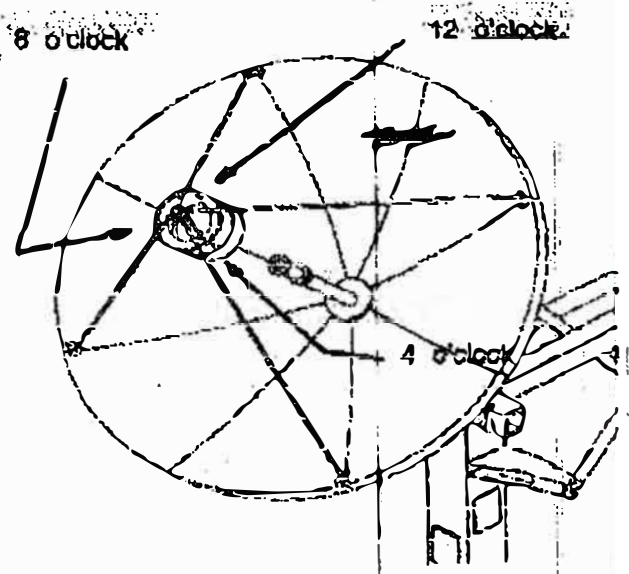


Figure 2 Adjustment locations

240XXX

## ALIGNMENT INSTRUCTIONS

Elevation balance can now be achieved somewhat independent of azimuth by using the adjustment stud at 12 o'clock alone or the locations at 4 and 8 o'clock as a pair. Iteratively adjust and remeasure the elevation pattern until an imbalance of  $< 1$  dB is obtained.

Remeasure the azimuth pattern to verify the results have not changed. Depending on the range of adjustments conducted, it may be necessary to repeat the above azimuth and elevation balancing procedure until the 1 dB requirement is met simultaneously for both axes.

### Antenna Final Focusing

With the sidelobe balancing complete, the subreflector may now be adjusted in-out to locate the best focal length setting for the antenna under test. The goal of this exercise is to achieve the maximum null depth between the 1st side lobes and the main beam (see Figure 1). This condition generally corresponds to maximum antenna gain and best sidelobe performance.

For this procedure it is imperative that all 3 adjustment locations be altered EQUALLY to minimize degradation of the sidelobe balance already obtained.

Measure and record the "average" of all four null depth readings (left and right-hand side for azimuth and elevation) on the last set of patterns taken. As it is not possible to determine the correct initial direction (in or out) simply choose one and adjust all 3 locations equally by  $\frac{1}{8}$  turn.

Remeasure both the azimuth and elevation patterns and again record the average null depth. Repeat this procedure adjusting in the same direction by  $\frac{1}{8}$  turn increments until it is obvious that the null depth continues to degrade with each adjustment. At least two measurements with decreasing null depth are necessary to verify this condition.

If a maximum depth was obtained between the initial and last pattern sets, simply return the adjustment studs to the location corresponding to the maximum value. Repeat the pattern measurements to verify the proper setting.

If the null depth only degraded with each adjustment, return to the initial setting and begin adjustment in the opposite direction. Repeat the same sequence as before until



**ALIGNMENT INSTRUCTIONS**

240XXX

the maximum depth is achieved. Generally the average null depth should be greater than 20 dB and the 1st side lobe peaks should be 12 to 14 dB below the main beam.

Verify with final pattern measurements that both the sidelobe balance and null depth criteria are met simultaneously. Some residual balancing may be necessary after focusing.

**ALIGNMENT INSTRUCTIONS**

240XXX

LAST PAGE

**REVISION DOCUMENTATION**

REV	DATE	APPR.	PAGE(S)	DESCRIPTION
	6/18/95	JBT	ALL	PRELIMINARY

ALIGNPRO REV:-

2-Dec-51  
14122148

# RADIATION PATTERN

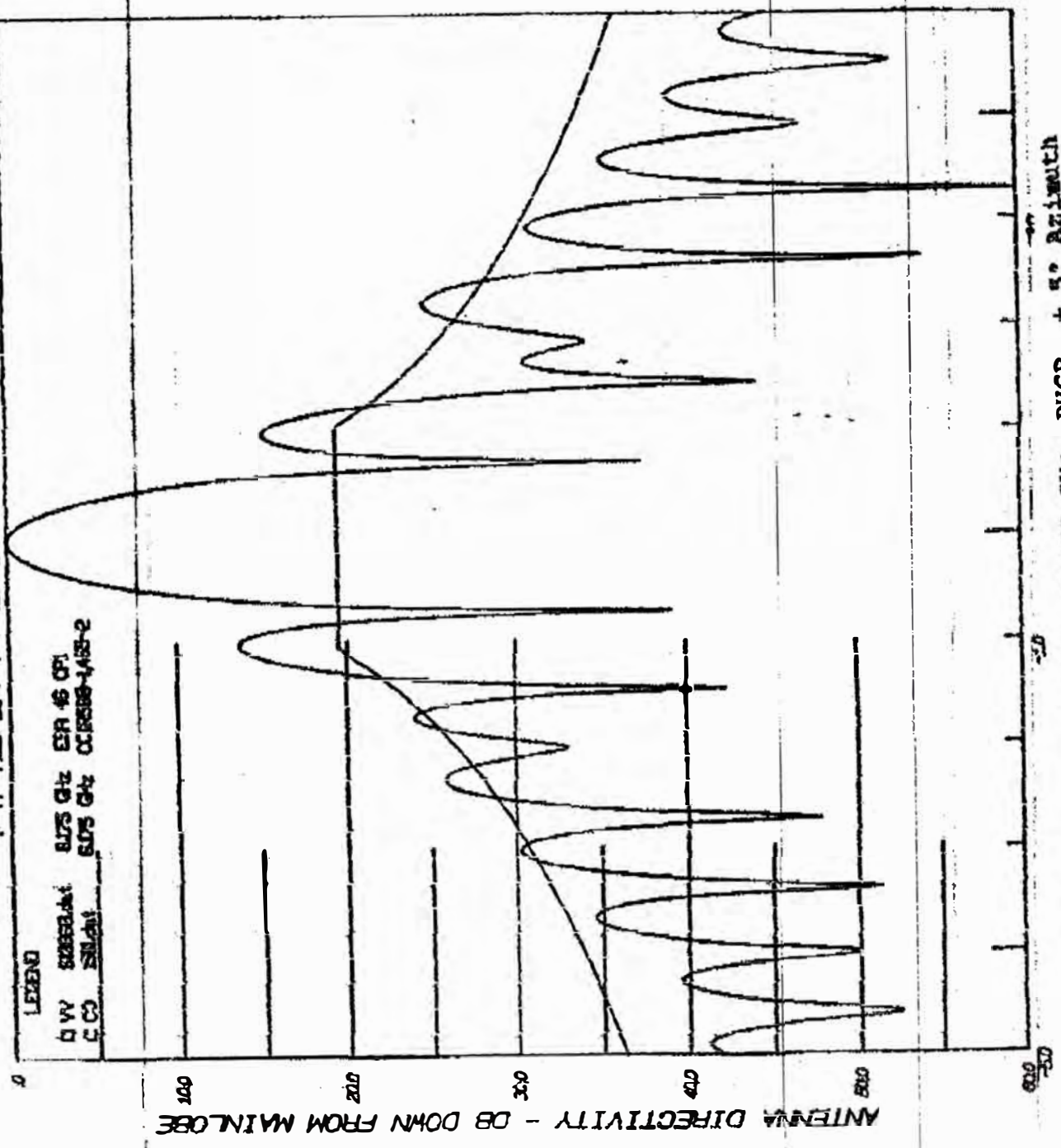


Fig. 5-4 - ES46-CCR2, 6.175 GHz, RHCP, ± 5° Azimuth

# RADIATION PATTERN

2-Dec-91  
14:21:24

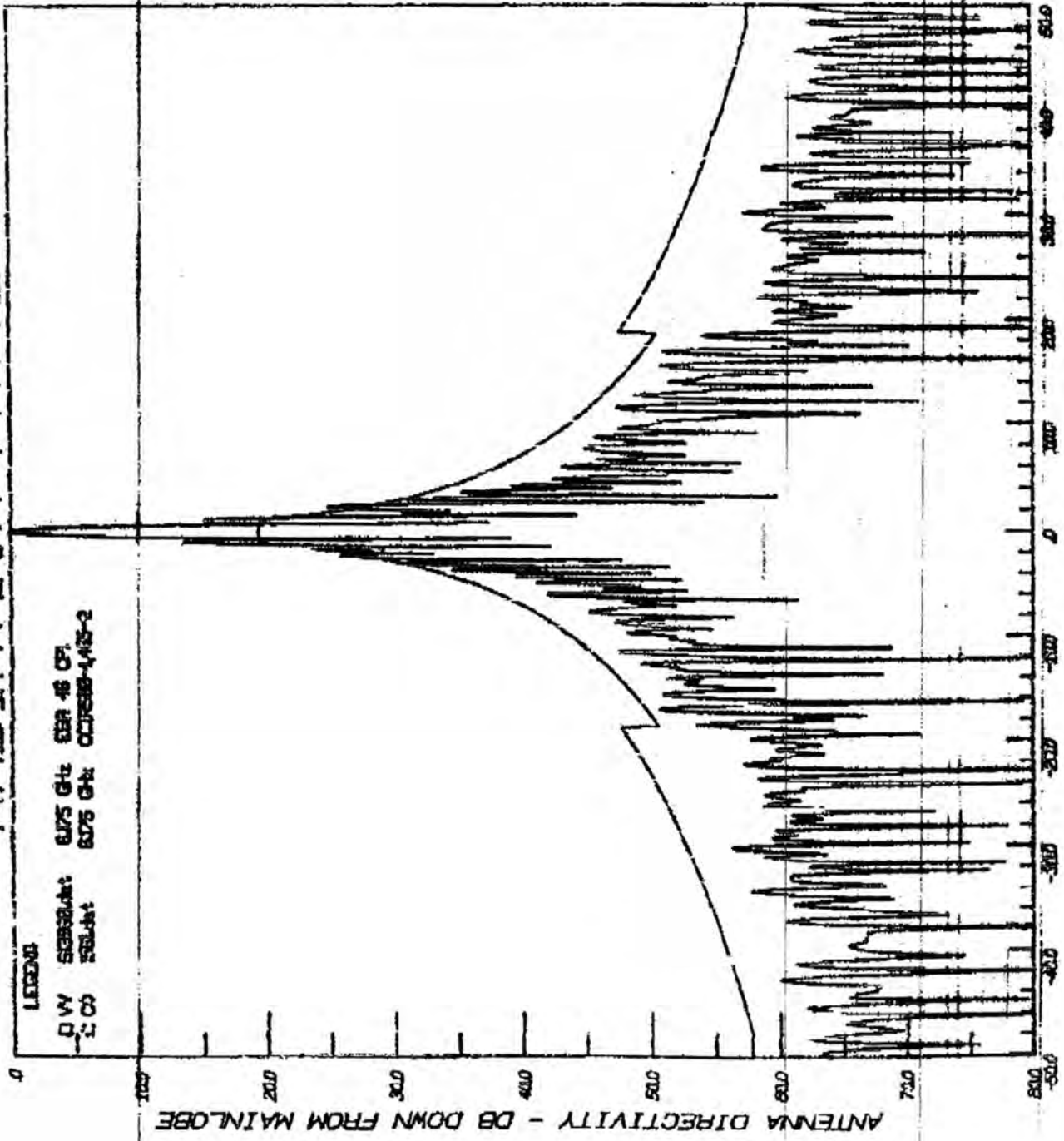


Fig. 5a - S-CUP2, 6.175 GHz, SERVAL-1 20° Beamwidth