

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**Instalación de una Estación Terrena  
de Transmisión / Recepción Vía  
Satélite en la Ciudad de Ica**

**TITULACION POR EXAMEN PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
*INGENIERO ELECTRONICO***

**Fernando Walter Saravia Villanueva**

*Promoción 1983 - 1*

**LIMA - PERU - 1995**

DEDICO ESTE TRABAJO A MIS PADRES,  
AL ING. CHRISTIAN EME, A ELIZABETH  
Y A IRT S.A.

## SUMARIO

El objetivo es establecer una cadena a nivel nacional de retransmisión de Radio FM Stereo.

Para lo cual se analizan las alternativas tecnológicas vigentes para finalmente elegir la más conveniente.

Describiéndose el equipo empleado, así como las mediciones y pruebas efectuadas para el establecimiento del enlace satelital.

**INSTALACION DE UNA ESTACION TERRENA DE  
TRANSMISION / RECEPCION VIA SATELITE  
EN LA CIUDAD DE ICA**

# EXTRACTO

INSTALACION DE UNA ESTACION TERRENA DE  
TRANSMISION / RECEPCION VIA SATELITE  
EN LA CIUDAD DE ICA

FERNANDO WALTER SARAVIA VILLANUEVA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRONICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

LIMA- PERU  
1995

+++++

La introducción presenta el problema y el entorno existente, a continuación en el capítulo I se analizarán las distintas alternativas tecnológicas.

El capítulo II describe el sistema y el modo de funcionamiento, así como los cálculos empleados.

El capítulo III comprende mediciones prácticas y el procedimiento para la calificación de la estación terrena.

Finalmente se concluye, en base al trabajo realizado que la velocidad de transmisión, para el caso de retransmisión de FM stereo debe ser de 256 Kbps.

# TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág</b>
Introducción.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
1.1 Objetivos .....	3
1.2 Análisis de alternativas tecnológicas.....	3
<b>CAPITULO II</b>	
<b>INGENIERIA DEL PROYECTO</b>	<b>29</b>
2.1 Descripción del sistema .....	29
2.1.1 Características generales.....	29
2.1.2 Estación terrena de transmisión/recepción....	30
2.1.3 Estación remota.....	44
2.1.4 Características del satélite.....	46
2.2 Estación transmisora/receptora .....	47
2.2.1 Ubicación.....	47
2.2.2 Parámetros técnicos.....	47
2.2.3 Cálculo del enlace ascendente .....	48
2.2.4 Cálculo del enlace descendente.....	51
2.2.5 Requerimientos de energía .....	54
2.2.6 Equipamiento.....	54
<b>CAPITULO III</b>	
<b>EVALUACION DEL SISTEMA</b>	<b>56</b>
3.1 Mediciones .....	58

**VI**

3.2 Calificación de la estación .....61

**CONCLUSIONES** .....63

**ANEXOS** .....64

**BIBLIOGRAFIA** .....97

## INTRODUCCION

El presente trabajo intenta describir los criterios de carácter técnico que se siguieron en el proceso de instalación de un microterminal VSAT o estación terrena de transmisión / recepción via satélite y que ejecutó Ingeniería de Radio y Telecomunicaciones S. A. (empresa en la que laboro a la fecha) para RADIO HIT S. A. en Octubre de 1992.

Como consecuencia de la puesta en funcionamiento de estaciones terrenas de transmisión / recepción via satélite para enlazar las retransmisoras de Televisión existentes y futuras, las cuales fueron ejecutadas inicialmente por RTP y PANAMERICANA TELEVISION, es que se dislumbra un cambio en la realidad de la Radio en el Perú.

Radio PANAMERICANA se convierte en la primera entidad que hace uso de una nueva alternativa tecnológica para el ámbito de radio, cuando logra que PANAMERICANA TELEVISION le permita el uso de las subportadoras auxiliares al video, logrando que junto con la transmisión del video y su audio respectivo se incluya dos canales de audio discreto dedicados.

Debido a los costos prohibitivos para la realidad de radio, pero no para televisión, se convierte en una premisa, que para que la radio utilice este nuevo

recurso. es necesario emplear dos subportadoras auxiliares de una estación terrena de transmisión / recepción via satélite para televisión, lo cual por supuesto involucra un tipo de asociación entre la estación de radio y la de televisión.

Conforme se desarrollan las técnicas de transmisión de datos y de digitalización de audio de alta calidad, es que el empleo de dicho recurso se hace asequible para la radio.

De este modo RADIO MAR S. A. se convierte en la primera cadena radial en subir señal de audio digitalizada al satélite.

Tratandose de tecnología de punta, al corto tiempo se desarrollan e implementan, nuevas técnicas de digitalización del audio y manejo del mismo, permitiendo ahorro en el uso del segmento espacial del satélite. Esto permite a RADIO HIT S. A. convertirse en la primera cadena radial que emplea este nuevo tipo de tecnología.

## CAPITULO 1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 1.1 Objetivos

Por razones estratégicas comerciales Radio Hit S. A. encarga a IRT S. A. el proyecto de creación de una cadena nacional de retransmisoras de Radio FM Stereo para distribuir su señal a nivel nacional tanto a estaciones retransmisoras propias como a estaciones afiliadas.

### 1.2 Análisis de alternativas tecnológicas

El mayor problema que se encuentra, al tratar de implantar un servicio de distribución a nivel nacional es el de poder brindar el material de programa con óptima calidad en cualquier localidad del territorio, en vista de la compleja y variada topografía que nuestro país presenta.

Si bien existen diferentes alternativas tecnológicas que permiten efectuar el enlace, encontramos que algunas no ofrecen la calidad adecuada, otras costo elevado de mantenimiento y en otros casos no se obtiene la cobertura global requerida.

A continuación analizamos tres alternativas tecnológicas que se presentan como las mas viables para la realización de un sistema de enlace para la

retransmisión del audio a nivel nacional.

Las alternativas tecnológicas son :

- a) Red de retransmisoras por cambio de frecuencias.
- b) Enlace a través de las microondas de Entel Perú.
- c) Enlace via satélite.

**a. Red de retransmisoras por cambio de frecuencias**

En esta alternativa, se instalan a lo largo y ancho del país estaciones repetidoras que reciben la señal proveniente de una estación principal, denominada "ESTACION MADRE" y la reemiten en una frecuencia diferente a la de recepción, con un nivel de potencia que permita servir un área determinada y a la vez sirva de enlace para otra estación en la cual se vuelve a desarrollar el proceso de reemisión con cambio de frecuencia.

La operación se realiza todas las veces que sea necesario hasta cubrir las áreas de interés, la limitación al número de veces de repetición la impone la relación S/N que se considere aceptable.

Esta alternativa en el estado actual, si bien permite la ejecución del proyecto, presenta mas desventajas que bondades.

Las desventajas que presenta son:

- Deterioro de la calidad de transmisión, por la repetición en cascada.
- Congestión del espectro radioeléctrico.
- Altos costos de instalación.
- Altos costos de mantenimiento.

- BAJA CONFIABILIDAD.

**b. Enlace a través del sistema de microondas de Entel Peru**

El sistema de enlace a nivel nacional puede realizarse a través de la red de Entel Perú, a los lugares donde presta servicio esta compañía, pudiendo obtenerse en la mayoría de localidades buena calidad de señal. Aun así, existen muchas zonas a donde no llega la red de Microondas de Entel, razón por la cual existen muchos lugares donde no podría brindarse el servicio.

Debe también hacerse notar que la señal de programa se transmite por el canal Stand-by del sistema, teniendo prioridad la transmisión de telefonía, esto significa que en caso de algún problema en el sistema, la transmisión de telefonía se llevara a cabo por el canal de Stand-by quedando fuera de servicio la transmisión del programa de audio.

En consecuencia, la red nacional de microondas presenta una serie de desventajas para su utilización como sistema de enlace, alguna de ellas son :

- Capacidad de enlace limitada a las zonas de servicio de la red de microondas.

- Interrupción del enlace por diferentes causas como :

\* Fallas en el canal principal de transmisión de

telefonia:

- \* Servicio de mantenimiento de la red de microondas.
- \* Fallas de corta duracion por defectos en el equipamiento de la red.
- \* Atentados terroristas.
- Necesidad de instalar un sistema de enlace VHF o UHF, entre la terminal de Entel y la planta de retransmision de RADIO HIT en cada punto donde se desee establecer la cadena, se debe notar que el costo de un enlace como el descrito es del mismo orden de magnitud que una estacion de recepcion via satelite.

La implementacion de una red propia de microondas no es conveniente por los altos costos de instalacion y de mantenimiento, ademas la seguridad del sistema es precaria ante atentados terroristas.

#### c. Enlace via satelite

En la actualidad existen varios satelites que brindan cobertura a nuestro territorio, como son, el INTELSAT V, BRASILSAT I y II, EL PANANSAT. De todos los mencionados el que tiene haces directos sobre el Peru es el Panamsat, hecho que permite obtener mejor calidad de recepcion a menor costo.

El satelite Panamsat se encuentra en orbita geoestacionaria a 45 grados longitud oeste.

Este satélite cuenta con 18 transpondedores en la banda C para el servicio de América Latina.

De estos transpondedores, existen cuatro en el denominado Haz Central que esta dirigido a nuestro país.

Los niveles de potencia ofrecidos por este haz, son elevados de tal manera que ofrece la posibilidad de obtener recepción de alta calidad con antenas relativamente pequeñas en cualquier localidad del país a bajo costo.

El sistema de satélite aparece ofreciendo ventajas como son:

- Acceso a cualquier localidad del territorio nacional.
- Alta confiabilidad.
- Alta seguridad.
- Excelente calidad de programa.

De este somero análisis se concluye que el enlace vía satélite es la alternativa a emplearse para la distribución de la señal de audio a nivel nacional.

Para determinar el equipamiento necesario para operar en banda C es necesario elegir el tipo de banda base a trasladar, que para nuestro caso puede ser :

- Análoga
- Digital.

### **Análoga**

Los sistemas existentes desarrollados para radiodifusión consideran la transmisión de audio en forma discreta conformando dos subportadoras de audio ( para el caso de la señal stereo) de la banda base de una señal de video. La conformacion del sistema con banda base análoga presenta las siguientes desventajas :

- Es necesario conformar la banda base de video.
- Requiere mayor potencia para subir al satélite.
- Emplea mayor ancho de banda por lo que el segmento espacial a utilizar es mayor.
- Costo del equipamiento alto.

### **Digital**

Desarrollados en un principio para la transmisión de datos y voz, se presentan como una alternativa, cuando la compresión digital es una realidad, así como los algoritmos de compresión digital para audio de alta calidad.

En lo que se refiere al manejo y proceso de audio están considerados dentro la llamada tecnología de punta en digitalización de audio.

Los sistemas de codificación y modulación digitales de conformación de banda base ofrecen las siguientes ventajas para la transmisión de audio de alta calidad frente a las análogas .

- Menor potencia para subir al satélite.
- Menor ancho de banda y por consiguiente menor segmento espacial.
- Costo del equipamiento bajo.
- Automatización del sistema.

Por tanto el tipo de banda base a utilizar sera digital, restando definir el tipo de algoritmo, velocidad de transmisión y la técnica de modulación a emplear.

#### **Algoritmo Musicam**

El bit-rate para una señal de audio stereo de alta calidad (1.411 Kbps para CD ) se logra reducir mediante el algoritmo MUSICAM ISO/MPEG (ISO, International Standards Organization / MPEG, Motion Picture Experts Group) LAYER II/III a cerca de 200 Kbps como resultado de la búsqueda de técnicas de codificación utilizando como fuente el conocimiento del oído humano.

Esto significa que el promedio de cuantización de una señal de audio a la velocidad de muestreo de 44.1 Khz será de aproximadamente 2 bits por muestra en un canal mono en lugar de los 16 bits por muestra utilizados en CDs. A pesar de esta alta reducción en el bit-rate, un oído entrenado no nota diferencias en el audio, que las hay cuando se emplean factores altos de compresión.

El fundamento principal de MUSICAM es la

reducción de la redundancia e irrelevancia de la señal de audio. Cada señal de audio tiene componentes de señal irrelevantes que no tiene nada que hacer con la identificación de la señal de audio (por ejemplo, la determinación del timbre y localización) Estas señales irrelevantes no son significativas para el oído humano y no son requeridas para el centro de proceso de información en el cerebro. La reducción de la irrelevancia significa que los componentes de señal no son transmitidos. Esto resulta en un bit rate bajo sin percibir ninguna degradación en la señal de audio.

Por otro lado, es posible el empleo de un cierto grado de ruido de cuantización, el cual es inaudible para el oído humano debido al efecto de enmascaramiento del audio mismo.

Cada señal de audio produce un umbral de enmascaramiento en el oído, siendo una función variable en el tiempo de la señal. Para entender este efecto de enmascaramiento, debe definirse el concepto de tono de enmascaramiento. Un tono de enmascaramiento es una señal de audio de gran amplitud ocurriendo sobre un tramo angosto de frecuencia, llamado frecuentemente un enmascarador. Típicamente en una señal de audio existen varios tonos enmasacaradores ocurriendo en diferentes frecuencias .

Un tono enmascarador produce tonos de amplitud pequeña cerca a él, inaudibles debido al efecto de enmascaramiento. La forma de describir el efecto de enmascaramiento se llama umbral de enmascaramiento.

El conjunto de todos los enmascaradores define un umbral de enmascaramiento global y las partes de las señales de audio por debajo de este umbral de enmascaramiento global son inaudibles para el oído humano, luego las mismas no serán transmitidas. Las componentes de la señal por encima del umbral de enmascaramiento requieren unicamente el nivel de cuantización para mantener el ruido de cuantización debajo del umbral de enmascaramiento del oído humano dividiendo el espectro de frecuencia en sub-bandas.

La cuantización de las muestras de tiempo análogo requeridas para cada sub-banda depende del mínimo valor de enmascaramiento de cada sub-banda. Este nivel mínimo de enmascaramiento es una medida del ruido de cuantización permitido el cual esta debajo del nivel perceptible. Las señales de las sub-bandas que estan muy por debajo del umbral de enmascaramiento (y que son irrelevantes para el oído humano) no necesitan ser transmitidas.

Cada periodo de 24 milisegundos, se efectúa

un cálculo del umbral de enmascaramiento de cada sub-banda. Este umbral es utilizado para el computo de la mejor ubicación psicoacústica de los bits disponibles. Este proceso es llamado ubicación dinámica de los bits. Los datos de audio son cuantizados utilizando la ubicación dinámica de bits y por tanto el bit rate requerido para la señal de audio variable en el tiempo cambia continuamente debido al cambio continuo del umbral de enmascaramiento. Si hay un número insuficiente de bits para completar el ruido de cuantización oculto, entonces el ruido es ubicado en un lugar no objetable en la muestra de audio. Si hay un exceso de número de bits, entonces los bits extra son utilizados para reducir el ruido de cuantización inducido a un nivel lo mas bajo posible. La ubicación de los bits extra es crucial y permite ciclos de codificación-decodificación así como también una post producción del audio.

El flujo total de bits transmitidos contiene valores de audio cuantizados así como también información auxiliar describiendo la ubicación del bit y el factor de escala, lo cual es necesario para que el decodificador pueda reproducir la información del audio.

Los factores de escala son determinados buscando el máximo valor de muestra en cada

sub-banda y cuantizando el resultado utilizando muestreo de 6 bits. Los factores de escala tienen un rango de 120 dB lo cual es suficiente para codificaciones futuras de señales PCM cuantizadas utilizando muestreo de hasta 20 bits, manteniendo de esta forma su rango dinámico. Toda la información necesaria es codificada en cuadros MUSICAM cada uno de los cuales representa cerca de 24 milisegundos del tiempo real de audio.

Todos los cálculos complejos del algoritmo MUSICAM, son ejecutados por el codificador. Los decodificadores son diseñados para ser universales. Los decodificadores MUSICAM pueden ser contruidos para decodificar y reproducir correctamente la información de audio, que ha sido codificada por un rango de codificadores MUSICAM. Este aspecto del algoritmo MUSICAM es crucial, porque permite refinamientos en el proceso de codificación, con el objeto de mejorarlo, sin afectar a los decodificadores que ya han sido instalados.

**Consideraciones de funcionamiento.-** Antes de discutir, los aspectos diversos, de calidad en MUSICAM, es necesario definir los términos a emplearse y que representan cuatro tópicos comunmente discutidos, en el campo del uso del audio

- Contribución
- Distribución
- Emisión
- Comentario

El término grado de contribución, es empleado para describir la calidad apropiada, para los master (patrones) digitales.

Su uso podría estar, en la transmisión de un master digital de un archivo a otro. Asumiendo que la copia original esta, en formato PCM de 16 bit lineal y que sera comprimida, transmitida, descomprimida y almacenada en formato PCM de 16 bit lineal en un terminal distante. Debido a que el audio es la fuente de futuros ciclos de compresión / descompresión, cualquier grado de contribución al sistema de compresión, debera habilitarse para sufrir varios ciclos de codificación / decodificación y post - producción sin ninguna degradación aparente.

Sistemas con grado de distribución son usados para transmitir audio entre dos dispositivos de almacenamiento.

Sin embargo, el número de ciclos de codificación / decodificación es limitado a solo unos pocos. Sistemas con grado de distribución son usados cuando el número de ciclos de compresión / descompresión de audio es limitado.

Sistemas con grado de emisión son usados

donde solo habra un ciclo de compresión / descompresión. Este es el caso cuando el audio es comprimido y transmitido de un lugar a otro, descomprimido y almacenado en una cinta análoga y las futuras manipulaciones serán en el dominio análogo.

Sistemas con grado comentario son usados para transmitir voz con grado de audio.

Estas definiciones, no hacen mención al ancho de banda análogo o lo definen con exactitud. Hay términos vagos usados para describir la habilidad del audio para sufrir múltiples ciclos de codificación - decodificación y en todos los casos, la compresión del audio sera asumida indistintamente del original.

**Experiencia ISO.-** El comite MPEG ISO efectuó, la única medición independiente, de la calidad de audio, usando tipos de compresión MUSICAM. En Julio de 1990, cuatro algoritmos fueron probados y el ganador de acuerdo a las reglas de la prueba fue MUSICAM. Este algoritmo fue adoptado y se acordó que las mejores características, del algoritmo ASPEC que quedo en segundo lugar, se incorporarian a MUSICAM para producir la norma ISO final.

El comite ISO decidió tener una norma standard con III capas. La capa I es una versión, muy simplificada de la versión original

del algoritmo MUSICAM. La capa II es esencialmente, el algoritmo MUSICAM probado y la capa III es una modificación de la capa II, que incluye varias características de ASPEC. Se anticipa además, que la calidad de audio resultante, podría mejorarse con un número de capas mayor. Después que las capas fueron definidas, se implementaron de acuerdo a la norma y cada capa fue evaluada en las pruebas de mayo de 1991.

Los resultados de dichos test fueron sorprendentes porque la capa III quedó debajo de la capa II. Decidiéndose un trabajo adicional en la capa III para volverla a probar en diciembre de 1992. Las capas I y II fueron congeladas en su estado actual porque respondían a sus objetivos de diseño. Como un resultado del esfuerzo ISO, el algoritmo MUSICAM es ahora llamado con propiedad " algoritmo de compresión ISO/MPEG capa II/IIA ".

A partir, de las pruebas ISO recientes, ningún esquema de compresión, funciona aceptablemente a 64 Kbps, para todo el ancho de banda de audio.

El modo de compresión Intensidad o Joint Stereo, sostenido por la capa II (capa IIA), no fue evaluada, durante las pruebas de mayo de 1991. Es importante reconocer, que las pruebas

ISO, han estado provistas de un exhaustivo conocimiento, acerca del algoritmo MPEG capa II.

Otros algoritmos tales como SEDAT, AC-2 y APT-X no han participado aun, de las pruebas ISO y sus potenciales (tanto puntos fuertes como débiles) son desconocidos.

**Calidad vs Bit rate** .- El diseño MUSICAM permite, que el bit rate digital, el ancho de banda análogo y la calidad se relacionen mediante la formula :

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Bit rate digital}}{\text{Ancho de banda análogo}}$$

a partir de ella, se desprende que la calidad aumenta, cuando el bit - rate aumenta, manteniendo el ancho de banda constante. Así mismo, si el bit- rate digital se mantiene constante y el ancho de banda análogo disminuye, la calidad aumenta. Para que tenga éxito, la compresión de datos de audio de factores de 4 : 1 o mayores, las características humanas del sistema de audición, que se describieran, previamente, deben ser explotadas. Estas técnicas funcionan, con mayor eficiencia bajo condiciones dinámicas y bajo tales circunstancias deben optimizarse. Cuando mediciones estáticas convencionales (por ejemplo, la distorsión de armónicos), fueron

aplicadas a los algoritmos de compresión, en algunos casos, fueron superficialmente mejores.

Lo peor, es que mediciones objetivas, pueden representar números que engañan, en términos de evaluación, que el oído no puede escuchar. A la fecha, las únicas pruebas de medición validas han sido subjetivas por naturaleza, conducidas en tres sesiones tales como ISO/MPEG y CRC.

Las pruebas ISO, realizadas en Estocolmo en mayo de 1991 han demostrado, que un bit rate digital de 256 Kbps por canal stereo, MPEG capa II es estadísticamente idéntico a la señal original. Esto significa, que de un panel de aproximadamente 60 oyentes, altamente entrenados, no pudieron distinguir, entre el material fuente original sin compresión, del audio comprimido por el algoritmo MPEG capa II.

La conclusión de las pruebas ISO (a 256 Kbps por canal stereo) fue que MPEG capa II es transparente. MPEG capa II puntualizo 5 en la escala del puntaje promedio de opinión (mean opinion score, MOS), donde 1 es el punto más bajo y 5 el más alto.

Es importante notar, que ningun algoritmo evaluado en las pruebas ISO (incluyendo ASPEC), fue considerado transparente en los tests de 256 Kbps stereo.

Las pruebas ISO fueron conducidas sobre canales stereo compuestos, de dos canales mono, para que el bit rate combinado fuera 256 Kbps por canal stereo. La calidad de audio a 192 Kbps (dual mode), fué determinada por ISO en 4.5 en la escala MOS, usando un codificador stereo y 2.0 para un canal mono a 64 Kbps (capa II).

El algoritmo MPEG capa II provee las siguientes calidades a varios bit - rates :

Contribución	384 Kbps (stereo, capa II)
Distribución	256 Kbps (stereo, capa II)
Emisión	192 Kbps (joint stereo, capa II)
Comentario	64 Kbps (mono, capa II)

La clasificación de 192 Kbps, para el grado de emisión, esta basado en un reciente trabajo, hecho por IRT (Institute für Rundfunk Technique) y se sustenta en la técnica de codificación, de intensidad (joint) stereo para una compresión adicional.

**Tolerancia a errores en la transmisión.-** El paquete de datos del ISO MPEG capa II consta de dos partes, la primera es la cabecera que consiste del armazón, bit de ubicación, factor de escala e información de otro tipo y la segunda parte son los datos de audio. En el caso de 256 Kbps por canal stereo, la longitud del cuadro es 6144 bits y la parte de la cabecera del cuadro es de aproximadanete 300

bits y el resto del cuadro son los datos de audio.

La cabecera del cuadro MPEG esta protegida por una protección de error polinomial y provee la capacidad de detectar errores, cuando ocurren en la cabecera del cuadro.

La parte de datos, del cuadro no esta protegida y cualquier error que ocurra, en la parte de datos, permanece en el cuadro. La estrategia del sistema ISO MPEG, para recuperar el error es la siguiente. Si un error es detectado en la cabecera, el ultimo cuadro de audio es repetido (24 milisegundos). Si en los siguientes cuadros, es detectado un error en la cabecera, el segundo cuadro y los subsiguientes cuadros, con error son enmudecidos. Esta técnica de mitigar errores, es efectiva para bit rate de aproximadamente  $10^{-5}$ . Este rate de error representa rates de error, fácilmente logrados por sistemas de transmisión. Usando esta estrategia, hay una pequeña degradación, en la calidad del audio cuando el rate de error aumenta, y cuando el rate de error llega a ser excesivo, la salida de audio es enmudecida.

**Tolerancia a procesos multiples.**- Para entender el efecto de ciclos múltiples, de codificación / decodificación, es importante revisar, el efecto dominante que permite al audio MPEG

lograr su compresión. Este efecto es el ocultamiento, del ruido de cuantización bajo las señales fuertes. El audio MPEG ajusta el grado de ruido de cuantización inducido en cada sub-banda y por tanto oculta más ruido (usando pocos bits) en las sub-bandas, que contienen grandes cantidades de energía.

El ruido de cuantización aumenta, con cada ciclo de codificación / decodificación y después de un número suficiente de ciclos, el nivel de ruido llega a ser perceptible. El proceso de degradación es gradual y depende del nivel de ruido de cuantización del original. La siguiente es una tabla que da el número aproximado, de ciclos de codificación / decodificación, antes de que el uido sea significativo.

Bit Rate Stereo	Número de Codificaciones
384 Kbps	15
256 Kbps	5
192 Kbps	2
128 Kbps	1

**Efectos de procesamiento en post-producción.** - El procesamiento post- producción de un audio comprimido, es un efecto complicado de modelar.

Por ejemplo, un ecualizador cambia el nivel en un rango de frecuencias, mientras que la limitación y compresión son procesos no lineales.

Muy pocos test data hay disponibles, acerca de los efectos de post procesamiento. Sin embargo IRT indica que MPEG capa II es robusto, contra efectos post-procesamiento y el grado de robustez depende del rate de compresión. Asi un audio de 384 Kbps no es afectado, mientras un audio de 128 Kbps es, algunas veces sensible al post procesamiento. No es facil, definir pruebas para medir efectos de post procesamiento, pero el CCIR condujo pruebas en Noviembre de 1991.

Empleando tecnología MUSICAM COMSTREAM estan disponibles, los siguientes rates y ancho de banda :

Rate de Audio (Kbps)	Modo	Ancho de Banda (Khz)	Calidad de Audio
64	mono	10	AM
96	mono	20	CD
128	mono	20	CD
128	joint stereo	20	CD
128	dual stereo	10	AM
192	mono	20	CD
192	joint stereo	20	CD
192	dual stereo	20	CD
256	stereo	20	CD
384	stereo	20	CD

(Tabla I)

Por lo expuesto, es claro que para una mejor eficiencia, el rate de transmisión a emplear sera de 128 Kbps, en el modo joint stereo, que permite transmitir hasta 20 Khz como frecuencia superior de audio, ya que el uso que se dará a la información sera retransmitirla directamente.

Lo único que resta por definir es la técnica de modulación a emplear, siendo dos las opciones :

- BPSK
- QPSK

Antes de discernir entre ambas es conveniente una discusión de la manipulación por corrimiento de fase (Phase-Shift Keying) en general.

Para trasladar información sobre una portadora de RF de una localidad a otra se requiere una forma de modulación.

La modulación PSK es eficiente para esto, en ella los datos son representados por la relación de fase de RF a si misma o a una referencia. Por ejemplo, la fase de la portadora puede ser la desviación con respecto a cero grados de la referencia para representar un tipo de dato. O la desviación de fase de la portadora en una dirección puede representar un tipo de dato, luego, una desviación de fase en la dirección opuesta puede representar otro tipo de

dato.

En la modulación por manipulación de corrimiento doble fase (Bi-Phase Shift Keying, BPSK), ceros y unos son representados por dos fases de una señal portadora de RF con diferencia de 180 grados. Este tipo de señal puede producirse mezclando una portadora de RF con un flujo de datos sincronizados por reloj en un mezclador doble balanceado.

En la modulación por manipulación de corrimiento cuadruple fase (Quad-Phase Shift Keying, QPSK) cuatro fases de la portadora de RF, cada una espaciada a 90 grados de la otra, son empleados para representar dos bits consecutivos del flujo de datos. Luego una señal puede producirse usando dos mezcladores doble balanceados y sumar las salidas en cuadratura.

En modulación QPSK, dos bits de información son codificados al mismo tiempo.

Esto significa que cuando se transmite el mismo rate de datos en QPSK, la fase de la portadora de RF debe cambiar sólo la mitad del rate que se requeriría para modulación BPSK.

Debido a que la velocidad con que la fase de la portadora de RF cambia es proporcional al ancho de banda de la portadora modulada, es aparente que QPSK ocupa sólo la mitad del ancho de banda que BPSK.

Tanto BPSK y QPSK son técnicas de modulación extremadamente eficientes. Con técnicas de filtrado cuidadosas, la performance del Bit Error Rate (BER) es lograda dentro de 1 o 2 dB del límite teórico. Para lograr este rate de error bajo, una aproximación es filtrar la banda base de datos antes de la modulación con un filtro Nyquist. Dicho filtro no sólo permite una performance óptima sino que fuerza a la señal PSK al mínimo ancho de banda posible.

Un análisis de la modulación PSK indica que la performance teórica de la modulación BPSK y QPSK es idéntica en un canal dominado por ruido gaussiano. Esto permite que la elección entre la modulación BPSK y QPSK se base en otras consideraciones.

Con QPSK, el espectro transmitido ocupa la mitad que BPSK y podría ser una buena elección en un ambiente donde se requiere eficiencia de ancho de banda.

La primera ventaja de BPSK es que es mucho más tolerante al ruido de fase que QPSK. Si el sistema es diseñado desde el principio considerando BPSK, entonces un equipamiento de microondas de bajo costo puede usarse en el proceso de conversión hacia arriba (UP) y hacia abajo (DOWN), sin comprometer la performance, esto hace que el costo efectivo se lleve a nivel

de comparación de nivel de performance. Por otro lado en un sistema de modo burst, BPSK tiene una segunda ventaja sobre QPSK ya que requiere un menor tiempo de adquisición en el demodulador burst. Esto permite que la cabecera del cuadro sea mínima aumentando la eficiencia mientras utiliza un transponder de bajo costo.

BPSK tiene una mayor tolerancia al ruido de fase que QPSK debido al diseño del circuito demodulador. Para extraer los datos el demodulador necesita reconstruir una portadora de referencia a partir de la señal recibida.

Para recuperar la portadora de referencia, el demodulador BPSK normalmente usa dos circuitos mientras que QPSK emplea cuatro. Hay más pérdidas asociadas en un diseño de cuatro circuitos que en uno de dos, de modo que una portadora de referencia sin filtrar es mas susceptible al ruido en un modem QPSK.

Además para la performance del bit error rate con QPSK se requiere una mejor relación señal-ruido para la portadora de referencia. En BPSK un error en la portadora de referencia reduce ligeramente la relación señal-ruido en el proceso de detección de datos, pero en QPSK un error de fase, introduce fácilmente crosstalk entre la fase interna y los canales en cuadratura causando una considerable

degradación.

El resultado de una referencia sin filtrar ruidosa y el requerimiento de una referencia estable en extremo en QPSK requiere que dicha referencia sea filtrada por un filtro más elaborado, típicamente de 80 a 90 % más angosto que la portadora BPSK.

El funcionamiento del modem es mas sensible al ruido de fase por encima y alrededor de la frecuencia de corte del filtro de la portadora de referencia. Como el ruido de fase típicamente cae abruptamente cuando la frecuencia aumenta, el ancho de banda de un filtro de una portadora de referencia BPSK mas alta cae en el punto donde el ruido de fase es más bajo, haciendo que el demodulador BPSK sea menos sensible al ruido de fase.

El que el ancho de banda del filtro de la portadora de referencia sea más angosto en QPSK, tiene implicancias en el modo "burst". En un sistema modo "burst" la portadora de referencia tiene que ser recuperada fundamentalmente "burst" por "burst". Como el filtro de la portadora de referencia es más ancho en BPSK, su constante de tiempo será menor en el mismo factor (de 5 a 10 veces). Para el circuito equivalente, esto significa que la portadora de referencia podra ser recuperada cinco veces mas rápido en BPSK,

lo cual da mayor eficiencia al canal burst.

Por lo expuesto y debido a que el costo del empleo del segmento satelital se traduce en un pago mensual indefinido a la empresa que administra el satélite (Panansat en este caso), el cual tiene relacion directa con el ancho de banda requerido y la flexibilidad del modem a proponer es que el tipo de modulacion a emplear será QPSK y con el objeto de darle mayor confiabilidad al sistema, por las desventajas expuestas, es que se empleará en los lugares de recepción, LNB tipo PLL .

## CAPITULO II INGENIERIA DEL PROYECTO

### 2.1 Descripción del sistema

#### 2.1.1 Características generales

El sistema de enlace consta de dos partes principales :

Segmento espacial.

- Segmento terrestre.

##### **Segmento espacial**

Conformado por el Satélite Panamsat, cuya denominación es PAS-1, del cual se ocupara una porción del transpondedor N° 17.

##### **Segmento terrestre**

Esta conformado por una estación terrena de transmisión / recepción localizada en la ciudad de ICA y estaciones de recepción en diferentes lugares del país donde se instalaran estaciones retransmisoras de Radio FM. El sistema de enlace satelital se empleará como un sistema de distribución de señales de programa para transmisión de FM Stereo en Radiodifusión Sonora.

La transmisión vía satélite empleara señales digitales con modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keyed) y compresión

digital con algoritmo MUSICAM La velocidad de transmisión del tren de pulsos serie será de 128 Kbps.

Además de la compresión digital "MUSICAM", la transmisión en el sistema satelital a nivel de banda base empleará el modo "JOINT STEREO" que permite transmitir hasta 20 Khz como frecuencia superior de audio a pesar de transmitir con un flujo de datos de sólo 128 Kbps.

El modo de acceso al satélite será el "SCPC" (Single Carrier Per Channel) con modulación digital hacia el transponder N° 17 que forma parte de los transpondedores del haz central y que opera en la banda C. El ancho de banda otorgado a los 128 kbps será de 153.6 khz, que incluye los guardabandas de protección.

El sistema satelital es controlado a través de un computador con un software especializado, el cual estará instalado en la estación terrena.

#### **2.1.2 Estación terrena de transmisión /recepción**

En el anexo 1 se muestra el diagrama de bloques de la estación terrena.

La estación terrena consta de las siguientes partes

- Codificador / multiplexor de audio digital

- Modem
- Transceptor banda C
- Sistema de alimentación de antena
- Antena parabólica de 4.5 mts.
- Computador de control Codificador / multiplexor de audio digital.

El sistema seleccionado emplea una portadora de RF para distribuir audio, data e información de control desde el enlace de subida (UPLINK) a todos los enlaces de bajada (DOWNLINK). Este flujo de datos multiservicio emplea multiplexado por división de tiempo (TDM) para transportar la siguiente información

- Canal de audio (stereo, dual mono o single mono)
- Canal de control (para configuración, direccionamiento, control y actualización de software de los receptores ABR200)
- Canal de datos de baja velocidad
- Canal de control de relés

La estructura del Frame (cuadro) TDM es lograda con un audio standard ISO/MPEG como se muestra en la figura 1 del anexo 2. La cabecera del frame suministra información acerca del rate de audio, modo de compresión (mono, dual - mono, joint stereo), rate de muestreo (48Khz) y tamaño del canal de



codificador MUSICAM, el cual recibe la señal de audio analógica y la digitaliza utilizando compresión digital y codificación ISO/MEPG (MUSICAM).

El sistema MUSICAM es un sistema de codificación digital, que divide el espectro de la señal de audio, en 32 bandas de frecuencia y las procesa en forma independiente, adaptando en forma separada y simultáneamente los niveles de cuantificación en cada banda, en la que se emplea modulación APCM (Adaptative Pulse Code Modulation).

Los datos recibidos del multiplexor (conocidos como control de canal) son multiplexados con data de audio comprimida digitalmente, conformandose un sólo flujo compuesto de datos, el cual es enviado al modem PSK de la estación terrena para la transmisión.

**Decodificador de audio.-** La señal de recepción que provee el modem de la estación terrena es procesada por el decodificador de audio el que demultiplexa el flujo de datos recibidos en lo siguiente

Audio digital comprimido.

Información de control del canal.

Data del usuario.

Data sobre apertura o cierre de contactos

de relé.

El audio digital comprimido es decodificado y convertido en audio análogo.

La data del usuario son entregados para ser utilizados en una salida de datos asincrona RS - 232.

Los juegos de contactos de ocho relés estan disponibles en el receptor y actuan según la orden ingresada al multiplexor por la entrada de apertura o cierre de relé.

El rate del flujo de datos compuesto, para el caso de este sistema, puede variarse desde 64 kbps hasta 384 kbps y los modos de transmisión se pueden elegir entre las siguientes opciones

- \* Mono
- \* Joint Stereo
- \* Dual Channel

Para nuestro caso el rate del flujo de datos será de 128 kbps y el modo de transmisión JOINT STEREO.

La tabla I de la seccion 1.2 muestra la respuesta en frecuencia de audio versus el rate y modo de transmisión.

#### **Modem**

Se trata de un modulador demodulador digital PSK el cual esta diseñado para transmitir hacia el satelite y recibir desde

el satellite en forma continua.

Esos dos caminos independientes facilitan aplicaciones diversas. En la dirección de transmisión acepta data del usuario mediante la interface correspondiente, datos directos a traves de un módulo de proceso de data de transmisión, los cuales ingresan al modulador siendo sometidos a encriptación (scrambled), codificación en forma diferencial por convolución (para correccion del error en la decodificación) y modulados en PSK (Phase Shift Keying) sobre un portadora de FI.

En la dirección de recepción, se produce el proceso inverso de transmisión. Una señal de FI ingresa a la unidad y es recibida por el demodulador, el cual mezcla la portadora de FI y la baja a nivel de banda base, dicha banda base es decodificada en forma diferencial con corrección de error (FEC), y desencriptada. Los datos demodulados son procesados por un procesador de data de recepción, quedando disponibles para ser usados.

La unidad en mención posee las siguientes características principales .

Rate de datos de usuario seleccionable de 9.6 Kbps a 2.048 Mbps, con un bit de resolución.

- Tx / Rx de FI de 70 +/- 18 Mhz sintetizado y programable con resolución de 100Hz.
- Modulación seleccionable BPSK (Bi-Phase Shift Keying) y QPSK (Quad-Phase Shift Keying).
- Codificación por convolución, decodificación viterbi y secuencial.
- Rate de código FEC 1/2, 3/4, 7/8 y sin código.
- Encriptador y desencriptador V.35 e IDR.
- Codificador y decodificador diferencial, consorte para operación QPSK sin código.
- Microcontroladores integrados para Monitoreo y Control, incluyendo control local y remoto.
- Interface disponible para RS-449, V.35, DS - 1, G.703, RS-232.
- Probador del rate de error hecho (BERT), operado en forma local o remota.
- Reloj en tiempo real, con indicación del momento en que se produce falla.
- Evaluación del BER versus Eb/No.

Dispone además de las facilidades para control local mediante el panel frontal y control remoto vía computador para lo cual dispone de terminales RS-232 o RS-485 según sea el caso de aplicación.

En nuestro caso la señal digital

proveniente del codificador de audio se modula mediante modulación QPSK sobre una frecuencia de portadora de 70 Mhz y el modem se acondicionará para trabajar con un flujo de datos de 128 kbps.

La señal de salida del modem que esta en el rango de 70 +/- 18 Mhz, es enviada al conversor ascendente (UP - CONVERTER ) con un nivel de salida que esta comprendido entre - 25 dbm hasta - 5 dbm, en pasos de 0.1 db y una precisión de +/- 0.5 db.

#### **Transceptor banda C.-**

Es un terminal de RF de la estación terrena de SCPC diseñado para comunicación bidireccional por satélite en el rango de frecuencia de la banda C, esto es transmite de 5.925 a 6.425 Ghz y recibe de 3.700 a 4.200 Ghz.

El terminal básico de RF se compone de .

- Un driver de microonda (TR).
- Un amplificador de potencia (HPA).
- Un módulo convertidor de bajo ruido (LNB).
- Una fuente de poder.
- Cables de interconexión.

La unidad se convierte en la interface entre la FI (70 Mhz banda C, 140 Mhz banda Ku) de un modem con datos a una velocidad de 9.6 Kbps o mayor y una antena de cualquier

diámetro. Tiene como función principal el convertir ascendentemente (UPCONVERTER) la FI de salida del modulador a una señal de RF para transmitir mediante una antena y convertir hacia abajo (DOWNCONVERTER) la señal de RF recepcionada a una señal de FI para ser utilizada por el demodulador.

El amplificador de potencia utiliza transistores IMFET (Internally Matched Field Effect Transistors) los que aseguran una alta estabilidad de potencia y ganancia con mínima distorsión de intermodulación.

El downconverter emplea transistores HEMT (High Electron Mobility Transistors) de bajo ruido tales como el transistor de efecto campo de arseniuro de galio (GaAsFET) proveendo una temperatura de ruido del sistema de 65 grados kelvin.

Los sintetizadores emplean como referencia un oscilador a cristal de 10 Mhz con horno.

Lograndose la selección de una portadora en pasos de 2.5 Mhz sobre el ancho de la banda C (500 Mhz).

El modo de funcionamiento de la unidad es el siguiente

(ver figura 3 en el anexo 2)

**Terminal de RF.**— El driver de RF convierte ascendentemente la señal de FI (70

Mhz) del modulador que deberá estar en el rango de  $-30 \text{ dbm} \pm 4 \text{ db}$  a una frecuencia en la banda de satélite de 5945-6425 Mhz con una potencia máxima en nuestro caso de 10 watts.

El transmisor puede configurarse como un bloque de ganancia fija o como una unidad de control automático de nivel (ALC). En el lado de recepción, el LNB convierte descendentemente la banda de recepción del satélite 3700 4200 Mhz en el rango de  $-80$  a  $-127 \text{ dbm}$  a la banda L (950-1450 Mhz) ingresando a la unidad de conversión descendente.

Los módulos de conversión descendente están compuestos de un filtro de rechazo a transmisión, un LNB y un módulo de conversión descendente. El LNB tiene como referencia a un sintetizador programable y el conversor descendente a un lazo de frecuencia fija.

**Conversor ascendente.**- Para nuestro caso la señal de FI de transmisión que ingresa al driver está en el rango de frecuencia de 70 Mhz  $\pm 18 \text{ Mhz}$ . En el primer convertidor ascendente se mezcla la FI con una frecuencia de oscilador local produciendo una señal en banda L, la cual pasa a través de un filtro pasa banda y luego es ingresada a un segundo conversor ascendente el cual tiene un

oscilador local programable produciéndose una señal de RF en la frecuencia deseada en la banda C. Dicha señal es amplificada por un amplificador de potencia como paso final antes de la transmisión.

El empleo de reguladores activos de polarización en cada etapa de amplificación aseguran un punto óptimo de operación independiente de las variaciones de temperatura ambiental.

La potencia de salida del amplificador de RF es especificada en un punto de compresión de 1 dB.

**Conversor descendente.**- La señal de RF de recepción es la que ingresa a través del filtro de rechazo a transmisión.

Dicha señal es la que ingresa al módulo convertidor de bajo ruido (LNB) el cual está conformado por un amplificador de bajo ruido (LNA), filtros y una etapa de conversión descendente. La señal recibida en el rango de 3700 - 4200 Mhz ingresa al amplificador de bajo ruido y su salida mezclada con un oscilador local programable cuya frecuencia está en el rango de 4700 5243 Mhz produciéndose una señal que es filtrada y amplificada, dicha señal de FI se encuentra en el rango de la banda L. Esta señal ingresa

a la unidad driver de RF para su conversión descendente el cual dispone de un oscilador local de 1112.5. Resultando finalmente una señal de FI de 70 +/- 18 Mhz (banda C) o 140 +/- 36 Mhz (banda Ku), la cual es filtrada y amplificada antes de entregarla al demodulador de la estación terrena.

**Osciladores locales sintetizados.-** Las señales de los osciladores locales que son mezcladas con las señales de transmisión y recepción son producidas por síntesis de frecuencia fija o programable. Los sintetizadores tienen como referencia un oscilador a cristal de 10 Mhz con horno de muy alta estabilidad y un ruido de fase muy bajo. Dicha señal alimenta a un sintetizador de frecuencia fija para generar un oscilador local de 1112.5 Mhz. Así mismo alimenta a un sintetizador programable para generar una señal de 1175 Mhz a 1311 Mhz, la misma que alimenta a un multiplicador por 4, quedando la frecuencia multiplicada por dicho factor.

La frecuencia del sintetizador es preseteable mediante dip switchs. Una unidad de monitor y control puede usarse para ajustar la frecuencia a emplear. El sintetizador provee una selección de frecuencia de transmisión y recepción en

pasos de 2.5 Mhz, sobre la banda de 500 Mhz.

### **Sistema de alimentación de antena**

Consta de

**Transductor de modo ortogonal (OMT).**- Que es un arreglo (combinador) de tres porticos. Un pórtico es un alimentador HORN y que físicamente va colocado en el foco de la antena parabólica, otro portico es el destinado a transmisión y que permite que la energía de radiofrecuencia del HPA sea radiada desde el punto focal hacia la superficie reflectora de la antena, la que reflejara la misma y focalizara la energía en un haz angosto dirigido hacia el satélite. El tercer portico permite emplear en forma simultanea la antena como receptora de la señal emitida al satélite en la misma polaridad que la empleada en transmisión .

**Filtro de rechazo a transmisión.**- Es un filtro que permite un aislamiento entre transmisión recepción del orden de 40 dB y se instala en el portico de recepción del combinador para evitar que la señal que se transmite hacia el satélite provoque problemas de desensibilización e interferencia en el receptor.

**Guía de onda.**- Es la línea de transmisión que tiene como función adaptar y trasladar la

energía de radiofrecuencia del HPA con baja pérdida al portico de transmisión del alimentador (ubicado en el punto focal), de la antena parabólica. Puede ser rígida y /o flexible.

**LNB (Low Noise Block).**- Es un amplificador conversor de bajo ruido que amplifica la señal proveniente del satélite y simultáneamente cambia la señal de banda C a banda L (0.95 - 1.45 Ghz).

**Antena parabólica de 4.5 mts.-**

Es una antena parabólica de 4.5 mts de diámetro del tipo FOCO PRIMARIO (prime focus) para transmisión y recepción simultanea. El combinador/alimentador esta físicamente en el punto focal de la antena. Cumple además con los tres requisitos básicos para una antena de estación terrena

a) Alta ganancia directiva, esto es el foco debe radiar energía mediante un haz angosto para iluminar a la antena del satélite en los modos de transmisión y recepción. El patron de radiación cumple como se deduce de las especificaciones del anexo 3 con tener un nivel mínimo de lobulos laterales, reduciendo la interferencia de señales indeseadas y la interferencia producida por otros

satélites u otros sistemas terrestres.

- b) Baja temperatura de ruido, para que la temperatura de ruido efectiva en el lado de recepción, que es proporcional a la temperatura de la antena, se mantenga baja para reducir la potencia del ruido dentro del ancho de banda de la portadora de descenso. Las pérdidas ohmicas de la antena deben ser minimas ya que contribuyen directamente a la temperatura de ruido.
- c) Gobierno mecánico simple, lo que permitira un apuntamiento del haz al satélite con precisión y reducir las pérdidas por apuntamiento.

#### **Computador de control**

Opera con un software especializado que permite controlar y monitorear el sistema de transmisión a la vez que permite también realizar funciones de automatización, agrupamiento y direccionamiento del sistema de distribución de audio en la cadena.

#### **2.1.3 Estacion remota**

Las estaciones remotas estarán conformadas por lo siguiente

Antena parabólica de 3 o 2.4 mts de diámetro

LNB

- Receptor digital de satélite.

**Antena parabólica de recepción.**- Mantiene características similares a la de transmisión, pero no con rigurosa precisión.

El diámetro de la antena será en algunos casos mayor en la zona sur del país.

**LNB.**- Físicamente va instalado en el foco de la parabólica, consiste de un amplificador de bajo ruido (LNA), un filtro de rechazo a imagen y un oscilador con resonador dieléctrico (DRO, Dielectric Resonance Oscillator) o PLL (Phase Lock Loop). La entrada del LNB recibe las señales colectadas por la antena, y tomadas por el LNA. El LNA impone la figura de ruido del LNB y provee la primera etapa de amplificación.

La señal amplificada pasa a través del filtro de rechazo a imagen y es mezclada con el oscilador local para convertir descendentemente a frecuencias de banda L. La técnica DRO provee buena estabilidad y ruido de fase, aceptable para operación BPSK. El amplificador de FI del LNB, permite manejar pérdidas en el cable que une el LNB y el receptor.

Como se menciona en la sección 1.2, para operación QPSK se empleará LNB tipo PLL.

**Receptor de satélite.**- Recibe la señal en

banda L procedente del LNB y se emplea para demodular las señales codificadas con sistema "MUSICAM" , extraendo las señales de control, datos y audio.

#### **2.1.4 Características del satélite**

El satélite Panamsat 1 es denominado Simón Bolívar, cuenta con 18 transpondedores en banda C para el servicio en América Central y América del Sur y 06 transpondedores en la banda Ku para servicio de América del Norte y Europa.

Este satélite esta ubicado en orbita geoestacionaria, es decir estático respecto a un punto observador en la tierra, y ubicado a 45° de Longitud Oeste de la línea Ecuatorial.

Para brindar los servicios mencionados, dispone de 06 haces que se denominan

- Haz Latinoamericano (banda C)
- Haz Píncel Norte (banda C)
- Haz Píncel Central (banda C)
- Haz Píncel Sur (banda C)
- Haz Europeo (banda C)
- Haz Conus (banda Ku)

En el anexo 4 se muestran los isocontornos de EIRP y G/T para cada uno de los haces mencionados, los cuales determinan las áreas de servicio de cada uno.



Ganancia de antena en rx	43.9 dbi
Polarización	LINEAL - HORIZONTAL
Diámetro	4.5 mts
Ancho de banda	153.6 Khz
<b>Satélite</b>	
Designación	PAS 1
Posición orbital	45° LONGITUD OESTE
Polarización	HORIZONTAL
Tipo de Haz	PINCEL CENTRAL
Banda de operación	C
Transpondedor	17 TBD
Flujo de saturación	-86.4 dbw/m <sup>2</sup> (central)
EIRP	42.8 dbw (haz central)
Figura de mérito	(G/T)-0 db/°K (haz central)
Back Off Out	30.7 db (por portadora)
Back Off In	34.1 db (por portadora)

### 2.2.3 Cálculo del enlace ascendente

Los procedimientos de cálculo para enlaces satelitales, así como las correspondientes demostraciones y definiciones pueden hallarse, con amplitud en las referencias indicadas en la bibliografía. En el presente trabajo se aplicaran las formulas a partir de un criterio práctico.

Para el enlace ascendente se usarán las siguientes fórmulas:

$$\text{FSL} = 185.05 + 10 \cdot \log(1 - 0.295 \cdot \cos(\text{LAT}) \cdot \cos(\text{DLONG})) + 20 \cdot \log(F) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{AO} = -21.45 - 20 \cdot \log(F) \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{EIRP(TX)} = \text{AO} + \text{FSL} + \text{SFD} - \text{BOI} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{PIN} = \text{EIRP(TX)} - \text{GA} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{PHPA} = \text{PIN} + \text{TLA} + \text{DL} \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{PTX} = 10^{\text{PHPA}/10} \dots \dots \dots (6)$$

$$C/(N)_u = \text{AO} + \text{SFD} + G/T(s) - \text{BOI} - 10 \cdot \log(\text{BW}) + 228.6 \dots \dots \dots (7)$$

$$C/(N+I)_u = 10 \cdot \log(1 / ((1/10^{(0.1 \cdot C/N)}) + (1/10^{(0.1 \cdot C/I)}) + (1/10^{(0.1 \cdot C/IS)}))) \dots \dots \dots (8)$$

Donde :

- FSL : pérdida en la trayectoria (db)
- LAT : Latitud de la estación transmisora (grados)
- DLONG : Diferencia de longitud entre el satélite y estación terrena valor absoluto (grados).
- F : Frecuencia de transmisión en Ghz
- EIRP(TX) : Potencia efectiva de transmisión (dbw)
- AO : Factor auxiliar (db)
- SFD : Flujo de saturación del satélite (dbw/m2)
- BOI : Backoff de entrada de satélite por portadora (db)
- PIN : Potencia de entrada a la antena (dbw)
- GA : Ganancia de la antena en transmisión (dbi)
- PHPA : Potencia del amplificador de RF (dbw)
- TLA : Pérdida en la guía de onda (db)

DL : Pérdida en el duplexor (db)  
PTX : Potencia del amplificador de RF  
(dbw)  
G/T(s) : Figura de mérito del satélite  
(db/°K)  
C/N(u) : Relación portadora a ruido enlace  
ascendente (db)  
C/I : Relación portadora a interferencia  
co-canal (db)  
C/IS : Relación portadora a interferencia  
satélite adyacente (db)  
BW : Ancho de banda de la portadora modulada  
(1.2 \* velocidad de transmisión), (Hz)

Datos disponibles para el cálculo :

AO : -37.443 db  
\* SFD : -82.0 dbw/m<sup>2</sup>  
\* BOI : 34.1 db  
BW : 153600 Hz  
TLA : 0.2 db  
\* G/T(s) : -3.1 db/°K  
\* C/I : 27 db  
\* C/IS : 30 db  
LAT : 14.0677 °  
DLONG : 30.7225 °  
\* GA : 46.2 dbi  
DL : 0.1 db  
F : 6.305 Ghz  
\* ver anexos 3 y 4

**Cálculo de la potencia de transmisión:**

Aplicando datos tenemos:

- FSL - 200.72 dB
- EIRP(TX) = 47.18 dbw
- PIN = 0.5822 dbw
- PHPA = 0.8822 dbw
- PTX = 1.22 watts

Esta es la potencia que se necesita para acceder al satélite con una antena de 4.5 mts.

**Calculo de las relaciones C/N :**

Según las fórmulas anteriores :

- C/(N)u = 20.1 db
- C/(N+I)u = 18.9 db

Donde c/(N+I)u es la relación de portadora ruido total del enlace ascendente.

**2.2.4 Cálculo del enlace descendente**

Para los cálculos del enlace descendente se tiene :

$$\text{ANG AZ} = \text{TAN}^{-1}(\text{TAN}(\text{DLONGO}/\text{SIN}(\text{LAT}))) \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{ANG EL} = \text{TAN}^{-1}[(\text{COS}(\text{LAT})*\text{COS}(\text{DLONG})-\text{RT}/\text{RA})/\text{K1}]$$

$$\text{K1} = \text{SQR}[1-(\text{COS}(\text{LAT})*\text{COS}(\text{DLONG}))^2] \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{FSL} = 185.05+10*\text{LOG}(1-.295*\text{COS}(\text{LAT})*\text{COS}(\text{DLONG}))$$
$$+20*\text{LOG}(\text{F}) \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{G}/\text{T}(\text{r}) = \text{GA} - 10*\text{LOG}(\text{T}(\text{lnb}) + \text{T}(\text{ant}) + 9) \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{C}/(\text{N})\text{d} = \text{EIRP}(\text{s})-\text{BOO}-\text{FSL}+\text{G}/\text{T}(\text{r})-10*\text{LOG}(\text{BW})+228.6$$
$$-\text{ESPE} \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{C}/(\text{N}+\text{I})\text{d} = 10*\text{LOG}(1/((1/10^{(.1*\text{C}/\text{N}))}+(1/10^{(.1*\text{C}/\text{I}))}+(1/10^{(.1*\text{C}/\text{IS}))})) \dots\dots\dots(6)$$

Donde :

ANG AZ = Angulo de azimuth (grados)

ANG EL = Angulo de elevación (grados)

LAT = Latitud estación receptora (grados)

DLONG = Diferencia de longitud entre satélite  
y estación receptora valor absoluto  
(grados)

RT = Radio de la tierra (Km)

RA = Distancia del satélite al centro de la  
tierra (Km)

FSL = Pérdida en la trayectoria (db)

F = Frecuencia de bajada (Ghz)

C/(N)d = Relación portadora/ruido enlace  
descendente (db)

EIRP(s) = Potencia efectiva radiada del satélite (dbw)

BOO = Back off de salida del satélite (db)

G/T(r) = Figura de mérito estación  
retransmisora (db/°K)

T(lnb) = Temperatura del LNB (°K)

T(ant) = Temperatura de la antena según el  
ángulo de elevación (°K)

BW = Ancho de banda de la información (Hz)

GA = Ganancia de la antena en recepción  
(dbi)

C/(N+I)d = Relación portadora - ruido  
+interferencia total del enlace  
descendente (db)

C/I = Relación portadora a interferencia co canal (db)

C/IS = relación portadora a interferencia  
satélite adyacente (db)

ESPE = Error de apuntamiento de la estación  
terrena (típico 0.5 dB).

Datos disponibles para el cálculo :

LAT : 14.0678 °  
DLONG : 30.7225 °  
RT : 6378.14 km  
RA : 42164 Km  
F : 4.080 Ghz  
\* GA : 43.9 dbi  
\* T(lnb) : 65 °K  
\* T(ant) : 19 °K  
\* EIRP(s) : 41.5 dbw  
\* BOO : 30.7 db  
\* C/I : 27 db  
\* C/IS : 30 db  
\* C/I Intermodulación : 14.8 db  
\* C/(N + i) portadora a ruido neto : 5.4 db  
\* ver anexos 3 y 4

Aplicando datos tenemos :

ANG AZ = 53.6 °  
ANG EL = 63.6 °  
FSL = 196.037 db  
G/T (r) = 24.22 db/°K  
C/(N)d = 15.21 db  
C/(N + I)d = 14.8 db

donde C/(N)d es la relación portadora a ruido

total de bajada.

Calculo de C/N neto :

Considerandose el margen de interferencia por intermodulación de 14.8 db.

$$C/(N)_{\text{neto}} = 10 * \text{LOG} \left[ \frac{1}{\left( \frac{1}{10^{(.1 * C / (N+I)u)}} + \left( \frac{1}{10^{(.1 * 14.8)}} + \frac{1}{10^{(.1 * C / (N+I)d}} \right) \right) \right)}$$

luego

$$C/(N)_{\text{neto}} = 11.02 \text{ db}$$

por lo que el margen de fading es 5.62 db

### 2.2.5 Requerimientos de energía

El consumo de los equipos del UPLINK es el siguiente:

CODEC	50 watts
MODEM	50 watts
COMPUTADOR	250 watts
TRANSCEIVER	250 watts

-----

600 watts

Este consumo será suministrado por la red pública o sistema de emergencia a través de un UPS, el que proveerá permanentemente un voltaje estable y cubrirá el tiempo requerido para que ingrese el sistema de energía eléctrica alterno (grupo electrogeno).

### 2.2.6 Equipamiento

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MODELO
01	01	ANTENA PARABOLICA 4.5 m.	ANDREW	ESA45-46
02	01	COMBINADOR COPOLAR	ANDREW	2LPC-45

03	01	TRANSCEPTOR 10 watts	SSE	ASAT-N406
. 04	01	MODEM DIGITAL VARIABLE RATE	COMSTREAM	CV101/121
05	01	LOW NOISE BLOCK PLL	MSE	CLNB(p)60N
06	01	RECEPTOR DIGITAL DE AUDIO	COMSTREAM	ABR200

### CAPITULO III EVALUACION DEL SISTEMA

El sistema puede evaluarse en dos niveles

Nivel de RF

Nivel de audio

**Nivel de RF.**— Así como en el caso de las señales análogas la relación señal a ruido (S/N) es un factor importante para evaluar el sistema de comunicación, para el caso de las señales digitales un factor de evaluación es el Bit-Error-Rate (BER) llamado también probabilidad de error. Así por ejemplo un BER de  $10^{-6}$  significa la probabilidad de tener un bit de error en un millón de bits.

La S/N y el BER dependen de muchos factores tales como la predicción de la relación densidad de portadora a ruido (C/No) y la relación de portadora a ruido (C/N) en el receptor, tipo de modulación y los ancho de banda en RF y en banda base.

Como los satélites son inherentemente limitados en potencia habrá una técnica de modulación donde la combinación de potencia y ancho de banda haran que la S/N de la banda base sea mayor que el C/N en RF en los sistemas análogos, logrando un óptimo BER en sistemas digitales.

Un factor importante para esto es la técnica

de codificación de la señal QPSK en nuestro caso.

Un parámetro que tiene relación con el C/N es la relación energía por bit a densidad de ruido ( $E_b/N_0$ ).

Típicamente para un BER de  $10^{-6}$  le corresponde aproximadamente un  $E_b/N_0$  de 10.5 dB. Una ventaja de emplear métodos directos de corrección de error (FEC) es que se pueda emplear menor potencia para un BER determinado. La siguiente expresión relaciona el  $E_b/n$  con C/N :

$$(C/N)_t = E_b/N_0 + 10 \cdot \log(R/B) + M_t$$

donde :

$(C/N)_t$  = Relación total de C/N requerida en el punto de operación normal

$E_b/N_0$  = Relación de energía por bit a densidad de ruido en el umbral dado por el BER.

R = Bit rate (b/s)

B = Ancho de banda del ruido por canal (Hz)

$M_t$  = Margen del sistema para un BER dado incluyendo la suma de todos los márgenes (dB)

La relación entre  $E_b/N_0$  y el BER es función del tipo de modulación y la técnica de codificación así como la velocidad de transmisión.

**Nivel de audio.** - La evaluación final a nivel de audio es subjetiva, cuando el sistema se probó con una velocidad de transmisión de 128 kbps en el modo Joint Stereo, tal como se había proyectado se encontró que:

Las repetidoras de FM en el lado remoto eran incapaces de mantener el audio con un promedio de

modulación alto y rango dinámico suficiente para competir frente a sistemas análogos o digitales con velocidades de transmisión mayores (256Kbps). Esta deficiencia era mas notoria cuando la recepción de FM se efectuaba en MONO.

Por dicha razón se efectuaron pruebas de audición que constaba de recibir la señal del satélite con un receptor COMSTREAM ABR200 y la señal de audio procedente de él, atacaba a un generador de Stereo (con compresor suave incorporado) el cual a su vez alimentaba a un excitador de FM que empleaba como antena una carga fantasma. Asi conformado el sistema se emplea un receptor de FM Stereo promedio, procediendose de este modo a probar las siguientes combinaciones .

- 192 Kbps, joint stereo
- 192 Kbps, dual mono
- 256 Kbps, dual mono

comparandolas entre si, así como, con 128 kbps, joint stereo. Resultando de un auditorio de ocho especialistas por unanimidad que la velocidad a emplearse debería ser 256 Kbps. Finalmente el sistema quedo conformado con dicha velocidad y se duplico la potencia del HPA, asi como se solicitó los permisos al administrador del satélite.

### **3.1 Mediciones**

El presente acápite trata de dar pautas para efectuar la comprobación práctica de las partes importantes del sistema.

Debe de considerarse que cuando se elige el

lugar donde se eregira la parabólica de la estación terrena, la dirección de apuntamiento este totalmente despejada, la vibración del lugar donde se colocará la base de la parabólica sea mínima, que en las inmediaciones no exista motores de potencia en funcionamiento permanente (motores de ascensores), así mismo deberá hacerse un survey con un analizador de espectros para localizar posibles interferencias terrestres al sistema, evaluando la presencia cercana de estaciones de AM, FM ,TV u otros servicios, para ello se puede observar con una antena la pureza del espectro en el ancho de banda de la FI a emplear (en nuestro caso 70 Mhz +/- 18 Mhz) y con una antena HORN examinar la banda C.

En el proceso de instalación del sistema del UP - LINK deberá de efectuarse el siguiente procedimiento antes de llegar a energizar el HPA y subir la señal :

1. Luego del armado de la antena, antes de izarla es necesario evaluar la concavidad de la parabólica, esto puede hacerse de manera práctica mediante la prueba de las cuerdas, que consta en cruzar tres diámetros equidistantes formado por tres cuerdas, desplazadas del centro, formando un triángulo pequeño, observandose que las cuerdas se superpongan con una presión mínima entre ellas, de no ser así

deberá aflojarse los pétalos afectados y reacomodarlos, ajustandolos de nuevo hasta satisfacer la prueba.

2. Luego de izada la antena, con una brújula y un inclinometro se ajusta en forma aproximada el azimuth y la elevación maniobrando el sistema mecánico correspondiente.
3. Se mide la distancia focal y se ajusta el Feed Horn provisionalmente. En el pórtico correspondiente a recepción se instala un LNB PLI, alimentandolo con un receptor COMSTREAR ABR200, el cual provee una salida de RF en banda L la que puede ser observada directamente por un analizador de espectros. Se busca inicialmente obsevar la senal en banda L de algun canal de televisión del pais como:

Canal TV	Polaridad	Frecuencia banda L
ATV	Horizontal	1066 Mhz

PANTEL	Horizontal	1379 Mhz
--------	------------	----------

luego se ajusta la elevacion y el azimuth para obtener un máximo en la senal de TV de referencia en banda L.

4. A continuación se gira el alimentador de modo que el LNB quede a aproximadamente 45 grados de su posición inicial. Bajo esta condición se monitorea en el analizador una señal de

referencia en polarización vertical tal como :

**Cadena de Radio Polaridad Frecuencia en banda L**

RADIOMAR S.A            Vertical            1193.25 Mhz

y se procede a girar el alimentador hasta eliminar completamente dicha señal de referencia. Ajustandose a continuación firmemente el alimentador.

5. Se procede a un reajuste del azimuth y elevación con la señal de referencia horizontal.
6. Observar la forma de onda de la FI que ingresará al transceiver, la que debe observarse con portadora pura, sin modulación, totalmente limpia en la banda de operación (+/- 18 Mhz). Así mismo debe de medirse la potencia recibida y observar si se tiene control absoluto de la potencia y de ser necesario colocar un atenuador en la entrada del transceiver.
7. Revisar todas las conexiones. luego de esto, se esta en condiciones de solicitar la calificación de la estación al administrador del satélite (Panamsat).

#### Calificación de la estación

La Calificación es un proceso en el que el administrador del satélite, en este caso Panamsat, monitorea nuestra señal de subida con portadora pura (sin modulación) durante 24 horas, al cabo del cual da' el visto bueno de corresponder, o las indicaciones para corregir las anomalías.

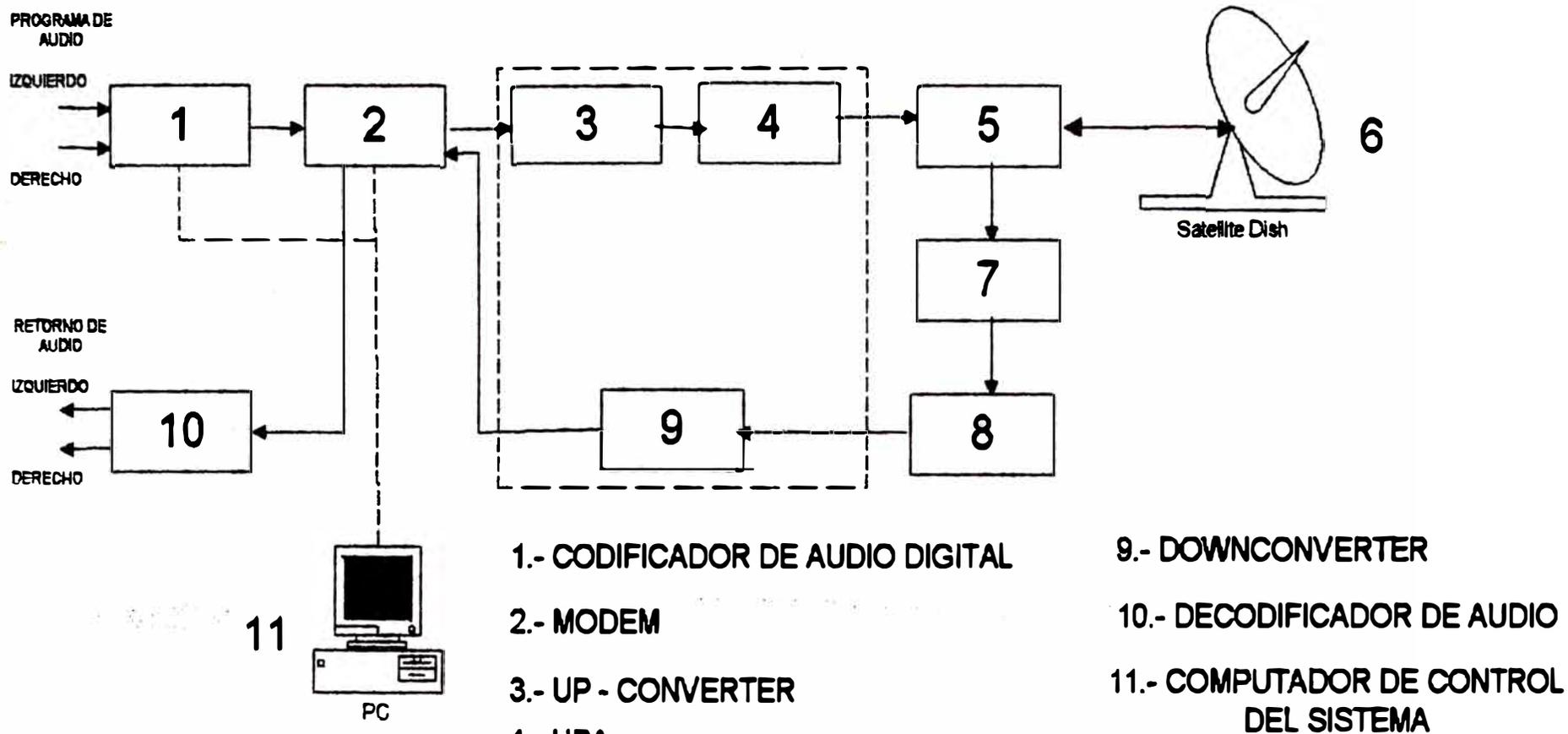
Antes de ingresar al periodo de prueba, Panamsat da una frecuencia para subir a una zona de prueba en el satélite, fijando potencia a emplear, observando la forma de onda de la portadora y verificando si la crosspolarización es mejor que 30 dB, en caso contrario pide corregirla, monitoreando para ello la corrección, luego de esto se pasa a la prueba de 24 horas, lapso en el que los parámetros de nuestra señal tales como estabilidad de frecuencia, potencia, etc., son ploteados. Luego de la aprobación por parte del administrador, se procede a operar en la frecuencia de operación asignada, ajustandose finalmente la potencia para el nivel indicado por Panamsat en el monitoreo.

## CONCLUSIONES

1. El sistema ofrece la posibilidad de trabajar con varias portadoras.
2. En el lugar donde funcionará el uplink debe hacerse un survey de frecuencia para prevenir posibles interferencias terrestres.
3. La velocidad de transmisión para distribuir señal de audio y que sera procesada en la estación remota para emitir FM debe ser 256 Kbps, QPSK, FEC 1/2 para mantener un nivel competitivo.
4. Para el caso de QPSK, FEC 1/2 y 256 kbps el balance antena-potencia del HPA depende del costo de la antena y para el caso de Lima por ejemplo es posible hacer las combinaciones  
10 w      3.7 m. axial  
10 W      4.5 m. axial  
siendo la primera más económica que la segunda.
5. El armado de la parabólica de la estación terrena de transmisión / recepción debe ser cuidadoso y deberá probarse la concavidad de la misma.

A.N.E.X.O.S

A N E X O - 1



ESTACION TERRENA DE TRANSMISION / RECEPCION AUDIO DIGITAL

A N E X O - 2

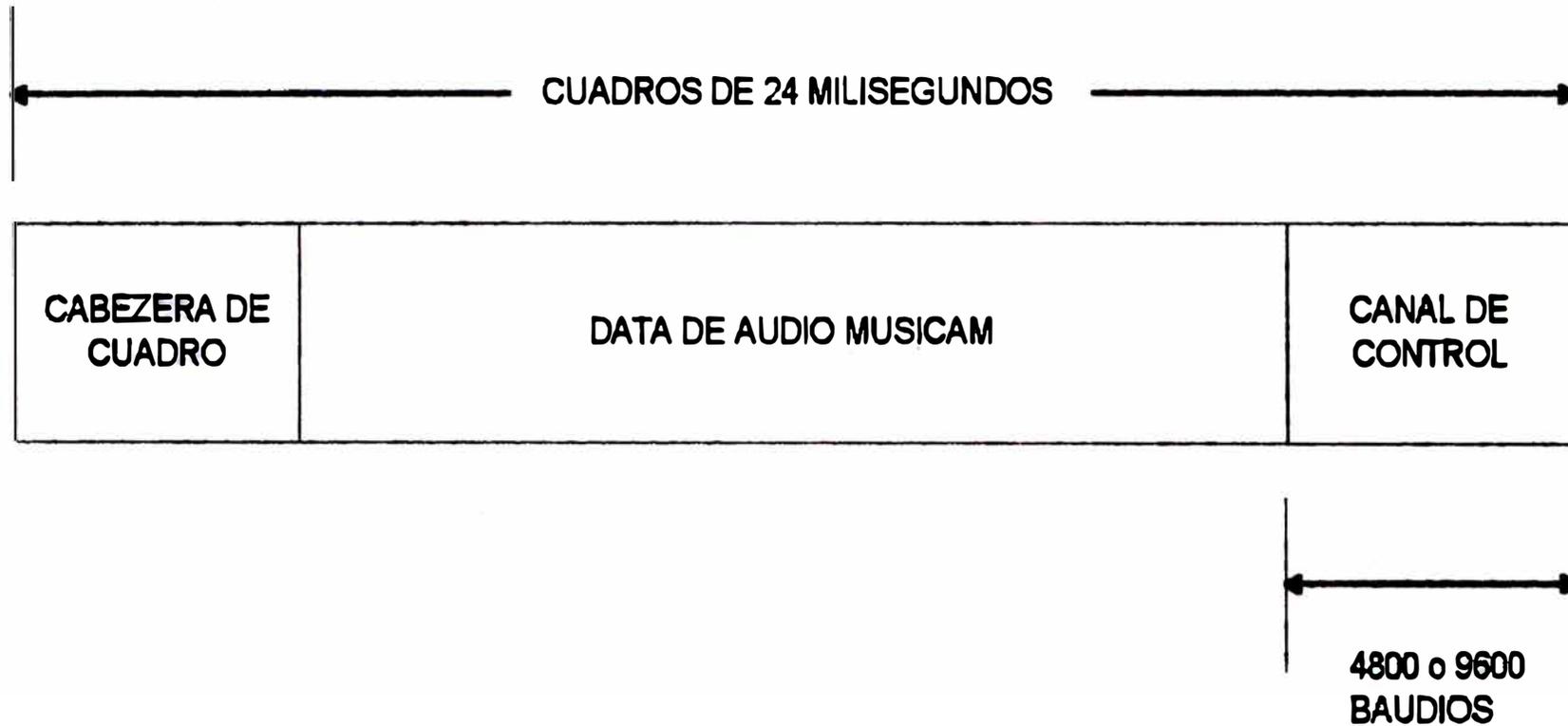


FIGURA 1 ABR200 FORMATO DE CANAL

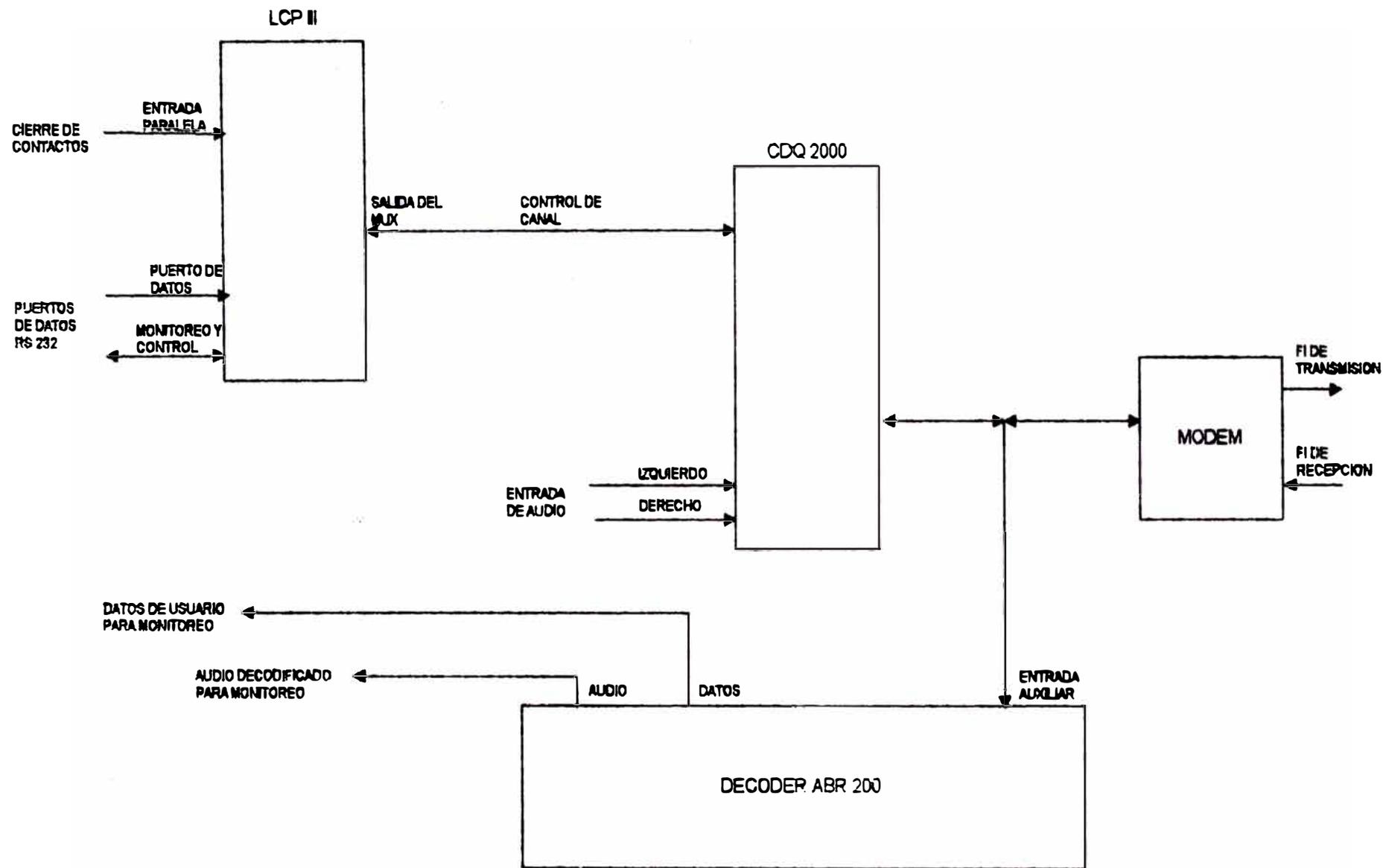
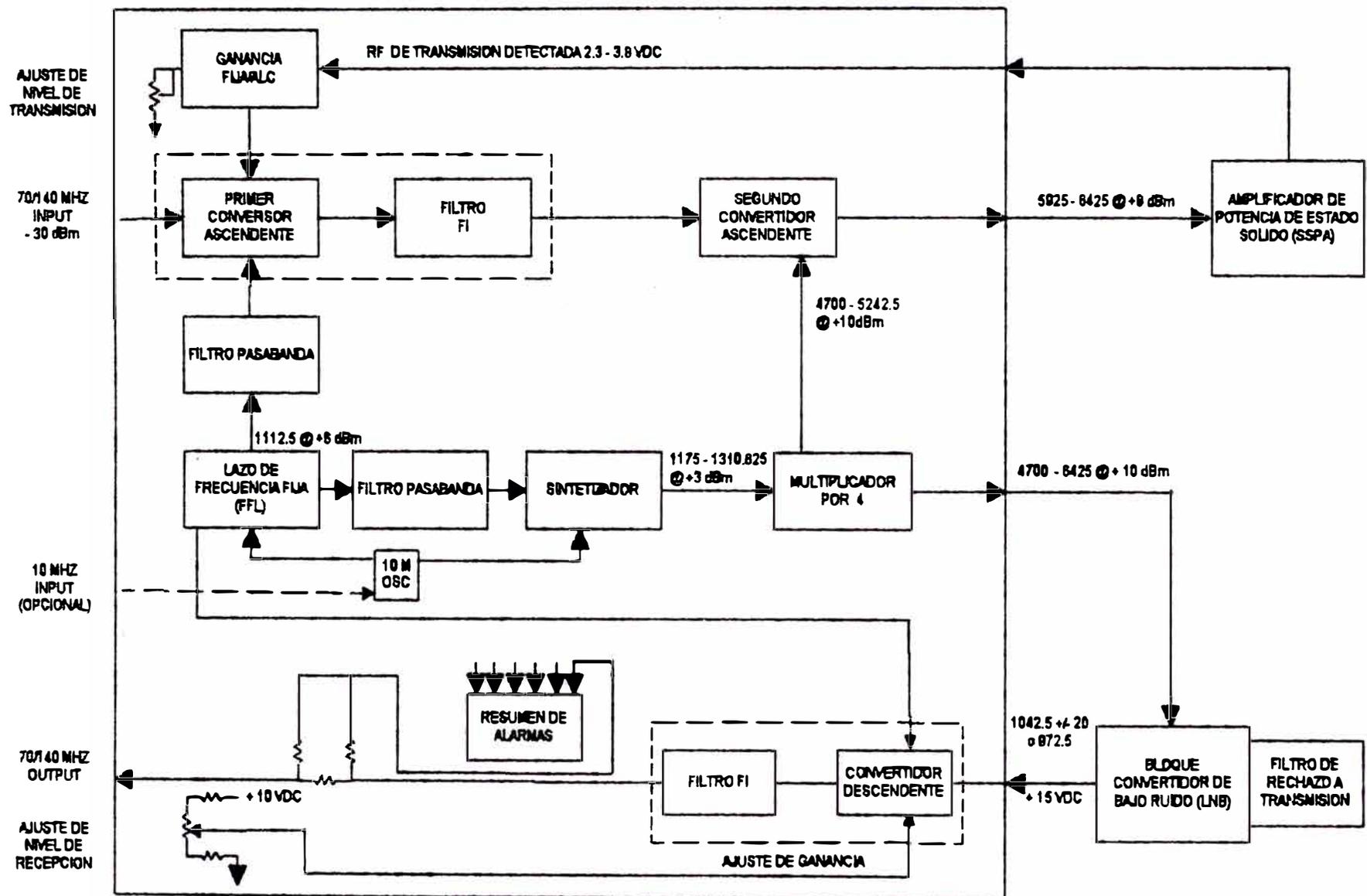


FIG. 2 INTERCONEXIONES DE LA BANDA BASE DE AUDIO



NOTA: TODAS LAS FRECUENCIAS EN MHZ

FIG. 3 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN TRANSCCEPTOR DE BANDA C

A N E X O - 3

### CHAPTER 4. TYPICAL OPERATING PARAMETERS

#### 1. RF/IF CONNECTOR DESIGNATIONS

A. Antenna (Receiver Input)	WR-229 flange with groove
B. Transmitter Input	N type jack (J1)
C. Receiver Output	N type jack (J2)
D. Receiver Output Monitor	N type jack (J3)
E. Antenna (Transmitter Output)	WR-137 with groove; N type optional

#### 2. INTERFACE CONNECTION DESIGNATIONS

A. Power Connector (P1)		
(1) - 5 VDC	(P1-A)	
(2) + 5 VDC	(P1-B)	
(3) +10 VDC	(P1-C)	
(4) +15 VDC	(P1-D)	
(5) Ground	(P1-E)	
(6) Ground	(P1-F)	
(7) +10 VDC	(P1-G)	
(8) Ground	(P1-H)	
(9) +12 V	(P1-J)	
(10) Ground	(P1-K)	
B. Power Connector (P2)	<u>8-Pin MS</u>	<u>4-Pin MS</u>
(1) +12 VDC	(P2-A, B, C, G)	(P2-A, B)
(2) +12 VDC Isolated return	(P2-D, E, F, H)	(P2-C, D)
C. LNB DC Supply		
+15 VDC	F CONN on LNB/N-CONN on Driver	
D. Alarm Output From a Closed Contact Relay (Optional)		
(1) Pin A to B (TX Alarm/Summary Alarm[Strap option])	Normally Open	
(2) Pin C to B (RX Alarm)	Normally Open	
(3) Pin D to Ground	Transmit Disable	

#### 3. RF ELECTRICAL SPECIFICATIONS

##### A. FREQUENCIES

(1) Transmit RF (WR-137 Output)	5925-6425 MHz
(2) Receive RF (WR-229Input)	3700-4200 MHz
(3) Transmit IF (J3)	70 ±18 MHz or 140 ±36 MHz
(4) Receive IF (J2)	70 ±18 MHz or 140 ±36 MHz

# SSE Technologies

## OM04040X-1

ISSUE 3

### B. RF POWER LEVELS

- |  |  |
|--|--|
| (1) Receiver Input                     | -80 to -127 dBm at Receive RF                                |
| (2) Receiver Output                    |  |
| (a) Compression Point (1 dB)           | +18 dBm min. at Receive IF                                   |
| (b) Typical Intermodulation By Product | -35 dBc measured with two carriers @<br>-80 dBm 30 kHz apart |

\* Reference to Receive IF at (J2) with Receiver gain set to 55 dB.

- |  |   |
|--|---|
| (3) Transmitter Input (J3)   | -40 to -26 dBm at Transmit IF<br>(fixed gain)<br>-30 dBm $\pm$ 4 dB (ALC) |
| (4) Transmitter Output (WR-137 Output)   |   |
| (a) +25 °C at Transmit RF  | SATURATED    1 dB COMPRESSION (P1dB)                                      |
| 2-W  | 2.5 W typical +33.0 dBm minimum   |
| 5-W  | 5.0 W typical +37.0 dBm minimum   |
| 10-W   | 11.0 W typical +40.0 dBm minimum  |
| 20-W   | 21.0 W typical +43.0 dBm minimum  |
| (b) -40 to +60 °C (-30 to +60 °C TUV Approved)<br>at Transmit RF and under all conditions (gain variation) |   |
| Fixed Gain Units   | $\pm$ 2.0 dB  |
| ALC Units  | $\pm$ 0.5 dB  |
| (c) Intermodulation By Products (IP)<br>(measured at a Power Output of 6 dB<br>composite below the P1dB)   | -33 dBc maximum   |
| (d) Harmonics  | -60 dBc max   |
| (e) Spurious   | -80 dBm max<br>(Reference to TX-RF output)                                |
| (f) AM/PM Conversion   | 3 deg/dB max (Reference to min. TX-<br>RF output)                         |
| (5) Transmit Output Adjust Range (+25 C)   | 20 dB below P1dB  |

### C. RECEIVER GAIN (WR-229 INPUT) to (J2)

- |  |   |
|--|---|
| (1) Overall Gain (at + 25 deg. C)            | Variable between 85 and 100 dB                        |
| (2) 70 MHz Gain Adjustment Range             | 30 dB (-30 to -60 dBm) typical                        |
| (3) Flatness over Frequency Range            | $\pm$ 1 dB max/over 500 MHz<br>$\pm$ .25 dB per 4 MHz |
| (4) Gain Stability                           | $\pm$ 2.5 dB max. (-40 to + 60 deg C.)                |
| (5) 70 MHz Rejection @ 25 MHz from Band Edge | 20 dB min   |

### D. RECEIVER NOISE FIGURE (WR-229)

(1) +25 Deg C

0.9 dB (65 °K) max  
0.65 dB (45 °K) max (optional)

### E. BANDWIDTH (I dB)

(1) Receiver RF to IF 70 MHz System  
Receiver RF to IF 140 MHz System  
(2) Transmitter IF to RF 70 MHz System  
Transmitter IF to RF 140 MHz System

36 MHz min (WR-229)  
72 MHz min (WR-229)  
36 MHz min (J3 to WR-137 OUTPUT)  
72 MHz min (J3 to WR-137 OUTPUT)

### F. VSWR

(1) Receiver Output (J2)  
(2) Transmitter Input (J3)  
(3) Receiver Output Monitor (J1)

1.50:1 max @ Receive IF  
1.50:1 max @ Transmit IF  
2.00:1 max @ Receive IF

### G. SYNTHESIZERS

(1) Tuning Step Size  
(2) Frequency Stability  
(3) Phase Noise

2.5 MHz over the 500 MHz bandwidth  
 $\pm 3 \times 10E-7$ /year (0.3PPM)  
 $\pm 1 \times 10E-8$ , -40 °C to +60 °C  
-60 dBc max/Hz @ 100 Hz from carrier  
-70 dBc max/Hz @ 1 kHz from carrier  
-75 dBc max/Hz @ 10 kHz from carrier  
-80 dBc max/Hz @ 100 kHz from carrier

### H. FREQUENCY REFERENCE

(1) Aging

$\pm 1 \times 10E-9$ /day  
 $\pm 3 \times 10E-7$ /year

### 4. BIT ERROR RATE

Better than  $10^{-10}$  residual error rate

### 5. INTERFACE ELECTRICAL SPECIFICATIONS

a. Power Requirement

115 VAC 60 Hz  
220 VAC 50 HZ

b. Total Power Consumption

M5-114/224 (0 dBm - RXO)  
M5-111/221 (2/5 W)  
M5-110/220 (10 W) -  
M6-110/220 (20 W)

120 VA typical  
230 VA typical  
286 VA typical  
462 VA typical

### 6. ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

### a. AMBIENT TEMPERATURE CONDITIONS

(1) Operating	-30 to +60 °C (TUV Approved)
	-40 to +60 °C
(2) Storage	-30 to +90 °C (TUV Approved)
	-40 to +90 °C

### b. ALTITUDE CONDITIONS

Operating	14,000 ft ASL max
Storage	40,000 ft ASL max

### c. HUMIDITY CONDITIONS

Operating	100% relative max
Storage	100% relative max

## 7. MECHANICAL SPECIFICATIONS

### a. WEIGHT

Driver	8.6 kG (19.0 lbs) max
Power Amp,	
2-W, 5-W and 10-W Off-Set Mount	7.2 kG (16.0 lbs) max
20-W Off-Set Mount	9.5 kG (21.0 lbs) max
Power Supply (M5)	9.1 kG (20.0 lbs) max
Power Supply (M6)	11.3 kG (25.0 lbs) max
LNB	0.9 kG ( 2.0 lbs) max

### b. SIZE

Driver	10.00" x 13.80" x 5.30" (+0.3")
5-W and 10-W Off-Set Power Amp	19.00" x 6.50" x 6.50" (+0.3")
20-W Off-Set Mount Power Amp	19.00" x 10.00" x 9.00" (+0.3")
Power Supply (M5)	10.0" x 13.8" x 5.3" (+0.3")
Power Supply (M6)	15.5" x 18.3" x 6.2" (+0.3")
LNB with TR Filter	13.5" x 2.8" x 3.9"

### c. SURFACE FINISH

#### Painted Surface

- (a) Color (per FED-STD-595A) Spec No 604-27875 (white)
- (b) Final Coating High Solid Polyurethane, textured

Unpainted Surfaces Chemical film per MIL-C-554I Class 3 or black anodized

**NOTE:** Operating parameters subject to change without notice.

# Options

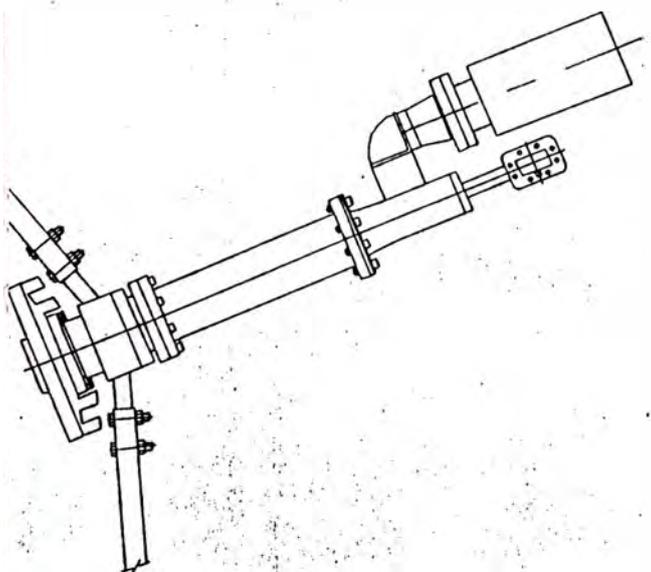
## Combiners

Combiners for the 4.5-meter *GIT Series* antennas are completely modular. By choosing the correct two-/four-port combiner or OMT, the antenna is capable of operating in all the designated fixed service satellite C-/Ku-band frequencies. The high-power two-port receive/transmit orthomode structures (OMT's) provide the added capability of being upgraded to a three-port (Tx/Rx/Rx) configuration by the addition of a diplexer. This modular growth capability is illustrated at right.

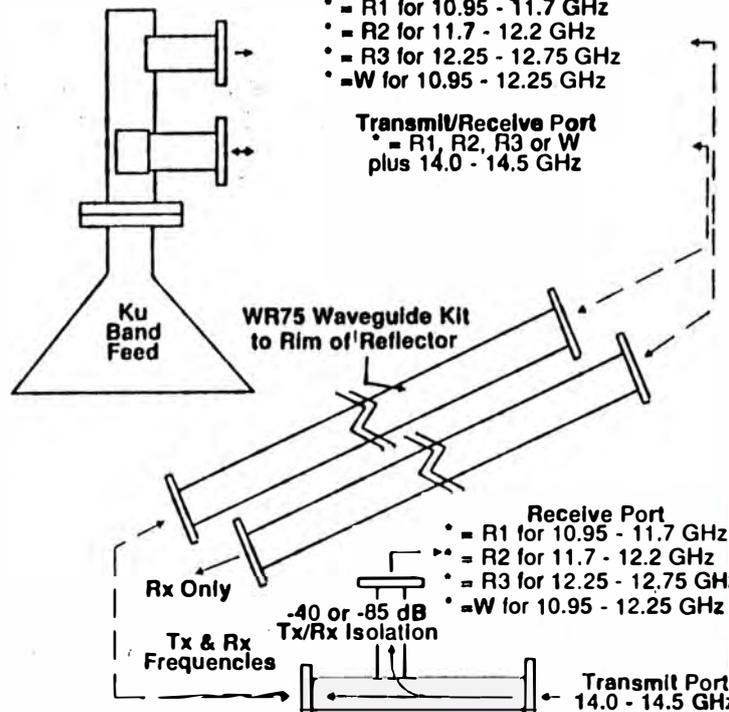
## Ordering Information

Combining Networks	Type Number
2-Port, C-Band, Circularly-Polarized, Receive-Only Combiner, 1.09:1 VAR	2CPCR-45-109
2-Port, C-Band, Circularly-Polarized, Receive/(Transmit) OMT, 1.09:1/(1.3:1) VAR	2CPC-45-109
2-Port, C-Band, Circularly-Polarized, Receive/(Transmit) OMT, 1.3:1/(1.3:1) VAR	2CPC-45-230
2-Port, C-Band, Linearly-Polarized, Receive-Only Combiner	2LPCR-45
2-Port, C-Band, Linearly-Polarized, Receive/Transmit OMT	2LPC-45
2-Port, C-Band, Co-Linearly-Polarized, Receive/Transmit Combiner	2CLPC-45
2-Port, Ku-Band, Linearly-Polarized, Receive-Only Combiner	2LPKR-45-(*)
2-Port, Ku-Band, Linearly-Polarized, Receive/Transmit Medium Power OMT	2LPKM-45-(*)
2-Port, Ku-Band, Linearly-Polarized, Receive/Transmit High Power OMT	2LPK-45-(*)
4-Port, C-/Ku-Band, Linearly-Polarized, Receive/Transmit Combiner	4RLPCK-45-(*)

\*Enter R1, R2, R3 or W for applicable receive band of operation.



Type 2CPC-45-109 Combiner with LNA



DPLX-(\*) Series Diplexer for Creating 3-Port Combining Systems

### 3-Port Expansion Capability of Ku-Band Combiner

## C-Band, 2-Port Circularly-Polarized Combiners

Type Numbers	2CPCR-45-109	2CPC-45-230	2CPC-45-109
Combiner Operation	Rx-only	Rx/Tx	Rx/Tx
Polarization	Circular	Circular*	Circular*
Frequency, GHz			
Receive	3.625-4.2	3.625-4.2	3.625-4.2
Transmit	—	5.850-6.425	5.850-6.425
Insertion Loss Rx (Tx), dB			
	0.2	0.3(0.2)	0.3(0.2)
Noise Temperature, K	10	17	17
Port-to-Port Isolation, dB			
Tx to Rx	—	85	85
Rx to Tx	—	50	50
Rx to Rx	22	—	—
VSWR, Max. in antenna, Rx (Tx)	1.3:1	1.3:1/(1.3:1)	1.3:1/(1.3:1)
Interface Flange			
Tx port	—	CPR137G	CPR137G
Rx port	CPR229G	CPR229G	CPR229G
Flange Material, Rx(Tx)	Alum.(Alum.)	Alum.(Alum.)	Plated Brass(Brass)
Voltage Axial Ratio, Rx (Tx)	1.09:1	1.30:1/(1.30:1)	1.20:1/(1.09:1)
Gain, at combiner output flange (dBi ±0.2 dB)			
@ 3.625 GHz	42.8	42.7	42.7
@ 4.000 GHz	43.8	43.7	43.7
@ 4.200 GHz	44.2	44.1	44.1
@ 5.850 GHz	—	46.0	46.0
@ 6.175 GHz	—	46.5	46.5
@ 6.425 GHz	—	46.8	46.8
Antenna noise temperature, at combiner output flange:			
Elevation	Kelvin	Kelvin	Kelvin
@ 10°	42°	49°	49°
@ 30°	30°	37°	37°
@ 50°	26°	33°	33°
Pattern Envelope			
Transmit	—	5412C	5412C
Receive	5411C	5411C	5411C
Tx Power Capacity, W	—	500	500

\*Switchable to linear cross polarization in the field.

### C-/Ku-Band, 4-Port Combiners - C-Band Specifications

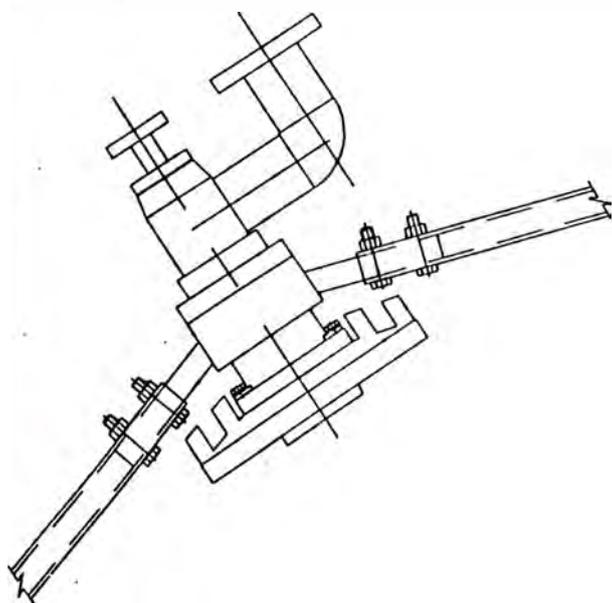
Type Numbers	4RLPCK-45-(*)
Combiner Operation	Rx-only
Polarization	Linear
Frequency, GHz	3.7-4.2
Insertion Loss, dB	0.15
Noise Temperature, K	8
Port-to-Port Isolation, dB Rx to Rx	35
VSWR, Max. in antenna	1.3:1
Interface Flange Rx port	CPR229G
Flange Material	Aluminum
Polarization Discrimination, dB	33
Voltage Axial Ratio	—
Gain, at combiner output flange (dBi ±0.2 dB)	
@ 3.700 GHz	42.9
@ 4.000 GHz	43.8
@ 4.200 GHz	44.2
Antenna noise temperature, at combiner output flange:	
Elevation	Kelvin
@ 10°	40°
@ 30°	28°
@ 50°	24°
Pattern Envelope Receive	5403

\* Enter R1, R2, R3 or W for applicable receive frequency band.

### C-/Ku-Band, 4-Port Combiners - Ku-Band Specifications

Type Numbers	4RLPCK-45-(*)
Combiner Operation	Rx-only
Polarization	Linear
Frequency, GHz	
Rx Band R1	10.95-11.7
Rx Band R2	11.7-12.2
Rx Band R3	12.25-12.75
Rx Wide Band	10.95-12.75
Insertion Loss, dB	0.2
Noise Temperature, K	10
Port-to-Port Isolation, dB Rx to Rx	30
VSWR, Max. in antenna	1.3:1
Interface Flange, Rx port	WR75, Flat
Flange Material	Aluminum
Polarization Discrimination, dB	33
Gain, at combiner output flange (dBi ±0.2 dB)	
@ 10.950 GHz	52.0
@ 11.700 GHz	52.2
@ 11.925 GHz	52.4
@ 12.200 GHz	52.5
@ 12.750 GHz	52.6
Antenna noise temperature, at combiner output flange:	
Elevation	Kelvin
@ 10°	55°
@ 30°	43°
@ 50°	40°
Pattern Envelope, Receive	5402

\* Enter R1, R2, R3 or W for applicable receive frequency band.



Type 2LPC-45 Feed/Combiner Assembly

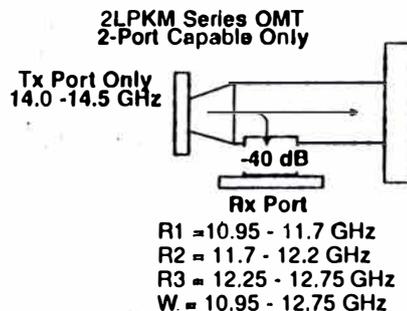
**C Band, 2-Port Linearly-Polarized Combiners**

Type Numbers	2LPCR-45	2LPC-45	2CLPC-45
Combiner Operation	Rx-only	Rx/Tx	Rx/Tx
Polarization	Linear	Linear	Linear
	Dual-Pol.	Cross-Pol.	Co-Pol.
Frequency, GHz			
Receive	3.7-4.2	3.7-4.2	3.7-4.2
Transmit	—	5.925-6.425	5.925-6.425
Insertion Loss Rx (Tx), dB	0.1	0.2(0.1)	0.2(0.2)
Noise Temperature, K	5	12	12
Port-to-Port Isolation, dB			
Tx to Rx	—	40	85
Tx to Tx	—	100	100
Rx to Rx	35	—	—
VSWR, Max. in antenna, Rx (Tx)	1.3:1	1.3:1/(1.3:1)	1.3:1/(1.3:1)
Interface Flange			
Tx port	—	CPR137G	CPR137G
Rx port	CPR229G	CPR229G	CPR229G
Flange Material, Rx(Tx) Alum.(Alum.)		Plated Brass (Brass)	
Polarization Discrimination, dB	35	30	30
Gain, at combiner output flange (dBi ±0.2 dB)			
3.700 GHz	43.0	42.9	42.9
4.000 GHz	43.9	43.8	43.8
4.200 GHz	44.3	44.2	44.2
5.925 GHz	—	46.2	46.1
6.175 GHz	—	46.6	46.5
6.425 GHz	—	46.9	46.8
Antenna noise temperature, at combiner output flange:			
Elevation	Kelvin	Kelvin	Kelvin
@ 10°	37°	44°	44°
@ 30°	25°	32°	32°
@ 50°	21°	28°	28°
Pattern Envelope			
Transmit	—	5412	5412
Receive	5411	5411	5411
Tx Power Capacity, W	—	5000	2500

**Ku-Band, 2-Port Linearly-Polarized Combiners**

Type Numbers	2LPKR-45-(* )	2LPKM-45-(* )	2LPK-45-(* )
Combiner Operation	Rx-only	Rx/Tx	Rx/Tx
Polarization	Linear	Linear	Linear
Frequency, GHz			
Rx Band R1	10.95-11.7	10.95-11.7	10.95-11.7
Rx Band R2	11.7-12.2	11.7-12.2	11.7-12.2
Rx Band R3	12.25-12.75	12.25-12.75	12.25-12.75
Rx Wide Band	10.95-12.75	10.95-12.75	10.95-12.75
Tx	—	14.0-14.5	14.0-14.5
Insertion Loss Rx (Tx), dB	0.15	0.15(0.15)	0.15(0.15)
Noise Temperature, K	8	8	8
Port-to-Port Isolation, dB			
Tx to Rx	—	40	40
Rx to Tx	—	30	40
Rx to Rx	40	—	40
VSWR, Max. in antenna, Rx (Tx)	1.3:1	1.3:1/(1.3:1)	1.3:1/(1.3:1)
Interface Flange			
Tx port	—	WR75, Flat	WR75, Grooved
Rx port	WR75, Flat	WR75, Flat	WR75, Grooved
Flange Material, Rx(Tx) Alum.(Alum.)		Alum.(Alum.)	Alum.(Alum.)
Polarization Discrimination, dB	35	35	35
Gain, at combiner output flange (dBi ±0.2 dB)			
@ 10.950 GHz	51.6	51.6	51.6
@ 11.325 GHz	51.9	51.9	51.9
@ 11.700 GHz	52.2	52.2	52.2
@ 11.925 GHz	52.4	52.4	52.4
@ 12.200 GHz	52.6	52.6	52.5
@ 12.500 GHz	52.8	52.8	52.8
@ 12.725 GHz	52.9	52.9	52.9
@ 14.000 GHz	—	53.4	53.4
@ 14.250 GHz	—	53.6	53.6
@ 14.500 GHz	—	53.7	53.7
Antenna noise temperature, at combiner output flange:			
Elevation	Kelvin	Kelvin	Kelvin
@ 10°	53°	53°	53°
@ 30°	41°	41°	41°
@ 50°	38°	38°	38°
Pattern Envelope			
Transmit	—	5422	5422
Receive	5421	5421	5421
Tx Power Capacity, W per port	—	1000	2500

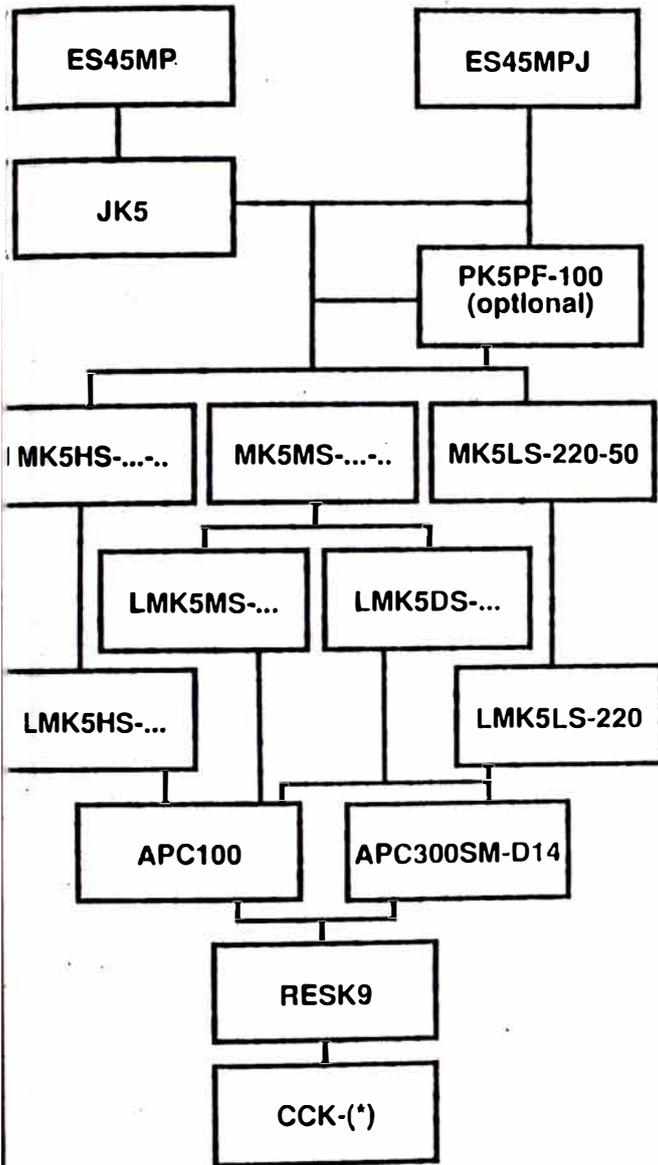
\* Enter R1, R2, R3 or W for applicable receive frequency band.



2LPKM Series Feed/Combiner

**Motor Drive**

**Motorizing the ES45MP/ES45MPJ Series Antennas**



**Motorization Kits**

**Type No.**

<b>High-Speed Motor Drive Components for 4.5M ESA</b>	
High-Speed EI and Az Motor Drive Kit 187-228VAC, 3PH/60Hz*	MK5HS-208-60
High-Speed EI and Az Motor Drive Kit 360-440VAC, 3PH/50Hz*	MK5HS-380-50
High-Speed Local Motor Control Kit 187-228VAC, 3PH/50-60Hz*	LMK5HS-208
High-Speed Local Motor Control Kit 360-440VAC, 3PH/50-60Hz*	LMK5HS-380
<b>Low-Medium Speed Motor Drive Components for 4.5M ESA</b>	
Low/Medium-Speed EI/Az Motor Kit 187-228VAC, 3PH/60Hz*	MK5MS-208-60
Low/Medium-Speed EI/Az Motor Kit 180-220VAC, 3PH/50Hz*	MK5MS-200-50
Low/Medium-Speed EI/Az Motor Kit 360-440VAC, 3PH/50Hz*	MK5MS-380-50
Low-Speed EI/Az Motor Drive Kit 200-242VAC, 1PH/50Hz	MK5LS-220-50
Medium-Speed Local Motor Control Kit 187-228VAC, 3PH/50-60Hz*	LMK5MS-208
Medium-Speed Local Motor Control Kit 360-440VAC, 3PH/50-60Hz*	LMK5MS-380
Low/Medium-Speed Local Motor Control Kit 187-228VAC, 3PH/50-60Hz*	LMK5DS-208
Low/Medium-Speed Local Motor Control Kit 360-440VAC, 3PH/50-60Hz*	LMK5DS-380
Low-Speed Local Motor Control Kit 200-242VAC, 1PH/50-60Hz	LMK5LS-220

**Polarization Drives, Resolvers and Remote Control Options**

Polarization Motor Drive Kit 90-110VAC, 1PH/50-60Hz* Used with all LMK's shown.	PK5PF-100
Synchro-Digital Resolver	RESK5
Remote Control Cable (specify length in feet)	CCK-*
Programmable Remote Antenna Controller 85-265VAC, 1PH/50-60Hz	APC100
Steprack Controller with Smartrack® three axis/dual-speed capable, with 14 A/D converter 85-265VAC, 1PH/50-60Hz	APC300SM-D14

\*Three (3) phase motor drive systems will operate with either three (3) wire (DELTA) or four (4) wire (Wye or STAR) primary power.

## Options and Accessories

	Type No.
<b>(Order field installable Half- or Full-reflector heaters)</b>	
Field Installed Half-Reflector Heater	HR45
Field Installed Full-Reflector Heater	FR45
Full- or Half-Reflector Anti-Ice Control, 180-228VAC, 3PH/50-60Hz*	HC5-208
Full- or Half-Reflector Anti-Ice Control, 360-440VAC, 3PH/50-60Hz*	HC5-380

\* Anti-ice system controllers are designed to operate from a three (3) phase primary power source with a four (4) wire "Y" or "STAR" plus ground configuration. If the primary power is three (3) wire "DELTA" plus ground, an optional transformer kit is required as follows:

Transformer Kit 180-228VAC, 3PH/50-60Hz, 3 wire DELTA	TK200
Anchor Bolt Kit	203666
Holst Kit (for installation without a crane)	220100
Lightning Rod Kit	LAK5
Spare Feed Window	205922
Touch-Up Paint Kit	47018
Lubrication/Maintenance Kit	209906
C-Band Combiner to Reflector Edge Transmit cross-axis waveguide kit, 1 waveguide run.	1XPC-45
C-Band Combiner to Reflector Edge Transmit cross-axis waveguide kit, 2 waveguide runs.	2XPC-45
Ku-Band Combiner to Reflector Edge Transmit cross-axis waveguide kit, 1 waveguide run.	1XPK-45
Ku-Band Combiner to Reflector Edge Transmit cross-axis waveguide kit, 2 waveguide runs.	2XPK-45

Ku-Band Waveguide, Filters and Accessories	Type No.
40 dB Diplexer, Tx to Rx Isolation, <0.25 dB loss, 14 Kelvin	DPLX-40-(* )
85 dB Diplexer, Tx to Rx Isolation, <0.5 dB loss, 28 Kelvin	DPLX-85-(* )
45 dB Tx Reject Filter, 90° H-Plane Bend, <0.25 dB loss, 14 Kelvin	KTRFB-45-(* )
45 dB Tx Reject Filter, 6 in (15.24 cm) long/straight, <0.12 dB loss, 7 Kelvin	KTRFS-45-(* )
70 dB Tx Reject Filter, 8 in (20.3 cm) long/straight, <0.15 dB Loss, 8 Kelvin (available in wide band version only)	KTRFS-70-W
WR75 Flange Adapter, cover/gasket flanges with gaskets and hardware Used to interface two flat flanges and/or aluminum to brass flanges	221515
Low Power WR75 Pressure Window, <25 Watts	55000-75
High Power WR75 Pressure Window, 2000 Watts	202378-3
Medium Power WR75 Pressure Window, 500 Watts	202378-4
WR75 Pressure Inlet	55675-75
WR75, 90° E-Plane Bend, (refer to illustration at right) A=3.56 in (9 cm), B=1.56 in/(4 cm)	55220-75
WR75, 90° H-Plane Bend, (refer to illustration at right) A=3.56 in (9 cm), B=1.75 in/(4.4 cm)	55221-75
Flexible Waveguide, 12 in (30.5 cm), cover and cover/gasket flanges, 1000 Watts**	163228-12
Flexible Waveguide, 24 in (61 cm), cover and cover/gasket flanges, 1000 Watts**	163228-24
Flexible Waveguide, 36 in (91.5 cm), cover and cover/gasket flanges, 1000 Watts**	163228-36
Flexible Waveguide, 48 in (121.9 cm), cover and cover/gasket flanges, 1000 Watts**	163228-48
WR75 Termination Load (10 Watt)	39098-75
WR75 Waveguide to Type SMA Jack	208456
WR75 Waveguide to Type N Jack	59210-75
WR75 Shorting Plate	55140
HELIAX® Waveguide for 14.0-14.5 GHz operation	EW132
WR75 Flange Connector for EW132	2132DC

Ku-Band Waveguide, Filters and Accessories cont'd	Type No.
Hangers for EW132, (Kit of 10)	42396A-9
Angle Adapters for EW132, (Kit of 10)	31768A
Round Member Adapters for EW132	
1-2 in (2.5-5 cm) round members	31670-1
2-3 in (5-7.5 cm) round members	31670-2
3-4 in (7.5-10 cm) round members	31670-3
4-5 in (10-12.5 cm) round members	31670-4
5-6 in (12.5-15 cm) round members	31670-5
Wall Roof Feed Through for EW132	35849-11
Grounding Kit for EW132	204989-42
Holsting Grip (Also used for pulling through conduit)	29958

\* State frequency as follows:

R1 for 10.95-11.7 GHz

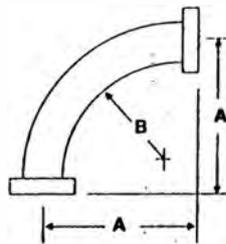
R2 for 11.7-12.2 GHz

R3 for 12.25-12.75 GHz

W for 10.95-12.75 GHz

\*\* Transmit power rating for 120°F (49°C) ambient temperature.

C-Band Waveguide, Filters and Accessories	Type No.
Low Power Pressure Window, with hardware, mates with CPR229G, 3.5-4.2 GHz, 100 Watts maximum power	55001-229
Low Power Pressure Window, with hardware, mates with CPR159G, 5.850-6.425 GHz, 100 Watts maximum power	55001-159
Low Power Pressure Window, with hardware, mates with CPR137G, 5.850-6.425 GHz, 100 Watts maximum power	55001-137
Medium Power Pressure Window, with hardware, mates with CPR159G, 5.850-6.425 GHz, 1000 Watts maximum power	202378-5
High Power Pressure Window, with hardware, mates with CPR137G, 3.5-4.2 GHz, 10 kW maximum power	202378-2
CPR137G Pressure Inlet	55674-137
CPR159G Pressure Inlet	55674-159
CPR229G Pressure Inlet	55674-229
WR137, 90° E-Plane Bend, (refer to illustration below) A=4.0 in (10.2 cm), B=2.62 in/(6.7 cm)	55402-137
WR137, 90° H-Plane Bend, (refer to illustration below) A=4.0 in (10.2 cm), B=2.25 in/(5.7 cm)	55403-137
WR229, 90° E-Plane Bend, (refer to illustration below) A=7.75 in (19.7 cm), B=6.0 in/(15.2 cm)	55402-229
WR229, 90° H-Plane Bend, (refer to illustration below) A=7.75 in (19.7 cm), B=6.0 in/(15.2 cm)	55403-229
50 dB Transmit Reject Filter, with CPR229G flanges 3.625-4.2 GHz, 6.35 inches (16.13 cm) long.	47111-3
50 dB Rx Cross-Guide Coupler, with CPR229G flanges 3.625-4.2 GHz, 6.0 in (15.24 cm) long, Type-N output	385331
50 dB Tx Cross-Guide Coupler, with CPR137G flanges 5.850-6.425 GHz, 6 in (15.24 cm) long, Type-N output	47112A

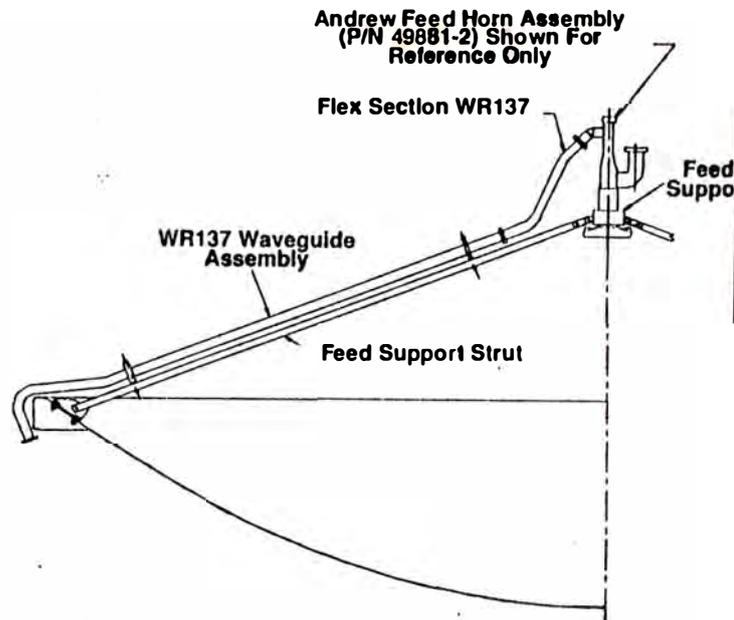


continued

# Options *continued*

## Options and Accessories *continued*

-Band Waveguide, Filters and Accessories	Type No.
Flex-Only WR137 Waveguide, with Neoprene Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 24 inches (61 cm) long, 1.7 kW maximum power	65168-24-3
Flex-Only WR137 Waveguide, with Neoprene Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 36 inches (91.4 cm) long, 1.7 kW maximum power	65168-36-3
Flex-Only WR137 Waveguide, with Neoprene Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 48 inches (121.9 cm) long, 1.7 kW maximum power	65168-48-3
Flex-Only WR137 Waveguide, with Silicon Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 24 inches (61 cm) long, 4.4 kW maximum power	162048-24
Flex-Only WR137 Waveguide, with Silicon Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 36 inches (91.4 cm) long, 4.4 kW maximum power	162048-36
Flex-Only WR137 Waveguide, with Silicon Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 48 inches (121.9 cm) long, 4.4 kW maximum power	162048-48
Flex-Twist WR137 Waveguide, with Silicon Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 24 inches (61 cm) long, 2.9 kW maximum power	162047-24
Flex-Twist WR137 Waveguide, with Silicon Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 36 inches (91.4 cm) long, 2.9 kW maximum power	162047-36
Flex-Twist WR137 Waveguide, with Silicon Jacket, 5.850-6.425 GHz, CPR137G flanges, 48 inches (121.9 cm) long, 2.9 kW maximum power	162047-48
PR137G Termination Load, 1.02:1 max. VSWR	62901-137
PR229G Termination Load, 1.02:1 max. VSWR	62901-229
PR137G Waveguide to Type-N jack	54418-137
PR229G Waveguide to Type-N jack	163950-229
ELIAX Waveguide for 5.850-6.425 GHz operation	EW52
PR137G Flange Connector for EW52	137DET
Wall/Roof Feed Through for EW52	35849-14
Mounting Kit for EW52	204989-4
Mounting Grip (also used for pulling through conduit)	24312A
Adapters for EW52 (kit of 10)	42396A-8
Angle Adapters for EW132, (kit of 10)	31768A
Round Member Adapters for EW132	
1-2 in (2.5-5 cm) round members	31670-1
2-3 in (5-7.5 cm) round members	31670-2
3-4 in (7.5-10 cm) round members	31670-3
4-5 in (10-12.5 cm) round members	31670-4
5-6 in (12.5-15 cm) round members	31670-5



Type 1XPC-36 Waveguide Kit Mounting Configuration

### Packing

	Included
Standard Commercial Domestic Pack	94000-5
Ocean Export Pack	94000-15
Air Export Pack	94000-25
Container Packaging	94000-25

### Shipping Information

Net Weight	3935 lb (1785 kg)
Shipping Weight (Typical)	5600 lb (2540 kg)
Shipping Volume (Typical)	690 ft <sup>3</sup> (19.5 m <sup>3</sup> )
Shipping Container:	
Quantity, 2	Standard 20 ft land/sea container.
Quantity, 4	Standard 40 ft land/sea container.



**United States**  
Andrew Corporation  
10500 W. 153rd Street  
Orland Park, IL U.S.A. 60462  
Telephone: (708) 349-3300  
or 1-800-255-1479  
TLX: 25-3897  
FAX: (708) 349-5943  
Cable: WERDNA

**Australia**  
Andrew Australia  
153 Barry Road  
Campbellfield, Victoria,  
Australia 3061  
Telephone: (03) 357-9111  
TLX: 30840  
FAX: (03) 357-9110

**Canada**  
Andrew Canada Inc.  
606 Beech Street  
Whitby, Ontario,  
Canada L1N 5S2  
Telephone: (416) 668-3348  
or 1-800-263-2668  
TLX: 06-981269  
FAX: (416) 668-8590

Andrew Canada Inc.  
1066 Somerset Street West  
Suite 406  
Ottawa, Ontario,  
Canada K1Y 3C5  
Telephone: (613) 728-7665  
FAX: (613) 728-6570

**France**  
Antennes Andrew, S.A.R.L.  
320 rue Hélène Boucher  
Z.I. Centre, 78530 Buc,  
France  
Telephone: +33 13 9562931  
TLX: 698092  
FAX: +33 13 9565137

**Germany**  
Andrew GmbH  
Kommunikationssysteme  
Postfach 11 01 52  
Rechtstrasse 9  
D-4300 Essen 11, Germany  
Telephone: +49 201 670091  
TLX: 8579305  
FAX: +49 201 676626

**Italy**  
Andrew S.R.L.  
Via B. Cellini, 3  
20129 Milano, Italy  
Telephone: +39 2 5400412  
TLX: 315098;  
FAX: +39 2 5458668

**Japan**  
Andrew International Corporation  
Room 209,  
Nagatacho TBR Building  
2-10-2 Nagata-cho  
Chiyoda-Ku, Tokyo, Japan 100  
Telephone: 81-(3)-3581-0221  
FAX: 81-3-3581-0222

**Mexico**  
Andrew Corporation  
México S.A. de C.V.  
Homero 1804, OFNA 903  
Col. Polanco Reforma, CP 11510  
México D.F., México  
Telephone: 52-(5)-580-3292  
FAX: 52-(5)-385-8722

**Spain**  
Andrew España, S.A.  
Paseo de la Castellana, 140, 4-B  
28046 Madrid, Spain  
Telephone: +34 1 5647375  
FAX: +34 1 5642985

**Switzerland**  
Andrew Kommunikationssysteme AG  
Bächliwis 2/b  
8184 Bachenbülach  
Zürich, Switzerland  
Telephone: +41 1 8611166  
TLX: 825964  
FAX: +41 1 8611183

**United Kingdom**  
Andrew Antennas  
ILEX Building,  
Mulberry Business Park  
Fishponds Road  
Wokingham, Berkshire  
England RG11 2GY  
Telephone: +44 734 776886  
TLX: 923980  
FAX: +44 734 794005

All designs, specifications and availability of products and services presented in this bulletin are subject to change without notice.

# 4.5-Metre Earth Station Antenna

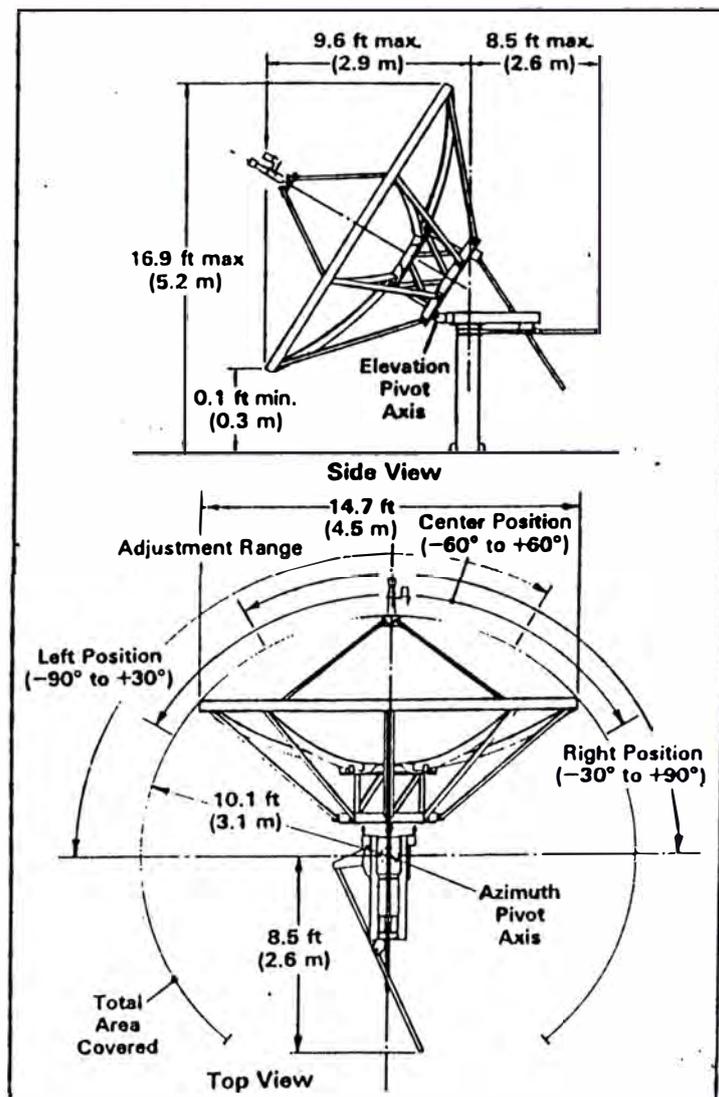
Type Number	ESA45-4A	ESA45-46B
<b>Electrical Specifications</b>		
Operating Frequency, GHz		
Receive	3.7-4.2	3.7-4.2
Transmit	—	5.925-6.425
Gain, Steady State, Mid-band, $\pm 0.2$ dBi		
Receive	44.2	43.9
Transmit	—	46.6
Polarization	Linear	Linear
VSWR, Maximum: Receive (Transmit)	1.30 (—)	1.30 (1.25)
Beamwidth, Mid-band, Degrees		
-3 dB Receive (Transmit)	1.20 (—)	1.20 (0.85)
-15 dB Receive (Transmit)	2.40 (—)	2.40 (1.90)
Antenna Noise Temperature at Feed Interface, $\pm 2$ K		
10° Elevation	32	32
30° Elevation	20	20
50° Elevation	19	19
Radiation Pattern Performance	Per FCC Regulation 25-209 and Per CCIR Recommendation 580	
Tx Power Handling Capability, kW (per port)	—	5
Feed Interface Flanges mate with, Receive (Transmit)	CPR229G (—)	CPR229G (CPR137G)
Isolation, Tx into Rx, dB	—	40
Cross-Polarization Discrimination, dB, on axis	30	30

## Mechanical Specifications

Antenna Diameter	4.5m
Antenna Type	Prime Focus
Mount Type	EL over AZ
Reflector Construction	Aluminum 6 Panel Segments
<b>Antenna Pointing Range*: Coarse (Continuous)</b>	
Elevation	0-90° (90°)
Azimuth	180° (120°)
Polarization	360° (180°)
<b>Motor Drive System, Travel Rates**</b>	
Single-Speed Power	208VAC; 3 phase; 60 Hz
Elevation	0.40°/sec
Azimuth	0.40°/sec
Polarization	2.5°/sec
Weight, Net	2400 lb (1089 kg)
Shipping (Typical)	3000 lb (1361 kg)
Material/Finish	
Reflector	Aluminum, chromate converted and painted with highly diffusive white paint
Back Structure	Aluminum, chromate converted and painted with high gloss white paint
Ground Mount	Hot-dipped galvanized steel
Installation Hardware	Stainless and hot-dipped galvanized steel

\*Manual mount includes hand crank for 15° continuous azimuth/elevation fine adjustment.

\*\*Dual speed system available upon request.

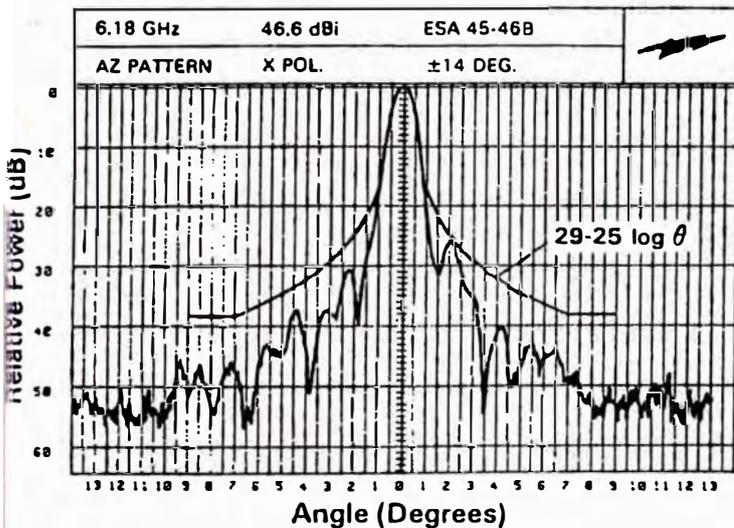


### Foundation Specifications (Typical)

Type	Slab
Size	
Width	10 ft (3 m)
Depth	1.5 ft (0.5 m)
Length	10 ft (3 m)
Concrete	
Volume	5.5 yd <sup>3</sup> (4.2 m <sup>3</sup> )
Compressive Strength	3000 lb/in <sup>2</sup> (211 kg/cm <sup>2</sup> )
Reinforcing Steel	285 lb (129 kg)
Soil Bearing Capacity	3000 lb/ft <sup>2</sup> (14646 kg/m <sup>2</sup> )
Conduit (PVC)	
Electrical	2 in (51 mm)
IFL	4 in (102 mm)

### Environmental Specifications

Wind Loading	
Survival (steady state)	125 mph (200 km/h)
Operational	45 mph (72 km/h) gusting to 65 mph (105 km/h)
To 65 mph (105 km/h)	To 65 mph (105 km/h)
Motor Drives	
Temperature	
Operational	-40° to 125°F (-40° to 52°C)
Pointing Accuracy	
30 mph (48 km/h) Winds	0.035° RMS
Gusting to 45 mph (72 km/h)	
Seismic (earthquake)	Grade 11-Mercalli Scale
Rain	4 in (102 mm)/hour
Relative Humidity	100%
Solar Radiation	360 BTU/hr/ft <sup>2</sup> (1135 watts/m <sup>2</sup> )
Shock and Vibration	As encountered by commercial air, rail and truck shipment.
Atmospheric Corrosion	As encountered in corrosive coastal and industrial areas:



Actual satellite pattern measured upon completion of Andrew installation/alignment

### 4.6-Metre Earth Station Antenna

Type Number	ESA46-114	ESA46-124	ESA46-134
<b>Electrical Specifications</b>			
Operating Frequency, GHz			
Receive	10.95-11.70	11.70-12.20	12.25-12.75
Transmit	14.00-14.50	14.00-14.50	14.00-14.50
Gain, Steady State, Mid-band, ±0.2 dBi			
Receive	53.4	53.8	54.2
Transmit	55.4	55.4	55.4
Polarization	Linear	Linear	Linear
VSWR, Maximum: Receive (Transmit)	1.30 (1.30)	1.30 (1.30)	1.30 (1.30)
Beamwidth, Mid-band, Degrees			
-3 dB Receive (Transmit)	0.36 (0.28)	0.34 (0.28)	0.32 (0.28)
-15 dB Receive (Transmit)	0.70 (0.54)	0.67 (0.54)	0.64 (0.54)
Antenna Noise Temperature at Feed Interface, ±2K			
10° Elevation	51	51	51
30° Elevation	41	41	41
50° Elevation	38	38	38
Radiation Pattern Performance	Per FCC Regulation 25-209 and Per CCIR Recommendation 580		
Tx Power Handling Capability, kW (per port)	2	2	2
Feed Interface Flanges mate with, Receive (Transmit)	WR75 (WR75)	WR75 (WR75)	WR75 (WR75)
Isolation, Tx into Rx, dB	40	40	40
Cross-Polarization Discrimination, dB, on axis	35	35	35

# COMSTREAM

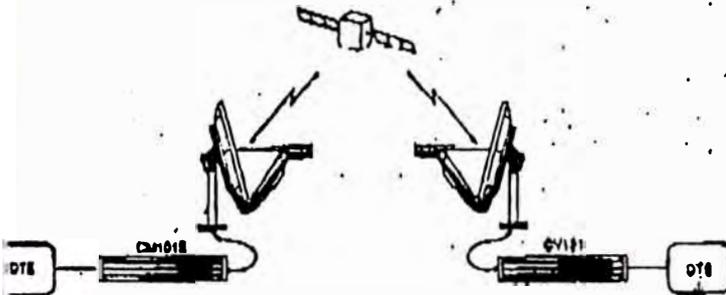
## CV101/121 PSK Digital Variable Rate Modems

**CV101/121—  
Dynamic, online  
selection of  
data rates  
in a range from  
9.6 Kbps to  
2.048 Mbps  
bit-per-second  
steps.**

The ComStream CV101/121 is a digital satellite modem operating at a continuous range of data rates from 9.6 Kbps to 2,048 Mbps, in 1 bit-per-second steps. A programmable processor instantly changes the operating symbol rate. The CV101/121 retains the choices of QPSK or BPSK modulation and rate 1/2 or 3/4 coding available in previous ComStream modems, then adds flexibility through continuous data rate variability. This variable rate modem is compatible with ComStream fixed rate and multirate modems and retains the features and options of the industry's leading technology. The CV121 operates the same as the CV101, but includes a smart front panel for local control as well.

The CV101/121 eases the planning and design of satellite communication networks because of its on-demand flexibility. System designers

using the modem can modify system data rates as network requirements evolve. The CV101/121 permits data terminal equipment to work at optimal rates, with no constraints from transmission hardware. The variable rate capability is extremely effective in video conferencing or digital voice applications where signal quality can be varied by rate changes.



SCPC Application with CV121 Modem

control quickly reconfigures the variable rate modem to match channel conditions. Increase the signal to noise ratio by reducing the bit rate while keeping power constant.

Extensive monitoring and control is provided from either a remote control interface or an optional user-friendly control front panel. The front panel keyboard and LCD display on the CV121 permit the selection of operating parameters and modes as well as monitoring modem operation and channel conditions in real time. The RS-232/RS-485 field-switchable remote control port on all CVs provides an interface for an external controller to similarly configure and monitor the modem.

Costs, planning and storage for spare modems are reduced because the CV101/121 fits any application. One CV replaces any other ComStream modem, regardless of data rate. Continuous data rate selection offers the same benefits in pooled modem systems using a ComStream CX801 1:N modem protection switch.

Excellent performance, superior reliability and compact size, result from ComStream proprietary custom VLSI circuits, the same technology as in the field-proven ComStream fixed rate and multirate modems. The custom components significantly reduce power consumption, parts count and overall size, while providing outstanding reliability.

The CV101/121 combines advanced technology and low cost. Its proprietary baseband filters combine analog and digital components, providing continuous rate variability at an economical price.



# CV101/121

12:31PM COMSTREAM USA00000000  
**COMSTREAM**

**CV101/121 Variable Rate Modem Specifications**

<b>GENERAL</b>	
Modulation	BPSK and QPSK
Data Rates	9.6 Kbps to 2.048 Mbps, (1bps steps)
Symbol Rates	19.2 Kbps to 2.048 Mbps, (1bps steps)
FEC Coding	Rate 1/2 and 3/4 convolutional encoding/ sequential decoding
Data Scrambling	Per CCITT V.35
IF Interface Frequency	52 to 88 MHz
Data Interfaces Configurations	RS-449, V.35, RS-232, DS-1 or G.703 Transmit/Receive or Receive-only
<b>MODULATOR</b>	
Frequency Selection	Synthesized in 25 KHz steps, 22.5 KHz steps (option)
Frequency Stability	+7 ppm
Output Level	-5 to -27 dBm
Output Impedance	75 ohms, 50 ohms (option)
Return Loss	20 dB minimum
Spurious Outputs	-45 dBc in-band (52 to 88 MHz); -50 dBc out-of-band (2 to 52, 88 to 200 MHz)
<b>DEMODULATOR</b>	
Frequency Selection	Synthesized in 25 KHz steps, 22.5 KHz steps (option)
Input Level	-30 dBm $\pm$ 20 dB, -5 dBm maximum composite
Input Impedance	75 ohms, 50 ohms (option)
Return Loss	20 dB minimum
Acquisition Range	$\pm$ 30 KHz
BER Performance	Within 0.4 dB of PSK theory (typical)
<b>MONITOR AND CONTROL</b>	
Monitor	Receive carrier offset and signal level, Eb/No and channel-error-rate, transmit/ receive data rates,
Control	Transmit/receive symbol rate, transmit/ receive synthesizer frequency, transmit/ receive modulation type and code rate, transmit power level, IF loopback, near- end and far-end data loopback, carrier test, enable/disable modulator transmitter
Status	Carrier sync and decoder sync, transmit/ receive synthesizer faults, modulator and demodulator fault summary
Rear Panel Interface	RS-232 and RS-485, field-switchable
Front Panel Interface (CV121)	24-character LCD display and 11-button keyboard with lockout switch
<b>MECHANICAL</b>	
Size	3.5" high by 17" wide by 15" deep
Weight	34 lbs
<b>POWER</b>	
Input Voltage	100 to 264 VAC Autoranging
Frequency	47 to 63 Hz
Consumption	85 Watts true RMS power (typical)
<b>ENVIRONMENTAL</b>	
Temperature	0°C to 50°C operating; -20°C to 70°C nonoperating
Humidity	5% to 95% noncondensing, operating; 0% to 100% noncondensing, nonoperating
<b>OPTIONS</b>	
• IF Interface Frequency- 140 $\pm$ 36 MHz	• Doppler Receive Data Buffer
• Dejitter Transmit Data/Clock Buffer	• Digital Audio

©This data sheet copyright ComStream Corporation 1988, 1990, 1991. All rights reserved. Specifications subject to change.

**COMSTREAM CORPORATION**

HEADQUARTERS: 10180 BARNES CANYON ROAD, SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121 (619) 458-1800  
 WASHINGTON D.C.: P.O. BOX 4010 ANNAPOLIS, MD 21403 (301) 267-8040  
 HONG KONG: CD19 CLIFFVIEW MANSION 21 CONDUIT ROAD, HONG KONG 852 559 6907

CV101/121

# MSE

A DIVISION OF EF DATA

## PHASE LOCKED C BAND LNB

# CLNB(p) SERIES

### FEATURES

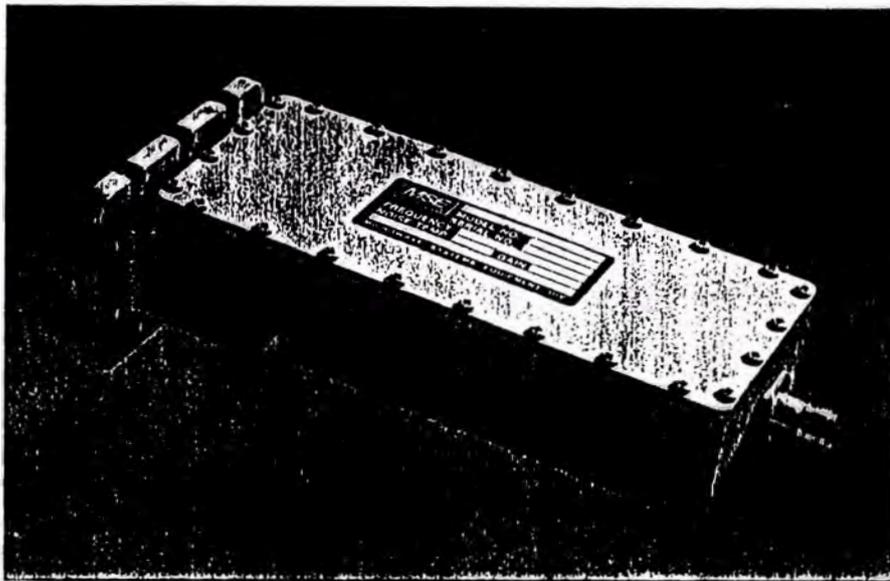
- LOW LOSS INPUT ISOLATOR
- 100,000 HOURS MTBF MIN
- BUILT-IN REGULATOR
- TRANSIENT PROTECTION
- ALL GaAs FET
- 15 TO +20 VDC OPERATION
- WEATHER-PROOF HOUSING

### SPECIFICATIONS

- GAIN 50dB MIN
- GAIN FLATNESS  $\pm 2.0\text{dB}/\text{FULL BAND}$   
 $\pm 1.0\text{dB}/40\text{MHz}$
- OPERATING TEMPERATURE  $-40^{\circ}\text{C}$  TO  $+60^{\circ}\text{C}$
- RF INPUT WG CPR229G
- RF INPUT POWER  $+15$  TO  $+20$  VDC at 450 ma
- RF STABILITY  $\pm 50\text{KHz}$
- RF INPUT VSWR 1.25:1
- RF OUTPUT VSWR 1.5:1
- dB GAIN COMP  $+3\text{dBm}$
- THIRD ORDER INTERCEPT  $+13\text{dBm}$
- PHASE NOISE -  $60\text{dBc}/\text{Hz}$  @  $100\text{Hz}$   
-  $75\text{dBc}/\text{Hz}$  @  $1\text{KHz}$   
-  $85\text{dBc}/\text{Hz}$  @  $10\text{KHz}$

### OPTIONS

- SPECIAL NOISE TEMPERATURES
- SPECIAL GAINS

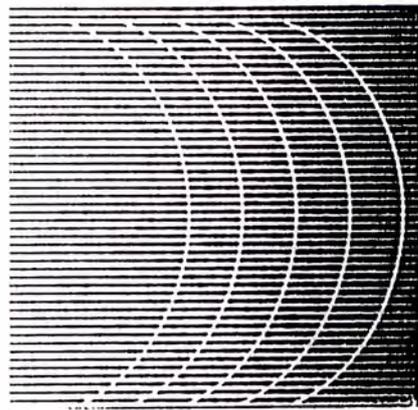


### ORDERING BY PART #

Series	Noise Temperature	Connector
CLNB(p)	XX	Z
	Noise Temperature	Connector
	(50) 50°K	(F) Type F
	(60) 60°K	(N) Type N
	(70) 70°K	

EF Data Division of EF DATA  
221 East Raymond Street  
Phoenix, Arizona 85040

Phone: (602) 470-1221  
Fax: (602) 470-1221



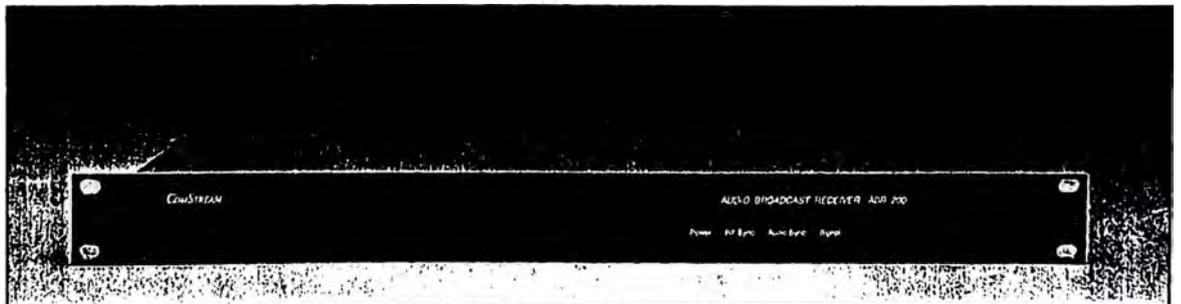
# Digital Audio Distribution Network

## *Featuring the ABR200 Digital Audio Receiver*

**T**he ABR200 Digital Audio Receiver from ComStream sets a new worldwide standard for digital audio distribution. Significant satellite savings (35-65%) are achieved when compared to alternative distribution networks, through a combination of ComStream digital satellite modem technology and the latest in digital audio compression (MUSICAM).

The unique capabilities of the ComStream audio distribution network allows it to start small (offering a single monaural or stereo audio channel) and grow to a larger multichannel system (in excess of 50 channels) with no replacement of receiver hardware. The network is expanded by simply adding more ComStream MUSICAM codecs and RF modems at the uplink. Fast, easy selection of audio channels is made either at the receiver or from the uplink.

Because of the inherent flexibility and control provided by this network, satellite resources and system operating parameters can be closely managed and optimized to provide a customized audio network. The user can determine the tradeoff between system capacity and operational costs. All of these features provide an overall audio distribution network with clearly unmatched capabilities.



*ABR200 Digital Audio Receiver*

# COMSTREAM

# Specifications

## BR200

**Outdoor Unit**  
**Input Frequency Range:** 11.7 - 12.2, 12.25 - 12.75, 11.2 - 11.7, 3.7 - 4.2 GHz  
**Output Frequency Range:** 950 - 1450 MHz  
**Conversion Gain:** 55 to 70 dB  
**Local Oscillator:** DRO (BPSK) or PLL (QPSK)

## **Band Demodulator (Indoor Unit)**

**Input Frequency:** 950-1750 MHz, "F" connector  
**Frequency Synthesis:** 25 KHz steps  
**Modulation Type:** BPSK or QPSK  
**Codec Decoding:** Rate 1/2 sequential  
**Audio Threshold:** 3.5 dB Eb/No (BPSK), 4.0 dB Eb/No (QPSK)  
**Band Output:** Buffered for additional receivers, "F" connector  
**Symbol Rates:** 128, 192, 256, 384, 512 Kbps

## **Audio Performance**

**Frequency Response:** 15 Hz to 20.0 KHz  $\pm 0.5$  dB  
**Audio Output Channels:** Two  
**Compression Technique:** MUSICAM  
**Compression Factor:** 12:1, 8:1, 6:1  
**USICAM Rates:** 64, 96, 128, 192, 256 Kbps (BPSK)  
 128, 192, 256, 384 Kbps (QPSK)  
**USICAM Modes:** mono, stereo (dual mono), joint stereo  
**Intermodulation Distortion:** < 0.1 % at 1 KHz  
**Dynamic Range:** > 90 dB  
**Analog Sampling rate:** 48 KHz  
**Stereo Phase Deviation:** < 0.5 degrees  
**Output Levels:** Tracks input level with  $\pm 0.5$  dB level stability, +18 dBu max; active balanced output drives down to 50 ohm loads or unbalanced output  
**Connector Type:** XLR 3 position male, left and right

## **Data Port**

**Interface Type:** Asynchronous RS-232  
**Data Rates:** 300, 1200 and 2400 baud  
 300 baud (audio rate = 64 Kbps)  
**Connector:** DB-25 female, with DTR control

## **Relay Port**

**Contact Closures:** Eight, form A, individually controlled  
**Connector:** DB-25, female

## **Mechanical (IDU)**

**Size:** 1.75" x 16.75 x 16" (19" Rack mount)  
**Weight:** < 10 lbs

## **Power**

**Output Voltage (AC):** 120  $\pm 10\%$  or 230  $\pm 10\%$   
**Frequency:** 47 to 63 Hz  
**Consumption:** < 40 Watts

## **Environmental**

**Temperature:** 0 - +50°C (IDU, operating)  
 -30 - +50°C (ODU, operating)  
**Humidity:** 0 - 95% noncondensing (IDU, operating)  
 0 - 100% condensing (ODU, operating)  
**Safety/Emissions:** UL, FCC, CSA, TUV, and VDE

## DAC200 (same as ABR200 with these exceptions)

### **Audio Performance**

**Audio Channels:** Two, Full-duplex  
**Connector Type:** Input, XLR 3 position female, left and right  
 Output, XLR 3 position male, left and right

### **Data Port**

**Connector:** DB-9 male, with data control

### **Relay Port**

**Sensor Inputs:** 16 TTL  
**Connector:** DB-37 female

### **Mechanical (IDU)**

**Size:** 1.75" x 16.75 x 15" (19" Rack mount)  
**Weight:** < 10 lbs

### **Environmental (operating)**

**Temperature:** 0 - +50 C  
**Humidity:** 0 - 95% noncondensing

## DTV100/110 EARTH STATION

### **Frequencies**

**Transmit:** 14.0 to 14.5 GHz  
**Receive:** 11.7 to 12.2 GHz

### **Maximum Power**

**Ku-band:** 2 watts (1 dB compression point)  
**Antenna Sizes:** 1.8 m (1.2 m and 2.4 m optional)

## DT5000 EARTH STATION

### **Frequencies**

**Transmit:** 14.0 to 14.5 GHz (Ku-band)  
 5.925 to 6.425 GHz (C-band)  
**Receive:** 10.95 to 11.2, 11.45 to 11.7, 11.7 to 12.2, 12.25 to 12.75 GHz (Ku-band)  
 3.7 to 4.2 GHz (C-band)

### **Maximum Power**

**Ku-band:** 4, 8 and 16 watt (1 dB GCP)  
**C-band:** 5, 10 and 16 watt (1 dB GCP)

## AVAILABLE AUDIO RATES AND BANDWIDTHS

Audio Rate (Kbps)	Mode	Bandwidth (KHz)	Audio Quality
64	mono	10	D
96	mono	20	B
128	mono	20	A
128	joint stereo	20	B-
128	stereo (dual mono)	10	D
192	mono	20	A
192	joint stereo	20	A-
192	stereo (dual mono)	20	B
256	stereo (dual mono)	20	A
384	stereo (dual mono)	20	A

Audio quality "A" is considered transparent. Audio quality "B" infers that a statistical difference from the original was detectable by expert listeners, but is still considered no different from the original by the general public. Philips' new digital compact cassette (DCC) would score similarly to joint stereo 128 Kbps or a "B-". The main distinction with grade "D" is that it is not full bandwidth audio and thus scores considerably lower when compared to the original DAT source.

HEADQUARTERS: 10180 BARNES CANYON ROAD SAN DIEGO CALIFORNIA 92121 (619)458 1800 FAX (619)453-8953

EASTERN U.S.: P.O. BOX 4010 ANNAPOLIS MARYLAND 21403 (301)267 8040 FAX (301)267-8039

FAR EAST: CD19 CLIFFVIEW MANSION 21 CONDUIT ROAD HONG KONG 852 559 6907 FAX 852-858-6234

EUROPE: BALMORAL HOUSE 57B STATION APPROACH WEST BYFLEET SURREY UK KT14 6NE FAX 932 340 989

© COMSTREAM CORPORATION, 1991 ALL RIGHTS RESERVED.

Specifications subject to change

A N E X O - 4

**128 KBPS QPSK R1/2 (RADIO HIT), TRANS 17, 4.5 m Rx**

-----  
 DIGITAL LINK BUDGET (CLEAR SKY)  
 -----

OCCUPIED CARRIER BANDWIDTH	(KHZ)	153.6
CARRIER INFORMATION RATED	(KBPS)	128.0

-----  
 UP - LINK  
 -----

EARTH STATION EIRP	(DBW)	46.3
PATH LOSS (CLEAR SKY)	(DB)	199.8
SATURATION FLUX DENSITY	(DBW/M2)	-82.0
INPUT BACKOFF (TOTAL)	(DB)	8.0
INPUT BACKOFF (PER CARRIER)	(DB)	34.1
SATELILITE G/T	(DB/K)	-3.1

C/N - THERMAL NOISE	(DB)	20.1
C/I - COCHANEL INTERFERENCE	(DB)	27.0
C/I - ADJ. SATELLITE INTERFERENCE	(DB)	30.0

C/(N+I) UP-LINK		18.6
-----------------	--	------

C/I - INTERMODULATION	(DB)	14.8
-----------------------	------	------

-----  
 DOWN-LINK  
 -----

SATELLITE EIRP (TOTAL)	(DBW)	41.5
OUTPUT BACKOFF (TOTAL)	(DB)	4.6
OUTPUT BACKOFF (PER CARRIER)	(DB)	30.7
SATELLITE EIRP (PER CARRIER)	(DBW)	18.1
PATH LOSS (CLEAR SKY)	(DB)	196.0
EARTH STATION POINTING ERROR	(DB)	0.5

C/N THERMAL NOISE	(DB)	19.0
C/I - COCHANEL INTERFERENCE	(DB)	27.0
C/I - ADJ. SATELLITE INTERFERENCE	(DB)	30.0

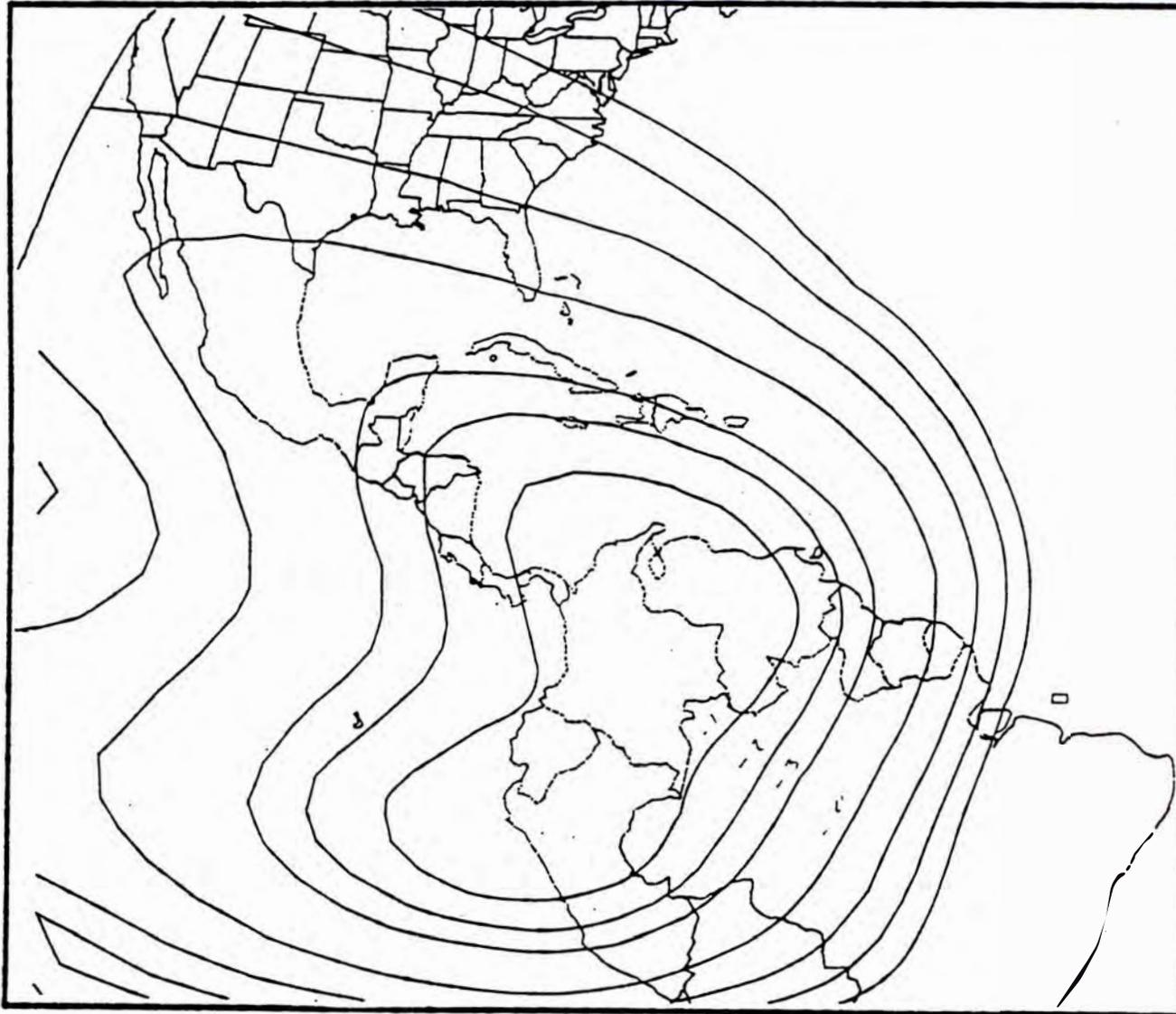
C/(N+I) DOWN-LINK	(DB)	18.1
-------------------	------	------

C/(N+I) TOTAL	(DB)	15.2
REQUIRED SYSTEM MARGIN	(DB)	1.0

NET C/(N+I)	(DB)	14.2
NET C/(No+Io)	(DB-HZ)	57.3

# PAS 1 G/T CONTOURS: NORTH/CENTRAL BEAMS

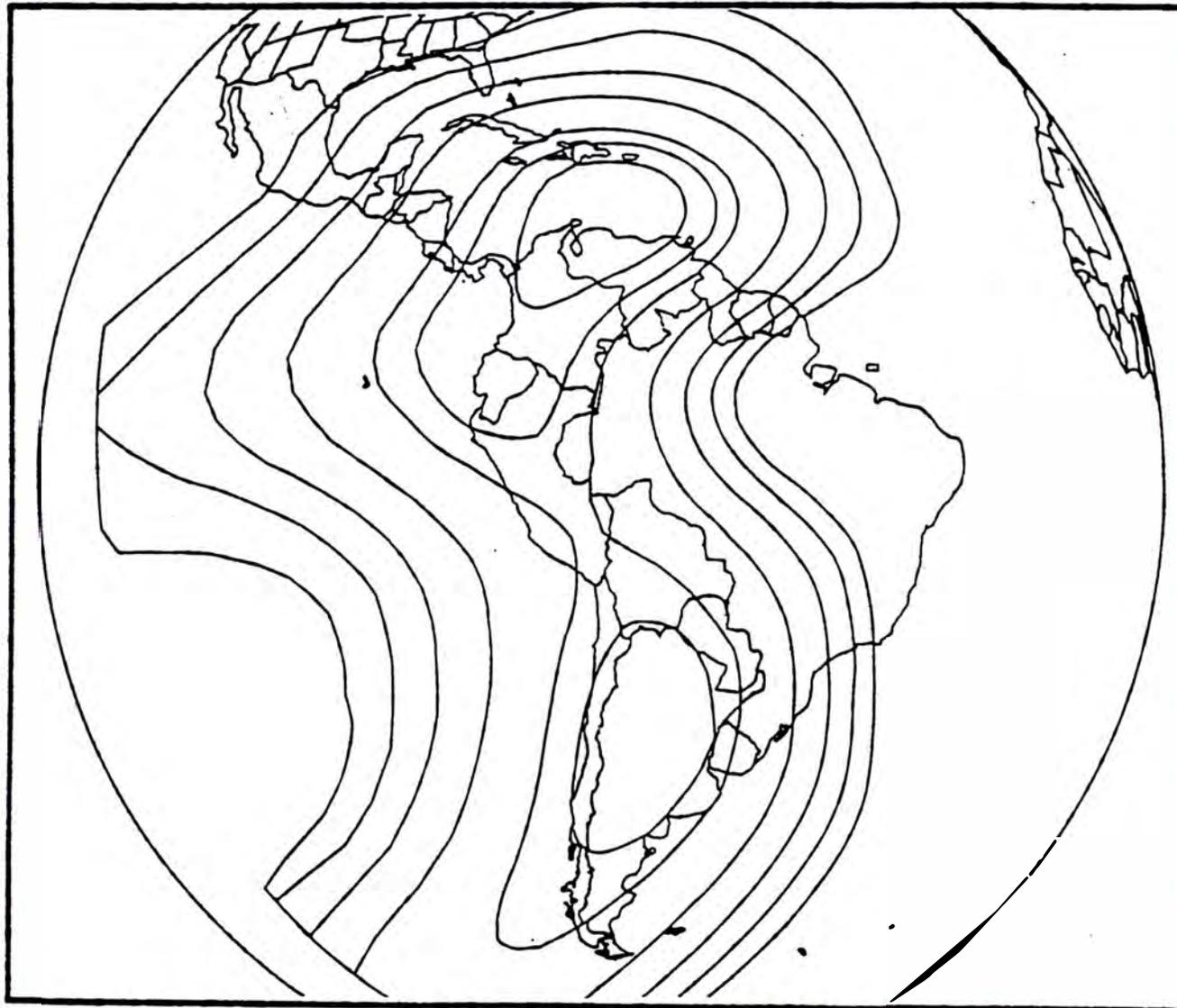
Beam Center G/T: 0 dB/°K



ALPHA LYRACOM

# PAS 1 G/T CONTOURS: SOUTH/LATIN BEAMS

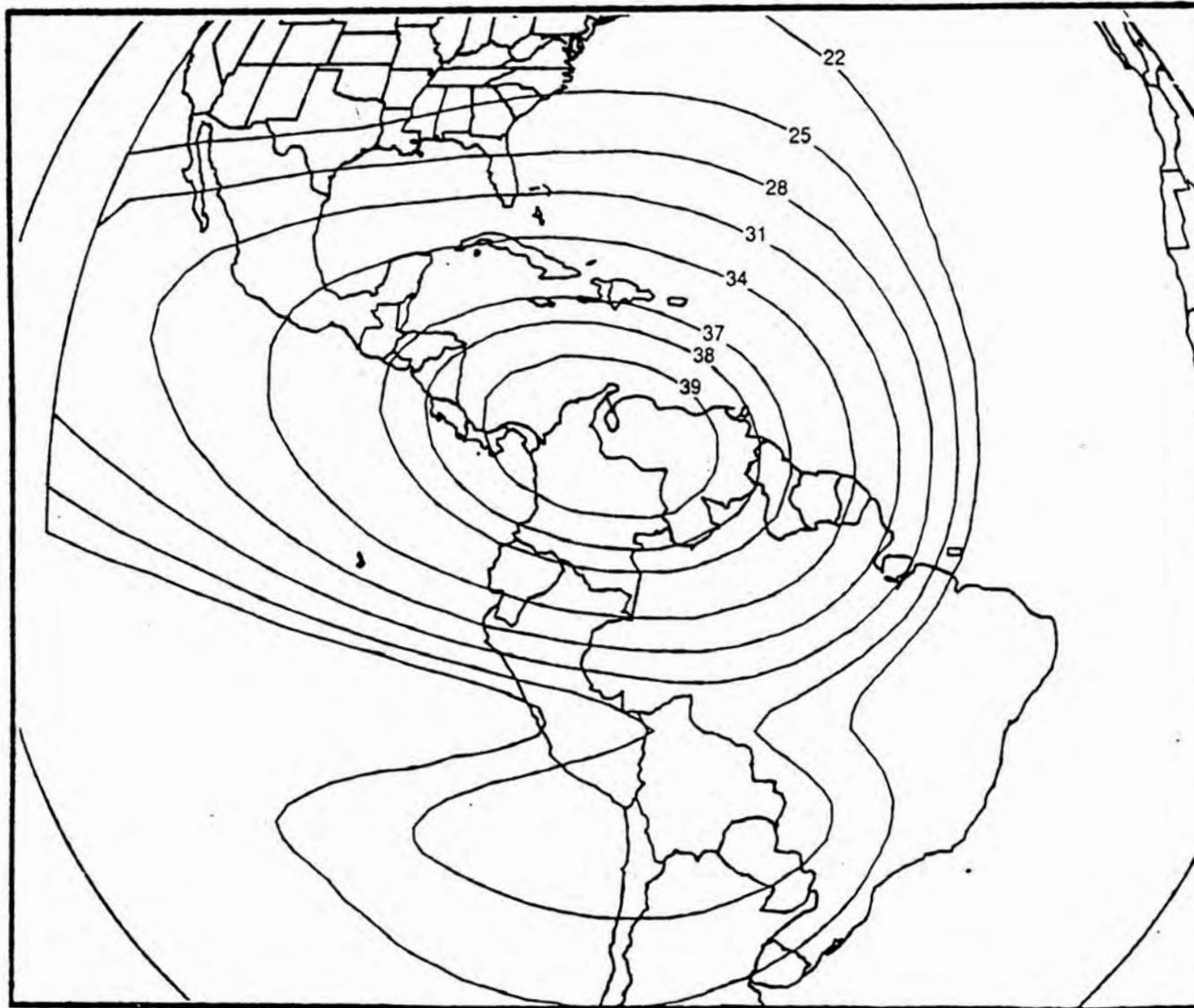
Beam Center G/T:  $-0.5 \text{ dB/}^\circ\text{K}$



ALPHA LYRACOM

# PAS 1 EIRP CONTOURS: NORTH BEAM

Beam Center: 40 dBW for Narrowband (36 MHz) Transponders\*



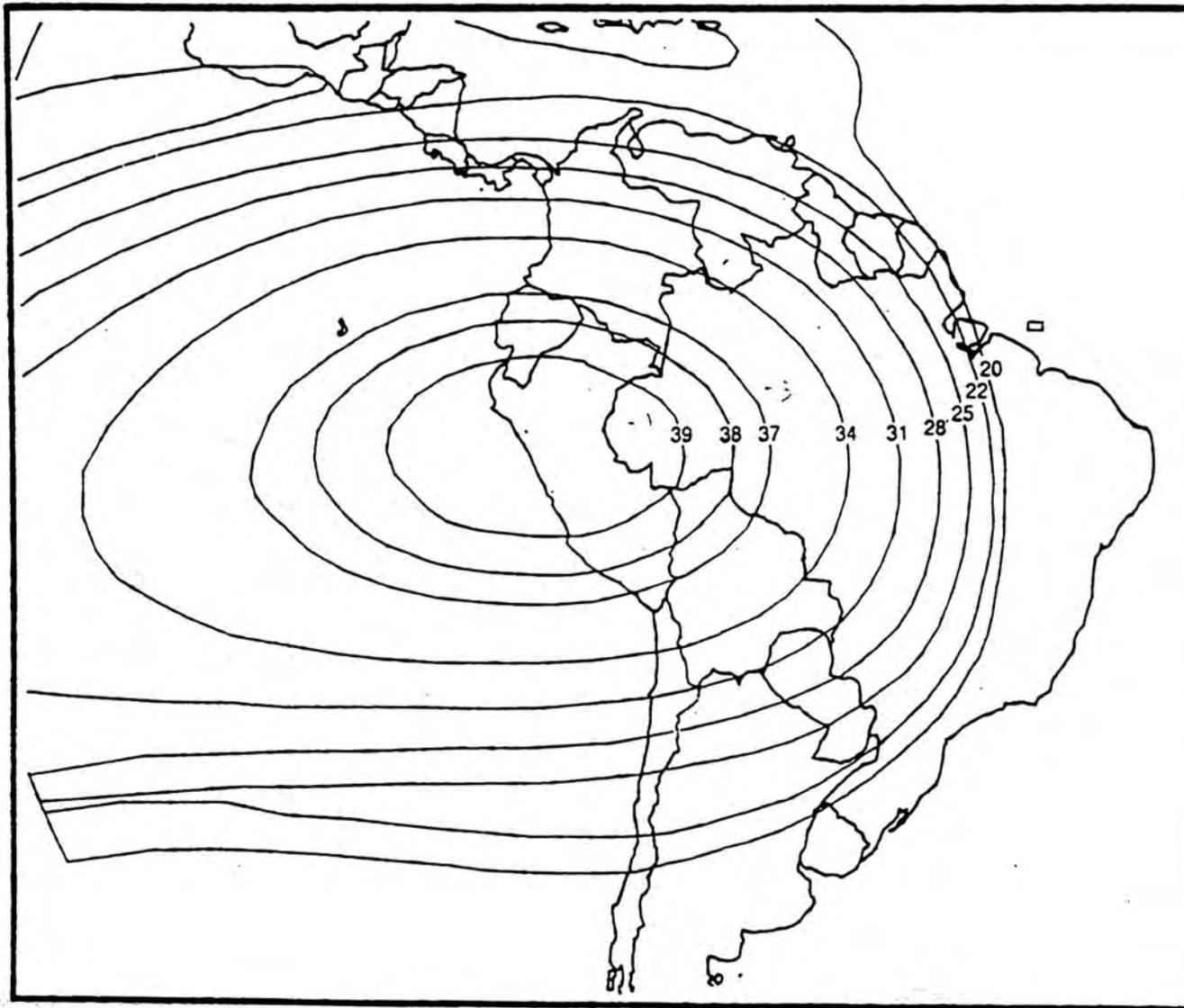
\*Add 2.5 dBW for Wideband (72 MHz) Transponders



ALPHA LYRACOM

# PAS 1 EIRP CONTOURS: CENTRAL BEAM

Beam Center: 40 dBW for Narrowband (36 MHz) Transponders\*

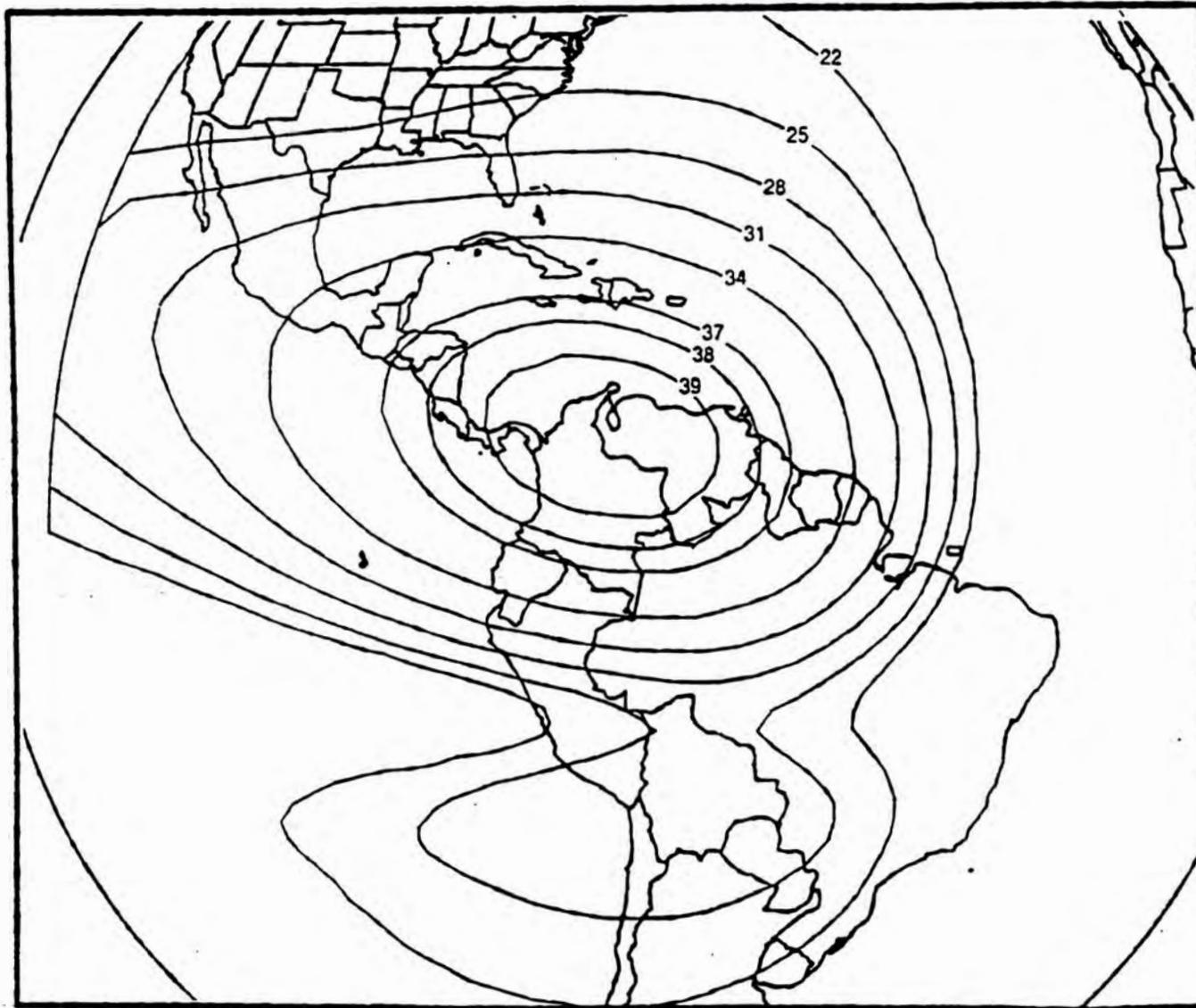


\*Add 2.5 dBW for Wideband (72 MHz) Transponders

ALPHA LYRACOM

# PAS 1 EIRP CONTOURS: NORTH BEAM

Beam Center: 40 dBW for Narrowband (36 MHz) Transponders\*



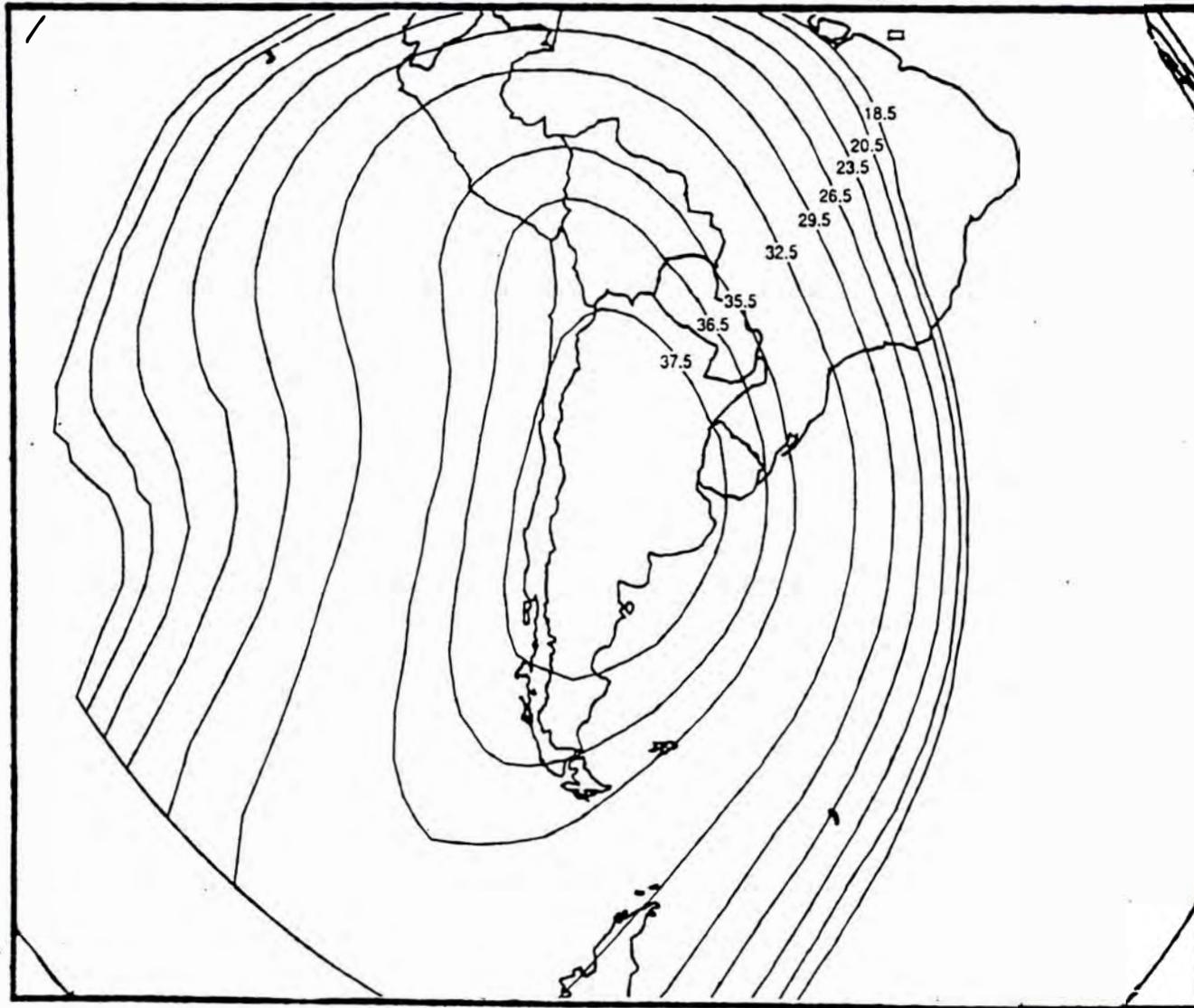
\*Add 2.5 dBW for Wideband (72 MHz) Transponders



ALPHA LYRACOM

# PAS 1 EIRP CONTOURS: SOUTH BEAM

Beam Center: 38.5 dBW for Narrowband (36 MHz) Transponders\*

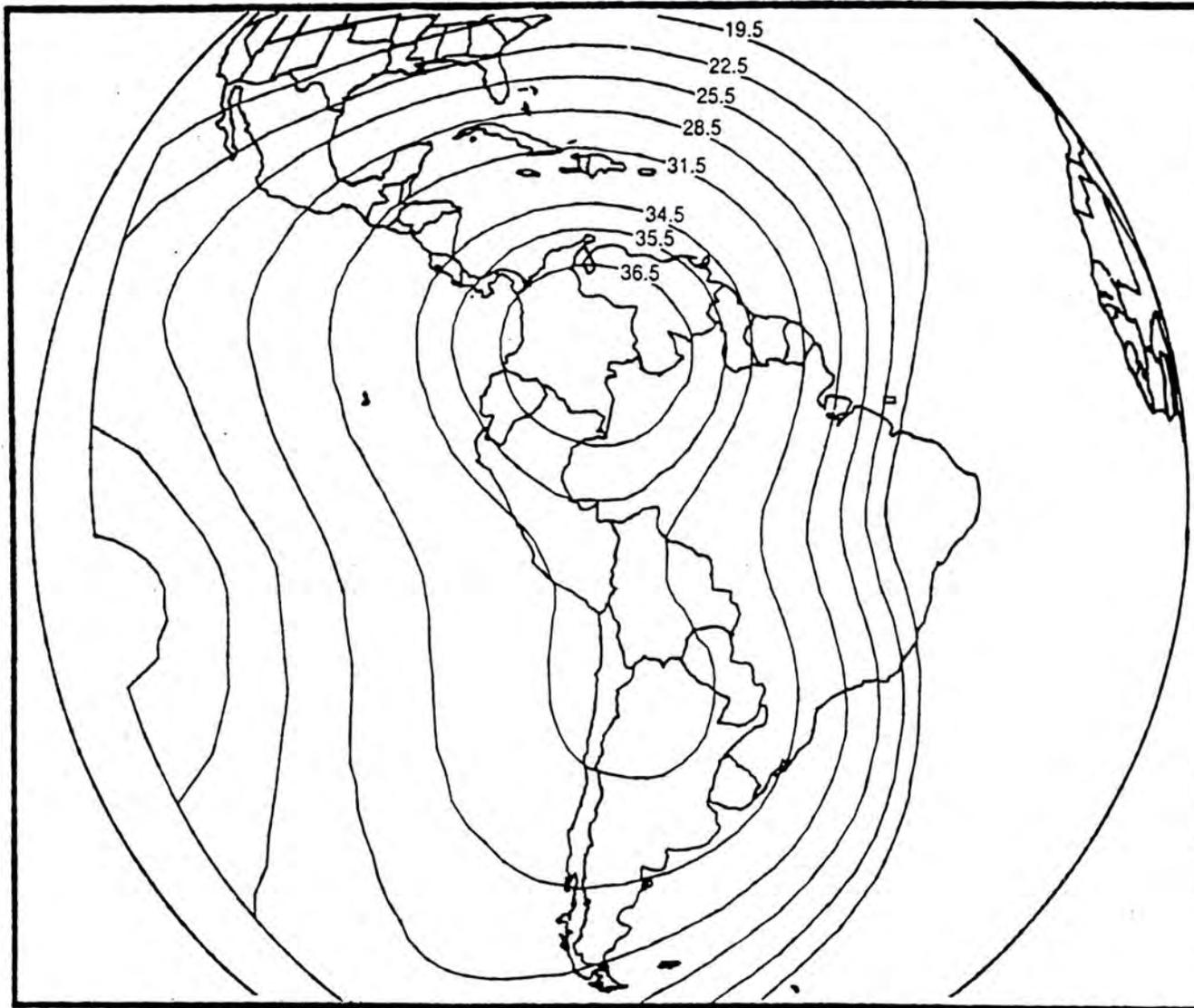


\*Add 2.5 dBW for Wideband (72 MHz) Transponders

ALPHA LYRACOM

# PAS 1 EIRP CONTOURS: LATIN BEAM

Beam Center: 37.5 dBW for Narrowband (36 MHz) Transponders\*



\*Add 2 dBW for Wideband (72 MHz) Transponders



ALPHA LYRACOM

# BIBLIOGRAFIA

1. BUSINESS EARTH STATIONS FOR TELECOMMUNICATIONS  
Walter L. Morgan - Denis Rouffet.  
JOHN WILEY & SONS - 1988
2. DIGITAL SATELLITE COMMUNICATIONS - SECOND EDITION  
Tri T. Ha  
Mc GRAW HILL - 1990
3. COMMUNICATIONS SATELLITE HANDBOOK  
Walter L. Morgan - Gary D. Gordon  
JOHN WILEY & SONS - 1989
4. SATELLITE LINK ANALYSIS  
C. W. Mc KIMMEY  
SCIENTIFIC ATLANTA - 1982
5. INTEGRATED DIGITAL AUDIO DISTRIBUTION NETWORK  
COMSTREAM CORPORATION - 1992
6. ABR200 - AUDIO BROADCAST RECEIVER, INSTALLATION AND  
OPERATION  
SPAR COMSTREAM - 1993
7. TRANSMISION DE INFORMACION, MODULACION Y RUIDO -  
TERCERA EDICION  
Mischa Schwartz  
Mc GRAW HILL - 1983
8. DAC400 - DIGITAL AUDIO CODEC / MULTIPLEXER SUBSYSTEM,  
INSTALLATION AND OPERATION

- COMSTREAM - 1993
9. CM 701 - PSK DIGITAL SATELLITE MODEM, INSTALLATION  
AND OPERATION MANUAL  
COMSTREAM - 1992
10. ASAT N406 C - BAND RF TERMINAL, OPERATION AND  
MAINTENANANCE MANUAL  
SSE TECHNOLOGIES - 1993
11. ASAT S406 C - BAND RF TERMINAL, OPERATION AND  
MAINTENANCE MANUAL  
SSE TECHNOLOGIES - 1994
12. CV - 101 PSK DIGITAL SATELLITE MODEM, INSTALLATION  
AND OPERATION  
COMSTREAM
13. SYSTEM PLANNING PRODUCTS AND SERVICES REFERENCE  
DATA, CATALOG 33  
ANDREW CORPORATION - 1986