



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
ESCUELA DE ELECTRICA
POST GRADO: COMUNICACIONES Y REDES DE
COMUNICACIÓN DE DATOS

Elaboración del manual de operación y puesta en servicio de la estación
satelital portable FLYAWAY

Realizado por: Ing. Milady A. Ruiz Montoya

Caracas, Noviembre de 2005

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
ESCUELA DE ELECTRICA**

Elaboración del manual de operación y puesta en servicio de la estación
satelital portable FLYAWAY

Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Especialista en
Comunicaciones y Redes de Comunicación de Datos

Autor: Ing.Ruiz Milady
Tutor Académico:Ing.Miguel Contreras

Caracas, Noviembre de 2005

Autor: Ing. Ruiz M. Milady A.

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACION Y PUESTA EN SERVICIO
DE LA ESTACION SATELITAL Y TRANSPORTABLE FLYAWAY**

Tutor académico: Profesor Miguel Contreras

Tesis. Caracas, UCV.

Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería. Especialidad de
Comunicaciones y Redes de Comunicación de Datos.2005

PALABRAS CLAVES: Manual, Sistema, Satelital

RESUMEN

El Sistema Flyaway es una estación terrenal versátil, con antena de bajo diámetro, cuya capacidad y potencia depende de factores, como la banda de operación, características del satélite y velocidad de transmisión; además constituye la solución ideal para aquellos sitios donde resulte, por razones geográficas o económicas, prácticamente imposible implantar dicho servicio por medio de cualquiera de las redes convencionales. La instalación de este sistema facilita a CANTV la transmisión de voz y video digital proporcionada por un cliente que será enviada a través de terminales transportables en banda C. En el Departamento de Datos Capital I, dicho sistema carece de un manual de operación y mantenimiento para su manejo, lo cual dificulta que sea manipulado por todo el personal que labora en el departamento. Para el diseño e implementación de este manual se tomaron en cuenta las experiencias vividas en la instalación del sistema durante la transmisión de algunos eventos en vivo y las solicitudes del supervisor encargado, tales como: descripción general del sistema, técnicas satelitales, puesta en servicio, mantenimiento preventivo, detección de fallas, manejo del software de operación y sistema de energía.

AGRADECIMIENTO

A mi abuela por sus oraciones.

*Muy especialmente al Ing. Miguel de la Rosa
por ayudarme a seguir adelante, por su apoyo y colaboración
desinteresada e incansable.*

A mi Tutor académico Ing. Miguel Contreras.

A la Sra Gipsy y la Sta Jenny.

A los profesores Luis Fernández y Simón Morales.

Al Ing. Juan Raffo.

A Leudy Sierra por sus carreras.

DEDICATORIA

*A DIOS por su presencia.
A mi Madre por su amor y esfuerzo constante.
A mi hija por ser tan bella, dulce y especial.
¡Lo más bello de mi Vida
A mi Esposo Sandro por su paciencia y Amor incondicional
Siempre presente.
A mi Hermana por su colaboración constante.
A mi Padre y Hermano. por su apoyo.
A mi único sobrino Alfredo por sus ocurrencias.*

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
I DEFINICION DEL PROYECTO	4
I.1 Planteamiento del problema	4
I.2 Objetivos	4
I.2.1 Objetivo General	4
I.2.2 Objetivos Especificos	5
I.3 Delimitación de la Investigación.....	5
I.4 Justificación	6
I.5 Factibilidad.....	7
CAPITULO II.....	8
II MARCO TEÓRICO	8
II.1 Comunicación satelital	9
II.1.1 Tipos de satélites.....	14
II.1.2 Subsistemas de un satélite	15
II.1.3 Partes de un satélite artificial	17
II.2 Aplicaciones de los satélites	19
II.3 Antenas.....	20
II.3.1 Características técnicas de las antenas	20
II.3.2 Seguimiento de una antena	23
II.4 INTELSAT	31
II.5 Breve descripción simplificada de la Flyaway	31
II.5.1 Mpeg encoder.....	34
II.5.2 Modulador.....	34
II.5.3 Amplificador de potencia	35
II.5.4 Antena	35
II.5.5 Multiplexor	35
II.6 Caracterización genérica del enlace satelital establecido con el sistema Flyaway. objetivos de calidad y desempeño	36

II.6.1	Interrelación entre el segmento espacial y el segmento terreno	40
II.6.2	Consideraciones sobre el ruido y la temperatura equivalente de ruido	45
II.6.3	Las cadenas de recepción de las estaciones. Figura de mérito.	56
II.6.4	Perturbaciones Adicionales	63
II.6.5	Factores de atenuación adicionales:	64
II.6.6	Desacoplamiento en polarización	65
II.6.7	Efectos Ionosféricos	68
II.6.8	Efectos Troposféricos	70
II.7	El transpondedor de la Estación Espacial y su afectación...	77
CAPITULO III		89
III ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE DE COMUNICACIONES UTILIZANDO EL SISTEMA FLYAWAY		89
III.1	Características de operación satélite INTELSAT 705 310° E	90
III.1.1	La caracterización de operación del Xdr.....	93
III.2	Características a nivel de Ingeniería del Sistema Flyaway. .	96
III.3	Caracterización del Sistema Flyaway	96
III.3.1	HPA .450 Watt ku band twt amplifier	96
III.3.2	ENCODER.Power vu codificador de video digital.....	97
III.3.3	MUX:Multiplexor Digital Modelo D9130	97
III.3.4	MODULADOR.Digital Video Modulator. MODEL D9380A	98
III.4	Tratamiento de la señal(es) específica(s)	100
III.5	Cálculos de enlace para la Flyaway, operando con el segmento espacial definido. Objetivos de calidad y desempeño.	102
IV MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FLYAWAY107		

IV.1	Características de detalle del sistema Flyaway.....	107
IV.1.1	ENCODER	107
IV.1.2	Modulador	108
IV.1.3	Amplificador de potencia	108
IV.1.4	Antena.....	108
IV.2	Requerimientos eléctricos, mecánicos y de temperatura del sistema	108
IV.2.1	Segmento Espacial	108
IV.2.2	Canales	109
IV.2.3	Temperatura y resistencia mecánica de operación	109
IV.3	Características técnicas de los equipos	110
IV.3.1	La antena portable del SNG.....	110
IV.3.2	450 Watt ku band twt amplifier(HPA)	111
IV.3.3	Power vu codificador de video digital (ENCODER).....	113
IV.3.4	Multiplexor Digital Modelo D9130.....	121
IV.3.5	Digital Video Modulator. MODEL D9380A.....	129
IV.4	Puesta en funcionamiento del Sistema Flyaway.....	133
IV.4.1	Guía de instalación.....	133
IV.4.2	Diagramas de Conexión	137
IV.4.3	Diagrama de Conexión General	137
IV.4.4	Diagrama de Conexión Detallada del Sistema	138
IV.4.5	Mantenimiento Preventivo	139
IV.5	Detección de fallas (flujograma).....	141
IV.5.1	Manejo del Software de Operación	142
IV.6	Sistema de Energía	154
CAPITULO V.....		154
V ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		154
CONCLUSIONES		156
BIBLIOGRAFIA		158
GLOSARIO DE TÉRMINOS		160

INDICE DE FIGURAS

Figura II-1 Esquema del Funcionamiento de una modulación de Amplitud .	10
Figura II-2 Pulso Rectangular	11
Figura II-3 El Satélite	15
Figura II-4Partes de un Satélite	16
Figura II-5 Diagrama Básico de un Transpondedor en Banda C	18
Figura II-6 Relación Delante Atrás.	21
Figura II-7 Sistema Flyaway	32
Figura II-8 Camión de Transporte del Sistema Flyaway	33
Figura II-9 Diagrama General de Conexión del Sistema.....	34
Figura II-10 Diagrama General de la Etapa de Recepción	45
Figura II-11 Trayecto Digital Ficticio de Referencia	52
Figura II-12 Diagrama de la Etapa de Recepción	57
Figura II-13 Organizador de un Receptor.	58
Figura II-14 Relación de una Antena Parabólica.....	60
Figura II-15 Geometría de un Enlace.....	61
Figura II-16 Curva Característica del Transpondedor	82
Figura II-17 Influencia del IBO	83
Figura III-1 Esquema de Distribución detallado de los XDR del satélite INTELSAT 705 310° E.	95
Figura III-2 Diagrama de Conexión Detallado del Sistema Flyaway	100
Figura IV-1 Diagrama de Conexión General del Sistema	137
Figura IV-2 Rango de Operación del HPA	139
Figura IV-3 Diagrama de Flujo de Fallas del Sistema Flyaway	141

INDICE DE TABLAS

Tabla II-1 Esquemas de Modulación QPSK.....	13
Tabla II-2 Tipos de Transpondedores	18
Tabla IV-1 Parámetros Técnicos del Amplificador de Potencia	112
Tabla IV-2 Rangos del Ancho de Banda de la Portadora	131
Tabla IV-3 Especificaciones del Modulador de Video Digital	132

INTRODUCCIÓN

El desarrollo vertiginoso de la prestación de servicios de telecomunicaciones en el País, producto de la demanda del mercado, ha generado una serie de necesidades en materia de reorganización de las empresas prestadoras de servicio, incluyendo la actualización y capacitación del recurso humano y un enfoque de eficiencia en la utilización de tales recursos.

Por cuestiones históricas, las comunicaciones vía satélite se desarrollaron en Venezuela y precisamente en CANTV para aplicaciones de prestación de servicios de telefonía y video internacional, lo cual a su vez se correspondía con el tipo de organización de la empresa, diferenciándose unidades de operaciones internacionales que fueron las que aglutinaron la experticia en tal tecnología. Sin detrimento de cambios organizacionales que fueron progresivamente dándose, no ha existido una capacitación exitosa y estable que haya permitido la divulgación y manejo de aspectos de telecomunicaciones vía satélite en unidades de la empresa que por razones funcionales necesitan de tal tecnología y que efectivamente deben colocar en operación enlaces de telecomunicaciones vía satélite.

El sistema Flyaway, utilizado para establecer enlaces temporales de video y audio incorporado a efecto de cubrir eventos puntuales en cualquier zona del País es manejado por unidades tradicionalmente alejadas de la actividad internacional o de la operación de Camatagua, requiriendo que el personal esté en capacidad de colocar en operación la estación con el mínimo esfuerzo y con confiabilidad. Los manuales típicos de estación, en el caso de que estén disponibles, no son en general piezas de fácil seguimiento y presumen una experticia que usualmente es inexistente en materia de comunicaciones por satélite en el ámbito mencionado.

Por ende, el primer objetivo que persigue la presente tesis, es ofrecer un punto de referencia que permita al empleado responsable de la puesta en operación de la Flyaway una guía de fácil seguimiento, suerte de manual de campo, y que al mismo tiempo le permita acceder a los conceptos de ingeniería de telecomunicaciones por satélite (un marco teórico) en donde encuadrar tal actividad operativa. Si bien no se persigue que el documento sea exhaustivo, si se espera que se constituya en una semilla de divulgación de la modalidad tecnológica satelital a lo interno de la empresa en aquellas unidades que requieran de tal conocimiento y no estén imbuidas de la actividad satelital y pueda apalancar futuros entrenamientos en inclusive la elaboración de manuales mas especializados.

Por otra parte, la puesta en operación de la Flyaway, requiere la coordinación con la estación terrena receptora en Camatagua. Tal coordinación requiere de un conocimiento básico de los porqués de las actividades a ser coordinadas, en particular de los niveles de potencia a manejar en la Flyaway y de las afectaciones que en la propagación u otros aspectos relacionados puedan colocar en peligro el establecimiento y mantenimiento del enlace, El marco teórico que se presenta en esta tesis, constituye precisamente el soporte básico necesario para contextualizar la actividad y poder entender la mayoría de los aspectos que en la parte de radiofrecuencia son de interés para la operación de la Flyaway.

Conjuntamente el marco teórico y el manual de campo permitirán satisfacer las expectativas anteriores y a efectos inmediatos reducir los tiempos de puesta en operación de esta estación transportable en al menos un 50%. Al mismo tiempo aumenta la confiabilidad de tal actividad permitiendo que empleados, en principio, sin entrenamiento previo formal puedan apoyar en tal puesta en operación.

Adicionalmente, la verificación del tipo de enlaces establecidos con la Flyaway es necesaria. Al momento la estación es colocada en servicio, en una suerte de procedimiento de ensayo y error. Considero necesario el cotejar que (si) tal enlace está ajustado a especificaciones técnicas y si cumple con parámetros mínimos y los márgenes respecto a los mismos. El desarrollo en la Parte II de esta tesis, busca precisamente tal cotejo, tal verificación. Más allá de la misma, la utilización del recurso espacial (transpondedores) que la empresa tiene alquilados a INTELSAT, debe estar optimizado a efecto de reducción de costos o maximización de sus posibilidades de utilización. El análisis y cálculos a efectuar colocarán una referencia cuantitativa de utilización en condiciones específicas ofreciendo información a Camatagua sobre el ajuste de la utilización del recurso utilizado por la Flyaway a los estándares de INTELSAT.

Por último, mas no menos importante, el análisis cuantitativo del enlace en base a parámetros estándar permitirá indicar que tan cerca o lejos está la operación de la Flyaway de los mismos y señalará, si ha lugar, aspectos a modificar.

CAPITULO I

I DEFINICION DEL PROYECTO

I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente C.A.N.T.V posee un Sistema Satelital de uso portable (FLYAWAY) que permite atender requerimientos de voz y video a clientes, por medio de una solicitud de servicios temporales, en sitios remotos donde no exista disponibilidad de la Red C.A.N.T.V.; el mismo fue adquirido hace unos siete (7) años y en ese tiempo se impartió un curso a algunos profesionales y técnicos del área.

Una de los inconvenientes del Sistema FLYAWAY es que no existe un manual de operación, mantenimiento e instalación, esquematizado ni detallado que contenga todo las características técnicas del equipamiento y accesorios, proceso de instalación de la estación satelital y posibles fallas y los requerimientos que la empresa necesita para la utilización del mismo, de fácil manejo para el personal técnico que labora en la empresa. Esta situación limita el recurso de personal que puede operar los equipos y dificultades al momento de presentarse problemas al levantar la señal al satélite.

I.2 OBJETIVOS

I.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto es elaborar un manual de operación y puesta en servicio de la estación satelital portable FLYAWAY.

I.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Conocimientos generales sobre Tecnologías satelitales. Características técnicas del equipamiento activo y pasivo que conforma la estación satelital.

- ✓ Evaluación de sistemas de energía suplementarios para la estación satelital.
- ✓ Guía para la instalación de los diferentes componentes del sistema.
- ✓ Guía de conexiones.
- ✓ Identificación del proceso.
- ✓ Guía de levantamiento para orientar la antena hacia el satélite.
- ✓ Detección y resolución de fallas.
- ✓ Recursos adicionales de entrenamiento tales como: fotos y videos digitalizados para computadora.
- ✓ Manual de empleo del software implementado en la red interna del sistema FLYAWAY.

I.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto se realiza en la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela, se evaluará los enlaces comprometidos para la

recepción de la señal enviada por la estación transmisora satelital FLYAWAY hasta la sede Principal de CANTV, tales como: La estación receptora ubicada en Camatagua y los enlaces de fibra óptica desde Camatagua hasta la sede principal de CANTV.

Se tiene un tiempo estimado de nueve meses para evaluar, recolectar información técnica del equipamiento y realizar el manual respectivo del Sistema satelital FLYAWAY.

I.4 JUSTIFICACIÓN

La importancia de este proyecto radica en contar con un manual de Operación, Servicio y Mantenimiento esquematizado que permita la instalación del Sistema Remoto Fly-Away de una manera rápida, eficiente, segura y confiable, disminuyendo notablemente de esta forma la limitación del personal entrenado para trabajar con el sistema. Se permitirá de esta forma lograr un uso más eficiente del personal mediante una mayor rotación en el uso del mismo y además lograr el apoyo del personal de la empresa en las diferentes regiones.

Adicionalmente, el técnico instalador-operador contará con una guía de referencia para la ubicación y seccionamiento de posibles fallas que impidan la entrega del servicio, facilitando así el manejo del manual y el entrenamiento y aprendizaje con el sistema.

I.5 FACTIBILIDAD

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Gerencia General de la Red y del personal que actualmente opera la estación satelital FLYAWAY, así como de los entes involucrados en el manejo de la señal transmitida por este sistema.

CAPITULO II

II MARCO TEÓRICO

El vertiginoso desarrollo de las telecomunicaciones y su utilización en el ámbito comercial ha inducido a la utilización de sus múltiples posibilidades en un enfoque cada vez más permeado por criterios de eficiencia tecnológica asociada a las aplicaciones de interés. Así, la especificidad de un tipo determinado de herramienta o de modalidad de prestación de servicios toma cada vez mayor relevancia. Las comunicaciones vía satélite presentan una serie de características específicas que para la satisfacción de ciertas necesidades, no son equiparables con otras opciones que, si bien pueden ser técnicamente viables, no ofrecen ventajas competitivas indispensables en la dinámica mundial actual.

En efecto, una breve mas ilustrativa caracterización de las comunicaciones vía satélite viene dada conjuntamente por la amplísima cobertura geográfica ofrecida por las estaciones espaciales irradiando sobre la superficie terrestre, la relativa independencia de accidentes geográficos, la posibilidad cierta de acceder a tales estaciones espaciales simultáneamente por múltiples estaciones terrenas y recíprocamente de distribuir señales a múltiples destinos. Adicionalmente la disponibilidad de la estación espacial permite que la logística de tierra se caracterice por alta flexibilidad y rapidez para el establecimiento de enlaces. El mencionado perfil conforma una especificidad única para aquellas aplicaciones que precisamente necesitan en su implantación un tiempo de respuesta rápido, una logística simplificada, un acceso con alta inmunidad a irregularidades topográficas y con ubicaciones de las estaciones de tierra inviables de planificación previa respondiendo a necesidades puntuales y temporales.

Tal perfil es evidentemente contingente, a su vez, al tipo de estaciones terrenas que vayan a ser utilizadas en el establecimiento de los enlaces. Nuevamente, dependiendo de la aplicación específica, a lo interno ya, de la propia comunicación satelital, aquellas estaciones terrenas que a su vez sean proclives de fácil movilización, instalación, puesta a punto de operación, que requieran de mínimos servicios asociados (energía, espacio físico, cantidad reducida de personal especializado y que al mismo tiempo garanticen niveles de desempeño y disponibilidad apropiados, maximizarán las posibilidades de la vía satelital y asegurarán no solo la ventaja competitiva sino que prestarán el servicio en condiciones óptimas. Un tipo de estación terrena idóneo y que cumple con la anterior descripción es precisamente la "Flyaway".

II.1 COMUNICACIÓN SATELITAL

El siglo XX ha sido denominado el de las comunicaciones espaciales, ya que se ha alcanzado la tecnología necesaria para poner en órbita diferentes satélites artificiales; esto se logró como resultado de años de investigación, trabajo y por la gran visión tecnológica de muchos hombres en el mundo.

Para la transmisión de estos sistemas se emplea la técnica llamada modulación la cual consiste básicamente en añadir una señal llamada "portadora" a la señal inicial. La modulación en su forma más básica se puede hacer de dos formas: en amplitud A.M. o en frecuencia F.M.

La modulación en amplitud A.M. consiste en modificar la amplitud de la portadora en función de la señal a transmitir.

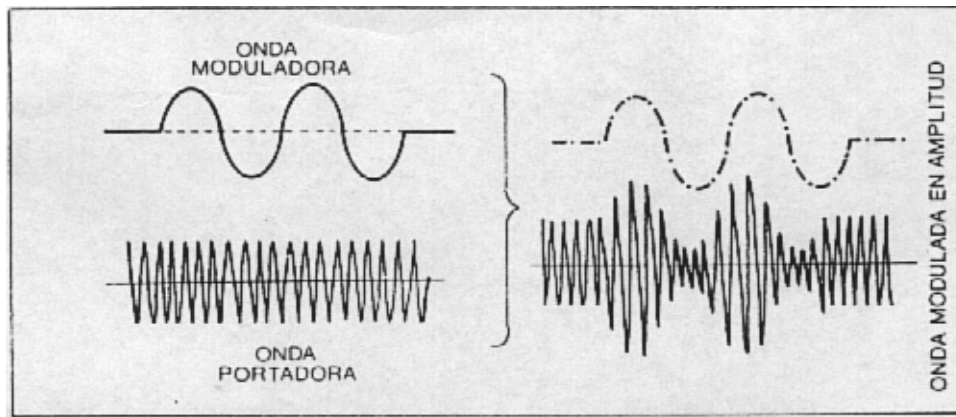


Figura II-1 Esquema del Funcionamiento de una modulación de Amplitud

Modulación digital.

Es la modulación de una onda portadora mediante una señal digital moduladora.

La portadora y la señal modulada son analógicas como las señales AM y FM. La modulación digital se divide en varias clases, entre ellas están:

- ✓ PSK (Phase shift keying) Codificación por cambio de fase.
- ✓ QAM(Quadrature amplitude modulation) En este caso se cambia la amplitud y fase de la portadora según la modulación/señal digital que representa los datos.

Ventajas de la modulación digital.

- ✓ Inmunidad frente al ruido.
- ✓ Fácil de multiplicar.
- ✓ Codificado, encriptación.

Formas de onda.

Un pulso rectangular contiene muchos armónicos y ocupa un ancho de banda. Este ancho de banda debe de limitarse antes de enviar el pulso para aprovechar el ancho de banda del sistema.

Si un pulso rectangular se pasa por un filtro limita-banda, a la salida se habrá “disgregado” la señal (en el dominio del tiempo) esto puede generar “Interferencia Intersímbolo” (ISI).

A mayor limitación en frecuencia más pronunciado es el “Spreading”.

Los pulsos digitales son filtrados antes de entrar al modulador para reducir el ancho de banda de la señal modulada, esto hace que dejen de ser rectángulos.

Se busca un compromiso entre Ancho de banda $\leftrightarrow$ ISI

El filtro mas usado es el Coseno cuadrado (“Raised-cosine”) junto con el Gaussiano.

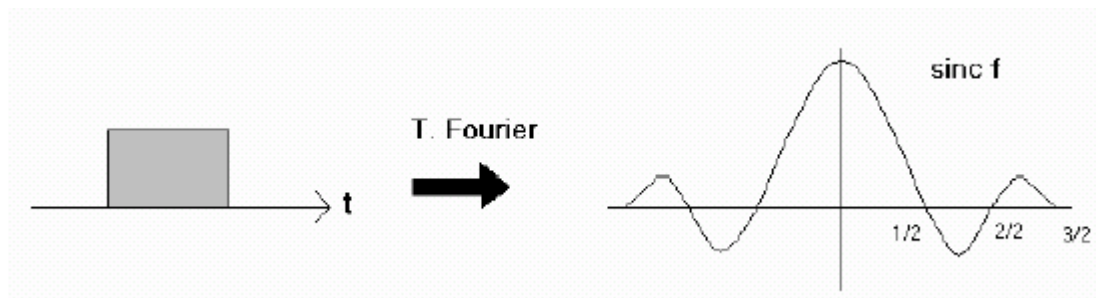


Figura II-2 Pulso Rectangular

Un pulso rectangular de anchura τ tiene distribución espectral de potencia $\text{sinc}(f)$ que se extiende de $-\infty$ a $+\infty$.

Para mantener la forma cuadrada en el dominio del tiempo harían falta al menos 12 armónicos de la frecuencia fundamental.

Esto es imposible de transmitir $\rightarrow$ Interferiría con los canales adyacentes.

La distribución espectral se debe limitar al máximo, buscar la anchura de banda mínima que permite detectar la presencia del pulso con la tasa de error requerida.

Filtro de coseno cuadrado.

$$f(t) = \cos^2\left(\frac{\pi t}{2}\right) = \frac{1 + \cos\left(\frac{2\pi t}{\pi}\right)}{2}$$

Mantiene el 50% de la energía en su ancho de banda $R_b/2$.

Dando buen compromiso: forma de pulso- ancho de banda.

Filtro Gaussiano.

$$H(f) = e^{-\left(\frac{f}{f_c}\right)^2}$$

Codificación binaria por cambio de fase. (Binary phase shift keying)

Sé varia la fase para transmitir información de una tira de bits. El numero M de fases que es usado es $M = 2^n$ donde n varia de 2 a 16.

M-fase PSK modulador: La tensión de modulación digital introduce la fase de la portadora en uno de los diferentes M-estados.

$M = 2 \rightarrow$ PSK - binaria (dos fases separadas 180° , una indica estado bajo "0", otra estado alto "1")

$M=4 \rightarrow$ PSKcuaternaria.

Quaternary PSK (QPSK).

Codificación por cambio de fase en cuadratura. Cuatro fases equiespaciadas representan los dígitos 00, 01, 11, 10, cada fase transmite dos bits QPSK.

Esquemas de modulación QPSK

Tabla II-1 Esquemas de Modulación QPSK

	00	01	11	10
V 22	90 grados	0 grados	270 grados	180 grados
V.26	0 grados	90 grados	180 grados	270 grados
V.26 BITS	45 grados	135 grados	225 grados	315 grados

En los canales (fase y cuadratura) el valor binario 1 se indica por $I = Q = +1$

el valor binario 0 se indica por $I = Q = -1$

Si los datos no cambian de un periodo al siguiente la fase de la portadora no cambia.

Si hay un cambio de un bit la portadora es desfasada 90° .

Si ambos bits cambian la fase de la portadora cambia 180° .

QAM: Modulación en Amplitud Cuadratura

Combinación de modulación en fase y modulación en amplitud.

La eficiencia espectral de QAM es la misma que PSK. QAM tiene mejor eficiencia en potencia.

II.1.1 TIPOS DE SATÉLITES

Satélite natural

Es un cuerpo celeste animado con movimiento de translación entorno, generalmente, de un planeta.

Satélite artificial

Es un elemento físico capaz de recibir y transmitir señales en forma analógica o digital de alta calidad, está colocado en órbita por las necesidades que tiene el hombre para recibir y transmitir información a cualquier punto de la Tierra. La mayoría de los satélites de comunicación se colocan en el arco satelital; es decir, se encuentran en la órbita geosíncrona o geoestacionaria, a una altura aproximada de 36,000 Km sobre el Ecuador; su velocidad es igual a la de la rotación terrestre y giran sobre su propio eje; por ello, cada satélite parece inmóvil con respecto a la Tierra, permitiendo que las antenas fijas apunten directamente hacia cualquier satélite.

Un satélite es capaz de recibir y transmitir datos, audio y video en forma analógica o digital de alta calidad y en forma inmediata. Está formado

por transpondedores. El satélite toma su energía de la radiación solar, cada satélite tiene un tiempo de vida determinado que varía según la cantidad de combustible que posee. Dicho combustible sirve para mover al satélite cada vez que éste se sale de su órbita, si el satélite pierde su posición y no tiene combustible, no hay manera de regresarlo ya que es atraído por las fuerzas espaciales hasta que se pierde. El satélite tiene un margen bien determinado en el espacio, como un cubo imaginario de aproximadamente 75 Km por lado, en el cual se desplaza sin salirse de control.

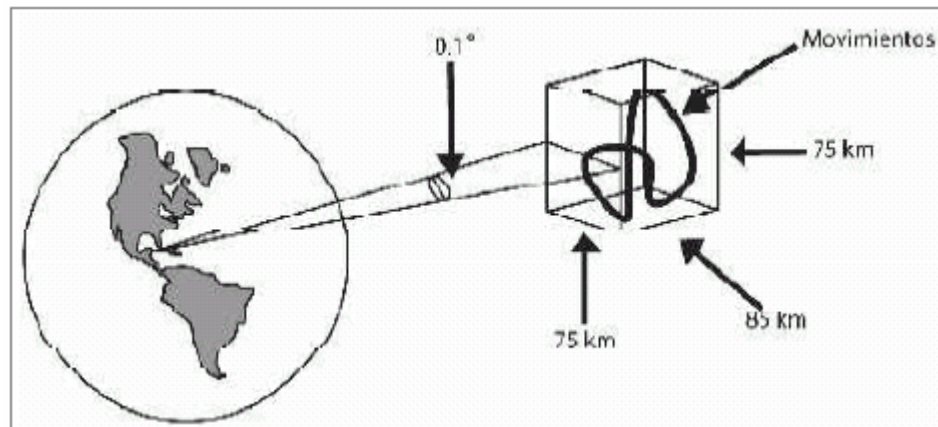


Figura II-3 El Satélite

II.1.2 SUBSISTEMAS DE UN SATÉLITE

Un satélite generalmente se diseña en varios subsistemas para que al ser puesto en órbita pueda ser controlado desde la tierra. Cuenta con los subsistemas de potencia, propulsión, telemetría y comando, y el de comunicaciones, entre otros.

Subsistema de potencia

Éste genera y distribuye potencia eléctrica de corriente directa para soportar las operaciones del satélite durante todas las fases de la misión. La

potencia primaria es proporcionada por radiación solar a través de las celdas solares de alta densidad hasta el fin de su vida; la potencia secundaria es proporcionada durante el lanzamiento y los eclipses por un sistema de baterías de níquel-hidrógeno.

Subsistema de propulsión

Se trata de un sistema integral bipropelante que permite la inserción en órbita, el control de orientación y las funciones de mantenimiento en su órbita geosíncrona.

Subsistema de telemetría y comando

Éste proporciona la recepción y demodulación de comandos en la banda C para su alineación en el cubo imaginario de operación, y de comandos durante todas las fases de la misión.

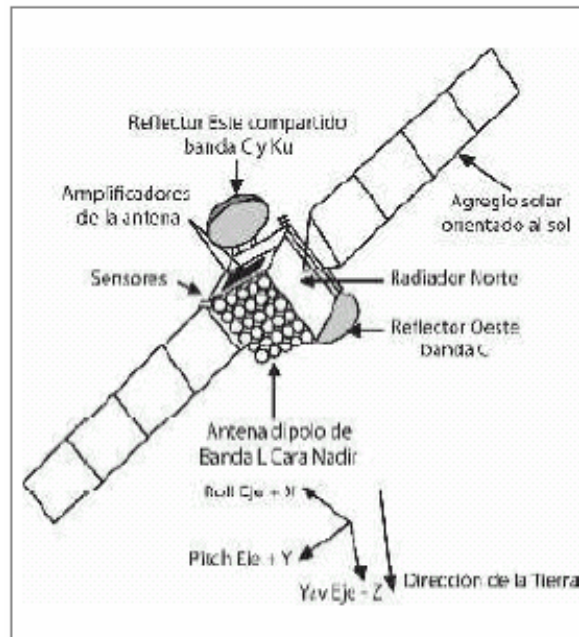


Figura II-4Partes de un Satélite

II.1.3 PARTES DE UN SATÉLITE ARTIFICIAL

Subsistema de comunicaciones

Este permite ampliar y diversificar los servicios de comunicación satelital que actualmente existen, así como optimizar el uso del segmento espacial al permitir nuevas técnicas de explotación; también permite manejar las regiones de cobertura para la comunicación en diferentes bandas, como la banda C, Ku y L.

Transponder

Es un dispositivo que forma parte del satélite, el cual cuenta con varias antenas que reciben y envían señales desde y hacia la Tierra. Los satélites tienen Transpondedores verticales y horizontales. El transponder tiene como función principal amplificar la señal que recibe de la estación terrena, cambiar la frecuencia y retransmitirla con una cobertura amplia a una o varias estaciones terrenas. Recoge la señal entrante de la antena receptora, ésta es amplificada por un LNA (amplificador de bajo ruido), que incrementa la señal sin admitir ruido. De la salida del LNA la señal es introducida a un filtro Pasa Banda (FPB) para eliminar lo que no pertenece a la señal original y luego esta señal se pasa a un convertidor de frecuencia (OSC) que reduce la señal a su frecuencia descendente, ésta pasa para su amplificación final a un HPA (amplificador de alta potencia, usualmente de 5 a 15 watts), que tiene un amplificador de potencia de estado sólido (SSPA) como amplificador de salida. Una vez concluido el proceso, la señal pasa a la antena descendente y se realiza el enlace con la estación receptora.

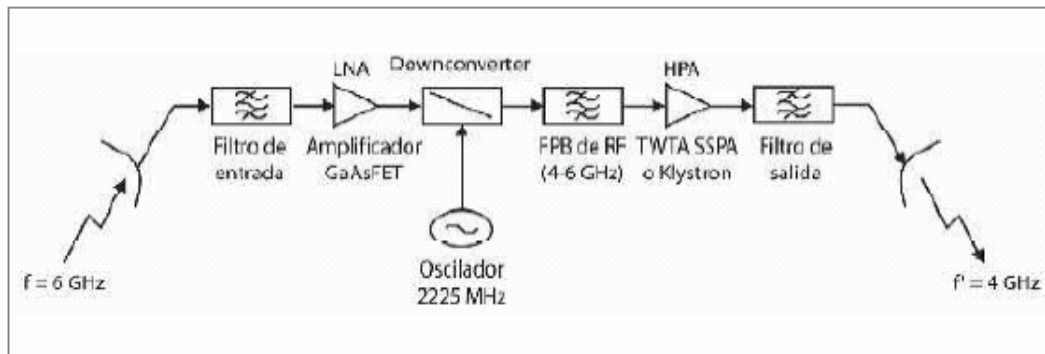


Figura II-5 Diagrama Básico de un Transpondedor en Banda C

Tipos de transpondedores

Tabla II-2 Tipos de Transpondedores

Transpondedor	Estructura	Ancho de banda	Banda
Tipo N	Angosto	36 MHz	C 6/4 GHz
Tipo W	Ancho	72 MHz	C 6/4 GHz
Tipo Ku	Ancho	54 o 108 MHz	Ku 14/12 GHz
Tipo Ku	Angosto	36 MHz	Ku 14/12 GHz

Principales funciones de un transpondedor

En la comunicación satelital es necesario que la señal que se envía a un Transpondedor determinado pueda recibirse por cualquier estación terrena situada en la zona de cobertura correspondiente.

- ✓ • Recibir y transmitir señales.
- ✓ • Aumentar la potencia de las señales. Este proceso es indispensable, ya que sin la potencia suficiente la información llegará en forma deficiente o simplemente no se recibirá.

- ✓ • Disminuir la frecuencia e invertir la polaridad. Son dos maneras de evitar que las señales, tanto de ascenso como de descenso, se interfieran y de que existan pérdidas en la información.

II.2 APLICACIONES DE LOS SATÉLITES

Existe una gran variedad de satélites artificiales girando junto con la Tierra con diferentes aplicaciones como son: científicas, militares, astronómicas, etcétera; equipados, de acuerdo a sus aplicaciones, con diferentes instrumentos y fuentes de energía (celdas fotovoltaicas, nucleares, etcétera).

Satélites científicos. Recogen datos del campo magnético terrestre, auroras boreales y distintos tipos de radiación.

Satélites astronómicos. Permiten escrutar el espacio sin el obstáculo que presenta la atmósfera terrestre, ya que ésta absorbe gran parte de la luz y la radiación.

Satélites meteorológicos. Recogen información sobre la atmósfera, los grupos de nubes y el equilibrio térmico.

Satélites de comunicaciones. Permiten la transmisión telefónica, de imágenes, de datos de la red de Internet, de programas de televisión, etcétera.

Satélites de navegación. Situados en órbitas fijas, emiten señales para ayudar a barcos y aviones a determinar su posición.

Satélites de observación o espías. Fotografían instalaciones militares, nucleares, detectores de misiles y son utilizados básicamente para fines militares.

Satélites de investigación de recursos terrestres. Informan de la existencia de bosques, yacimientos de petróleo, etcétera.

El sistema Fly-away utiliza como referencia el satélite de INTELSAT.

II.3 ANTENAS

Una antena es el elemento final en toda telecomunicación de radiofrecuencia. Se puede utilizar tanto para emitir como para recibir aunque para este trabajo se hablará de las antenas.

II.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ANTENAS

Las características que más interesan en una antena desde el punto de vista de su instalación son: Ganancia, Directividad, Relación Delante/Atrás (D/A), Frecuencia o banda de trabajo, Impedancia, Carga al viento.

La directividad es la capacidad que tiene una antena para recibir señales sólo en ciertas direcciones y sentidos determinados. La directividad es una característica que indica el ángulo en que una antena puede recibir. El ángulo de apertura indica los puntos en los que la ganancia de la antena disminuye en 3 dB respecto al valor máximo. En este Ángulo la señal captada por la antena es adecuada. Cada parte en el diagrama de radiación se denomina "lóbulos".

La relación delante/atrás (D/A), es la relación, expresada en dB entre la ganancia máxima del lóbulo principal de la antena y la ganancia máxima de cualquier lóbulo comprendido entre 90° y 270° respecto al lóbulo principal. Sin embargo, los fabricantes suelen suministrar el dato respecto a 180° (por detrás) del lóbulo principal.

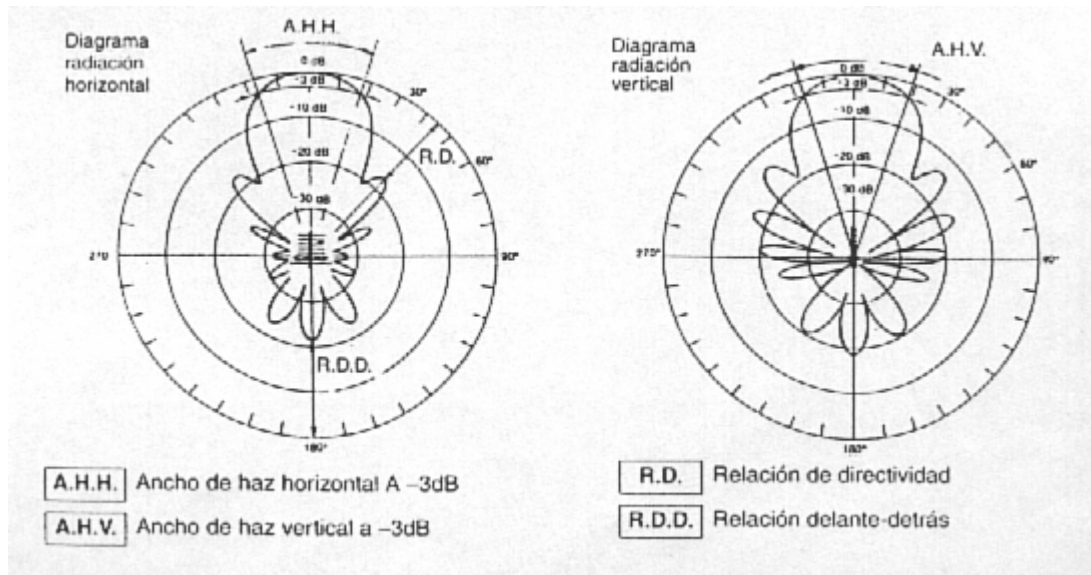


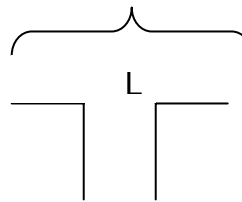
Figura II-6 Relación Delante Atrás.

FRECUENCIA O BANDA DE TRABAJO: El margen de frecuencias sobre el que una antena puede trabajar se denomina "ancho de banda pasante" o banda de trabajo.

Las antenas se pueden clasificar en banda estrecha (un solo canal) o banda ancha (para cubrir una gama de frecuencias UHF o todas las bandas de TV).

Como regla general, la ganancia de una antena de banda ancha es inferior que la de una de banda estrecha.

La longitud de las varillas de una antena esta relacionada con la frecuencia central de trabajo. Para un dipolo resulta:



$$L = \lambda / f ; \lambda = 300 / f$$

En donde f [Mhz] y λ [m]

Amplificadores de potencia

Los tres tipos más comunes de HPA utilizados en las estaciones terrenas son el de Klistrón (KPA), el de tubo de ondas progresivas (TWTA) y el amplificador de potencia de estado sólido (SSPA). Dado que sus características son tan diferentes, el presunto usuario debe estar al tanto de esas diferencias, así como de otras peculiaridades del sistema, que podrían afectar a la selección de los tipos adecuados de HPA y de potencia para satisfacer sus necesidades en cuanto a la transmisión de sus propias portadoras.

Reducción de potencia (back-off)

Si existen varias portadoras operando por el mismo amplificador, se debe reducir el punto de funcionamiento a la región lineal de la característica de transferencia dinámica de éste, para aminorar el efecto de la distorsión por intermodulación.

Potencia Isótropa radiada efectiva (p.i.r.e)

La potencia radiada por la antena transmisora no se distribuye de manera uniforme. Su distribución depende de la directividad o abertura angular del haz de la antena. La potencia radiada, (PT), de la antena transmisora multiplicada por la Ganancia, (GT) de la misma antena, se define como la potencia isotrópica radiada efectiva (p.i.r.e.) y generalmente se lee en dB con referencia a 1 vatio(dBw).

II.3.2 SEGUIMIENTO DE UNA ANTENA

Los satélites no mantienen una posición geoestacionaria exacta. A menos que se corrija, el plano de inclinación orbital aumenta a razón de $0,86^\circ$ promedio por año con respecto al Ecuador como resultado de la atracción gravitacional de la luna y el sol. Además, las órbitas no son perfectamente circulares, por lo que se produce una deriva de este/oeste.

Una inclinación de la órbita del satélite hace que el punto subsatélite (el punto situado directamente debajo del satélite) se mueva formando una elipse abierta, por lo que se requiere una antena de estación terrena para seguir el satélite reducir el mínimo de la degradación de la señal. El factor principal que determina la magnitud del seguimiento necesario es la precisión del mantenimiento en posición del satélite.

Mantenimiento en posición del satélite

Para mantener el satélite en la posición asignada en la órbita geoestacionaria, y mantener la densidad de flujo de potencia, se hacen ajustes periódicos por medio de telemandos emitidos por una estación de telemetría, seguimiento control y monitoreo (TIC&M), que confinan la deriva del satélite a ciertos límites.

Ángulos de visibilidad hacia satélites geoestacionarios

Para que una estación terrena pueda seguir a un satélite es necesario disponer de los medios para seleccionar los ángulos de elevación y azimut requeridos de la antena ubicada en el sitio específico. La elevación y el azimut son los parámetros orbitales del satélite y longitud y latitud del sitio en tierra.

Fórmula para calcular los Ángulos de visibilidad hacia los satélites Geoestacionarios.

Para que una estación terrena pueda seguir un satélite, es necesario disponer de los medios para seleccionar los ángulos de elevación y azimut requeridos de la antena ubicada en el sitio específico. Si la longitud relativa del sitio en tierra (con referencia al punto subsatélite) es θ y la latitud terrestre es Φ entonces el ángulo de elevación se obtiene de:

$$E = \arccos \left[\frac{(1 - \cos^2 \theta \cos^2 \Phi)^{1/2}}{(1 + r^2 - 2r \cos \theta \cos \Phi)^{1/2}} \right]$$

Donde:

$$\Theta = (\text{longitud del satélite}) - (\text{longitud del sitio}) \quad \text{y}$$

$$R = r_e / (r_e + h)$$

r_e es el radio de la tierra y h es la altitud del satélite sobre ésta. Dado que la altitud nominal del satélite es 35.784km y el radio de la tierra es 6.378km.

$$R \sim 0,151$$

El ángulo es azimut “a” depende del parámetro A y la ubicación relativa del sitio en tierra con respecto al punto subsatélite. El parámetro A se obtiene de:

$$A = \arctan(\tan \theta / \sin \Phi)$$

Para Venezuela:

$$AZ = 180 - A$$

$$AZ = 180 - \arctan(\tan \theta / \sin \Phi).$$

Relación C/No

En sistemas digitales es común designar la potencia de la portadora modulada C con relación a la potencia de ruido N, medidos a la entrada del receptor, como una manera de obtener información acerca de la calidad de la señal recibida.

C/No es simplemente C/N pero N medido en 1Hz de ancho de banda.

C es sinónimo de nivel de señal recibido (Received Signal Level – RSL).

No = KT donde K = constante de Boltzmann.

Entonces se tiene que $C/No = C/7KT$

Relación G/T

Conocida también como figura de mérito de la antena, viene dado por la siguiente expresión:

$$G/T \text{ (dB)} = 10 \log G - 10 \log T \text{ (dB)}$$

G, es la ganancia de la antena.

T, es la temperatura de ruido del sistema.

Unidades de medida en señales

Antiguamente se utilizaba el mV como unidades, para medir la señal. Con esta medida se sabía que 500 mV eran suficientes para ver la T.V. con nitidez en B/N. En la actualidad esta unidad se ha sustituido por el dB decibelio que es un submúltiplo del Belio que es una conversión logarítmica debida a Bell.

Plataformas de los servicios satelitales

Consiste en las diferentes técnicas de modulación, acceso y características muy particulares orientados a aplicaciones bien definidas en los estándares de INTELSAT (IESS), y comprobadas en los procedimientos de prueba (SSOG) en la mayoría de los casos.

TDMA (Time Division Multiple Access)

Time Division Multiple access (TDMA) es una tecnología usada comunmente en Satélites, Inalámbricos y medios de transmisión por Cables, compartiendo una banda de frecuencia entre múltiples usuarios.

En TDMA múltiples usuarios (estaciones terrenas) comparten un transpondedor completo, y en cortas y repetidas ráfagas de tiempo cada uno transmite su propia información, sin que esta se solape con la de los otros usuarios.

Aunque las transmisiones de cada usuario usan la misma frecuencia y ocupan todo el ancho de banda del transpondedor, las ráfagas de transmisión son temporizadas de manera que cada una llegue al transpondedor del satélite en una secuencia preasignada. Luego de pasar por el transpondedor éstas arriban en las estaciones terrenas.

Esta plataforma se ajusta a las especificaciones del IESS 317 (TDMA de bajo costo o de segunda generación) que es la versión mejorada del TDMA-307 (versión antigua) y es compatible con esa.

El TDMA es compatible con todos los estándares de comprensión digital en banda vocal (DCME) 64, 40, 32, 24 y 16 kbps, así como a las más recientes técnicas de comprensión aprobadas por la ITU-T.

La calidad del TDMA es equivalente a la de la fibra óptica, y excede los requisitos de calidad establecidos en la Rec. G826 de la ITU-T. Resultando así el servicio de mejor calidad que ofrece INTELSAT. Esto debido a que permite que una sola portadora accese el transpondedor durante un tiempo determinado, permitiendo así explotar al transpondedor cerca de la potencia de saturación. Como resultado de ello, la relación C/N del enlace de la bajada es la más elevada y por otro lado no existen productos de intermodulación ya que no existen en ese momento otras portadoras adyacentes como es el caso de la técnica FDMA.

La disponibilidad del TDMA ha sido superior a la de las otras plataformas de servicios. Como un ejemplo, la red ofreció en el año de 1994 una disponibilidad en el satélite 335.5° E de 99.999%.

La red de TDMA de INTELSAT ofrece una conectividad flexible:

Debido al hecho de que cada usuario de un transpondedor puede recibir todos los Burst (ráfagas) en esa unidad, entonces este se conecta con cualquier otro usuario del mismo transpondedor.

En el caso de que el satélite tenga la opción de “Conmutación a Bordo” para el TDMA (SSTDMA), y los terminales es del tráfico “Hop – Transponder”, es decir, que puedan transmitir o recibir por más de un transpondedor.

SS TDMA(Satellite Switched TDMA)

En la opción SSTDMA (usado en la región del atlántico en el satélite 335.5 grados ESTE) los enlaces de subida (upbeams) son conmutados, durante la trama TDMA, a los enlaces descendentes (downbeams) disponibles. Esto se lleva a cabo por una matriz a bordo del satélite. La figura 5.4 presenta un bosquejo de lo que es el concepto de SSTDMA. El tráfico desde el punto de terminales ubicados en el enlace ascendente No 1, puede ser conmutado a tres diferentes enlaces de bajada. Igual sucede para los otros enlaces ascendentes. De esta manera la utilización de los transpondedores es maximizada.

TSM (TDMA System Monitoring)

Existen dos sistemas de monitoreo de la red TDA colocados junto al SSRTE, los cuales proveen mediciones para dar soporte a INTELSAT en la operación de la red.

Cada TSM realiza las siguientes medidas sobre todas las ráfagas recibidas de cualquier transpondedor dentro de la cobertura de la estación de referencia:

Potencia relativa del Burst.
Posición relativa del Burst.
Frecuencia de la portadora QPSK.
Pseudo Bit error Rate.

Adicionalmente, el TSM mide el EIRP DEL Burst de referencia del SSRTE.

NRDE (Non- Reference Diagnostic Equipment)

Como se sabe, los terminales de referencia sólo pueden recibir y por lo tanto monitorear hasta dos haces zonales por cada hemisferio. Los Burst de tráfico de los otros haces zonales son monitoreados por hasta dos NRDE.

El NRDE es en equipo de recepción solamente, el cual supervisa registra y transmite los status de las ráfagas de tráfico al IOCTF (International Operation Center TDMA Facility)

BTP

Genera los programas de los BTP (Burst Time Plan) y planes de tiempo de requerimientos de tráfico suministrados por los operadores de los terminales de tráfico.

SSC (Satellite Control Center)

El Centro de Control de Satélites de INTELSAT, es el sistema central de control de posición orbital y monitoreo de todos los satélites de INTELSAT. Este se conecta con el IOCTF y las estaciones TTC&M vía

enlaces de datos. Para SSTDMA y durante los cambios del SSBTP, el SCC provee la carga a las memorias de los DCU de los satélites con el nuevo Satélite Switch Time Plan (SSTP).

El SCC también recibe la data de desviación de frecuencia de los TSO proveniente del IOCTF y comanda las correcciones de las mismas.

El SCC monitorea la carga útil del satélite y controla cualquier anomalía dentro del sistema TDMA.

La estación TTC&M

Es el enlace “físico” entre el satélite y el SCC. Aquí se ejecutan los comandos control de posición del satélite además del control y monitoreo de sus funciones que son transparentes a la red TDMA.

El IOCTF (INTELSAT Operation Center TDMA Facility)

Es el HUB de comunicaciones de datos del sistema, coordina todas las actividades de éste, proveyendo conectividad a los múltiples elementos de control y monitoreo de la red.

Las funciones principales del IOCTF son:

Coordinación de los procesos de cambio de SSBTP entre todos los elementos de la red. Para la distribución de los planes de tiempo a los terminales de tráfico. El IOCTF usa módems a dos hilos vía red publica conmutada. El IOCTF obtiene los planes de tiempo desde el BTP.

Control de desviaciones de frecuencia medidas por los SSRTE, las cuales son computadas para generar correcciones a bordo del satélite vía SSC-TTC&M.

Colección y análisis de la data del monitoreo de los Burst provenientes de los NRDE y SSRTE.

II.4 INTELSAT

El sistema satelital de mayor proyección global es el INTELSAT. Por ofrecer una cobertura mundial, con más de 20 satélites en órbita y un liderazgo en el desarrollo de tecnologías de punta, siendo también por ello el más usado.

El sistema cuenta con dos elementos básicos: El Segmento Espacial, que conforman los Satélites en órbita estacionaria desplegados en las cuatro regiones. Y el Segmento de Tierra, que conforman las estaciones terrenas.

II.5 BREVE DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA DE LA FLYAWAY

La Flyaway es una estación para aplicaciones en el servicio fijo por satélite comportándose como una estación base, terrena, de tipo portátil transportable mediante remolque o a bordo de un vehículo y con posibilidad de puesta en operación en menos de 3 horas desde que se accedió a la ubicación geográfica de interés.



Figura II-7 Sistema Flyaway



Figura II-8 Camión de Transporte del Sistema Flyaway

La modalidad de acceso a la estación espacial (satélite) es de multiplexación por división en frecuencia y con una operación SCPC – MIC – MDP (*Un solo canal por portadora, modulación por impulsos codificados y desplazamiento de fase de la portadora*). La estación terrena en consideración en este trabajo está dedicada exclusivamente al establecimiento de enlaces para transporte de señales de video y audio asociado para servir eventos de diferentes clientes a realizarse en cualquier parte del territorio venezolano.

Su estructura presenta un enfoque de integración de los diferentes componentes del sistema, diferenciándose los siguientes elementos o equipos, según el diagrama de bloques de la Figura a continuación

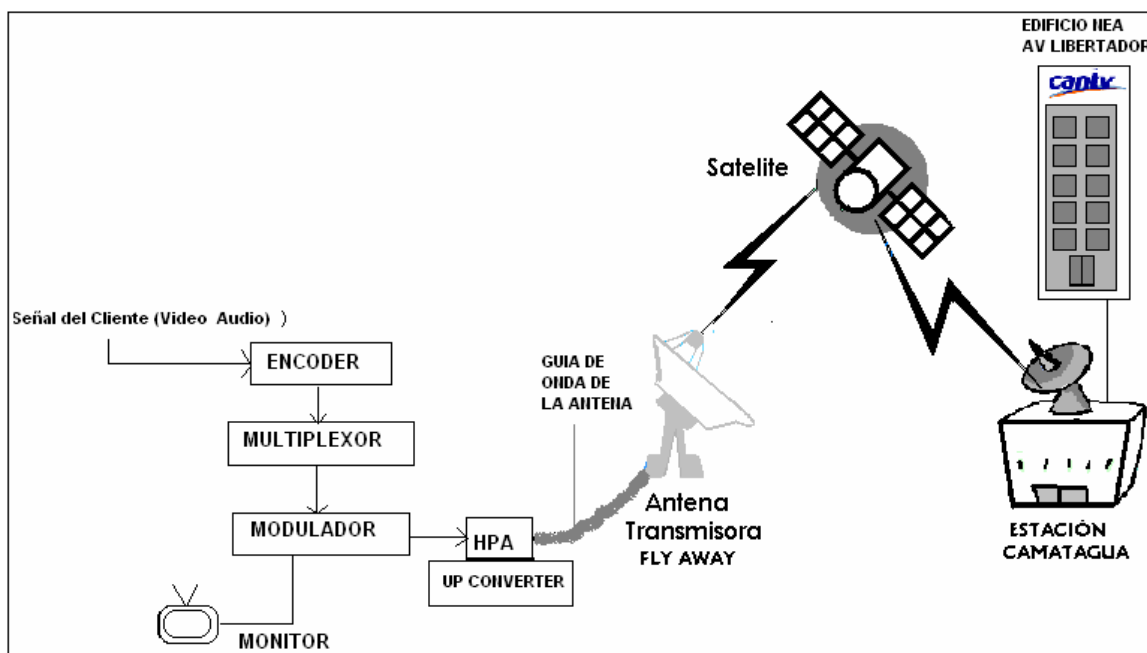


Figura II-9 Diagrama General de Conexión del Sistema

II.5.1 MPEG ENCODER

Trata la señal de interés, en este caso de la señal de video y audio proveniente de una fuente como una cámara y la codifica en formato MPEG II (Moving Picture Experts Group II) y luego a formato DVB (Digital Video Broadcasting) para su subsecuente inserción a la etapa de modulación.

II.5.2 MODULADOR

La señal de interés tratada en el codificador, va a modular por desplazamiento de fase con opción de dos o cuatro estados (BPSK o QPSK) a una portadora y elevada a Frecuencia Intermedia (75 MHz). El bloque unitario actúa también como Up Converter. Esta unidad toma la señal de IF procedente del modulador y la eleva a una frecuencia en banda del enlace

ascendente en banda C o Ku . La frecuencia de la portadora resultante estará en la banda pasante del transpondedor escogido en la estación espacial con la que se opera.

II.5.3 AMPLIFICADOR DE POTENCIA

El amplificador de potencia (HPA) de la Flyaway es un tubo de ondas viajeras con potencia de saturación nominal de 400 watts y una ganancia mínima de 50 dB en el ancho de banda del enlace ascendente en banda C.

II.5.4 ANTENA

La antena está conformada por un reflector parabólico de 1,5 m de diámetro con alimentador descentrado y con polarización circular. Su ganancia en transmisión es de 39,44 dBi medida en la frecuencia inferior de la banda ascendente. La Figura de mérito de la cadena de recepción de la Flyaway con el equipamiento mencionado es de -6 dB/K

Los subsistemas anteriormente mencionados responden al equipamiento tal y como se presenta integrado en la estación terrena mas no son indicativos de los dispositivos que evidentemente conforman cada subsistema pero que tecnológicamente se presentan integrados para operación.

II.5.5 MULTIPLEXOR

Funciona como un selector de datos en el sistema, recibe dos entradas(audio y video) y lo envía a un medio de transmisión.

II.6 CARACTERIZACIÓN GENÉRICA DEL ENLACE SATELITAL ESTABLECIDO CON EL SISTEMA FLYAWAY. OBJETIVOS DE CALIDAD Y DESEMPEÑO

El enlace satelital se establece entre la estación terrena, un satélite geoestacionario a especificar posteriormente y el Telepuerto de CANTV en Camatagua. La operación con satélites geoestacionarios va asociada a altas pérdidas en la propagación en cada trayecto (mas de 190 dB en banda C) de tal manera que los niveles de potencia recibidos tanto en la estación espacial como en la estación terrena pueden presentar márgenes reducidos en relación con los niveles de potencia de ruido total en las cadenas de recepción. Consecuentemente es fundamental el diseño del enlace a efectos de garantizar una determinada relación C/N para un porcentaje de tiempo así mismo determinado. Tal relación determina a su vez bien sea una relación determinada de E/N_0 para una tasa de bit erróneos específica o para una relación S/N en casos analógicos, dependiendo del tipo de equipamiento y el tratamiento dado a la señal.

A continuación se presentan consideraciones generales sobre los objetivos de calidad usualmente utilizados a nivel comercial y particularmente para el tipo de señales de video con que opera la Flyaway. Sin embargo se señala que el elemento variable en la puesta a operación de la estación terrena es precisamente la calibración y ajuste del enlace en radiofrecuencia y por ende la obtención de una C/N umbral. Alcanzado tal objetivo, la interrelación con la tasa de error de bitios va a ser constante pues el equipamiento de tratamiento de señal, modulación y up conversión no varía con el traslado de la estación a sus diferentes ubicaciones. La calibración de tal equipamiento efectivamente se corrobora en sitio mas no es inherente a la operación satelital.

En cualquier caso, si bien la calidad de servicio (QoS) conceptuada en cuanto al efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio “*que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio*”¹ es la figura final indicadora que pudiera ser de interés a nivel comercial, los múltiples elementos y segmentos de la comunicación involucrados para su determinación trascienden en mucho a la operación de la estación terrena, específicamente de la Flyaway y ciertamente al alcance del presente trabajo. Vale la pena indicar que la señal de audio y video que cubre un evento remoto va a ser transportada por la vía satelital hasta Camatagua, en donde se retransmitirá vía microondas o fibra óptica hasta un centro de distribución y de éste al cliente, el cual a su vez difundirá vía TV la señal en cuestión. Por ende la QoS no es determinable en el presente contexto. Un indicador más acotado que la QoS es la calidad de funcionamiento de una red (NP), más sin embargo tampoco es útil básicamente por las mismas circunstancias. La Recomendación UIT-T E.430 señala parámetros de “calidad” aplicables a las capas inferiores en la OSI (Open Systems Interconnection) aplicables a comunicaciones por satélite, a saber: disponibilidad del enlace, calidad de la transmisión, tiempo de propagación, capacidad y caudal del sistema, seguridad y protección de la data y nota media de opinión.

Los elementos contingentes a la calidad en la puesta en operación de un enlace satelital con la Flyaway transportando la señal de video y audio asociado, están referidos principalmente a la calidad de la transmisión entre las estaciones terrenas, y nominalmente a la disponibilidad del enlace y

¹ Recomendación E.800 UIT-T

tiempo de propagación. Es directamente asimilable el Trayecto Digital Ficticio de Referencia (TDFR) que se presenta en la Parte I posteriormente. Los otros parámetros serán mas determinados por los otros segmentos, no satelitales, necesarios para la entrega de la información al destino final.

La disponibilidad del enlace está referida a la relación en porcentaje del tiempo indisponible al tiempo total: $[100 - \text{indisponibilidad}] (\%)$ y el criterio de disponibilidad está referido a su vez a una calidad de funcionamiento sobre un límite umbral. La indisponibilidad conlleva a sobrepasar tal límite durante un tiempo determinado. Así mismo, el criterio de calidad de transmisión, cualquiera que este fuere, únicamente está definido cuando el enlace está disponible (cuando presenta un índice de calidad mayor al umbral).

Tanto los índices de disponibilidad como de calidad de transmisión se expresan asociados a probabilidades de alcance de niveles determinados. Tal asociación probabilística esta principalmente requerida por las variaciones aleatorias de los niveles de potencia de la portadora y del ruido asociado consecuentes de la a su vez variaciones aleatorias de las circunstancias que las afectan. (hidrometeoros, absorción atmosférica, refracción, despolarización, etc.)

Dada las características operativas de los servicios prestados por la Flyaway, donde el tiempo de operación por evento está muy acotado (algunas horas), y la puesta en operación de la estación se efectúa en el momento para una ubicación determinada y para circunstancias estimables de corto plazo (próximas horas), el establecimiento y ajuste del enlace no asume criterios para protección de indisponibilidad. El enlace se establece en el momento para alcanzar determinado valor de calidad de transmisión el cual está continuamente observándose durante la operación. Si bien una

planificación teórica se efectúa a efectos de la adquisición del tipo de Flyaway de tal manera de asegurar la provisión de márgenes para operación en “peores” condiciones, la operación en la práctica es ajustada al momento específico e intervenida por el operador, si fuere necesario.

En cualquier caso, el criterio genérico de disponibilidad es el establecido en la recomendación UIT-R S.579 , a saber se considera que el enlace estará indisponible si se produce una o más de las siguientes condiciones en cualquiera de los dos extremos de tal enlace durante más de 10 segundos consecutivos:

- a) Hay pérdida de alineación de trama o sincronización.
- b) BER, tomado el valor medio durante 1 seg, excede 10⁻³.
- c) 10 segundos con muchos errores consecutivos. (UIT-R S.1062).
- d) La indisponibilidad debida a la propagación no debe superar el 0.2% de cualquier mes.

Y el criterio de calidad en transmisión se referencia a la recomendación UIT-T G.826 utilizándose la proporción de segundos con error (SE) o la cantidad de segundos donde han existido bloques o ráfagas con error –medidas en slots de 1 seg- , dividida por el tiempo total del intervalo de medición. El objetivo teórico es no superar el 1,4% en un TDFR a velocidades menores de 5 Mbps y con bloques menores de 8 Kbits

En cuanto al retardo de propagación, éste se asume como constante una vez establecido el enlace. Siendo el enlace de característica unidireccional, las variaciones eventuales de retardo que pudieran ser causadas por centelleos en el índice de refracción atmosférico con afectación en la longitud del trayecto pasan desapercibidos en el extremo receptor. La misma unidireccionalidad enmascara un retardo constante el cual no será

detectado por el cliente final. Dado que la señal de audio está asociada a la de video y a su vez incorporada en una misma portadora, no es probable una afectación diferente de retardo para ambas señales en el trayecto del enlace de radiofrecuencia.

De la muy simplificada descripción de la Flyaway al comienzo de la presente introducción y de las consideraciones anteriormente expuestas, es razonable el referir los aspectos de Calidad al trayecto digital ficticio de referencia y abocarse en este trabajo centrado en el establecimiento de enlaces satelitales mediante estaciones portátiles transportables –caso Flyaway- en el tramo de radiofrecuencia establecido de IF a IF entre las dos estaciones terrenas involucradas, la Flyaway y Camatagua.

Por razones que quedarán claras en la Parte I de desarrollo del presente trabajo, va a ser precisamente la relación C/N referida a la entrada de la cadena de recepción de la estación terrena receptora en el Telepuerto de CANTV en Camatagua el parámetro fundamental que determine la calidad del enlace y particularmente la calidad de transmisión. El rol técnico de la Flyaway estará cumplido con garantizar la incidencia de una densidad de flujo determinada por portadora en la antena de recepción asociada al transpondedor utilizado en la estación espacial.

II.6.1 INTERRELACIÓN ENTRE EL SEGMENTO ESPACIAL Y EL SEGMENTO TERRENO

Una estación espacial a bordo de un satélite geoestacionario actúa fundamentalmente como un repetidor y convertidor de señales de radiofrecuencia. Las portadoras recibidas con nivel reducido de potencia consecuente de las pérdidas de propagación del trayecto del enlace

ascendente, son convertidas en frecuencia para ajustarlas a las bandas descendentes, amplificadas y transmitidas hacia la Tierra. Sin detrimento del continuo y progresivo avance tecnológico, y de las modalidades específicas de la estación espacial, (regeneración de la señal, tipos de conversión de frecuencia, linealidad de amplificadores, etc. etc.) el principio básico sigue siendo el mismo. Por ende hay una insoslayable interrelación entre el segmento terreno y el segmento espacial a efectos del establecimiento del enlace. La misma será ilustrada a continuación mediante el modelaje básico de propagación en espacio libre:

En efecto, la densidad de flujo de potencia generada por un radiador isotrópico a una distancia d es la bien conocida expresión $P_t / 4\pi d^2$ donde P_t es la potencia generada. La fracción (P_r) de la potencia total que se capta en el punto de recepción es la del área de la esfera de radio d interceptada por la antena receptora, multiplicada por un factor de eficiencia

$$P_r = P_t (A_e / 4\pi d^2) \quad (1)$$

Donde;

$A_e = A_{in}$ = área efectiva

A_i = área de intercepciòn equifase

N = factor de eficiencia que generalmente tiene un valor entre 0.5 y 0.7.

Cuando está el caso de que las antenas no son isotrópicas G_t representa la ganancia de la antena transmisora o relación entre la potencia que tendría que generar una antena isotrópica y la que genera la antena en consideración para que ambas produjeran la misma densidad de flujo de potencia en la misma dirección y distancia. Así, la potencia en el punto de recepción sería,

$$P_r = P_t G_t (A_e / 4\pi d^2) \quad (2)$$

Donde $P_t G_t / 4\pi d^2$ es la densidad de flujo de potencia, que es la potencia radiada por una antena a una distancia suficientemente grande, d , en una dirección dada. Para una potencia isotrópica en condiciones de espacio libre, la potencia p_e en la entrada de la antena se radia uniformemente en todas las direcciones a través de una esfera cuyo centro es la antena, y la (dfp) (en W/m^2) está dada por:

$$(dfp); = p_e / (4 \pi d^2) \quad (3)$$

La densidad de flujo de potencia radiada en una sola dirección dada por una antena que tiene una ganancia g_e en esa dirección es, por tanto:

$$(dfp) = p_e g_e / (4 \pi d^2) \quad (4)$$

El producto $P_t G_t$ representa un concepto convencional de ingeniería al cual se le denomina potencia isotrópica radiada equivalente o potencia isotrópica radiada efectiva o (p.i.r.e.). Tanto el amplificador de potencia de un transpondedor de una estación espacial como el homólogo de una estación terrena pueden manejar diversas portadoras, pero, en general, para un enlace específico solo interesa una de ellas, cuya potencia en el punto escogido en la cadena de recepción se designa como C .

Si las Áreas Efectivas de las antenas se expresan en función de las respectivas ganancias, por medio de la conocida expresión,

$$A_e = G \lambda^2 / 4\pi \quad (5)$$

(siendo G la ganancia de la antena, λ la longitud de onda de la frecuencia central de la portadora,) entonces, la potencia recibida en un enlace puede representarse por (1), (2) y (4) como:

$$C = \text{pire } g_R (\lambda / 4\pi d)^2 \quad (6)$$

El pire en la ecuación anterior corresponde a la fracción del total de la potencia contenida en la portadora de interés. Si definimos como pérdidas, L_{sp} , a la expresión $(4\pi d / \lambda)^2$ lo que en consecuencia serían pérdidas de espacio libre, entonces la potencia recibida de la portadora será

$$C = (\text{pire} / L_{sp}) g_R \quad (7)$$

La expresión en (5) en watts, puede ser representada en forma logarítmica y así:

$$C = \text{PIRE} - L_{sp} + G_r \quad (dBW) \quad (8)$$

$$\text{Y a su vez, } L_{sp} = 92,44 + 20 \log d + 20 \log f \quad (9)$$

En donde la distancia está expresada en Km y la frecuencia en GHz

Es claro que se manifiestan una serie de pérdidas adicionales tanto del lado de transmisión como en el de recepción, como en el trayecto de propagación. Usualmente la expresión de la PIRE incluye ya (y en su defecto hay que incorporarlas) por ejemplo, pérdidas por desacoplamiento entre el amplificador y el alimentador de la antena, y que en el caso de recepción disminuyen la ganancia efectiva de la antena en recepción. Otras pérdidas se dan en los polarizadores, en las guías de onda, etc. Posteriormente se

plantearan el conjunto de pérdidas adicionales más relevantes a la aplicación específica con el enlace establecido con la Flyaway.

En cualquier caso, las pérdidas adicionales pueden sumarse en forma logarítmica de tal manera que la ecuación (8) se exprese como:

$$C = \text{PIRE} + G_R - \Sigma L_P - \Sigma L_R - \Sigma L_o \text{ (dBW)} \quad (10)$$

En donde ΣL_P constituye la totalidad de pérdidas en el trayecto de propagación, ΣL_R las pérdidas en la cadena receptora y ΣL_o cualquier otra afectación que genere disminución de la potencia de la portadora de interés.

La expresión en (8) estableciendo la potencia de una portadora recibida, sea en un enlace ascendente o en uno descendente ofrece la primera indicación de la interrelación entre el segmento espacial y el terreno, dado que se desprende por observación que para ciertas condiciones de propagación específicas, la potencia recibida responde al balance entre la pire por portadora que una estación transmisora está ofreciendo y las características de la estación receptora.

Se desprende que si el análisis en cuestión está referido a un enlace descendente, la PIRE está a su vez referida a la PIRE por portadora ofrecida por la estación espacial, la G_R es la ganancia de la antena de la estación terrena, las pérdidas en espacio libre corresponden al enlace descendente, y las otras pérdidas a su vez referidas a tal enlace descendente y a la cadena de recepción de la estación terrena. Homólogamente, en un enlace ascendente, la PIRE por portadora es la ofrecida por la estación terrena, la G_R es la ganancia en recepción de la antena asociada al transpondedor con que se está operando y las otras pérdidas están asociadas al ascendente y a la estación espacial.

La figura a continuación presenta un esquema muy simplificado, pero útil de las cadenas de recepción de las estaciones, sean estas espaciales o terrenas.

La potencia por portadora (C) recibida se acostumbra a medirla o a calcularla en el punto T2 indicado en tal figura

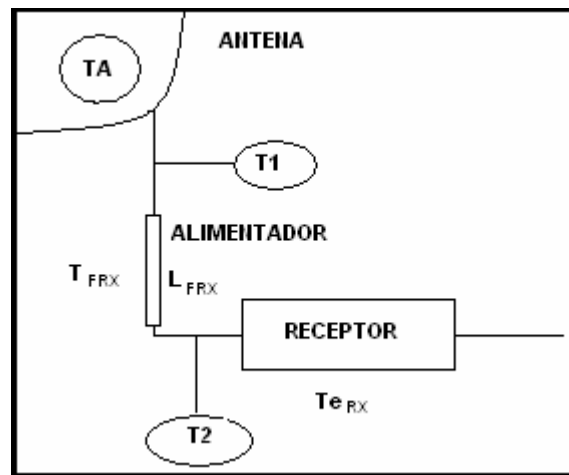


Figura II-10 Diagrama General de la Etapa de Recepción

II.6.2 CONSIDERACIONES SOBRE EL RUIDO Y LA TEMPERATURA EQUIVALENTE DE RUIDO

Tal y como se adelantó en la introducción técnica, los niveles de potencia de las portadoras recibidas son, en comunicaciones por satélite, muy reducidos pudiendo estar en órdenes de magnitud similar a la del ruido electromagnético. Este, constituye así una fuente de afectación relevante que si bien está presente en cualquier enlace radioeléctrico, se manifiesta de manera particularmente disruptiva en la vía satelital degradando la operación de las redes.

Entenderemos por ruido a todos aquellos añadidos de energía electromagnética cuya potencia se combina con la potencia de la energía deseada dificultando la capacidad del receptor para recobrar y reproducir el contenido de información incorporada en tal señal deseada.

La mayor parte de las Fuentes de Ruido son clasificables según sigue:

- Fuentes naturales de radiación accesibles al patrón de recepción de la antena.
- Componentes internos al sistema de recepción
- Interferencia

El análisis del ruido electromagnético utiliza la referencia del ruido térmico, no sólo porque el mismo es efectivamente el mínimo posible generado en los componentes internos al sistema de recepción, sino que permite la utilización de la temperatura de ruido equivalente en un punto de la red como indicador del ruido electromagnético a consideración.

La potencia de ruido térmico, inherente a cualquier sistema que opera a temperaturas sobre el cero absoluto, producto del movimiento aleatorio de cargas viene dada por la conocida expresión

$$n = ktb \quad (W) \quad (11)$$

donde k es la constante de Boltzman ($1.38054 \cdot 10^{-23}$ julios/ ° Kelvin), T es la temperatura absoluta en grados Kelvin y B es el ancho de banda (Hz) en que se mide el ruido.

Generalmente para los cálculos de los enlaces se utiliza la densidad espectral de ruido $n_o = n/B = kT$ (W/Hz) o simplemente a T, independiente de la anchura de banda, en representación unívoca del ruido presente en un punto de recepción, en vez de la potencia de ruido N, de donde se deriva el concepto convencional de T como temperatura de ruido cuyo valor numérico es n/Bk .

En efecto, se define así la temperatura de ruido de un elemento o de una red como la temperatura de ruido de una fuente de ruido térmico que produce una cantidad igual de ruido disponible igual a la del elemento o red bajo consideración.

En el recorrido de la señal desde una antena hasta cualquier otro punto en una cadena de recepción puede haber ruido adicional o pérdidas introducidas por cada elemento que modifican la temperatura de ruido aparente que refleja todo el conjunto en un punto determinado. Usualmente y en referencia a la Figura anterior tal punto es el punto T2. Tomando como referencia las terminales de la antena, la temperatura del sistema es, por definición

$$T_s = T_a + T_e \quad (12)$$

donde T_a es la temperatura de ruido de la antena proveniente del exterior y T_e es la temperatura de ruido en exceso equivalente de los demás elementos hacia los terminales de la antena. Se puede determinar el exceso producido por cada elemento, por ejemplo el ruido de un amplificador suele representarse por un factor de ruido térmico F. En este caso

$$T_e = (F - 1) T_o \quad (13)$$

donde $T_o = 290$ K o temperatura física referencia de la Tierra. Si F se expresa en dB como figura de ruido o $NF = \log_{10} F$, debe convertirse a su relación numérica equivalente cuando se aplica esta ecuación ($F = 10^{NF/10}$), que es útil para convertir de factor de ruido a temperatura de ruido en exceso o viceversa. Sin embargo, en los amplificadores de muy bajo ruido es más común que se proporcione directamente su temperatura de ruido.

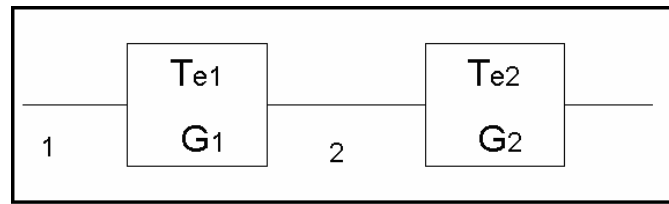
En el caso de que se hable de atenuación la temperatura de ruido excedente referida a su entrada es $T_e = T_o (I - 1)$ donde $T_o = 290$ K y I es la relación de la potencia de entrada a la de salida (no en dB), con valor >1 . El incremento a la temperatura de ruido de una antena causado por la atenuación en la atmósfera o por la lluvia equivale a la de un elemento pasivo y está siempre referido a su salida, por encontrarse antes que aquella. Entonces

$$T_e = T_o (I - 1)/I \quad \text{o} \quad T_e = T_R (I - 1)/I \quad (14)$$

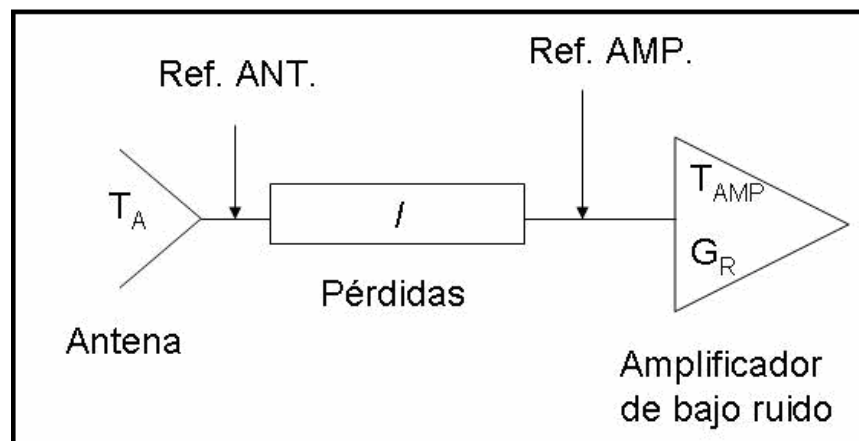
donde T_o se aplica a la atmósfera y T_R o temperatura de la masa de lluvia se toma generalmente por el valor 280K. Cuando la atenuación se representa como la relación de la potencia de salida a la de entrada del elemento atenuante $a_{\text{aten}} = 1/I$ con valor <1 , la ecuación anterior es equivalente a $T_e T(1 - a_{\text{aten}})$.

La temperatura de ruido equivalente combinada de los dos circuitos a elementos consecutivos mostrados en la figura siguiente, referida a la entrada del primero (Terminal j) se representa por

$$T_e = T_{e1} + T_{e2}/G_1 \quad (15)$$



El punto de referencia para determinar la temperatura de ruido del conjunto de elementos o temperatura de ruido del sistema es usualmente las terminales de la antena o la entrada del amplificador conectado a ella en la cadena de recepción de una estación terrena o de un transpondedor de satélite como se puede observar en la siguiente figura, o el punto T2 en la figura anterior



Es importante resaltar la conveniencia de reducir las pérdidas representadas por $/$ a una fracción de dB tan pequeña como sea posible, ya que cada aumento de las pérdidas de 0.2dB aumenta 14 K la temperatura de ruido total por sí mismo y multiplica por 1.05 la de los elementos subsiguientes (referidos a la antena).

Las relaciones C/N, C/T

La relación fundamental para diseñar o evaluar el comportamiento de un enlace es precisamente la razón entre la potencia recibida de la portadora y la potencia de ruido en el ancho de banda ocupado por tal portadora, determinadas ambas en el mismo punto de la cadena de recepción (T2 en las figuras anteriores). Por los comentarios presentados anteriormente, se encuentra en la literatura diferentes enfoques para la misma relación y usualmente en función de independizarla del ancho de banda específico. Las mismas se listan a continuación y se utilizarán indistintamente según contexto en el desarrollo ulterior:

Relación potencia portadora a potencia de ruido: c / n ; C / N (dB)

Relación potencia portadora a densidad de potencia de ruido: c / n_0 (Hz) C / N_0 (dBHz);

Relación potencia portadora a temperatura equivalente de ruido: c / T (W/K); C / T (dBW/K)

Si en la ecuación (6) dividimos ambos términos de la igualdad por la Temperatura equivalente de ruido T, se obtiene:

$$c/T = \text{pire } (g_R / T)(\lambda / 4\pi d)^2 \quad (16)$$

o lo que es lo mismo,

$$c / T = \text{pire } (g_R / T) / l \quad (17)$$

y en consecuencia

$$C / T \text{ (dBW/K)} = \text{PIRE (dBw)} + (G_R/T) \text{ (dB/K)} - L \text{ (dB)} \quad (18)$$

Por extensión a lo expresado anteriormente, si las pérdidas no están restringidas a las del espacio libre, asumimos L como la sumatoria en dB de todas las pérdidas en consideración.

La ecuación 18, nuevamente es aplicable tanto al enlace ascendente como al descendente. Las expresiones correspondientes solo varían en los subíndices:

Enlace Ascendente:

$$(c / T)_u = \text{pire}_e (g / T)_s / I_u$$

$$(C / T)_u = \text{PIRE}_e + (G/T)_s - L_u$$

Enlace Descendente:

$$(c / T)_d = \text{pire}_s (g / T)_e / I_d$$

$$(C / T)_d = \text{PIRE}_s + (G/T)_e - L_d$$

donde, u por ascendente, d por descendente, s por satélite, e por estación terrena

Enlace Ascendente:

$$(c / T)_u = \text{pire}_e (g / T)_s / I_u \quad (19)$$

$$(C / T)_u = \text{PIRE}_e + (G/T)_s - L_u \quad (20)$$

Enlace Descendente:

$$(c / T)_d = \text{pire}_s (g / T)_e / I_d \quad (21)$$

$$(C / T)_d = \text{PIRE}_s + (G/T)_e - L_d \quad (22)$$

donde, u por ascendente, d por descendente, s por satélite, e por estación terrena

Para la determinación de la $(C / T)_{Total}$, o sus ya mencionados equivalentes $(C/N_0)_{Total}$, o $(C/N)_{Total}$ ésta última en el ancho de banda de la portadora de interés, es necesario el análisis de la estación espacial y particularmente del Transpondedor que maneja el enlace. En el aparte b) de la presente Parte I, se desarrollará tal interrelación con cierto detalle. En este momento, supondremos que el Transpondedor en cuestión presenta características ideales, principalmente una función de transferencia lineal y sin generación de fuentes de ruido adicionales, que maneja sólo la portadora de interés y que ésta se beneficia de toda la potencia disponible en el amplificador de salida de tal transpondedor.

En tal circunstancia no es complejo el deducir que la ecuación del enlace total viene dada por la siguiente expresión no logarítmica:

$$(c / T)_T^{-1} = (c / T)_u^{-1} + (c / T)_d^{-1} \quad (23)$$

Aún en las hipótesis ideales planteadas, la ecuación (23) muestra el comportamiento estructural del enlace total. En efecto, la relación $(c/T)_{Total}$ nunca podrá ser mejor que cualquiera de los balances de los trayectos involucrados (en este caso, ascendente y descendente). En la práctica y por razones a observar a la brevedad, el enlace ascendente se diseña para que $(c/T)_u \gg (c/T)_d$ y en consecuencia el comportamiento del enlace total viene dado por el comportamiento del enlace descendente. $(C/T)_{Total} \approx (C/T)_d$

Pero el comportamiento del enlace descendente, por observación de la ecuación (18) viene dado por la Pire de la portadora de interés la cual está garantizada por la operación de la estación espacial, por las pérdidas en el trayecto descendente, las cuales son fundamentalmente constantes habida cuenta que el trayecto satélite – estación terrena receptora (Camatagua), no varía y por las características de la cadena de recepción de la estación de

Camatagua utilizada. Por ende, no importa cual sea la ubicación de la estación terrena transportable, la Flyaway, o las condiciones en el trayecto ascendente, el desempeño del enlace total esta “asegurado” . Ello, siempre y cuando la Flyaway pueda garantizar la consecución de que $(c/T)_u \gg (c/T)_d$

Si bien en el caso de estaciones terrenas transportables, es fundamental el obtener tal desigualdad en el comportamiento de los trayectos, tal objetivo se persigue en cualquier enlace satelital precisamente para obviar lo que sería el único costo de una de las sustanciales ventajas tecnológicas satelital: el acceso múltiple. En efecto, debido a que cualquier operador satelital maneja la carga útil de las estaciones espaciales de manera compartida entre múltiples clientes, inclusive por un mismo transpondedor, persigue evitar que el desempeño de los enlaces esté variando por cada estación terrena que entra al sistema y que el impacto de un nuevo enlace sobre otros existentes o sobre el desempeño de estaciones terrenas existentes no se vea comprometido.

A tal efecto, el operador satelital, para cada tipo de portadora a ser manejada establece especificaciones de cumplimiento obligatorio y particularmente en el enlace ascendente. Veamos:

En las ecuaciones (20) o (22) asumimos, por facilidad, que las pérdidas del trayecto ascendente están referidas a las pérdidas en espacio libre y expresamos la $pire_u$ en función de la densidad de flujo de potencia Φ , recibida en la antena, en este caso del transpondedor y que es:

$$\Phi = pire_u / 4 \pi d^2 = (pire_u / l_{sp}) \cdot (4 \pi / \lambda^2); \quad (W/m^2) \quad (24)$$

Expresando a $pire_u$ en función de Φ aplicada al enlace ascendente se obtiene

$$(C/T)_u \text{ dBW/K} = [\Phi_{\text{sat}}]_{\text{dBW/m}^2} + (G/T)_{\text{dB/K}} - 10 \log (4 \pi / \lambda^2)]_{\text{dB}} \quad (25)$$

y expresando la longitud de onda en términos de frecuencia (GHz) la ecuación anterior se convierte en:

$$(C/T)_u \text{ dBW/K} = [\Phi_{\text{sat}}]_{\text{dBW/m}^2} + (G/T)_{\text{dB/K}} - 21,46_{\text{dB}} - 20 \log [(f_c)_{\text{GHz}}]_{\text{dB}} \dots\dots(26)$$

donde f_c es la frecuencia central del transpondedor con el que se opera.

En tal expresión, G/T y f_c son características del transpondedor. La densidad de Flujo de potencia es el parámetro que el Operador satelital especifica como de obligatorio cumplimiento para la portadora elevada por la Flyaway o por cualquier estación terrena accediendo al XDR. En consecuencia, el desempeño del enlace ascendente está garantizado por el operador satelital. De nuevo, y en suerte de encadenamiento, para que la densidad de flujo de potencia especificada sea alcanzada, y por la ecuación (18), el operador de telecomunicaciones de la estación terrena tiene que calcular y ajustar sólo la pira de la portadora, y en la práctica, la potencia del amplificador de potencia de la estación, de tal manera que compense tanto las pérdidas de espacio libre como cualquier otra pérdida adicional en el enlace ascendente.

De ahí que a efectos prácticos, la portabilidad de la Flyaway, su rápida puesta en operación en cualquier lugar (del territorio venezolano), no coloca en peligro la consecución de objetivos de desempeño. La operación apropiada en Radiofrecuencia y el alcance de objetivos de calidad de transmisión del enlace total van a estar sujetos al ajuste oportuno de la

potencia entregada a la portadora de interés por el amplificador de potencia de la Flyaway. (Por supuesto, en la hipótesis de oportuno cálculo y estimación teórica de pérdidas, calibración de equipos, apuntamiento de antena, etc.)

II.6.3 LAS CADENAS DE RECEPCIÓN DE LAS ESTACIONES. FIGURA DE MÉRITO.

Las ecuaciones (16) y (18) indicativas de los balances de los enlaces ascendentes y descendentes, contienen el término G/T el cual está definido como la figura de mérito de la cadena de recepción de una estación y ciertamente constituye el parámetro mas indicativo del desempeño de una estación en recepción.

Se define como la ganancia máxima de la antena a la frecuencia de recepción y en la dirección de la estación transmisora, dividida por la temperatura equivalente de ruido de toda la cadena de recepción, referida, por convención, a la entrada del receptor. (Pto T_2), siendo la expresión matemática de tal concepto: $G / T = 10 \log (g / T); \text{ (dB/K)}$ (27)

- No es un parámetro absoluto. Depende de las condiciones de operación

- Afectado por la variabilidad de la T_e con la elevación de la antena y con las condiciones de propagación

- Supone alineación exacta entre antenas transmisoras y receptoras

- Las pérdidas por desalineación y ruido por lluvia (a revisar posteriormente), no se incluyen en G/T . Se asumen aparte.

-Debido a que $G = f(f)$ se debe especificar tal dependencia, y así:

$$(G / T)f > (G/T)_{f_0} + 20 \log (f / f_0) \quad (28)$$

donde f_0 es una frecuencia de referencia, en general la frecuencia inferior de la banda de recepción

T , es la temperatura equivalente de ruido en el punto T2 de la figura II-7 ya conocida y presentada a continuación:

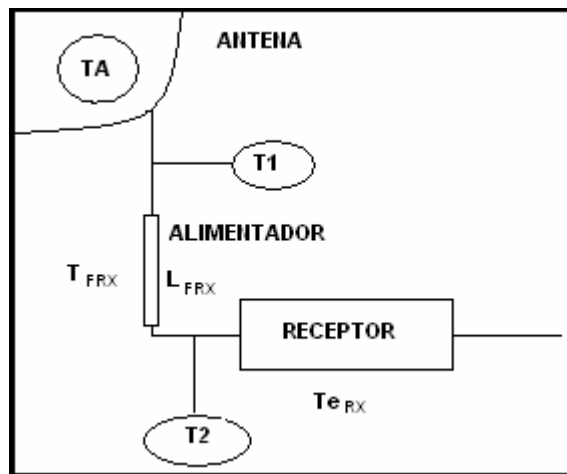


Figura II-12 Diagrama de la Etapa de Recepción

y corresponde a un equipamiento determinado en la cadena de recepción a partir de la entrada al amplificador de bajo ruido (ver siguiente figura) y a la medición en condiciones de calibración en fábrica de la Temperatura de ruido captada por la antena a una elevación y frecuencias determinadas y en condiciones de cielo claro.

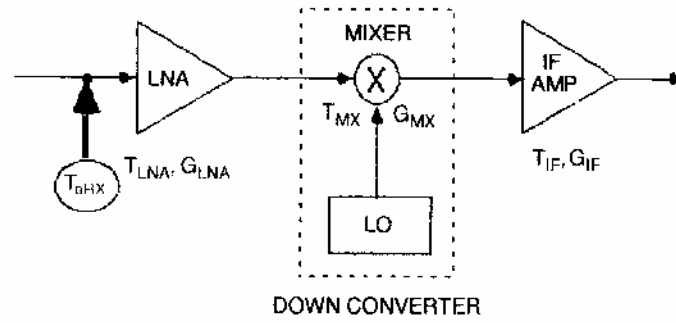


Figura II-13 Organizador de un Receptor.

$$T_{eRx} = T_{LNA} + \frac{T_{MX}}{G_{LNA}} + \frac{T_{IF}}{G_{LNA} \cdot G_{MX}} \quad (29)$$

La ecuación se transforma al aplicarse al punto T2 consabido de la siguiente forma: $T_2 = T_A / I_F + T_F (1 - 1 / I_F) + T_{eRx}$ (30)

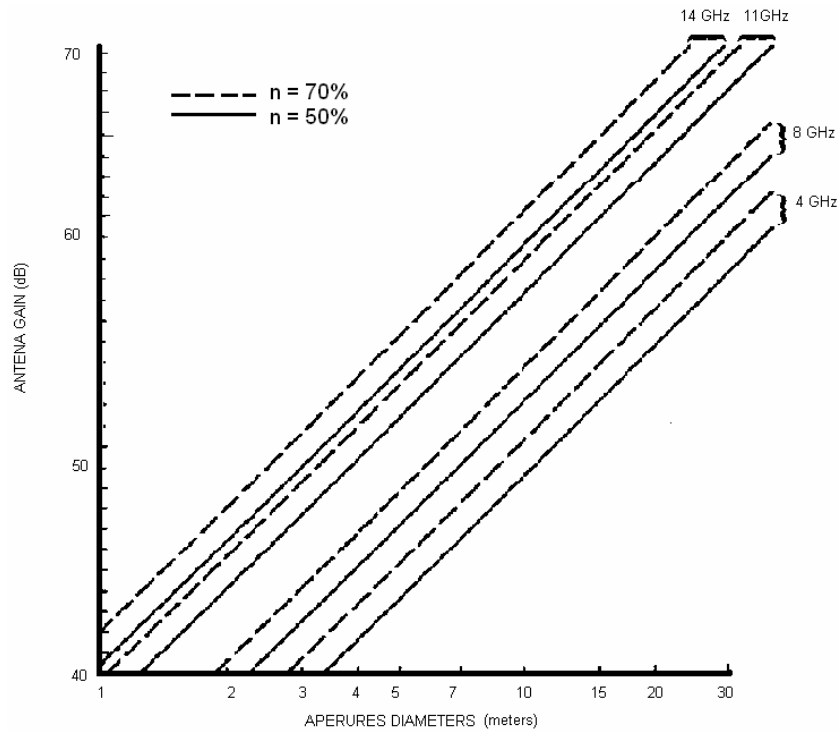
Donde T_a es la temperatura de ruido de la antena, I_f la atenuación del alimentador, T_f la temperatura de ambiente a la que está sometido el alimentador y T_{eRx} la temperatura de la cascada de equipamiento a partir del LNA según ecuación (30)

Por otra parte, la Ganancia de la antena está definida como la razón entre la potencia irradiada (o recibida) por unidad de ángulo sólido en una dirección determinada y la potencia radiada (o recibida) por unidad de ángulo sólido de una antena isotrópica alimentada con la misma potencia. La ganancia es máxima en la dirección de la máxima radiación y la expresión de la misma, a partir de la ecuación (3) es: $G = A_e (4\pi / \lambda^2)$ y su expresión logarítmica con f en GHz y D en metros es:

$$G = 20.4 + 20 \log f + 20 \log D + 10 \log \eta \quad (31)$$

Donde η es la eficiencia de la antena.

La gráfica a continuación representa la expresión anterior para frecuencias en bandas C y Ku en enlaces ascendentes y descendentes y diferentes diámetros de apertura del reflector de antena.



Tal y como se mencionó anteriormente, los reflectores de la gran mayoría de antenas para comunicación vía satélite están basados en paraboloides o combinaciones de reflectores donde el reflector principal es un paraboloide con alimentación bien sea centrada o descentrada, por lo que el diagrama de radiación de estas antenas está representado por el diagrama en la siguiente figura:

en la que se observan los parámetros mas importantes del haz principal del diagrama de radiación, entre ellos el Ancho del haz, el cual es el *ángulo sólido definido por las direcciones respecto a los puntos de potencia media del lóbulo principal*

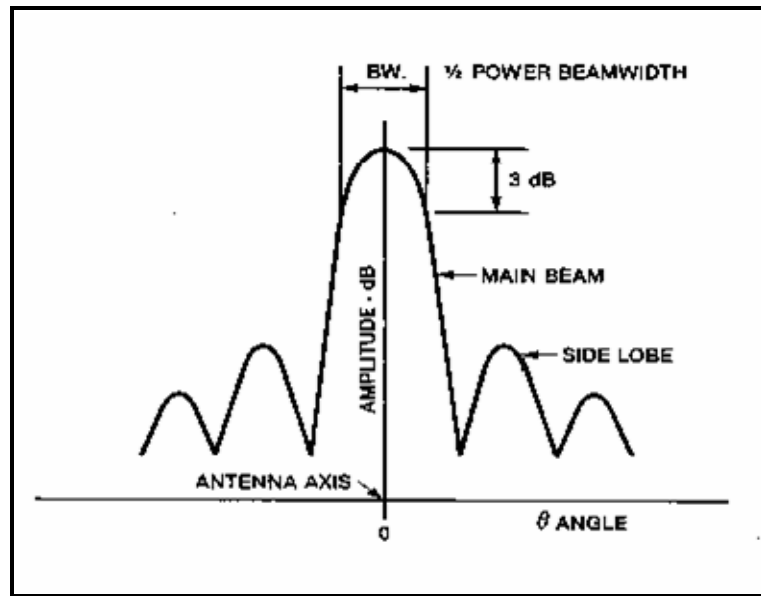


Figura II-14 Relación de una Antena Parabólica

$$= 21.1 / f D \text{ - grados - (f en GHz; D en m;)} \quad (32)$$

La figura de mérito de una estación terrena, presume la perfecta alineación entre antenas transmisoras y receptoras y cualquier desviación se computa como pérdidas adicionales según las siguiente expresiones asociadas a la figura a continuación y en donde L son pérdidas y θ el ángulo en grados de desviación bien sea en transmisión (T) o en recepción (R). $\Theta_{3 \text{ dB}}$ es el ancho del haz.

$$L_T = 12 (Q_T / Q_{3 \text{ dB}})^2; (dB)$$

$$L_R = 12 (Q_R / Q_{3 \text{ dB}})^2; (dB)$$

$$0 < Q < Q_{3 \text{ dB}} / 2$$

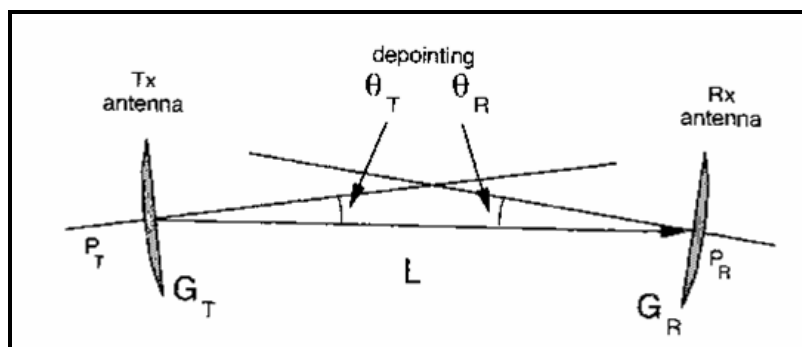
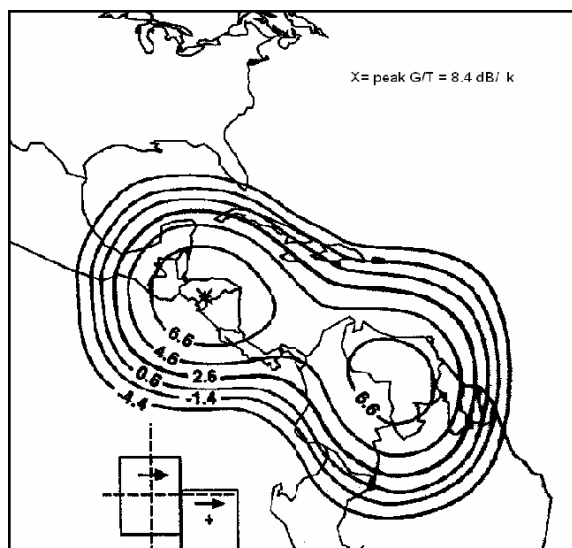


Figura II-15 Geometría de un Enlace

Si bien las consideraciones anteriores son válidas para la Figura de mérito de cualquier cadena de recepción, en el caso de la estación espacial, la Figura de mérito “utilizable” a efectos de diseño de enlaces con estaciones terrenas, no corresponde necesariamente a aquella evaluada en el haz de colimación o máxima directividad de la antena dado que las múltiples ubicaciones posibles de estaciones terrenas en la superficie de la tierra no conllevan que las mismas estén todas en el haz de radiación (recepción) de la ganancia máxima de la antena asociada al transpondedor con el que se está operando.

En efecto, si bien la figura de mérito de la cadena de recepción asociada a un transpondedor de una estación espacial, es una sola según definición, la G/T de tal cadena “vista” desde una ubicación determinada de la superficie terrestre varía de manera correlacionada a la variación del patrón de radiación de la antena de recepción de la estación espacial según se ve precisamente desde tal punto de la superficie terrestre. Así, los operadores satelitales ofrecen una huella de G/T o G/T utilizable sobre la superficie de la tierra. La figura a continuación presente un tipo de huella correspondiente a un satélite determinado y con haz conformado correspondiente a su vez a un patrón de radiación (en recepción) equivalente.



En la figura en su leyenda interna se especifica la G/T máxima, en este caso de 8.4 dB/K la cual sería la G/T teórica en caso de perfecta alineación de antenas y ubicación de la estación terrena en el haz de colimación de la antena de la estación espacial.

Adicionalmente, en el caso de la estación espacial, la huella de G/T ya contiene presunciones de ruido captado y generado internamente (por el alimentador y acopladores, así como la correspondiente al equipamiento receptor y convertor de frecuencia, entre otros dispositivos) Un indicador representativo de la temperatura equivalente de ruido incluyendo el amplificador receptor de toda la banda, y los demás elementos adicionales al preamplificador de bajo ruido, excepto la antena, puede estar en el intervalo de 270 a 350K. La Temperatura de ruido de la antena es de aproximadamente 280 K siendo la captada por su enfoque al globo terráqueo.

. En el caso de una estación terrena y habida cuenta que el equipamiento receptor puede ser sustituido, incluyendo el sistema de canalización de RF y el alimentador, la G/T debe calcularse para cada

configuración específica. En tal cálculo con la aplicación de la ecuación (24) se debe tomar muy en cuenta la atenuación (y la consecuente generación de ruido) ocasionada por el alimentador y sistemas de guías de onda si los hubiere.

Por observación de la ecuación (23) se colige que la Temperatura de ruido del primer amplificador (amplificador de bajo ruido), debe ser muy reducida, pues es el componente principal que genera ruido a la cadena de recepción. Las otras fuentes de ruido en la cadena en cascada de dispositivos, son atenuadas por las ganancias de los diferentes dispositivos y en particular por la ganancia del amplificador de bajo ruido. Existen tres tipos básicos de estos amplificadores: paramétrico refrigerado por medio de helio, enfriado termoelectricamente por efecto Peltier y de efecto de campo sin enfriar.

La temperatura de ruido adicional en la Banda C que generan los ABR o amplificadores de bajo ruido en una estación terrena es típicamente de 15 K el refrigerado, de 35 K el enfriado por efecto de Peltier y de 70 K el de efecto de campo sin enfriar. En la banda Ku los valores típicos son: 45 K el paramétrico refrigerado, 80 a 100 K el paramétrico enfriado termoelectricamente y 130 K ó más el efecto de campo sin enfriamiento, aunque este tipo puede también enfriarse por efecto Peltier.

II.6.4 PERTURBACIONES ADICIONALES

Tanto en el balance de enlace ascendente como en el descendente se debe tomar en cuenta una serie de afectaciones adicionales que a efectos modelísticos se agrupan en dos categorías: a) Factores de atenuación adicionales del nivel de potencia de la portadora y b) Fuentes de ruido

adicionales. Entre éstas puede incorporarse el efecto de interferencias por enlaces tanto espaciales como terrenos. La operación de la Flyaway se realiza en banda C. Como buena parte de las variables que inciden tanto en la disminución del nivel de potencia como en la generación de ruido, son dependientes de la frecuencia de operación, sólo se presenta aquellas afectaciones que precisamente pueden ser de interés en la Banda C.

II.6.5 FACTORES DE ATENUACIÓN ADICIONALES:

Pérdidas en equipos transmisores y receptores. Las mismas pueden y deben ser estimadas en la configuración específica de la estación terrena mediante el análisis circuital y pruebas de campo. Usualmente ello se efectúa en la primera puesta en operación de la estación y eventualmente en rutinas de mantenimiento de largo plazo. En el caso de estaciones terrenas transportables que son proclives a desajustes, la revisión de los acopladores y aisladores es crucial para cada puesta en operación. Por otra parte, las estaciones tipo Flyaway, tal y como se mencionó al principio, presentan un enfoque de construcción integrado de tal manera que minimizan el número de acoplamientos y particularmente en RF. En efecto, en la cadena de recepción, la Flyaway utiliza el concepto de LNB (Bloque de bajo ruido) que integra tanto el amplificador de bajo ruido como el conversor a frecuencia IF en una sola unidad ubicada conjuntamente con el alimentador en el foco de la antena, reduciendo sustancialmente las posibles pérdidas por este concepto.

De manera similar, el HPA está conectado al alimentador por una sola guía de onda flexible sin acopladores con lo cual las pérdidas inherentes son directamente calculables.

II.6.6 DESACOPLAMIENTO EN POLARIZACIÓN

Definida la polarización de una onda como la orientación del vector campo eléctrico y proyectado tal vector sobre un plano perpendicular a la dirección de propagación podemos describir la variación en el tiempo y el espacio del mismo. Si la proyección genera una elipse entendemos la existencia de polarización elíptica. La misma está caracterizada por:

- El sentido de rotación: levógiro o dextrógiro
- La relación axial de la elipse ; $RA = (E_{max} / E_{min})$
- Angulo de inclinación (θ) de la elipse

Si cualquier campo se considera polarizado elípticamente, se puede modelar el mismo mediante un vector complejo cuya parte real e imaginaria son funciones de las coordenadas de un plano ortogonal a la propagación. La polarización utilizada en el enlace Flyaway – Satélite – Camatagua es polarización circular. La misma se considera un caso particular de la polarización elíptica.

Una onda electromagnética polarizada circularmente puede sufrir distorsión en la polarización al variar su relación axial y en consecuencia generarse una polarización elíptica como consecuencia de diferentes factores, unos actuando en el trayecto de propagación, otros en los dispositivos de Radiofrecuencia.

Dado que los esquemas de polarización son utilizados principalmente para la reutilización de frecuencias en la misma banda, el aislamiento ante dos señales en misma frecuencia y con polarización circular de sentido contrario es clave.

Para polarizaciones circulares, el aislamiento puede expresarse en función de la relación axial, como: $I = 20 \log [(RA + 1) / (RA - 1)]$. La elipticidad de una polarización en principio circular genera componentes de potencia ortogonales que disminuyen la potencia de la componente copolar y generan interferencia.

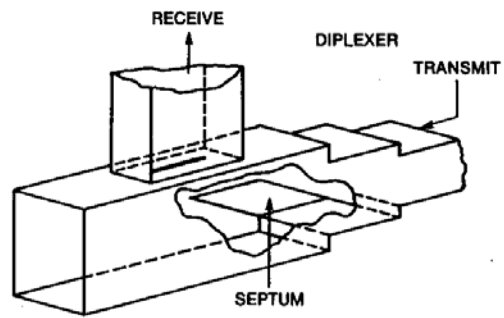
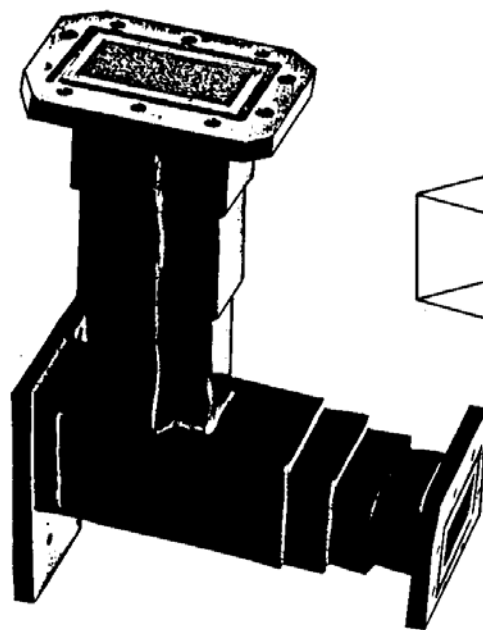
La capacidad de un dispositivo de discriminar componentes ortogonales se denomina discriminación a polarización cruzada y en general es numéricamente similar al aislamiento

Las Fuentes de Polarización Cruzada más comunes son:

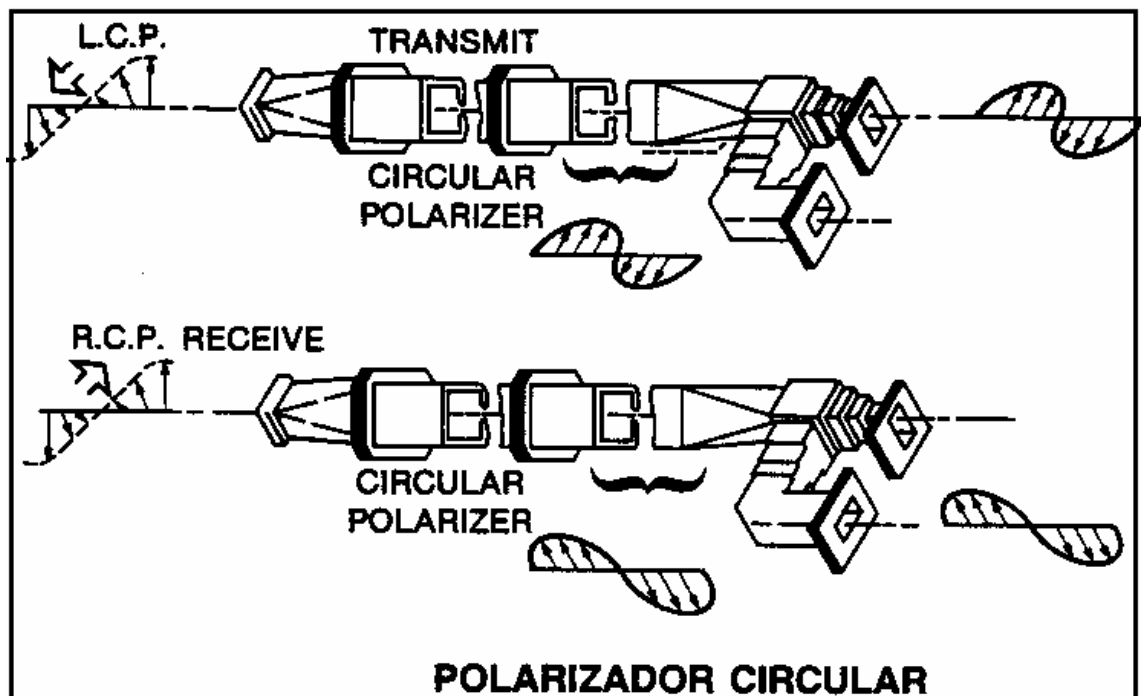
Los transductores de ortomodo, cuyo propósito es el manejo simultáneo en una misma guía de onda hacia el alimentador, de varios modos polarizados ortogonalmente. El aislamiento típico es superior a los 36 dB

Los polarizadores, cuyo propósito es la división de una señal en polarización lineal en dos vectores ortogonales y retrasados 90° uno respecto al otro (generación y descomposición de pol. Circular)

$I > 35$ dB tip. (PL o PC); en 4 GHz en PC, > 40 dB



DIPLEXOR (ACOPLADOR ORTOMODO)



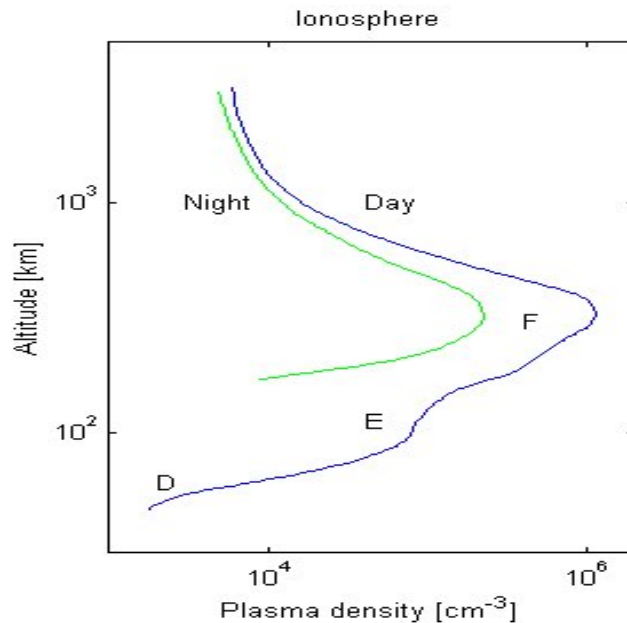
Otras fuentes de polarización cruzada son las antenas, principalmente como consecuencia de

- Asimetría del reflector; desalineación subreflector
- Desequilibrio de impedancias a la entrada de la antena
- Alejamiento del haz de colimación:

$I > 30$ dB tip. (PC);

II.6.7 EFECTOS IONOSFÉRICOS

La ionosfera es la parte superior de la atmósfera convertida parcialmente (0,1%) en plasma ionizado como consecuencia de la radiación Ultravioleta proveniente del sol. Presenta una extensión variable según la actividad solar, mas los límites usuales se asumen entre 70 Km y 1500 Km. Puede asumirse un modelo de acoplamiento de la ionosfera entre la parte no ionizada de la atmósfera y la magnetosfera. La existencia de una magnetosfera induce anisotropía en la Ionósfera. por ende, la propagación electromagnética a través de la ionosfera está sometida a atenuación y cambios de fase. La densidad de plasma varía con la altitud según la figura a continuación



Si cualquier polarización lineal, puede considerarse como la suma vectorial de dos polarizaciones circulares de sentido contrario, podemos deducir que dado que la anisotropía ionosférica introduce cambios de fase entre las diferentes componentes involucradas, ello origina una variación del plano de polarización y desacoplamiento entre los planos de polarización de la onda y de la antena. Ello se conoce como Rotación de Faraday. En los casos, como el presente, de polarización circular, un corrimiento de fase no altera la relación axial. Un corrimiento de fase diferencial en circular se podría manifestar si la pureza original de la polarización es pobre. En cualquier caso, para ángulos (α) de incidencia perpendiculares o cercanos a la perpendicularidad con el ecuador geomagnético y a las frecuencias de interés (banda C) la rotación de Faraday está sustancialmente reducida. $RF = f(1/f^2; \cos \alpha)$; presentando rotaciones de menos de 9 grados y de alrededor de 4 a 5 grados para incidencias desde (hacia) el territorio venezolano desde un satélite geoestacionario

Un resumen de los principales efectos máximos de la ionosfera se presenta en la siguiente tabla así como su dependencia de la frecuencia para ángulos de elevación de 30 grados.

Efecto	Magnitud a 1 GHz	Dependencia de la frecuencia
Rotación Faraday	108 ° rotaciones	$1/f^2$
Retardo de propagación	0,25 μ s	$1/f^2$
Refracción	< 0,17 miliradianes	$1/f^2$
Variación de la dirección de llegada	0,2 min. de arco	$1/f^2$
Absorción (debida al casquete polar)	0,04 dB	$\approx 1/f^2$
Absorción auroral (debida al casquete polar)	0,05 dB	$\approx 1/f^2$
Absorción (en latitudes medias)	<0,01 dB	$1/f^2$
Dispersión	0,4 ns /MHz	$1/f^3$

II.6.8 EFECTOS TROPOSFÉRICOS

La afectación de la troposfera sobre la propagación electromagnética se modela usualmente en tres áreas diferenciadas: Despolarización como consecuencia de hidrometeoros, absorción troposférica y refracción

atmosférica. La absorción troposférica, a su vez, se distingue en absorción molecular, dispersión de energía y pérdidas dieléctricas. Sin embargo a efectos prácticos y de brevedad, en la operación de la red Flyaway – Estación Espacial – Camatagua en banda C, los efectos troposféricos más importantes son los debidos a la afectación de hidrometeoros y específicamente a la lluvia. En efecto, la absorción molecular está fundamentalmente referida a los picos de absorción de las moléculas de agua (en vapor de agua) – 22 GHz y de Oxígeno -60 GHz- por lo que tanto en banda C ascendente -6 GHz- como en descendente -4 GHz- el efecto es marginal. La despolarización ocasionada por la lluvia debe ser particularmente tomada en cuenta en el trayecto descendente por las mismas razones planteadas en el desarrollo del balance de enlace. Sin embargo y como se verá en la Parte II, la elevación de las antenas de las estaciones terrenas de Camatagua operando en banda C y apuntando al satélite específico con el que se operará es suficientemente alta como para que el trayecto de propagación sea bastante reducido por lo que el aislamiento a la despolarización sea mejor a 30 dB para zonas hidrometeorológicas N. La refracción atmosférica origina variaciones en la trayectoria de la señal electromagnética y la variación de la trayectoria es función del ángulo de elevación de la antena y de la variación del índice de refracción con la altura. A las frecuencias de Banda C, tales variaciones no son críticas en el apuntamiento de las antenas y las diferencias en la longitud aparente de la trayectoria pueden generar un retardo de transmisión de 23 nseg, lo cual es marginal para la aplicación específica.

Va a ser precisamente la lluvia la que por vía de dispersión y pérdida dieléctrica genere la mayor afectación relativa a la propagación en banda C. El efecto de la lluvia se calcula mediante la aplicación de la Recomendación de la UIT P.618-4 para hallar la atenuación que se supera durante el 0,01% de un año medio ($A_{0.01}$)

Tal método asume las siguientes premisas:

- El número significativo de gotas de agua líquida de gran tamaño se observan entre la altura de la isoterma de 0 grados C. y la superficie
- El contenido de agua líquida varía poco con la altura y así la atenuación específica (atenuación por unidad de distancia) no varía sustancialmente por debajo de la altura de lluvia
- En zonas tropicales, la altura de lluvia es menor que la altura de la isoterma de 0 C.

Para el cálculo se necesitan los siguientes parámetros:

- a) $R_{0.01}$ = intensidad de lluvia en el punto de interés para el 0.01% de un año medio, expresada en mm/h
- b) h_o = altura sobre el nivel medio del mar de la estación terrena (Km)
- c) θ = ángulo de elevación (grados)
- d) ϕ = latitud de la estación terrena (grados)
- e) f = frecuencia de operación (GHz)

La atenuación por lluvia, viene dada por la siguiente expresión:

$$A_{0.01} = \gamma_s L_s r_{0.01} \quad (34)$$

donde γ_s es la atenuación específica del trayecto en dB/Km determinada según la pluviosidad estadística determinada para la ubicación de la estación terrena, la frecuencia de operación y la polarización utilizada. El cálculo de la atenuación específica, a los presentes efectos, puede ser determinado del nomograma de la Figura a continuación y asumiendo que Venezuela está en la zona hidrometereológica N o P².

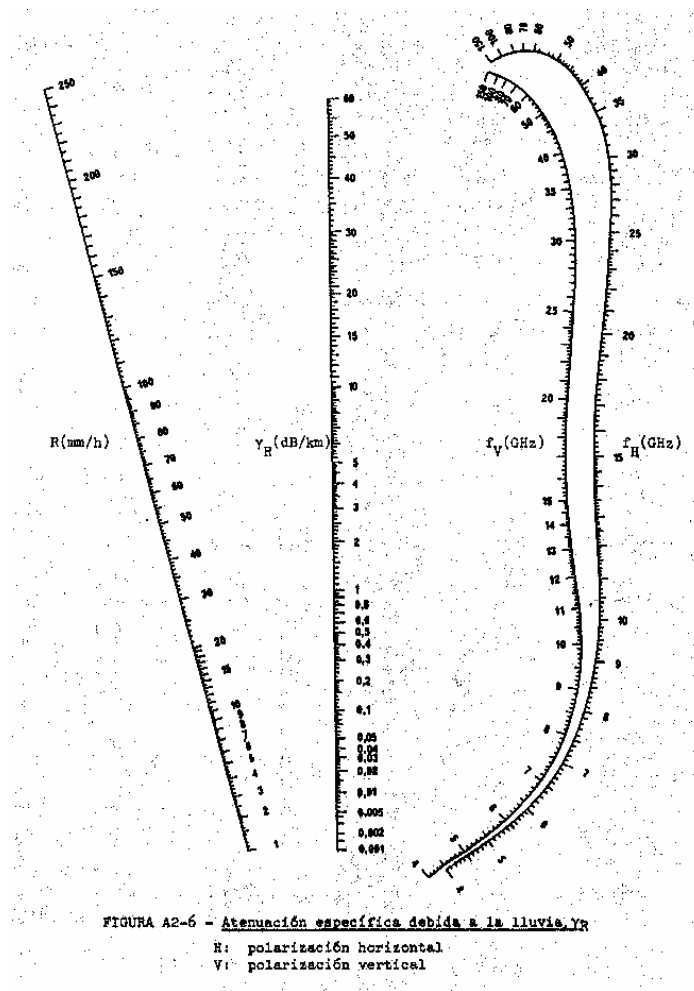
L_s es la longitud (Km) del trayecto a través de la lluvia y $r_{0.01}$ es un factor de corrección que da cuenta de la relación entre la estadística pluviométrica puntual en la ubicación de la estación y la correspondiente a la zona circundante determinada por la proyección horizontal del trayecto

Es sencillo corroborar que para un caso genérico de un enlace descendente de una estación espacial a Camatagua³, en banda C, la atenuación por lluvia esperada en exceso del 0.01% del tiempo es de menos de 1 dB⁴. Es de hacer notar que en el caso negado que la operación se estableciera en banda Ku, manteniendo las otras condiciones sin variación, la atenuación por lluvia esperada en exceso del 0.01% del tiempo sería de aproximadamente 16,5 dB.

² Intensidad de lluvia excedida en mm/hora para el 0.01% del tiempo. N = 95; P = 145

³ Camatagua: Latitud: 9 48' 52" N -9,81- ; Longitud: 66 52'59" W; $h_0 = 500\text{m}$

⁴ El caso genérico en cuestión supone operación en polarización circular y la estación espacial ubicada en 99 W



b) Factores de ruido adicionales y Temperatura de ruido de la antena

Las antenas de las estaciones terrenas colaboran con una proporción significativa del ruido constituido en el sistema, y con posibles variaciones importantes de su valor en el tiempo.

Al disminuir el ángulo de elevación aumenta la temperatura de ruido, pudiendo alcanzar hasta unos 40K para un ángulo de 5° a cielo despejado. La figura siguiente muestra valores característicos de la temperatura de ruido

de una antena operando a 4GHz en función el ángulo de elevación de la misma.

La temperatura aparente cambia con la frecuencia y con el ángulo de elevación. Por debajo de 1 GHz, el ruido galáctico (ocasionado por radiaciones electromagnéticas provenientes de la vía Láctea, principalmente de la Constelación Sagitario; Casiopea A; Tauro A; Cisne A), aumenta rápidamente con la reducción de la frecuencia, pudiendo ser mayor que la temperatura de ruido del equipo receptor. Sin embargo es generalmente superado por el ruido artificial generado por el hombre en las zonas pobladas. A frecuencias superiores a 1 GHz empieza a predominar progresivamente la componente de ruido causada por la superficie de la Tierra, captada por los lóbulos laterales de las antenas. (caso de especial incidencia en algunas terminales móviles.)

En la gama de frecuencias de 3 a 10 GHz (lo que incluye la banda C de operación de la Flyaway) la temperatura de ruido proveniente del terreno circundante se convierte en el factor principal de ruido de la antena.

Para servicios comerciales es conveniente emplear una ecuación empírica simplificada para antenas de alta ganancia con reflector parabólico y operando en condiciones de cielo despejado, como la siguiente:

$$T_a = T_{SK} + 0.2 T_o / (1 - \eta_a)^{1/2} + T_L \quad (35)$$

Donde T_{SK} es la temperatura de brillo atmosférico a cielo despejado obtenida de la figura mostrada más abajo, más el brillo extraterrestre galáctico obtenido de la figura ...2,

T_o es la temperatura de la Tierra, generalmente considerada 290 k.

η_a es la eficiencia esperada de la antena.

T_L es el incremento de temperatura por pérdidas óhmicas en la antena, que representa normalmente entre 5 y 8 K.

En el caso de los sistemas geoestacionarios, la radiación solar genera picos de alto nivel de ruido que ocasionan en la práctica interrupción de la comunicación. Los intervalos en los que ocurre la interferencia del sol dependen de la ubicación geográfica de las estaciones terrenas, de la posición del satélite en la órbita y de la combinación de movimientos de la Tierra respecto del Sol. Usualmente se presenta en dos períodos anuales de 21 días cada uno durante los equinoccios o cerca de ellos. Cada interferencia puede durar minutos y ocurre a cada antena en distinto intervalo de tiempo, siendo el número de días de afectación en cada período aproximadamente 5 veces la anchura del haz de la antena en grados.

En las bandas en que es significativo el efecto de la lluvia, produciendo una atenuación I_R según se presentó anteriormente, y para la disponibilidad requerida da cada enlace, la generación de ruido producto de la dispersión de energía y pérdidas dieléctricas que ocasionaron la atenuación, se modela como el ruido producido por un atenuador en cascada y en consecuencia si se denomina T_1 a la suma de los dos primeros términos de la ecuación anterior, su valor será sustituido por

$$T''_1 = T_1 / I_R + (I_R - 1) T_R / I_R \quad (36)$$

Donde T_R es la temperatura física de la masa de lluvia que puede considerarse 280 K; y I_R la atenuación producida por la lluvia.

La expresión matemática que incorpora la temperatura de ruido adicional producido por la lluvia, puede variar según se haya determinado

previamente la temperatura de ruido de la antena y el punto de referencia escogido para referir la temperatura equivalente total de ruido en la cadena de recepción

Las ecuaciones anteriores corresponden a las condiciones de operación que mas interesan en los servicios comerciales.

II.7 EL TRANSPONDEDOR DE LA ESTACIÓN ESPACIAL Y SU AFECTACIÓN

Se había presentado la ecuación (17) como la correspondiente al balance total de un enlace vía satélite:

$$(c / T)_T^{-1} = (c / T)_u^{-1} + (c / T)_d^{-1} \quad (17)$$

válida cuando el Transpondedor en el que opera el enlace satelital presenta características ideales, principalmente en cuanto a una función de transferencia lineal y sin generación de fuentes de ruido adicionales, que maneja sólo la portadora de interés y que ésta se beneficia de toda la potencia disponible en el amplificador de salida de tal transpondedor.

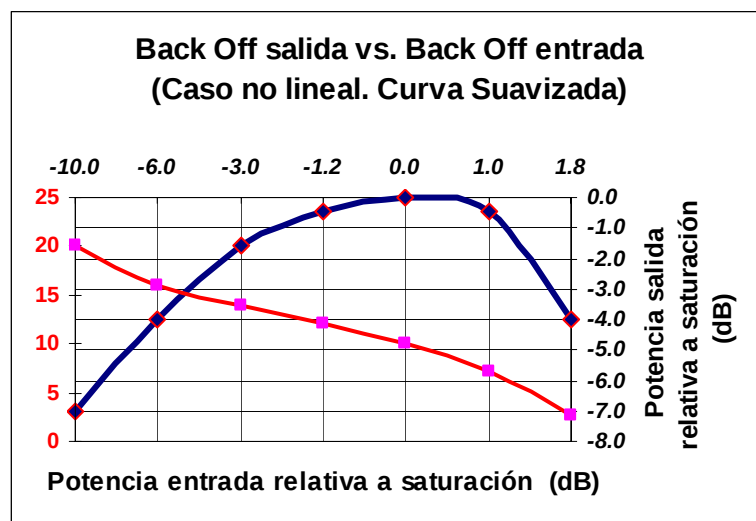
Sin embargo, tal idealización dista de representar los casos prácticos. No solamente porque en la mayor parte de las aplicaciones operativas, un transpondedor maneja simultáneamente múltiples portadoras, por lo que la potencia disponible se reparte entre ellas, sino porque la función de transferencia del amplificador de potencia del transpondedor en cuestión no es lineal, y se generan productos de intermodulación con componentes espectrales de potencia tanto en la banda pasante del transpondedor como en otros transpondedores de la misma estación espacial.

El conjunto de ecuaciones desarrolladas anteriormente en el caso ideal deben ser ajustadas para incorporar tales circunstancias prácticas. A tales efectos, se presenta la caracterización de los amplificadores de potencia de los transpondedores en términos de los siguientes parámetros:

- Potencia máxima de salida ($P_{o \text{ saturación}}$)
- Potencia máxima de entrada ($P_{i \text{ saturación}}$)
- $(g_{\text{sat}})_{\text{SL}} = (P_o)_{\text{sat}} / (P_i)_{\text{sat}}$
- Back off de salida: $\text{obo} = (P_o) / (P_o)_{\text{sat}}$
- Back off de entrada: $\text{ibo} = (P_i) / (P_i)_{\text{sat}}$
- $g_{\text{SL}} = (P_o) / (P_i) = (\text{obo}/\text{ibo}) (g_{\text{sat}})_{\text{SL}}$

La no linealidad de la función de transferencia ocasiona que la ganancia del amplificador de potencia varíe según el punto de operación del amplificador. Se acostumbra a representar tal característica en función bien sea de la ganancia en el punto de saturación o de la reducción (“back off”) del punto de operación respecto a las potencias máximas de entrada y salida.

La figura a continuación presenta una curva característica de tal representación para un caso específico de un SSPA



La ordenada en rojo representa la ganancia del SSPA y su homóloga la reducción sobre la potencia de salida (output back off – OBO-)

En consecuencia, dado que las potencias de entrada y salida pueden representarse como $c_u = P_i = i_{bo} (P_i)_{sat}$ y, $c_d = P_r = o_{bo} (P_r)_{sat}$ la ecuación (17) para un punto de operación diferente a saturación del transpondedor se expresa en función de los siguientes balances por tramo:

$$(c / T)_u = i_{bo} (c / T)_{u,SAT} \quad (W/K) \quad (a)$$

$$(c / T)_d = o_{bo} (c / T)_{d,SAT} \quad (W/K) \quad (b)$$

La potencia de entrada necesaria para establecerse en un punto de operación del XDR está dada por las especificaciones del XDR y usualmente el Operador Satelital la expresa mediante la Densidad de Flujo de Potencia de Entrada. I_{pfd}

De la ecuación (20) ya previamente presentada y por observación de a, la relación portadora / temperatura de ruido determinada en la cadena de recepción del transpondedor en el punto de referencia y para un punto de operación determinado viene dada por:

$$(C/T)_U \text{ dBW/K} = [\Phi_{sat}]_{\text{dBW/m}^2} + (G / T)_{\text{dB/K}} - 21,46_{\text{dB}} - 20 \log [(f_c)_{\text{GHz}}]_{\text{dB}} + \text{IBO}$$

donde f_c es la frecuencia central del transpondedor con el que se opera

(c)

Y de forma homóloga con las ecuaciones (16) y (b) anterior la relación portadora / temperatura de ruido en la cadena receptora de la estación terrena (Camatagua) para el punto de operación determinado viene dada por:

$$(C / T)_{d \text{ dBW/K}} = \text{PIRE}_{\text{sat}} + (G/T)_e - L_d + \text{OBO} \quad (\text{d})$$

donde, d por descendente, sat por saturación, e por estación terrena

La no linealidad de los amplificadores de los transpondedores y la operación con múltiples portadoras genera intermodulación. Así, una fracción de la potencia de salida se desvía en armónicos y en productos de intermodulación.

En una operación con dos portadoras en un solo transpondedor, la medición típica es la relación entre la potencia de salida de una de las portadoras y el producto de intermodulación de tercer orden ($C/3I_M$).

Para múltiples portadoras se usa la razón de potencia de ruido (NPR), la cual se define como la razón entre la señal deseada en un intervalo estrecho de banda y el total de todos los productos de intermodulación en el mismo intervalo cuando una señal compuesta de ruido entra al amplificador.

El número de productos de intermodulación crece considerablemente y no linealmente con el aumento del número de portadoras simultáneas. El espectro de los productos de intermodulación depende de la modulación de cada portadora, constituyéndose un espectro totalizado que es el ruido de intermodulación al cual se le define una densidad espectral de potencia n_{oi} que al dividir la potencia de salida de cada portadora en el ancho de banda de la misma genera un factor C/I que actúa en el balance total del enlace. La densidad espectral de potencia de ruido de intermodulación puede ser representada por una temperatura de ruido de intermodulación T , y así se expresa también una relación C/T de la siguiente forma:

$$(C/T)_{IM \text{ dBW/K}} = 10 \log (c / T)_{IM} \quad (e)$$

Los amplificadores típicos utilizados son los tubos de ondas progresivas (TWT) y SSPA (Amp. De estado sólido)

En general los TWT presentan mayor entrega de potencia y menor linealidad que los SSPA. Los TWT se acompañan de linearizadores que reducen parcialmente el grado de no linealidad a costa de un aumento sustancial de la masa de la carga útil. En el caso particular de la red establecida con el sistema Flyaway, el satélite INTELSAT VII específico con el que se opera, contiene transpondedores con amplificadores de estado sólido. El HPA de la Flyaway es un TWT.

El gráfico a continuación presenta las curvas para dos amplificadores reales, uno de estado sólido y otro de ondas progresivas, presentando para cada uno la curva de transferencia y la relación potencia portadora / potencia ruido de intermodulación para 100% de carga del amplificador y en función de la reducción de potencia de entrada (IBO)

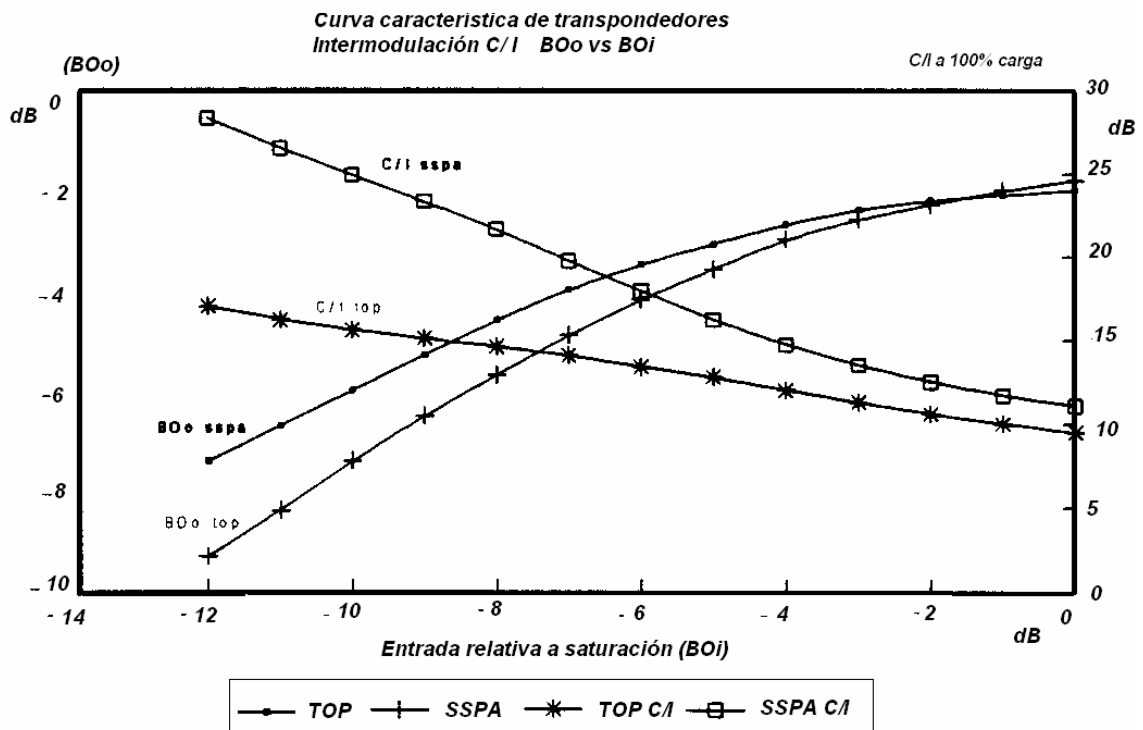


Figura II-16 Curva Característica del Transpondedor

Las curvas de transferencia de los amplificadores de los transpondedores son cruciales para el diseño de enlaces. Cuando un Operador satelital no suministra tal modelo, usualmente los sustituye por la obligación de cumplimiento de estándares técnicos relacionados

La escogencia de cualquier back off de entrada, (ibo) influye sobre el enlace ascendente, descendente y el ruido de intermodulación.

La figura ilustra el caso del SSPA de la figura anterior en términos de la variación relativa respecto a IBO = 0.

La escogencia de un IBO determinado debe provenir del compromiso entre los diferentes impactos para el balance de cada tramo apuntando a la maximización del balance total

En el siguiente gráfico se presenta el impacto de la variación de la potencia de entrada (o reducción de la misma –en dB- respecto a la máxima potencia de entrada para producir saturación) sobre las relaciones portadora / temperatura de ruido de los diferentes tramos del enlace y del ruido de intermodulación.

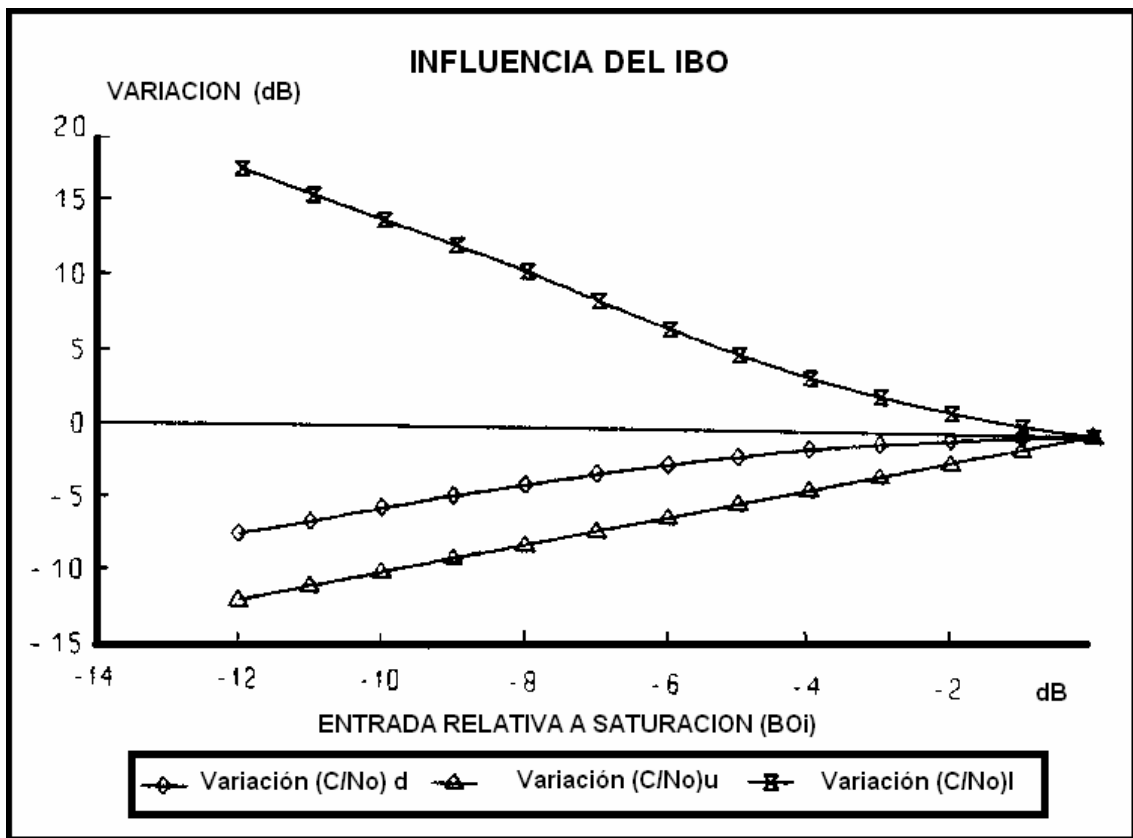


Figura II-17 Influencia del IBO

Por mera observación de la figura II-12 se desprende que el alejamiento del punto de saturación en la operación de un transpondedor disminuye el nivel de productos de intermodulación, (para bajos niveles de potencia la curva de transferencia se aproxima a la linealidad). Pero, así mismo, reduce las relaciones potencia de portadora / ruido correspondiente en los enlaces ascendentes y descendentes. Es evidente que debe existir un

punto óptimo de operación que maximice las tres componentes (ascendente, descendente, e intermodulación). Tal punto óptimo es precisamente el punto de operación del transpondedor el cual será determinado por el operador de segmento espacial.

La determinación de tal punto se presenta a continuación.

La reiterada ecuación (17) que representa el balance idealizado de un enlace satelital de estación terrena a estación terrena, debe ser transformada para dar cuenta del ya presentado impacto de la no linealidad de los transpondedores y particularmente del ruido de intermodulación. Así mismo, múltiples fuentes diferentes de afectación actúan sobre cualquier enlace y en particular las interferencias. El tratamiento matemático de los efectos de la interferencia sobre la portadora de interés puede y acostumbra modelarse como al del ruido, refiriendo el nivel de tal afectación, también, como relaciones portadora / ruido.

La forma general de la ecuación (17) se mantiene incorporando adicionales fuentes de ruido de la siguiente forma genérica:

$$(c / T)_{TOT}^{-1} = \sum (c / T)_i^{-1} \quad (dBW/k) \quad (f)$$

Y expandiendo la ecuación:

$$(c / T)_{TOT}^{-1} = (c / T)_u^{-1} + (c / T)_d^{-1} + (c / T)_{IM}^{-1} + (c / T)_p^{-1} \quad (g)$$

Donde:

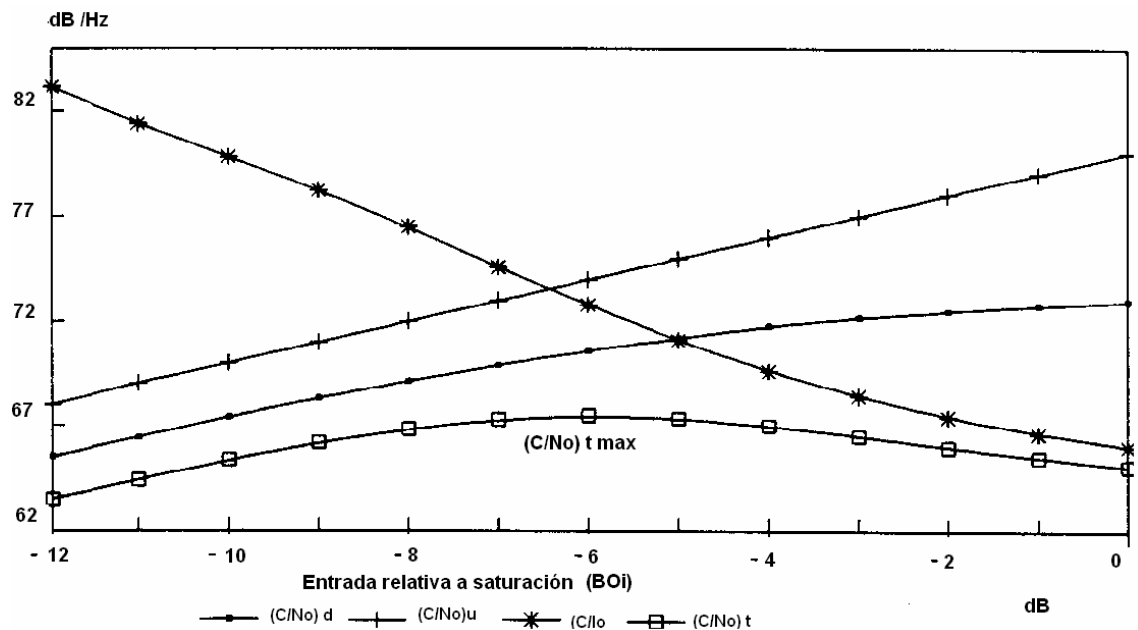
$$(c / T)_p^{-1} = (c / T)_{fady}^{-1} + (c / T)_{mf}^{-1} + (c / T)_{otras}^{-1} \quad (h)$$

donde los subíndices f_{ady} representa interferencia por frecuencia adyacente ; m_f por interferencia cocanal, y “otras” a cualquier otra afectación que sea modelada como ruido.

La puesta en operación de satélites de comunicaciones conlleva previamente un complejo proceso de coordinación entre redes espaciales y según los procedimientos a tal efecto llevados a cabo por las Administraciones ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Tal coordinación persigue precisamente la minimización de posibles interferencias provenientes de redes ya existentes y obliga a redes en planificación a ajustar sus planes de frecuencia respetando sistemas existentes. Por ende, el nivel de interferencias en redes espaciales puede ser bajo en cuanto se respeten los procedimientos y las coordinaciones efectuadas y registradas. En tal premisa, el cálculo de afectación de posibles interferencias, sólo se efectúa para redes en operación, caso por caso.

Así, a efectos genéricos y en el contexto del presente marco teórico, la ecuación (f) la aplicamos sin tomar en cuenta eventuales fuentes de interferencia.

Tal ecuación de balance de enlace, graficada para el amplificador de estado sólido de las figuras anteriores presenta el siguiente comportamiento de $(C/T)_T$



El punto óptimo de operación del transpondedor, está dado por la relación C/T máxima (y en consecuencia la máxima relación señal a ruido posible para sistemas analógicos, o la máxima relación energía por bit / densidad de ruido para sistemas digitales) y en este caso, corresponde a un IBO de -6dB, punto en el que se obtendrá la mayor capacidad de transmisión de información, ello implica un OBO de -4,2 dB, por lo que la $PIRE_{max}$ utilizable en multiportadora es sustancialmente inferior a la $PIRE_{sat}$ que es la nominal y la publicada usualmente para mercadeo por el operador satelital

Adicionalmente, ese punto óptimo de operación debe “manejar” las múltiples portadoras.

Los “recursos” comercializables de un transpondedor son el ancho de banda y la potencia. Por ende, los operadores satelitales a efectos de sus políticas de comercialización y precios, asumen como referencia, la asociación de ambos recursos; en efecto, la óptima modalidad de

planificación distribuye la potencia disponible de manera equitativa por unidad de ancho de banda y viceversa.

Por ejemplo si la $PIRE_{SAT}$ de un XDR de 36 MHz es de 40 dBW, con un OBO de -4 dB, la tendencia es a distribuir a 20,44 dBW por cada Mhz) (sin tomar en cuenta guardas).

Y así, si se supone que el transpondedor maneja n portadoras iguales, las ecuaciones anteriores se transforman de la siguiente manera para cada portadora:

$$[(C/T)_{UdBW/K}]_{PP} = [\Phi_{sat}]_{dBW/m^2} - 10 \log n + (G/T)_{dB/K} - 21,46_{dB} - 20 \log (fc \text{ GHz})]_{dB} + IBO_{dB}$$

(I)

Donde,

$$[\Phi_{sat}]_{dBW/m^2} - 10 \log n]_{dB} + IBO_{dB} = [\Phi_{Por}]_{dBW/m^2} \quad (J)$$

Y así,

$$[(C/T)_{U dBW/K}]_{PP} = [\Phi_{Por}]_{dBW/m^2} + (G / T)_{dB/K} - 21,46_{dB} - 20 \log (fc \text{ GHz})]_{dB} \quad (K)$$

En tal repartición de potencia de forma equitativa para las n portadoras, el balance del enlace descendente viene entonces dado por:

$$[(C / T)_{D dBW/K}]_{PP} = PIRE_{s,sat, dBW} - 10 \log n + (G/T)_{dB/K} - L_{d,dB} + OBO_{dB} \quad (L)$$

Es de hacer notar que en ausencia de interferencia, y cuando el sistema está apropiadamente diseñado, obteniéndose independencia del enlace ascendente y operándose en el punto óptimo de operación, la maximización de la (C/T) permite así mismo la maximización en la cantidad de portadoras que puede manejar el ancho de banda del transpondedor. En efecto, por inspección de la ecuación anterior, para una misma $[(C/T)_{dBW/K}]$, un aumento de la figura de mérito de la estación terrena permite un número mayor de portadoras iguales que el XDR puede manejar.

En casos prácticos cuando la ocupación del transpondedor se realiza con portadoras diferentes, el concepto es igualmente aplicable, si bien debido a la particular necesidad de asumir bandas de guarda por portadora diferentes y a tratamientos específicos de intermodulación entre portadoras de diferente índole, la eficiencia en la planificación técnica del recurso ancho de banda – potencia, será disminuida.

Para finalizar este breve marco teórico, y utilizando por facilidad, carga en el transpondedor de n portadoras iguales, se resalta que la relación potencia de la portadora a potencia de ruido es igual tanto para todas las portadoras como para el enlace total, o sea $(C/N)_{Tpp} = (C/N)_{TOT}$

Dado que :

$$(C/T)_{Tpp} = (C/T)_{TOT} - 10 \log n$$

$$\text{Y como } C/N = C/T - 10 \log k - 10 \log B$$

$$(C/N)_{Tpp} = (C/T)_{TOT} - 10 \log n - 10 \log k - 10 \log B \text{ donde } B = W/n ; W = \text{ancho de banda total del XDR.}$$

CAPITULO III

III ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE DE COMUNICACIONES UTILIZANDO EL SISTEMA FLYAWAY

Como se mencionó anteriormente, el segmento espacial arrendado por CANTV a INTELSAT está siendo utilizado para diferentes propósitos entre los que se encuentra el establecimiento de enlaces satelitales utilizando el sistema Flyaway. Para éste se ha asignado un ancho de banda de 9 MHz y se ha supuesto que la potencia disponible máxima asociada corresponde a un criterio de planificación optimizado de todo el transpondedor. Ello no ha sido cotejado habida cuenta que la planificación operativa del segmento espacial arrendado por CANTV para los diferentes servicios prestados, trasciende al alcance del presente trabajo. Sin embargo, la suposición mencionada representa un caso conservador, dado que en el caso hipotético de una planificación no optimizada, la Flyaway dispondría de recursos de potencia adicionales a los asociados al ancho de banda con el que opera este sistema. En consecuencia el caso específico a calcular asume un “peor caso”. En efecto, la planificación operativa del transpondedor en cuestión a efectos de la verificación de los parámetros de enlace y operatividad de la Flyaway se basa de las especificaciones mínimas que INTELSAT obliga para la utilización de una porción de 9 MHz en un transpondedor de 36 MHz para ser accesado por diferentes tipos de portadoras. En este sentido se verificará mediante el cálculo del enlace si el dimensionamiento del HPA de la Flyaway es el apropiado para generar la potencia mínima necesaria en la portadora en cuestión, de tal manera, de asegurar que el (C/N) del enlace detectado en la estación terrena receptora en Camatagua sea mayor o igual a 8 dB en las diferentes condiciones de operación de la estación. Siendo la afectación principal de tipo estadístico sobre el balance del sistema la eventualmente ocasionada por la lluvia, el desempeño del enlace está

referido a la garantía de mantener el objetivo de C/N al menos en el 99.99% del tiempo (lo que implica capacidad de protección ante la lluvia no en exceso del 0.01% del tiempo).

El elemento variable en los enlaces establecidos con el sistema Flyaway es precisamente la estación terrena Flyaway por su operación en ubicaciones diferentes y en condiciones así mismo diferentes. El enlace descendente: estación espacial – Estación terrena de Camatagua presenta a través del tiempo condiciones estables bien estudiadas y probadas para los múltiples servicios que CANTV maneja via satélite a través de la estación en particular. Por ende, en el presente trabajo, si bien el enlace descendente es evidentemente analizado, es en las consideraciones del enlace ascendente donde se verifica el desempeño de la Flyaway.

De las características técnicas del transpondedor alquilado con el que se establecerá el enlace, llama especial atención la densidad de flujo de potencia operativa de entrada al transpondedor, el cual establecido por INTELSAT para el ancho de banda en cuestión, presenta, sin embargo un rango posible asociado a 14 pasos de atenuación de 1 dB activados por telecontrol a la entrada del amplificador de estado sólido. La operación que CANTV efectúa con tal transpondedor ha asumido pasos de atenuación.

III.1 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN SATÉLITE INTELSAT 705 310° E

A continuación se mencionan las características del satélite INTELSAT 705 (INTELSAT VII Vuelo 05, Posición orbital 310 Este) en donde se hace referencia a todas las bondades técnicas de la estación satelital.

Haz:

Haz global: desde 26.0 hasta 34.4 dBW

Haz Hemisférico: desde 32.3 hasta 40.2 dBW

Haz Zonal: desde 32.7 hasta 40.1 dBW

Densidad de Flujo de potencia en saturación:

En Banda C: desde -87.0 hasta -73.0 dBW/m²

En Banda Ku: desde -87.0 hasta -73.0 dBW/m²

Haz Global desde -12.00 hasta 6.6 dB/K

Haz Hemisférico desde -8.7 hasta 1.2 dB/k

Haz Zonal desde -9.2 hasta 1.7 dB/K

Spot C desde -5.0 hasta 3.3 dB/K

G/T en Banda Ku:

Spot 1: desde 9.6 dB/k

Spot 2: desde 7.2 dB/k

Spot 2A: desde 5.3 dB/k

Spot 3: desde 9.9 dB/k

Frecuencia de Subida:

En Banda C : 5925 -6425 MHz

En Banda Ku: 14.00 – 14.50 GHz

Frecuencia de Bajada:

En Banda C: 3700 – 4200 MHz

En Banda Ku: 10.95 – 11.20 GHz ó 11.70 – 11.95 GHz ó 12.50-12.75 GHz plus ó 11.45 – 11.70 GHz.

El segmento espacial a ser empleado para operar con la estación Flyaway tiene las siguientes características:

Polarización circular

Tipo de Haz: North West (zona A) / North West (zona A).

Pire de transmisión: 19 dBw

Densidad de flujo de operación: $-100,8 \text{ dbw/m}^2$.

OBO:-6.8 dB

IBO:-5.0 dB

G/T en Banda C: -6 dBK.

Relación C/I3M, Intermodulación a efectos del punto de operación es de 26.2dB.

Frecuencia de Transmisión: 6266,75 Mhz

Ancho de Banda: 9MHz

III.1.1 LA CARACTERIZACIÓN DE OPERACIÓN DEL XDR

El total de transpondedores de INTELSAT 705 es de 62 con un ancho de banda de 36 MHz cada uno:

42 trabajan en banda C.

20 trabajan en banda Ku.

El número del Transpondedor con el cual opera la Flyaway 187/187.

La distribución en el satélite se observa en la figura siguiente.

El transpondedor que utiliza la Flyaway del Satélite INTELSAT 705 310 ° Este, tiene un ancho de Banda de 36 Mhz. Los servicios son tomados de acuerdo a criterio de Camatagua.

Su distribución es la siguiente:

1) Flyaway

$F_{Tx}=6266,75$

$B_w= 9 \text{ MHz}$

$V= 8448 \text{ Kbps}$

2) Dos portadoras de 128 Kbps c/u. Para telefonía Rural

$F_{Tx}= (6271,45 \text{ a } 6271,65) \text{ MHz}$

$BW= 200 \text{ kHz}$

3) Dos Portadoras de 2048 Kbps. Para uso temporal)

BW= 2MHz

FTx= (6272,8 a 6274,8) MHz.

4) Para servicio VSAT/ DAMA

FTx= (6276 MHz a 6293,7) MHz

5) Para servicio VSAT/DAMA

FTx= (6294,05 a 6297,7388) MHz

En la estación terrena de Camatagua se encuentra instalado un sistema de Microondas el cual interviene en la cadena de recepción para hacer llegar la información al cliente. La antena que esta instalada en la estación terrena de Camatagua es $G_{et}=27$ dB.

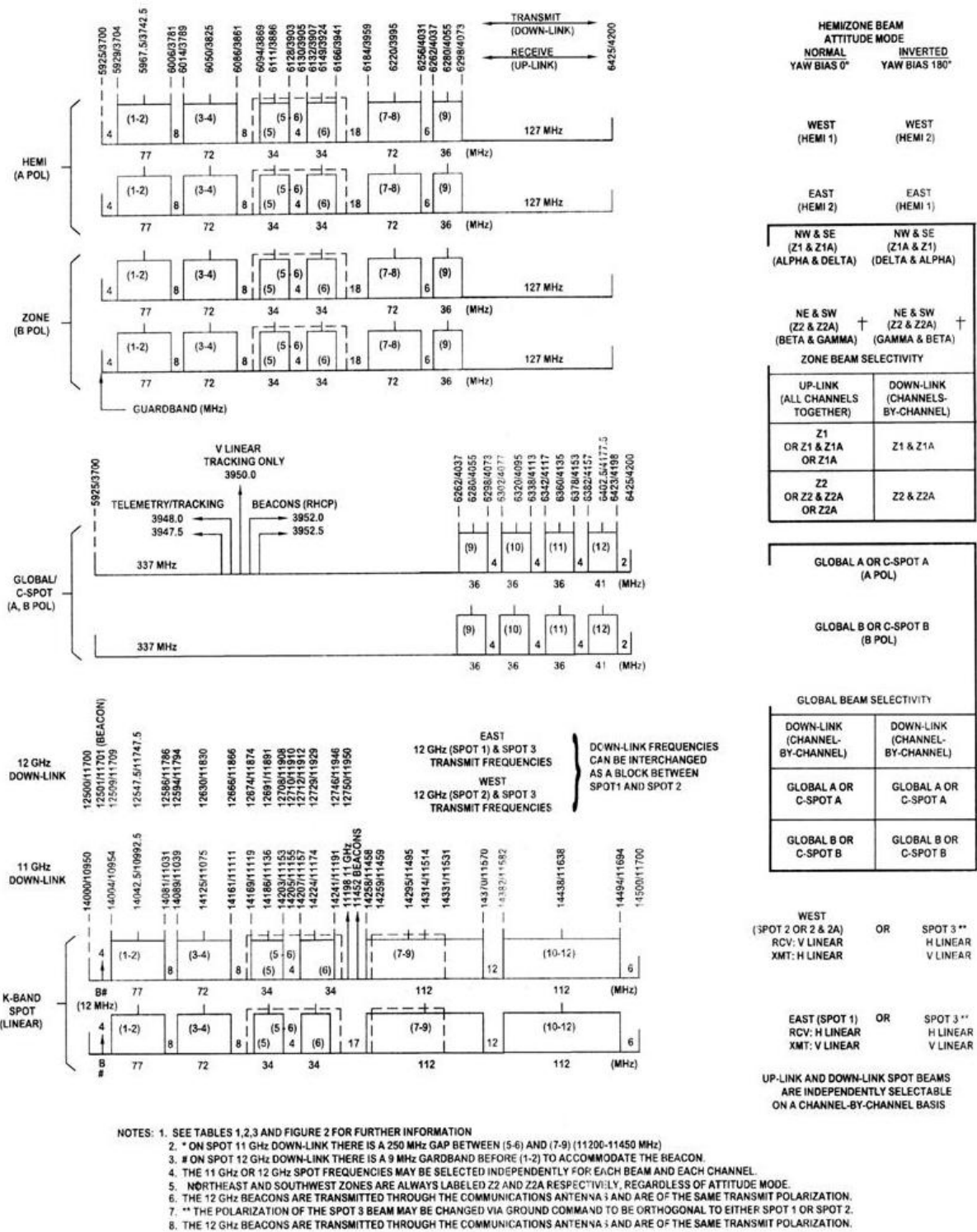


Figura III-1 Esquema de Distribución detallado de los XDR del satélite INTELSAT 705

310° E.

III.2 CARACTERÍSTICAS A NIVEL DE INGENIERÍA DEL SISTEMA FLYAWAY.

La antena portable del SNG DE 1.8M

El ancho de banda utilizado por el Sistema 9 MHz.

El valor aceptable mínimo de C/N es de 8 dB.

Ganancia de la antena 39,44 dB.

A continuación se realiza una pequeña descripción del Sistema.

III.3 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA FLYAWAY

El sistema Flyaway está compuesto por una Antena, un modulador (MOD), un multiplexor(MUX) , un amplificador de potencia(HPA) y un codificador(ENCODER), en enlace de subida. (el estudiado en este trabajo)

III.3.1 HPA .450 WATT KU BAND TWT AMPLIFIER

El modelo 400C/Ku representa la potencia de la banda-C y de la banda-Ku en un solo equipo amplificador, el cual proporciona la mejor flexibilidad de enlace del satélite.

Posee una eficiente fuente de poder, ancho de banda TWT y controles de fácil uso, encapsulado y montado en un compacto y rígido rack que

hacen de este sistema el ideal y más satisfactorio para aplicaciones móviles y de flyaway.

Este amplificador de banda ancha proporciona un máximo en saturación de 325 vatios de potencia a la salida, las frecuencias de enlace en el modo banda C (5.9 - 6.4 GHz) o para banda Ku (14.0 - 14.5 GHz) se hace a través del intercambio simple de filtros externos. El funcionamiento optimizado de la banda C del TWT permite la operación digital en los niveles hasta 4 dB más arriba que otros estándares (Banda C lineal).

III.3.2 ENCODER.POWER VU CODIFICADOR DE VIDEO DIGITAL.

Es un equipo que acepta entradas de información analógicas y digitales de audio/video, proporciona un servicio de video MPEG-2, DVB, soporta señales de video NTSC y PAL.

Permite resoluciones múltiples de video dando máxima flexibilidad a la red estándares de los datos de EIA 608, entrada de información de referencia de MSYNC para la sincronización del reloj.

Utiliza el concepto de diseño modular para la configuración flexible del chasis e incorpora fuentes de alimentación redundantes.

III.3.3 MUX:MULTIPLEXOR DIGITAL MODELO D9130

Permite la conexión de hasta 10 secuencias simultáneas de contribución de MPEG-2/DVD.

Combina todas las secuencias del transporte MPEG-2 en un rango de datos final de hasta 50 Mb/s.

Provee el encriptado de servicios individuales no determinísticos y al azar.

Provee una secuencia a la salida individual de interfaz cableada (SWIF).

Permite la conexión de Ethernet al centro del comando de PowerVu para la configuración y receptoría de la base de datos de control.

Soporta operaciones redundantes tanto para el multiplexor como el MPEG-2 video codificador.

Provee a la entrada información de referencia para la sincronización del reloj del sistema.

III.3.4 MODULADOR.DIGITAL VIDEO MODULATOR. MODEL D9380A

Utiliza las técnicas de procesamiento de señales digitales ofreciendo mucha flexibilidad y versatilidad. Este modulador se utiliza conjuntamente con PowerVu Plus de Cientific-Atlanta con el sistema PowerVu Plus video digital de compresión para un solo canal o para aplicaciones con múltiple canal. El modulador cumple con todas las recomendaciones aplicables de ITU-R y de IESS y es CE comprobable.

Compatible con MPEG-2/DVB.

Frecuencia agilizada a la salida de 70 MHz a 140 MHz de operación.

Menú frontal con manejo de panel de control para operaciones independientes.

Selector de símbolos con tasa a partir de 1 Msymbols/s hasta 31 Msymbols/s.

Información clasificada de tasas a partir de 0.93 Mb/s a 50 Mb/s.

Índices delanteros programables con corrección de error (FEC) con tasas de 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, o 7/8.

Tazas de transmisión a partir de 2 Mb/s hasta 62 Mb/s.

El modo CW permite alinear los sistemas uplink en el sentido de las agujas del reloj.

A continuación se presenta un esquema detallado de instalación del sistema en donde se pueden observar todos los componentes que forman parte del sistema Flyaway descritos anteriormente, incluyendo la señal proveniente del cliente, con una visión más clara de la aplicación del servicio.

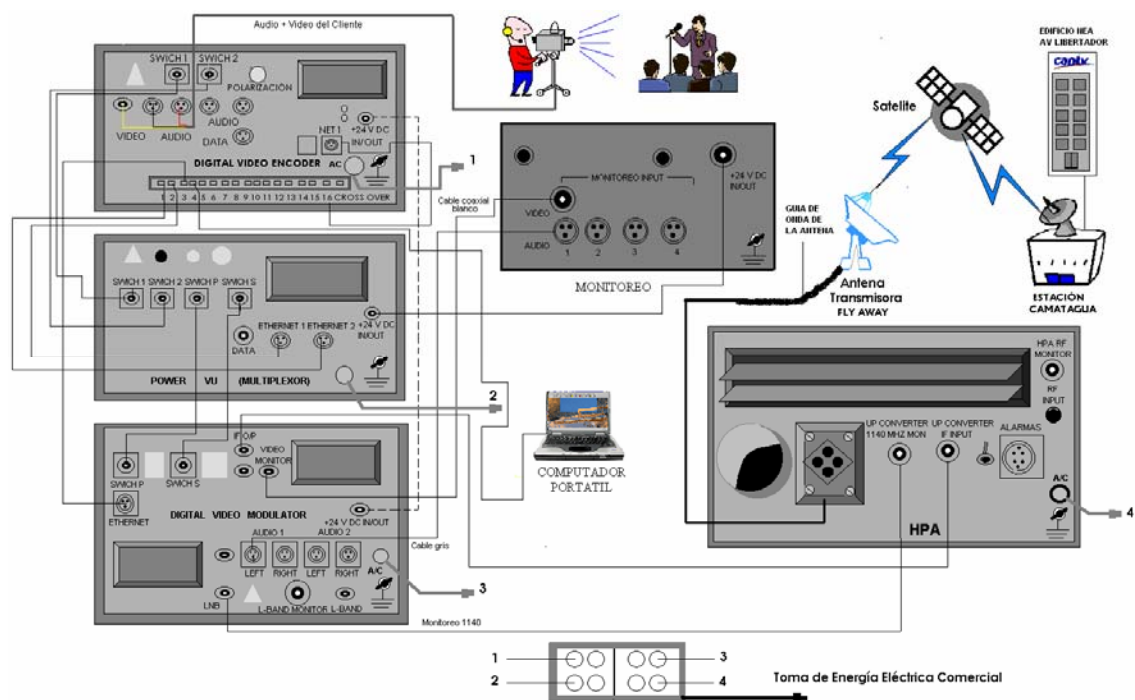


Figura III-2 Diagrama de Conexión Detallado del Sistema Flyaway

III.4 TRATAMIENTO DE LA SEÑAL(ES) ESPECÍFICA(S)

El ENCODER toma la señal de audio y la señal de video (que están por separado) de una fuente como una cámara y las codifica en formato MPEG II y luego a formato DVB (Digital Video Braodcast, pueden enviar un canal de audio o varios y un canal de video o varios, o ambos a la vez) para su subsecuente transmisión digital. Efectúa el proceso para el chequeo de los errores mediante el FEC.

El multiplexor recibe la(s) entrada(s) como un selector de datos, combina y encripta la información del Encoder video y en TDM divide el medio de transmisión en múltiples canales en Banda Base. El control de la comunicación entre el multiplexor y el centro del comando de PowerVu es

una conexión vía Ethernet que proporcione una ruta de comunicación de alta velocidad para transferir grupos grandes de datos.

La señal es tomada por el modulador para ser modulada en QPSK, las tasas programables de FEC (con tasas de $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$, o $7/8$) y las tasas completamente variables del símbolo permiten la optimización del uso del transpondedor y luego la entrega al Upconverter (mantiene constante la desviación producida y optimiza funcionamiento eliminando el ruido), este toma la señal de IF (70 MHz o 140 MHz). procedente del modulador y la eleva a frecuencia en Banda C o Ku(según sea el caso)los parámetros y la redundancia de funcionamiento del modulador puede ser controlados por el PowerVu Plus Centre (PNC) o PowerVu Plus originador codificador vía puerto de control Ethernet. La modifica en radio frecuencia para que pueda ser transmitida por un canal hacia el satélite.

El HPA la toma en la estación terrena amplifica el bajo nivel de potencia de la portadora o portadoras de radio frecuencias a un nivel suficientemente alto que, al combinarse con la ganancia efectiva de transmisión de la antena, irradie al satélite una potencia isótropa radiada equivalente (p.i.r.e) adecuada por portadora.

III.5 CÁLCULOS DE ENLACE PARA LA FLYAWAY, OPERANDO CON EL SEGMENTO ESPACIAL DEFINIDO. OBJETIVOS DE CALIDAD Y DESEMPEÑO.

Por los datos antes mencionados se sabe que la densidad de flujo de operación del sistema es $df_{pi}=100.8\text{dBw/m}^2$ del satélite. Se parte del concepto de que para garantizar una relación del sistema $C/N>8\text{dB}$. Se procede a efectuar los cálculos para diseñar la cadena de transmisión que se ajuste a estos datos.

$$(C/T)_{TOT}^{-1} = (C/T)_U^{-1} + (C/T)_D^{-1} + (C/T)_I^{-1}$$

Se procede entonces primero que nada al cálculo del $(C/T)_{u,sat}$

$$Df_{pi} = \Phi$$

$$(C/T)_{U,SAT} = \Phi_{sat} (\text{dBW/m}^2) + G/T (\text{dB/K}) - 21,46 - 20 \text{ Log } (f_x) (\text{GHz})$$

Se tiene que la frecuencia de transmisión según los datos proporcionados con anterioridad en el la características de Ingeniería del Sistema es $f_x=6266,75 \text{ MHz}$, pero para los efectos de calculo se debe llevar a GHz, para ello se multiplica la cantidad por 1000. Entonces: $f_x=6,26675 \text{ GHz}$.

$$(C/T)_{U,SAT} = -100.8 \text{ dBW/m}^2 - 6 \text{ dB/K} - 21,46 - 20 \text{ Log } (6,26675 \text{ GHz})$$

$$(C/T)_{U,SAT} = (-100.8 - 6 - 21,46 - 15,94085) \text{ dBw/k}$$

$$(C/T)_{U,SAT} = -144,20 \text{ dBw/k, expresada en pico watios es } (0,0038 \text{ pw/k}).$$

El procedimiento para llevarlo a Pico watts es:

$$-144,20 = 10 \log x$$

$$X = (10^{-144,20/10}) * 10^{12} \text{ pw/k}$$

Ahora se necesita calcular el $(C/T)_i$; para el punto de operación indicado en el transpondedor la relación C/3IM es 26.2 (para un OBO de -5dB).

$$(C/T)_i = C/3IM + 10 \log B + \log K$$

$$(C/T)_i = 26.2 \text{ dB} + 10 \log 36 \cdot 10^6 - 228.6$$

$$(C/T)_i = (26.2 + 75,56303 - 228.6) \text{ dBw/k}$$

$$(C/T)_i = -126,84 \text{ dBw/k, expresada en pico watsios es } (0,2070 \text{ pw/k})$$

Ahora se necesita el valor $(C/T)_{TOT}$,

$$(C/N)_{TOT} > 8 \text{ dB}$$

$$(C/N)_{TOT} > 8 \text{ dB} = C/TKB$$

$$(C/T)_{TOT} = 8 \text{ dB} + 10 \log K + 10 \log B$$

Recordemos en este caso que será utilizado $B = 9 \text{ MHz}$ por que es el ancho de banda utilizado por el sistema Flyaway en el transpondedor.

$$(C/T)_{TOT} = (8 - 228,6 + 10 \log 9 \cdot 10^6) \text{ dBw/k}$$

$$(C/T)_{TOT} = (8 - 228,6 + 69,5424) \text{ dBw/k}$$

$$(C/T)_{TOT} = -151,06 \text{ dBw/K, expresado es pico watts } 0,0008 \text{ pw/k}$$

Entonces,

$$(C/T)_{TOT}^{-1} = (C/T)_U^{-1} + (C/T)_D^{-1} + (C/T)_I^{-1}$$

Al despejar $(C/T)_D$

$$(C/T)_D^{-1} = (C/T)_{TOT}^{-1} - (C/T)_U^{-1} - (C/T)_I^{-1}$$

$$(C/T)_D^{-1} = (0,0008 - 0,0038 - 0,2070) \text{ pw/k}$$

$$(C/T)_D^{-1} = 0,0010 \text{ pw/k, aplicando la inversa y llevándolo a dBw/k - 150,03}$$

$$(C/T)_D^{-1} = -150,03 \text{ dBw/k}$$

La utilización de una densidad de flujo operativa determinada asociada a pasos de atenuación específico, actúa variando la $(C/T)_U$ pero sin efectuar variaciones en el punto de operación del transpondedor y en consecuencia sin variar la pire_{sat} correspondiente al ancho de banda de la portadora generada por la Flyaway, por lo que el balance del enlace descendente no sufrirá alteraciones por tal causa.

Sin embargo, el desempeño del enlace total (nivel de RF) en el enlace ascendente, no estará solamente determinado por la capacidad del HPA de la Flyaway de suministrar la potencia necesaria para garantizar la ipfd operativa a la entrada del transpondedor y la capacidad para cierto nivel de compensación por lluvia en el enlace ascendente, sino que es deseable una maximización de la $(C/T)_U$ a efectos de aplicar lo mencionado previamente, en diferentes apartes, relativo a independizar tal enlace ascendente del desempeño total del enlace, lo cual se logra si $(c/T)_U \gg (c/T)_D$.

Se procede a calcular la potencia que debe salir del HPA para garantizar 19dBw que es el pire de transmisión del transpondedor utilizado por la estación terrena de la Flyaway en el satélite.

$$\text{Pisat} = \text{PIRE}_{\text{et}} - G_{\text{et}} + L_f$$

Se observa que falta el valor del $PIRE_{et}$

Se tiene que en la estación terrena:

$$df_{pi} = PIRE_{et} / 4\pi r^2 = gT_{et} / 4\pi r^2$$

expresada en dB es,

$$\Phi_r = PIRE_{et} - 10 \log 4\pi - 20 \log r$$

Despejando el $pire$:

$$PIRE_{et} = \Phi_r + 10 \log 4\pi + 20 \log r$$

$r = 35787 \text{ Km}$, llevándolo a metros 35787000m

$r = 35787000\text{m}$

Se toma la distancia del punto sub satelital garantizando con esto la mejor vista de la antena al satélite y se suman a la ecuación las pérdidas adicionales por variación de distancia.

$$PIRE_{et} = -100,8\text{dBw/m}^2 + 10 \log 4\pi + 20 \log r + 1\text{dB}$$

$$PIRE_{et} = (-100,8\text{dBw/m}^2 + 1,09921 + 151,07451 + 1) \text{ dBw/m}^2$$

$$PIRE_{et} = 62,26 \text{ dBw}$$

Entonces,

$$P_{i \text{ SAT}} = PIRE_{et} - G_{T_{et}} - L_f$$

Se toman $0,2 \text{ dB}$ de pérdidas en el espacio libre.

$$P_{i\text{ SAT}} = (62,26 - 39,44 - 0,2) \text{ dBW}$$

$$P_{i\text{ SAT}} = 22,62 \text{ dBW, expresada en W es } 182,8$$

$$P_{i\text{ SAT}} = 182,8 \text{ W}$$

IV MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FLYAWAY

Antes de realizar la descripción general del sistema móvil satelital FLY-AWAY es importante mencionar que éste tiene como objetivo suministrar servicios de video de hasta 8 Mbps y voz (10 ch) sobre la base de una plataforma digital de alta eficiencia que garantice los niveles de desempeño y calidad necesarios para la habilitación comercial de circuitos de vídeo y voz, además de constituir la solución ideal para aquellos sitios donde resulte, por razones geográficas o económicas, prácticamente imposible implantar dicho servicio por medio de cualquiera de las redes convencionales de la C.A.N.T.V.

Este sistema de telecomunicación esta diseñado totalmente para operar a la intemperie, de fácil y rápida instalación, ligero, portable y que no requiera el desarrollo de ningún tipo de estructura para albergar los equipos.

IV.1 CARACTERISTICAS DE DETALLE DEL SISTEMA FLYAWAY

El sistema de telecomunicaciones satelital FLY-AWAY esta compuesto por los siguientes elementos o equipos:

IV.1.1 ENCODER

Este dispositivo toma la señal de video y audio proveniente de una fuente como una cámara y la codifica en formato MPEG II y luego a formato DVB para su subsecuente transmisión satelital. Unidades receptoras-decodificadoras (ur'd'S), estas unidades toman la señal procedente del LNB

la cual viene en formato MPEG II-DVB y la decodifican al formato de video y audio que el cliente necesita.

IV.1.2 MODULADOR

Estos dispositivos se encargan de modular la señal en QPSK, BPSK y luego la entregan al Up Converter. Esta unidad toma la señal de IF procedente del modulador y la eleva a banda C o Ku según se requiera.

IV.1.3 AMPLIFICADOR DE POTENCIA

La función primordial del amplificador de potencia (HPA) en una estación terrena, consiste en amplificar el bajo nivel de potencia de la portadora o portadoras de radiofrecuencia procedentes del equipo de comunicaciones terrestres (GCE:Ground communication equipment) a un nivel suficientemente alto que, al combinarse con la ganancia efectiva de transmisión de la antena, irradie al satélite una potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.) adecuada por portadora.

IV.1.4 ANTENA

Para la banda Ku se utiliza una antena de 1,8 metros.

IV.2 REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS, MECÁNICOS Y DE TEMPERATURA DEL SISTEMA

IV.2.1 SEGMENTO ESPACIAL

El segmento espacial a ser empleado para operar la estación Flyaway tiene las siguientes características:

Polarización circular

Ancho de banda del transpondedor: 36 Mhz.

Pie de transmisión: 19 dbw

Densidad de flujo de saturación al borde del haz: $-100,8 \text{ dbw/m}^2$.

G/T: -6 dBK.

Frecuencia de transmisión: 9

Tipo de Haz: North West (zona A) / North West (zona A).

IV.2.2 CANALES

La estación terrena remota FlyAway es de tipo portátil o transportable y capaz de manejar los siguientes servicios:

Un (1) canal de vídeo digital calidad de distribución, en formato MPEG-II, que permita manejar una señal de hasta 8 mbit/s. Canal de audio estéreo asociado al canal de vídeo.

En la estación terrena Camatagua el sistema debe ser capaz de manejar los siguientes servicios:

Un canal de vídeo digital calidad de contribución, en formato MPEG-II, que permita manejar una señal de hasta 8 Mbps.

Canal de audio estéreo asociado al canal de vídeo.

IV.2.3 TEMPERATURA Y RESISTENCIA MECÁNICA DE OPERACIÓN

El sistema Flyaway debe disponer de un sistema de refrigeración o de ventilación que permita el enfriamiento de las diferentes unidades que

componen el sistema, antes de llegar a extremos de temperatura que impidan la utilización del mismo.

En virtud de la aplicación específica del sistema Flyaway, el mismo esta en capacidad de operar bajo condiciones de intemperie normales, extremas y de supervivencia. La antena y todo el equipamiento asociado puede soportar sin dañarse vientos medios de 110 Km/h y sobrevivir con vientos extremos de 192 km/h.

IV.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

IV.3.1 LA ANTENA PORTABLE DEL SNG

- ✓ Permite el registro fácil de los datos del funcionamiento sobre las antenas individuales necesitan no más de largo ser sometidos a la INTELSAT.
- ✓
- ✓ Operación en un uplink; la potencia del uplink no es restringida al valor definido por el valor lateral mínimo del funcionamiento del lóbulo de $29-25\log\theta$ dBi (aproximadamente +99.5dBm).
- ✓
- ✓ Confianza en funcionamiento; el reflector de la fibra del carbón de 1.5 contadores es extremadamente derecho y robusto, y mantendrá su perfil incluso bajo uso portable arduo. El funcionamiento técnico, cruza la discriminación polar y recibe G/T es controlado y verificado durante la calificación de la aprobación, y es garantizado por RFT/CML para las antenas de la producción.

IV.3.2 450 WATT KU BAND TWT AMPLIFIER(HPA)

El equipo utilizado en la configuración del sistema Fly-Away actual es el modelo 400 C/Ku watt de ETM.

1. Descripción

El modelo 400C/Ku representa la potencia de la banda-C y de la banda-Ku en un solo equipo amplificador, el cual proporciona la mejor flexibilidad de enlace de satélite a lo ancho del mundo.

Posee una eficiente fuente de poder, ancho de banda TWT y controles de fácil uso, encapsulado y montado en un compacto y rígido rack que hacen de este sistema el ideal y más satisfactorio para aplicaciones móviles y de fly-away.

Este amplificador de banda ancha proporciona un máximo en saturación de 325 vatios de potencia a la salida, las frecuencias de enlace en el modo banda C (5.9 - 6.4 GHz) o para banda Ku (14.0 - 14.5 GHz) se hace a través del intercambio simple de filtros externos. La capacidad de la banda (7.9 - 8.4GHZ) también es una opción variable.

El funcionamiento optimizado de la banda C del TWT permite la operación digital en los niveles hasta 4 dB más arriba que otros estándares (Banda C lineal).

Tabla IV-1 Parámetros Técnicos del Amplificador de Potencia

Rango de Frecuencia	5.850 - 6.425 GHz, C Band 13.75 - 14.50 GHz, Ku Band 7.9 - 8.4 GHz, X Band (opcional)
Potencia de salida del amplificador	325 watts, mínimo
Ganancia del amplificador	60 dB min., Ku Band 50 dB min., C-Band
Variación de ganancia	4 dB max. – a lo largo de cada banda 2 dB max. - opcional
Ganancia tope	.03 dB max. – sobre unos 40 MHz
Estabilidad de ganancia	.25 dB/24-horas- a cualquier frecuencia con el mecanismo impulsor constante
Ajuste de ganancia	0 - 35 dB - ajustable continuamente
Intermodulación en Banda-C	-24 dB at 3 dB apagado Products Ku-Band: -24 dB at 7 dB apagado
Conversion AM-PM	6°/dB a razón de la potencia
Harmonic Output	Filtro armónico dependiente
Residual AM	<4 kHz -40 dBc/kHz max. 4 kHz to 500 kHz -20(1.15 + LogF) (F in kHz) max. >500 kHz -80 dBc/kHz max.
Fase de ruido	Limites 1 y 2 de IESS-308
Ruido y salidas falsas	-65 dBW/4 kHz max.
Grupo de retardo (en cualquier banda de 40MHz)	Lineal: 0.05 nanosegundos /MHz Parabólica: 0.01 nanosegundos/MHz (ajustado) Ondulación: 0.50 nanosegundos /MHz (pico a pico)
Entrada VSWR	1.20:1 max.
Salida VSWR	1.50:1 max.
Carga VSWR	1.50:1 max. - for spec. compliance 2.00:1 max. - continuous operation
Conectores RF	N-tipo Salida: WRD-580 Puerto de muestreo: N-tipo
Medición	Visualización Fluorescente Del Vacío, 4-línea, 20-caracteres, programable.
Monitoreo de parámetros	Potencia Delantera (dBm, watts, gráfico), Fuente de reserva (dBm, watts, gráfico), Voltaje Del Cátodo, Corriente De la Hélice, Voltaje Del Filamento, corriente del filamento, colector de voltaje, Voltaje De Rejilla, temperatura del gabinete (°C or °F), TWT Temperatura de la Placa de base (°C or °F)
Advertencias del panel de usuario	Sobre potencia delantera, Baja potencia delantera, Sobre potencia reversa, Sobre Corriente de la Hélice, Temperatura Excesiva de la Cabina, Temperatura Excesiva de la Placa de base.
Fuente A-C	105 – 255 VA, monofásica, 50/60 Hz, 1800 VA
Mecánico	19" ancho x 5.25" alto x 24" profundidad, 69 lbs
Certificación	Resuelve requisitos de ETS 300-327

IV.3.3 POWER VU CODIFICADOR DE VIDEO DIGITAL (ENCODER)

El codificador de video Digital PowerVu, modelo D9110, NP 42D328D representa la puesta en práctica de Cientific-Atlanta de los estándares de MPEG-2/DVB. El codificador se basa en una serie de productos a nivel de tarjetas, aportando soluciones de compresión altamente flexibles a los sistemas video y audio.

1. DESCRIPCION

La configuración video estándar del codificador de PowerVu Digital consiste en un chasis y una placa base con las tarjetas de aplicación específica para la compresión de video y audio. El codificador de un solo canal proporciona seis ranuras para los conjuntos de tarjeta audio y video. Utiliza un concepto del "medio-plano", con las funciones de proceso principales cargadas en la tarjeta delantera, y las funciones del proceso entrada-salida en la tarjeta más pequeña posterior. Este diseño proporciona flexibilidad en la configuración del chasis.

2. CARACTERISTICAS

- ✓ Acepta entradas de información analógicas y digitales de audio/video.
- ✓ Proporciona un servicio de video MPEG-2 y a hasta cuatro pares estéreos de audio (8 canales).
- ✓ Soporta señales de video NTSC y PAL.
- ✓ Permite resoluciones múltiples de video dando máxima flexibilidad a la red.
- ✓ Soporta NABTS, WST, Invertido WST (tonos de la señal), AMOL I y II (Nielsen), VITC, Gemstar, y estándares de los datos de EIA 608.

- ✓ Entrada de información de referencia de MSYNC para la sincronización del reloj.
- ✓ Utiliza el concepto de diseño modular para la configuración flexible del chasis.
- ✓ Incorpora fuentes de alimentación redundantes.

a) Tarjeta de entrada de Video Modelo D9786 (Video Input Card) N° Part 570133

La tarjeta de entrada D9786 acepta el vídeo compuesto o analógico compuesto y lo convierte a un formato ITU-R-601 listo para la compresión. También la ITU-656 aceptará directamente una señal serial y el paso de ésta al compresor de video.

La tarjeta de entrada de video sincroniza el video entrante a la base de tiempo del sistema, permitiendo señales de video entrantes asíncronas en una y otra. Procesa 10 Bits y proporciona el filtrado necesario y el muestreo para lograr la resolución apropiada antes de la compresión. Este codificador permite comprimir un ancho rango, como un programa de película basado en calidad de estudio. Tanto en aplicaciones de red y optimización de programas de televisión los clientes pueden cambiar el rango de los datos para maximizar la calidad del vídeo transmitido.

b) Tarjeta de Vídeo Codificador Modelo D9787 MPEG-2(MPEG-2 Vídeo Encoder Card) N° Part 565890

La tarjeta video codificador comprime la señal video digitalizada recibida del procesador de entrada de información. Se comprime el vídeo usando algoritmos de codificación adaptables y avanzados relacionando las variables campo/ventana con tecnología MPEG. El vídeo comprimido es

entonces empaquetado en una secuencia para ser transportado y enviado a la tarjeta de control.

c) Tarjeta del Disparador de Señal I/O (Entrada/Salida) Modelo D9783(Cue Trigger I/O Card

Esta tarjeta de I/O (Entrada/Salida) conjuntamente con la tarjeta de video codificador D9787 MPEG-2 proporcionan la conexión entre el codificador de PowerVu los equipos decodificadores de VITC, como también la inserción de otros equipos comerciales. La información resultante se transmite con el vídeo comprimido hasta el puerto de expansión del receptor. Se utilizan dos formatos de entrada a la interfaz. Uno hace un barrido para la validación de la información física desde los relays y switches, mientras que un acceso serial RS-232 valida los datos del equipo y computadores del cliente. Soporta hasta cuatro resultantes separadas a las salidas para la familia de producto PowerVu Receptor. El receptor modelo del satélite comercial D9223 de PowerVu puede utilizar hasta cuatro salidas adicionales.

d) Set de Tarjetas Codificador de Audio Modelo D9782(Audio Encoder Card Set) N° Part 570130.

La tarjeta audio D9782 del codificador acepta cuatro mono canales en la entrada, los cuales pueden ser configurados como dos pares estéreos en análogo con formato digital AES/EBU o una señal audio digital de AES/EBU embutida en una secuencia serial D1. Se procesan las entradas de información usando la compresión de audio del MPEG (Musicam) antes del empaquetado y transferencia de los datos a la tarjeta de control de MSYNC. Soporta un amplio rango de índices binarios para el audio.

e) Tarjeta procesadora de data modelo D9785 VBI(VBI Data Processor Card) N° Part 801-466

La tarjeta D9785 VBI acepta una señal de video compuesta y una señal de vídeo Sync opcional como referencia.

La tarjeta de VBI procesa líneas de video-data en el intervalo vertical y las oculta. Normalmente, estas líneas no son visibles al espectador y se utilizan transmitir la información tal cual como es en la realidad. La tarjeta D9785 VBI procesadora valida las líneas de datos en las señales video en formato NTSC tanto como en PAL. La data es extraída y se pasa a través del receptor, donde es reinsertada en la localización correcta en el cuadro correspondiente de video. Los estándares actualmente utilizados de los datos incluyen: NABTS, WST, Inverted WST (tonos de la señal), AMOL I y II (Nielsen), VITC, Gemstar y EIA 608. Las formas de video ondas tales como NTC7, VITS y VIRS no las soporta.

Los puertos RS-232 permiten la conexión del equipo de transmisión hasta tres secuencias de datos con un lenguaje por secuencia. Cada secuencia del subtítulo se transmite como servicio con el vídeo hasta el receptor. La secuencia apropiada del subtítulo se descomprime y el vídeo excesivo puede ser visualizado según lo determinado por la selección de canal virtual en el receptor.

f) Set de Tarjetas de Control modelo D9711 MSYNC(Msync Control Card set) N° Part 570132.

La función principal del conjunto de tarjeta de control de MSYNC es multiplexar los servicios en una sola secuencia del transporte Mpeg-2. La información del diagnóstico y de estatus de todas las tarjetas está señalada

vía la tarjeta de control de nuevo al centro del comando de PowerVu. Se utiliza la señal de MSYNC de sincronizar todos los relojes del servicio con el reloj principal del estudio. MSYNC está disponible del generador principal modelo de la sinc. D9262 de PowerVu y se puede referir a un reloj principal del estudio o a una referencia estándar del reloj.

Una conexión de Ethernet se proporciona para permitir que la tarjeta se comuniquen con el centro del comando de PowerVu. Forme los alamar del encierro del contacto de C se proporcionan para indicar incidentes de menor importancia, importantes, y de la potencia. Un conector del loop through para la señal de Cientific-Atlanta MSYNC se proporciona.

3. CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR

El codificador video de PowerVu Digital contiene las tarjetas siguientes como configuración estándar:

- ✓ Tarjeta De Control de MSYNC Modelo D9711
- ✓ Tarjeta Vídeo Avanzada de la entrada de información. Modelo D9786
- ✓ Tarjeta Video Del Codificador Mpeg-2. Modelo D9787.
- ✓ Tarjeta Audio Del Codificador. Modelo D9782.
- ✓ Dos ranuras de extensión.
- ✓ Opciones Del Conjunto De Tarjeta De la Extensión:
- ✓ Codificador Audio Adicional - Modelo D9782
- ✓ VBI Procesador de datos - Modelo D9785
- ✓ Disparador I/O De la Señal - Modelo D9783

4. ESPECIFICACIONES

a) Entradas de Vídeo:

- ✓ Una opción de las entradas de información video proporciona al camino de la migración de existir Digital Equipment analógica.
- ✓ Impedancia: 75 Ω . desequilibrado
- ✓ Nivel de Video: 1V p-p $\pm$ 0.3V p-p
- ✓ Sync: 0V to -0.286V p-p, vídeo compuesto
- ✓ Pérdida: >25 dB
- ✓ Anchura de banda: desde 4.2 MHz (NTSC) hasta 5.5 MHz (PAL)
- ✓ Conector: BNC bucle-por (o terminado).
- ✓ Entrada de información Video Componente
- ✓ Impedancia: 75 Ω desequilibrado
- ✓ Nivel de Video: Betta or MII, selectable
- ✓ Pérdida >25 dB
- ✓ Anchura de banda: desde 4.2 MHz (NTSC) hasta 5.5 MHz (PAL)
- ✓ Conector: BNC bucle-por (o terminado).
- ✓ Entrada de información Video Serial Digital (D1)
- ✓ Impedancia: 75 Ω desequilibrado
- ✓ Interface: SMPTE 259M (270 Mb/s)
- ✓ Formato: ITU-R-601
- ✓ Conector: BNC bucle-por (o terminado).

b) Entradas de Audio

- ✓ Entrada analógica de Audio
- ✓ Proporciona al camino de la migración de existir Digital Equipment analógica.
- ✓ Rango: 20 Hz to 20 kHz :1:0.25 dB
- ✓ Impedancia: >10 K ohm, todos los niveles de referencia a 600 Ω fuente
- ✓ Nivel de audio: 0 dBm (APL) +18 dBm (PPL)
- ✓ Taza de muestreo: 32 K, 44.1 K, 48 K muestras/segundo

- ✓ Clip Indicado: +18.2 dBm
- ✓ Entrada de información Máxima: +26 dBm
- ✓ Nivel de ajuste: + 8 dB
- ✓ A/V Retardo Adj.: :1:17 ms concerniente al vídeo
- ✓ conector: XLR-3-31 (contacto femenino, shell masculino)
- ✓ Entrada digital de audio
- ✓ Interface Serial: AES/EBU format
- ✓ Taza de muestreo: 32 K, 44,1 K, 48 K muestras/segundo, 16-bit linear or 48 K muestras/segundo, 20-bit inear
- ✓ Conector: XLR-3-31 (contacto femenino, shell masculino)
- ✓ Entrada de información Audio Opcional De Digital (DI)
- ✓ Impedancia: 75 Ω unbalanced
- ✓ Interface: SMPTE 259M (270 Mb/s)
- ✓ AES/EBU (sobre)
- ✓ Formato: ITU-R-601
- ✓ Conector: BNC bucle-por (o terminado).
- ✓ Ethernet
- ✓ Puente de comunicaciones al centro del comando de PowerVu para la transmisión de la configuración de sistema y de la información de estatus. Tipo: 10 Mb/s analog, Conector: R J-45 (10Base-T)

c) Modelo D9110 Power Vu Digital Video Codificador

Salida

Video: MPEG-2 codificación adaptante de campo/ventana (perfil principal de nivel/principal)

Taza de Video en Bit: 1.5 to 15 Mb/s

Audio: MPEG-1 layer 2 codificación

taza de Audio en Bit: 64 to 384 kb/s

Transporte: Multiplexado MPEG-2 paquetes transportados, con audio individual and video enpaquetado. secuencias elementales (PES)

Formato: SWIF (Solo Interfaz del cable)

Longitud de onda: 660 nm, sistema fiber-optic rojo visible

Conector: HP Conexión Versátil

Contactos de Alarmas

Tipo: contactos forma C

Conector: Bloque de terminales de resorte

Alarmas: Alarma menor, Alarma mayor, e incidente en la potencia

Contactos: 3 sets (NC, Common, NO) plus 2 grounds

d) Opcionales

D9785 VBI Tarjeta Procesadora de Datos

Vídeo Compuesto Entrada Solamente

Impedancia: 75 desbalanceada, resistiva

Nivel de Vídeo: 1V p-p, sync tip to 100% white bar

Razón: hasta 6.9375 Mb/s instantáneos.

e) Líneas Activas:

- ✓ NTSC: líneas 10 to 22, campos 1 & 2
- ✓ PAL: líneas 7 to 22, campos 1 & 2
- ✓ Sincronismo externo: Niveles de acuerdo con CCIR-624 para NTSC y modo PAL
- ✓ Conector: BNC bucle-por (o terminado).
- ✓ Estándares: NABTS, WST, Inverted WST, AMOL I and II (Nielsen), VITC, Gemstar, and EIA 608

f) Ambiente

Temperatura de Operación 0 °C to 40°C

(32°F to 104°F)

Storage Temperature: -20°C to 60°C

(-4 °F to 140 °F)

Humedad Relativa: 0% to 95% non-condensing

Comprobación

Dimensiones:

8.75 in. H x 19.0 in. W x 20 in. D (13.3 cm H x 48.3 cm W x 50.0 cm D)

5U high, 19 in. rack mountable

g) Requisitos De Potencia

- ✓ Rango de Voltaje: 100V to 240V ac $\pm$ 10% nominal
- ✓ Línea de Frecuencia: 47 Hz to 63 Hz
- ✓ Consumo de poder: 200W máximo.
- ✓ Fuentes de alimentación redundantes

IV.3.4 MULTIPLEXOR DIGITAL MODELO D9130

El multiplexor Digital PowerVu de Scientific-Atlanta combina y encrypta la información del Encoder video Digital de PowerVu y saca la información multiplexada al modulador video Digital de PowerVu.

1. DESCRIPCION

El multiplexor Digital de PowerVu de Scientific-Atlanta combina hasta 12 secuencias de transporte MPEG-2, encrypta cada servicio individual, y proporciona una salida de transporte MPEG-2 única al modulador video

Digital de PowerVu de Scientific-Atlanta. Los paquetes transportados son transferidos desde cada Encoder al multiplexor usando un sistema de fibra-óptico. El control de la comunicación entre el multiplexor y el centro del comando de PowerVu es una conexión vía Ethernet que proporcione una ruta de comunicación de alta velocidad para transferir grupos grandes de datos.

2. CARACTERISTICAS

- ✓ Permite la conexión de hasta 10 secuencias simultáneas de contribución de MPEG-2/DVB
- ✓ Combina todas las secuencias del transporte MPEG-2 en un rango de datos final de hasta 50 Mb/s
- ✓ Provee el encriptado de servicios individuales no determinísticos y al azar.
- ✓ Provee una secuencia a la salida individual de interfaz cableada (SWIF)
- ✓ Permite la conexión de Ethernet al centro del comando de PowerVu para la configuración y receptoría de la base de datos de control.
- ✓ Soporta operaciones redundantes tanto para el multiplexor como el MPEG-2 video codificador
- ✓ Provee a la entrada información de referencia para la sincronización del reloj del sistema

a) Set de la Tarjeta de Control Msync Modelo D9711(Msync Control Card set)N° Part 570132

El set de la tarjeta de control D9711es el corazón del multiplexor de PowerVu Digital. Su responsabilidad primaria es la multiplexación de servicios de transporte en una sola secuencia MPEG-2. La información del

diagnóstico y de estatus de todas las tarjetas está señalada vía la tarjeta de control de nuevo al centro del comando de PowerVu. La señal de MSYNC se utiliza para sincronizar todos los relojes del servicio y puede ser referencia para el reloj principal del sistema. MSYNC está disponible para el generador principal modelo D9262 Master Sync de PowerVu.

La tarjeta I/O proporciona una conexión de Ethernet permitiendo la comunicación con el centro del comando de PowerVu. Los contactos Forma C y las alarmas indican incidentes de menor y mayor importancia como las fallas de la potencia. También se proporciona un cable conector para la señal MSYNC de ScientificAtlanta.

b) Set de la tarjeta de recepción modelo D9730 SWIF(SWIF Receive Card Set) N° Part 540311

Todos los servicios generados dentro de un solo PowerVu Digital codificador de video son transferidos por paquetes al MPEG-2 vía SWIF interfaz óptica (un solo cable interfase). Cada SWIF de tarjeta receptora acepta hasta cuatro entradas SWIF de información óptica y un máximo de tres tarjetas se puede insertar en el chasis para aumentar el número de entradas de información disponibles. SWIF emplea un sistema de fibra óptica económico y confiable para la interconexión y proporciona señales con buena tierra e inmunes al ruido.

3. ACCESO CONDICIONAL Y SISTEMA DE CONTROL

a) Set de Tarjetas Acceso Condicional. Modelo D9740(Conditional Access Card Set Des Only) N° Part 801-491.

La tarjeta de control de MSYNC se interconecta con la tarjeta de acceso condicional, proporcionando el control y el acceso a los servicios.

La interfaz de la tarjeta de acceso condicional proporciona un acceso vía puerto Ethernet facilitando la comunicación de alta velocidad con el centro del comando de PowerVu. La información de acceso condicional generada por el centro del comando de PowerVu se pasa al multiplexor vía una conexión de Ethernet. A cada vídeo, audio, o servicio de datos se le asigna un identificador único del paquete (PID) y es encriptado independientemente por el sistema. Este nivel de control permite acceder los diferentes niveles de encargo para cada decodificador.

Los contactos Forma C y las alarmas indican incidentes de menor y mayor importancia como las fallas de la potencia. También se proporciona un acceso para la señal de sincronización.

b) Set Tarjeta de Control del Sistema de Interfaz modelo D9745(System control interface Card Set Power vu lite)N° Part N° Part 801-491

Este set de tarjeta funciona idénticamente al set de tarjeta de acceso condicional D9740 a menos que esta no esté equipada con el servicio desmodulador DES de capacidad.

c) Tarjeta Desmoduladora modelo D9737 DVB(DVB Scrambler Card) N° Part 801-469

El modelo D9737 DVB es una tarjeta auxiliar que tiene la capacidad de desmodular servicios usando el algoritmo común demodulador DVB. Esta tarjeta se acopla con la tarjeta de acceso condicional D9740 o la tarjeta de

control del sistema D9745 I/F para proporcionar una solución condicional completa de acceso y demodulación.

d) Tarjeta auxiliar de datos y banda ancha modelo D9732WBD(wideband data card) N° Part 570131

Maneja los servicios auxiliares de datos y banda ancha en el sistema PowerVu se manejan por la tarjeta de D9732WBD. La tarjeta de datos y banda ancha soporta hasta cuatro servicios asíncronos de los datos y dos servicios de alta velocidad. Cada acceso de alta velocidad puede ser configurado independientemente para los servicios de los datos de acuerdo sea el negocio.

Los datos asíncronos, o de poca velocidad, se validan en el nivel RS-232 y las tasas a partir de 300 a 38.400 baudios. El usuario puede seleccionar tiempos máximos de espera y controlar el handshaking (protocolo).

La tarjeta de datos y banda ancha D9732WBD utiliza dos tipos de datos de alta velocidad: datos de alta velocidad comerciales y servicios banda ancha de datos para la difusión o transmisión. Pueden agregarse otros productos que permiten la transmisión de archivos, la difusión de los datos y servicios del Internet.

Comercialmente los servicios síncronos de los datos se validan en el nivel RS-422 y la tasa se hace discreta a partir de 9.6 kb/s a 2.048 Mb/s (E1). La interfaz es un reloj y puerto de datos simple que no requiere software para el protocolo. El sistema se puede configurar para validar o proveer los datos de reloj hasta que se enlacen con el sitio, pero debe proveer continuamente los datos del reloj hasta que el receptor se enganche. Este servicio es

utilizado solamente por los receptores apropiadamente equipados del modelo D9223 de PowerVu satélite comercial.

Los servicios de banda ancha y transmisión de datos para las aplicaciones de BTV son validadas en el nivel RS-422 con tasas discretas que se extienden cerca de 400 kb/s a 13.5 Mb/s. El interfaz es exactamente igual al servicio de alta velocidad comercial, pero el sistema de PowerVu debe proveer los datos de reloj en el enlace y recibir del sitio. Este servicio solamente soporta Receptor Satelital Comercial de PowerVu equipado con banda ancha con soporte de datos para la transmisión.

4. PROGRAMA METROMUX-TM

MetroMuxTM es un programa opcional disponible en los comandos PowerVu en los sistemas del centro 2000 y 3000. El software habilita el multiplexor Digital de PowerVu para remultiplexar y transportar las secuencias generadas hasta las localizaciones diversas. Para más información sobre este producto de software contacte con ScientificAtlanta .

5. ESTÁNDAR DE CONFIGURACIÓN

El multiplexor Digital de PowerVu posee el siguiente estándar de configuración en las tarjetas:

- ✓ Tarjeta de control MSYNC - Modelo D9711
- ✓ Tarjeta de acceso condicional– Modelo D9740
- ✓ Tarjeta Receptora - Modelo D9730
- ✓ Tres ranuras vacías

a) Opciones del Set de Tarjeta:

- ✓ Tarjeta Receptora SWIF Adicional – Modelo D973
- ✓ Tarjeta de datos y banda ancha – Modelo D9732WBD
- ✓ Tarjeta Desmoduladora DVB – Modelo D9737
- ✓ Tarjeta de Control del Sistema I/F – Modelo D9745
- ✓ Multiplexor Digital PowerVu – Modelo D9130.

6. ESPECIFICACIONES

Entradas de información al SWIF proporcionan la conectividad para la longitud de onda de las secuencias de la contribución: 660 nm, conector fibra óptica rojo visible del sistema: Conexión versátil del HP.

a) Ethernet

Puente de comunicaciones al centro del comando de PowerVu para la transmisión, configuración e información del estatus del sistema: conector analógico R J-45 de 10 Mb/s: (10BaseT)

b) MSYNC

Sincroniza el chasis múltiple a un solo conector del reloj de referencia del estudio: BNC (75W)

Puerto serial para uso futuro.

c) Salida del SWIF

Combina los servicios de transporte y secuencia para la conexión a un modulador QPSK o a una longitud de onda del interfaz de Telco: 660 nm, conector fibra óptica rojo visible del sistema: Conexión versátil del HP

Alarma contactos

Tipo: Contactos forma C

Conector: Bloque terminal en resorte

Alarmas: menor, mayor falla de energía

Contactos: 3 Set (NC, Common, NO) más dos tierras

d) Opcionales

Tarjeta datos y banda ancha D9732WBD con entradas de datos asíncrona y cuatro canales independientes.

Tipo: RS-232E, DCE 9-pin D-Sub hembra a razón de: 300,1200, 2400, 4800, 9600, 19.200, 38.400 b/s

Formato: Datos transmitidos como 8 dígitos binarios, ninguna paridad, 1 dígito binario de paridad.

1 Bit de stop o de alto.

Entradas de datos asíncronos:

Canales: 2 de tipo independiente

Tipo: RS-422, entradas de información diferenciadas 5V (reloj y datos), 9-contactos D-sub macho

Tazas comerciales: 9.6 K, 19.2 K, 38.4 K, 57.6 K, 64 K, 76.8 K, 96 K, 115.2 K, 128 K, 192 K, 256 K, 384 K, 512 K, 1.024 M, 1.536 M, 2.048 Mb/s

Para Negocios (Datos banda ancha): 421.875 K, 843.75 K, 1.6875 M, 3.375 M, 6.75 M, 13.5 Mb/s

7. AMBIENTE

Temperatura de Funcionamiento: 0°C a 40°C (32°F a 104°F)

Temperatura del almacén: -20°C a 60°C (-4°F a 140°F)

Humedad relativa: el 0% al 95% non-condensing

Dimensiones: 8.75 adentro. H x 19.0 adentro. W x 20 adentro. D (13.3 centímetros H x 48.3 centímetros W x 50.0 centímetros D) Ü alto, estante de 19 pulg. aumentable

8. RANGO DEL VOLTAJE

Requisitos De Potencia: 100V 240V a la línea nominal frecuencia de la CA el +10%

Línea de frecuencia: 47 hertzios a 63 hertzios

Consumo de energía: máximo 200W.

IV.3.5 DIGITAL VIDEO MODULATOR. MODEL D9380A

El modulador video de PowerVu Plus™ Digital es un equipo variable, de alto rendimiento, MPEG-2/DVB-compatible con el modulador de QPSK diseñado para el solo canal o la transmisión vía satélite del canal múltiple.

1. DESCRIPCION

PowerVu Plus de Cientific-Atlanta es un modulador de video Digital que utiliza las técnicas de procesamiento de señales digitales ofreciendo mucha flexibilidad y versatilidad. Este modulador se utiliza conjuntamente con PowerVu Plus de Cientific-Atlanta con el sistema PowerVu Plus video digital de compresión para un solo canal o para aplicaciones con múltiple canal. El modulador cumple con todas las recomendaciones aplicables de ITU-R y de IESS y es CE comprobable.

El modulador PowerVu Plus de video Digital acepta redundancia DVB-ASI o interfaz de cable óptico (SWIF) entradas y salidas de información en una señal modulada QPSK. La IF de frecuencia variable puede centrarse sobre 70 MHz o 140 MHz. Las tasas programables de FEC y las tasas completamente variables del símbolo permiten la optimización del uso del transponedor. Los parámetros y la redundancia de funcionamiento del modulador puede ser controlados por el PowerVu Plus Centre (PNC) o PowerVu Plus originador codificador vía puerto de control Ethernet.

2. CARACTERISTICAS

Compatible con MPEG-2/DVB.

Frecuencia agilizada a la salida de 70 MHz a 140 MHz de operación.

Menú frontal con manejo de panel de control para operaciones independientes.

Selector de símbolos con tasa a partir de 1 Msymbols/s hasta 31 Msymbols/s.

Información clasificada de tasas a partir de 0.93 Mb/s a 50 Mb/s.

Índices delanteros programables con corrección de error (FEC) con tasas de 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, o 7/8.

Tasas de transmisión a partir de 2 Mb/s hasta 62 Mb/s.

El modo CW permite alinear los sistemas uplink en el sentido de las agujas del reloj.

Primario y secundario DVB-ASI o solamente entradas de información ópticas de la secuencia del transporte del interfaz del cable (SWIF).

Control en línea de la redundancia vía PowerVu Plus Network Centre o PowerVu Plus Originador con terminal codificador.

Procesa la señal digital para la filtración de la banda base.

Dos unidades rack altas (2U).

Puertos ethernet para el monitoreo y control.

Tabla IV-2 Rangos del Ancho de Banda de la Portadora

Rel Lvl (dB)	Factor Rolloff	Portador BW (MHz)
-3	1.0	1.0 – 31.0
-10	1.2	1.2 – 37.2
-16	1.28	1.28 – 39.68
-20	1.31	1.31 – 40.61
-26	1.34	1.34 – 41.54
-30	1.36	1.36 – 42.16
-40	1.38	1.38 – 42.78

Tabla IV-3 Especificaciones del Modulador de Video Digital

Especificación	Modulador D9380A
Características de operación	
Modulación	QPSK
Enmarcación y codificación	DVB obediente
Lámina Salomón	T=8
Interpolación Circunvolucional	Profundidad de 12
Razón del Símbolo	1 a 31 Msymbols/s (100 symbols/s stepsize)
Razón de transmisión	Transmission Rate 2 to 62 Mb/s (200 b/s stepsize)
Razón usable de la Información	Ru = 0.93 to 50 Mb/s
Alfa	el 35% por la especificación de DVB
Frecuencia de la Salida	70 MHz (52 to 88 MHz) & 140MHz (104 to 176 MHz)
Stepsize	250 K/hz.
Estabilidad	$\leq \pm 2$ ppm
Conector de salida	BNC (hembra)
Impedancia	75 Ω
Pérdida de vuelta de la Salida	-20 dB Máx.
Nivel de la Salida	-5 to -25 dBm (0.1 dB stepsize)
Sintetizador de la Fase del Ruido	Excede los requisitos IESS-308
Salida falsa (excepto en modo CW)	In-Band: >50 dBc/4 kHz (In-carrier bandwidth) Out-of-Band: >80 dBc/4 kHz (full transponder carrier), >60 dBc/4 KHz. (1/4 transponder carrier)
Conector de monitoreo	BNC (female, 75W)
Alarmas	Sumario de alarma vía contacto cerrado
Interfaz de los Datos de Entrada	DVB-ASI o SWIF (óptico) redundante seleccionable.
Conector SWIF	Estilo bayoneta ST
Conector DVB-ASI	75W, coaxial
Monitoreo y control	Cable ethernet 10BaseT (Par trenzado)
Ambiente	
Temperatura de operación	0°C to 50°C (+32°F to 122°F)
Temperatura de Almacenaje	-25°C to 85°C (-13°F to 185°F)
Humedad Relativa	el 5% a el 95% non-condensing
Comprobación	
Dimensiones	3.5 in. H x 19 in. W x 22 in. D (8.9 cm H x 48.3 cm W x 55.9 cm D)
Peso	20 lbs (9 kg)
Requisitos de potencia	
Rango de voltaje	100V to 240V ac nominal $\pm 10\%$
Línea Frecuencia	de 47 Hz a 63 Hz auto ajustable
Consumo de Energía	60W típico

IV.4 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FLYAWAY

IV.4.1 GUÍA DE INSTALACIÓN

a) Procedimiento para orientar la antena:

Para la ubicación física de la antena primero que nada se debe estudiar un terreno disponible abierto que no obstaculice la línea de vista (hacia el satélite INTELSAT) de la antena.

Una vez seleccionado el sitio, se realiza la lectura con el GPS de la latitud y longitud del mismo.

Con estos datos se procede a calcular el azimut y la elevación con el software de monitoreo del sistema: Pylon GDS-SAT (explicado en la pagina 105).

Con la ayuda de la brújula se busca la lectura del valor del azimut para la ubicación del polarizador de la antena.

Se deben cuidar los siguientes detalles:

Que el indicador de nivel de horizontalidad de la antena este centrado, esto se logra moviendo las bases de la antena.

Que el sitio escogido para la instalación de la antena sea seguro:

Evitar la posibilidad de tránsito de personas, vehículos y todo aquello que represente riesgo para la operatividad del equipo.

Solución particular para cuando no se poseen todos los equipos de monitoreo y el software.

1. Si a la hora de ubicar el sitio para la instalación de la antena no se tiene disponible la computadora portátil para el uso del software y el cálculo del azimut.

Se realiza todo el proceso anteriormente mencionado solo con la salvedad de utilizar la fórmula para el cálculo del azimut (descrito en el marco teórico).

2. Si el caso es que además de no tener la computadora portátil, no se tiene la fórmula entonces se procederá la siguiente forma:

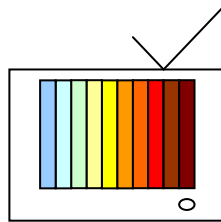
- ✓ Se realiza directamente la instalación de la antena, con sus cables de alimentación en funcionamiento.
- ✓ Se afloja la palanca de ajuste del azimut.
- ✓ Se llama a Camatagua y se va coordinando el valor a medida que se mueve la palanca y se mueve también la perilla para el ajuste de la elevación.
- ✓ Se solicita monitoreo de la señal de bajada para terminar de ajustar el valor de la elevación y Camatagua indicará si con esos valores se tiene visualizado el satélite.
- ✓ Luego se realiza la lectura de los valores de elevación con el inclinómetro.
- ✓ Con el uso de la brújula se realiza la lectura del azimut nuevamente(que será el definitivo).

b) Puesta en marcha de los equipos de la parte electrónica del sistema.

Después de orientada la antena:

- ✓ Se debe inicializar el software como se explica en la siguiente sección.

- ✓ Se encienden los equipos de la parte electrónica(Modulador, Encoder y Multiplexor).
- ✓ Se debe monitorear la Señal de barras en el TV, como se observa a continuación (se simula con el software para garantizar que la instalación es correcta y esta lista para esperar la señal del cliente)
- ✓ Se debe programar el modulador: seleccionar MENU, presionar 2, luego 9, después VIEW y por último YES.



- ✓ Se debe encender el HPA(Activar Switch Power ON en el HPA); se deben esperar 3 minutos reglamentarios de calentamiento del TWT”.
- ✓ Presionar MORE, para verificar los valores de voltaje y corriente.
- ✓ Presionar OPERATOR, luego RFON. Después se llama a Camatagua para inyectar potencia presionando el botón de GAIN para poder tener acceso a la perilla que hace posible incrementar la potencia.
- ✓ Presionar GAIN (varias veces hasta que titile power de subida), luego girar ADJUST lentamente y comenzar a subir potencia.
- ✓ El valor de la potencia máxima lo indica Camatagua.
- ✓ Lo único que debe ser monitoreo constantemente y sin descuidarse son los valores de potencia que se observan en el HPA y los valores de ganancia.
- ✓ Después de la instalación al hacer la desinstalación, se debe:

Cuidar la forma de apagar el HPA:

- 1.- Presionar GAIN Y ADJUST, se ajusta hasta llevar las señales hasta cero.
- 2.- Presionar OFF, STANBY, en el display aparecerá STANBY COOL OFF y esperar hasta que aparezca STANBY READY.
- 3.- Apagar HPA bajar swith y bajar todos los breakers.

IV.4.2 DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

Para la elaboración del diagrama de conexión se debe dividir en dos partes el sistema:

Parte de potencia:

El HPA (Modelo 400C/Ku400Watt Dual Banda Amplifier)

Antena (La antena el 1.5m portable del SNG).

Parte eléctrica: El ENCODER (Modelo D9110 PowerVu Digital Video Codificador), EL MULTIPLEXOR (Multiplexor Digital PowerVu© Modelo D9130) Y EL MODULADOR (D9380 A DIGITAL VIDEO MUDULATOR).

IV.4.3 DIAGRAMA DE CONEXIÓN GENERAL

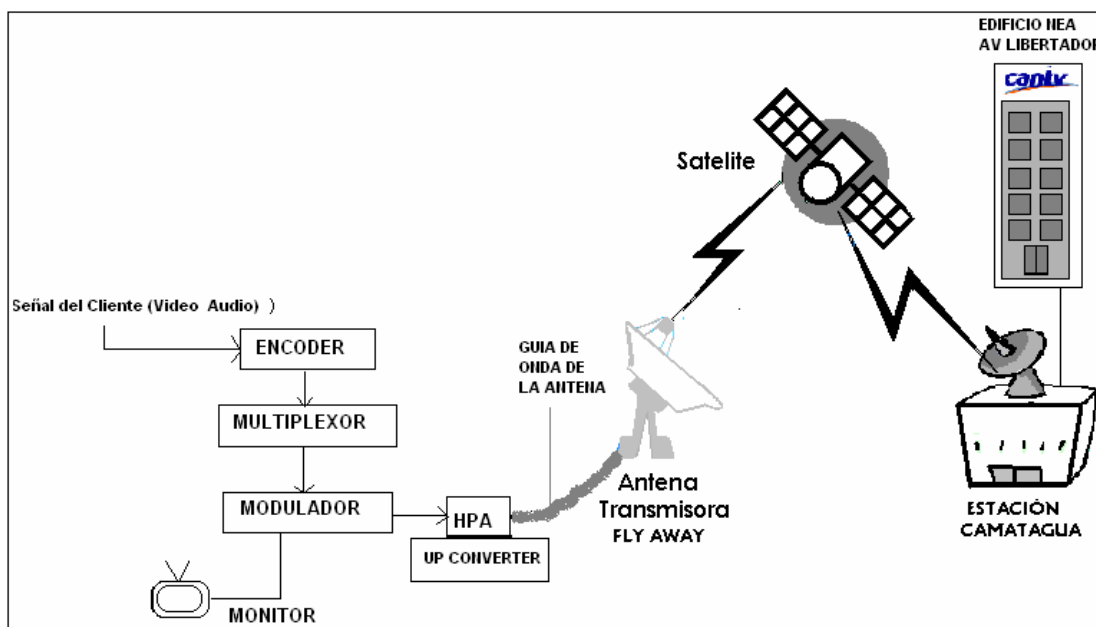
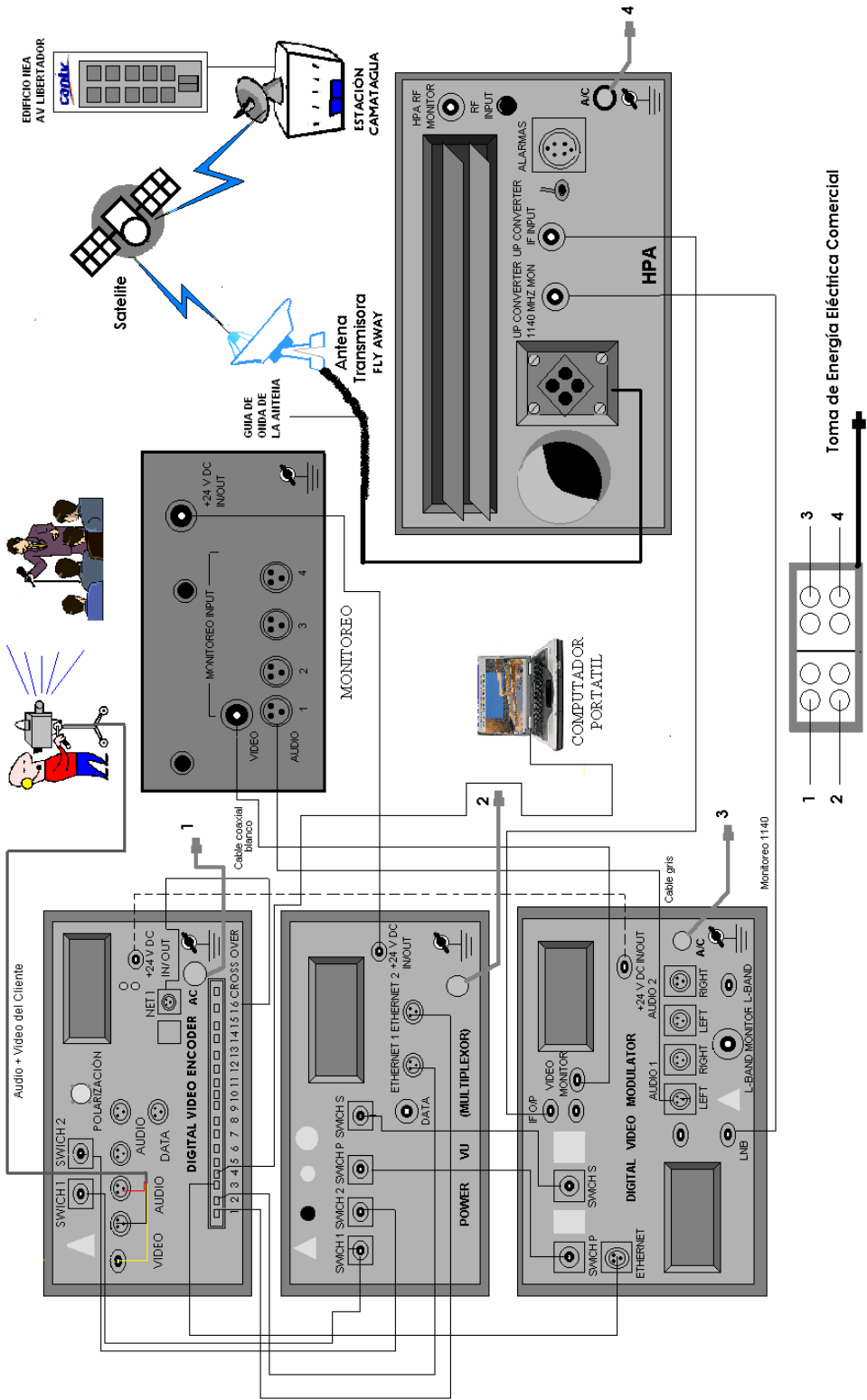


Figura IV-1 Diagrama de Conexión General del Sistema

IV.4.4 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DETALLADA DEL SISTEMA



IV.4.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Antes de salir a un sitio para la instalación del sistema se deben tomar ciertas previsiones; en caso de no ser así se le deben aplicar ciertos procedimientos para el mantenimiento preventivo de los equipos:

a) Calibración de los equipos de potencia y de energía eléctrica.

Gráfica para la Calibración del HPA.

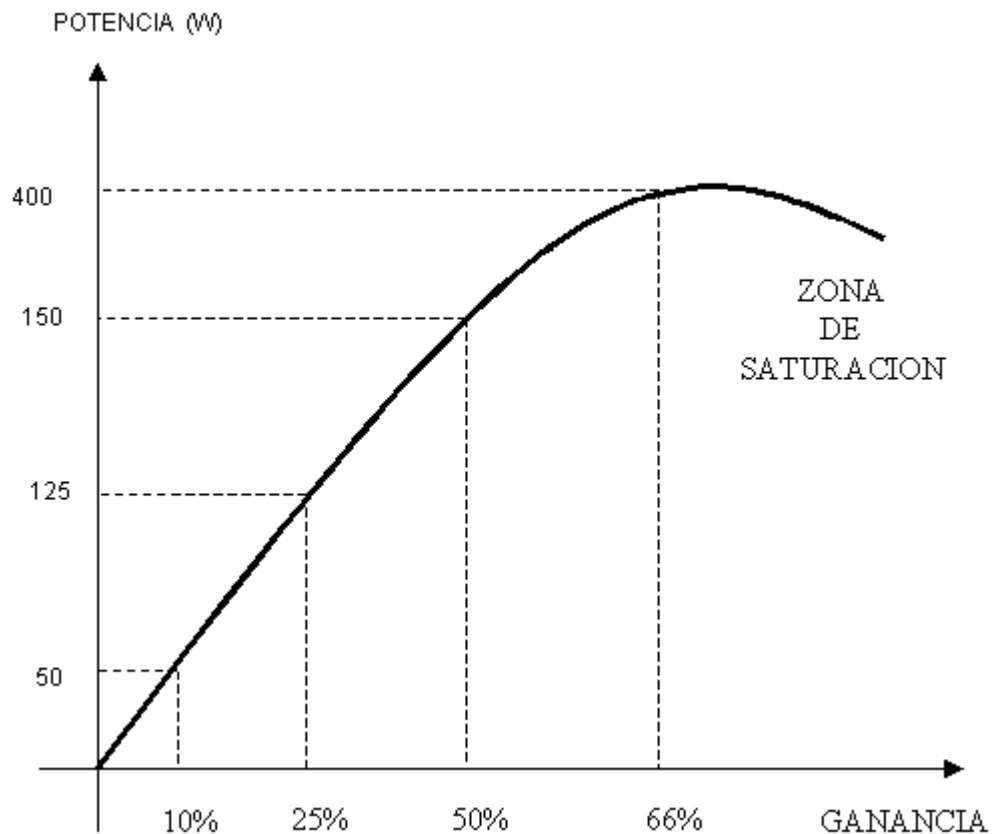


Figura IV-2 Rango de Operación del HPA

b) Verificación de operatividad de los ventiladores del HPA.

c) Verificación de operatividad de los cables de interfase y de alimentación.

d) Verificación de operatividad de la carretilla usada para el traslado de los equipos.

e) Verificación de la condición de operatividad de los ventiladores externos.

f) Mantenimiento de la planta eléctrica usada para la alimentación 110v y 220 v de los equipos:

1. Cambio del filtro de aceite.
2. Cambio del filtro de gasolina.
3. Cambio del filtro de aire.
4. Revisión del nivel de combustible de la planta.

Este procedimiento debe realizarse después de cada instalación y antes de una nueva.

IV.5 DETECCIÓN DE FALLAS (FLUJOGRAMA)

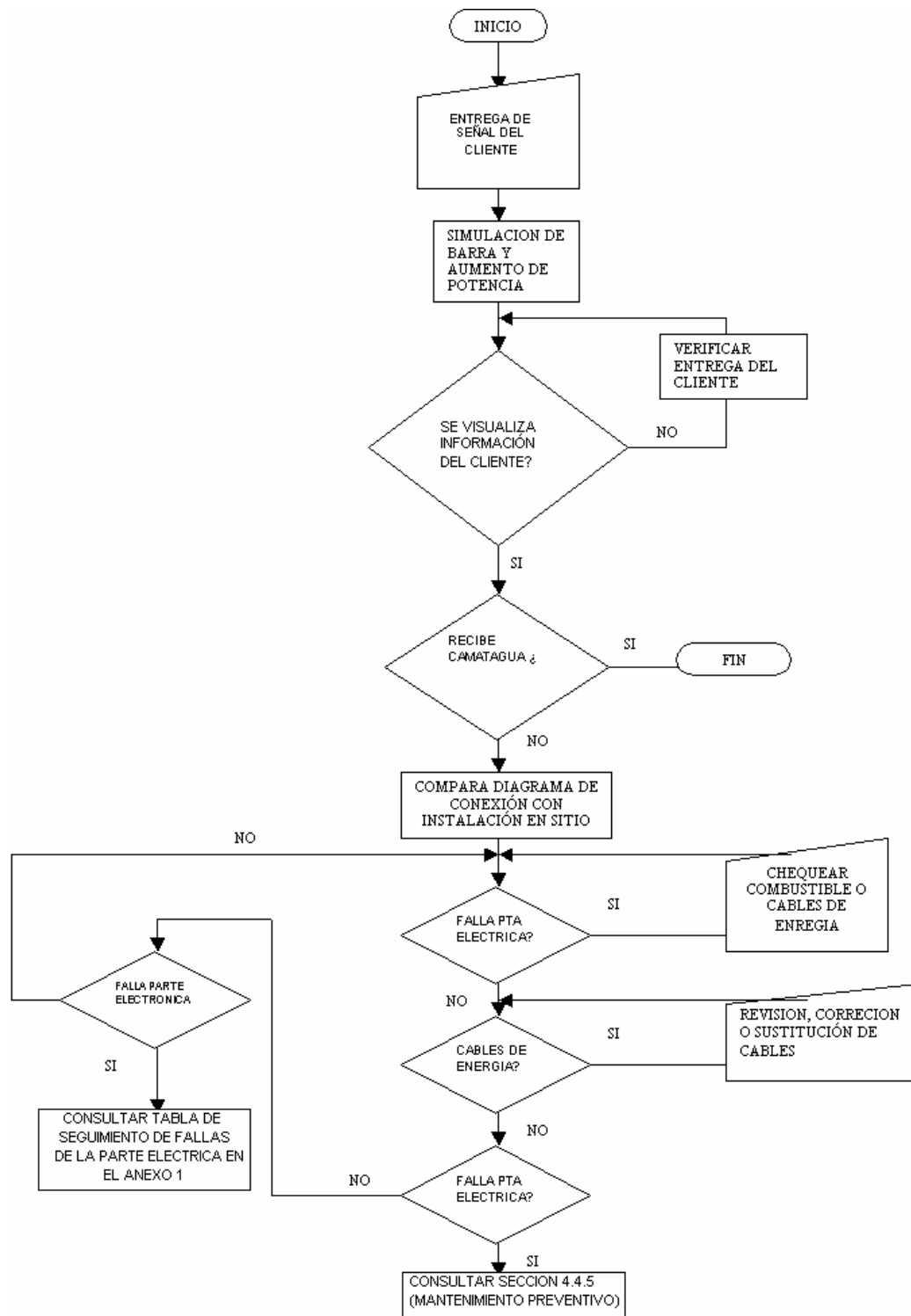
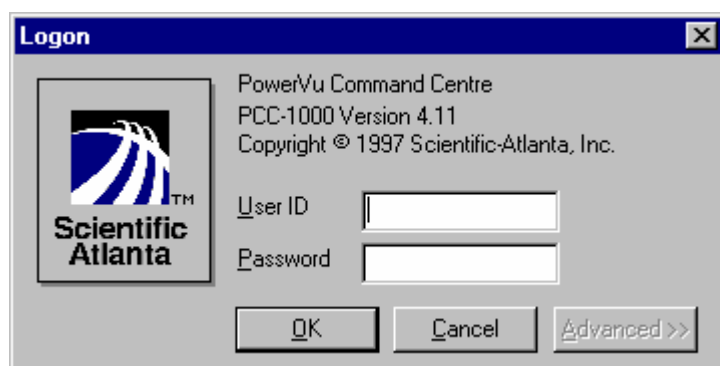


Figura IV-3 Diagrama de Flujo de Fallas del Sistema Flyaway

IV.5.1 MANEJO DEL SOFTWARE DE OPERACIÓN

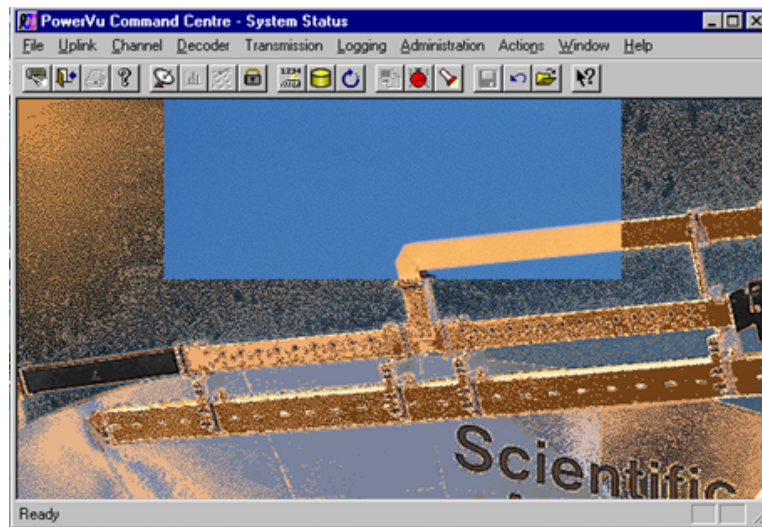
A continuación se presentan los pasos a seguir a la hora de inicializar el software de monitoreo de los equipos:

Se busca en la computadora portátil el programa PcLyn 1000, al hacer doble clic sobre el icono del programa se observará la siguiente pantalla:

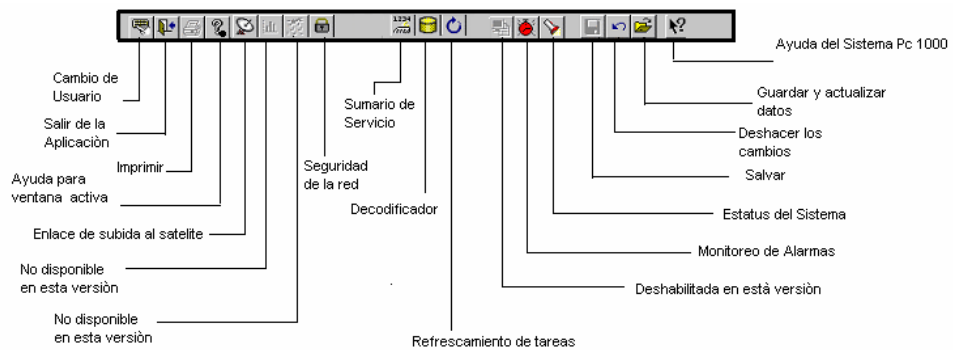


En la cual se le solicita al usuario su identificación y la clave de acceso para ingresar al sistema.

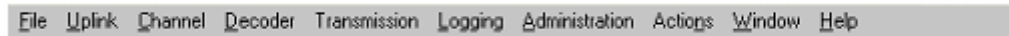
Seguidamente se podrá observar la siguiente pantalla:



Indica que el programa ya se inicializó. En el esquema siguiente se observa la barra de herramientas del sistema y se menciona la función de cada icono de la misma.

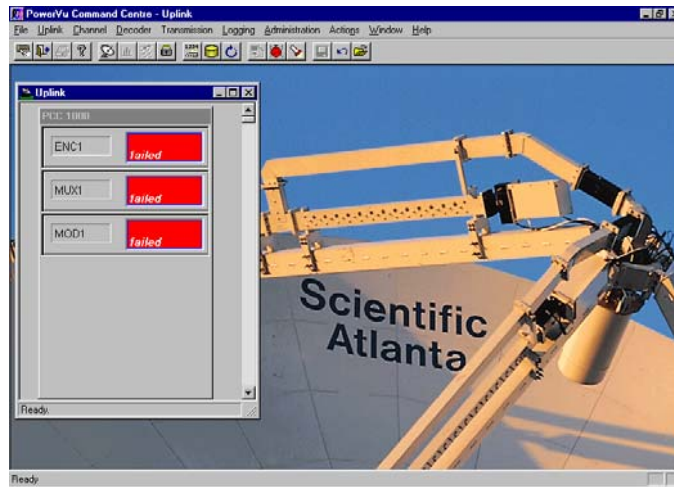


También en la pantalla de inicialización se observará la barra de menús:



Para nuestros efectos es interés la selección del submenú “Uplink” para poder inicializar a través de la red LAN los equipos de la parte electrónica del sistema Flyaway.

Al seleccionar la opción de “Uplink(enlace de subida al satélite)” se visualizará la pantalla siguiente:



En donde se observa la condición en particular de cada equipo con sus respectivos nombres (ENCODER “ENC1”, MULTIPLEXOR “MUX1”, MODULADOR “MOD1”) y al lado de cada nombre un recuadro con un color (en este caso en rojo) que indica el estado actual de los equipos. A continuación se presenta una tabla en donde se indican los diferentes estados que se pueden visualizar al lado derecho de cada equipo.

Estatus	Descripción
Activo	Indica que la ruta de los datos está operando normalmente.
Fuera de Linea	Indica que la comunicación con el ENCODER esta detenida.
Mantenimiento	Indica que existen problemas mayores con el ENCODER y automáticamente se pasa al estado de mantenimiento.
No existe	Indica que no hay tarjetas instaladas en los equipos para poder monitorearlos.
Reiniciar	Indica que a las tarjetas se les debe realizar una actualización del programa.
Error	Debe revisarse la conexión de los equipos y la alimentación de cada uno.
Intento Fallido	No se ha logrado levantar el enlace con los esos equipos.

Status posibles que muestran los equipos conectados al Sistema.

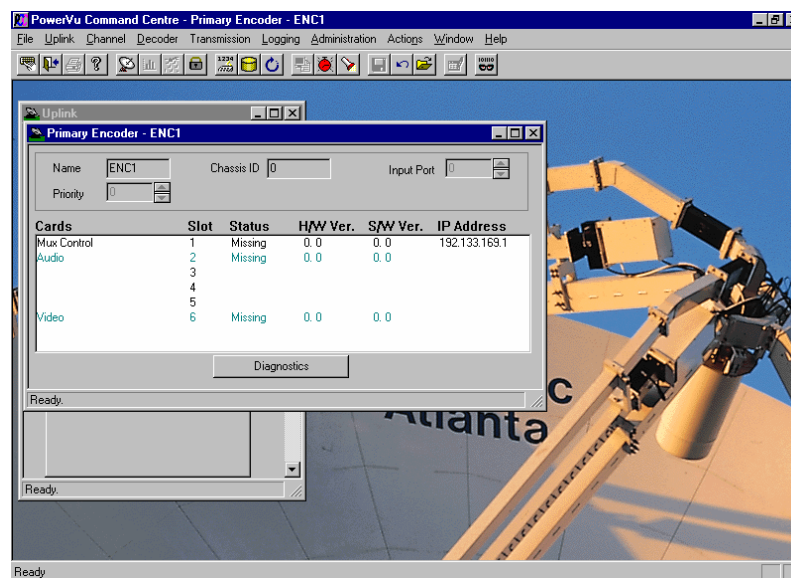
- ✓ Si el recuadro se encuentra en color rojo quiere decir que todavía no se han inicializado los equipos.
- ✓ Si se encuentra en color verde, indica que ya habrán entrado en funcionamiento.

Es importante mencionar que ese proceso no es instantáneo, ni se inicializan los tres equipos al mismo tiempo; el cambio de colores se visualiza paulatinamente.

En el caso de que alguno de los recuadros que indican el estado de cada equipo no cambie a verde, quiere decir que este equipo en particular no logró inicializarse, entonces se procederá a cumplir la rutina de verificación descrita anteriormente en el Diagrama de Flujo de Fallas del Sistema Flyaway (Ver figura 4.5).

En el caso de que todos los recuadros se tornen de color verde, se puede ahora verificar el estado en particular de cada uno de ellos y el estado general del Sistema.

A continuación se visualiza EL ENCODER al hacer doble clic sobre ENC y se procede al monitoreo que es el primer equipo que se encuentra en la conexión después de la entrega de la señal del cliente. Para ello se escoge la opción de “Primary Encoder” y se observará lo siguiente:



En donde se visualiza las tarjetas que tiene el equipo, en este caso Mux Controls, Audio y Video.

La tarjeta Mux Controls: utilizada para multiplexar Audio y Video.

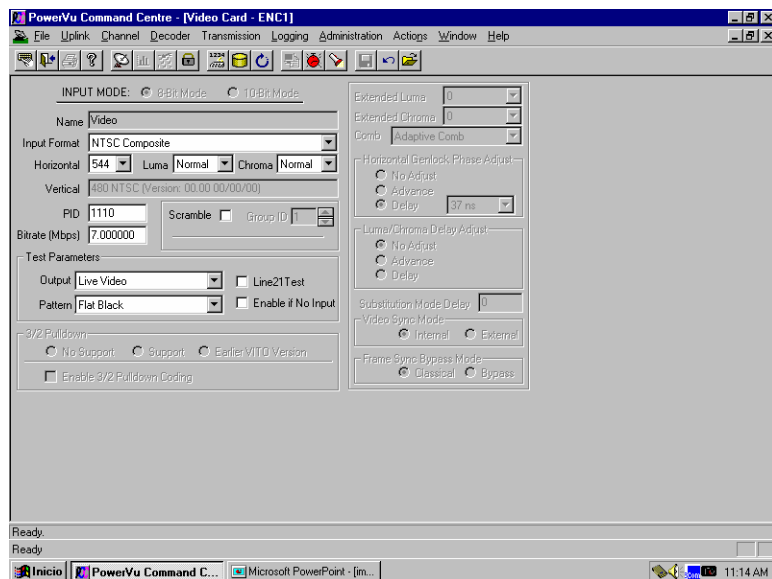
Tarjeta de Video: Usando MPEG1 trabaja en tiempo real con el video.

Tarjeta de Audio: Usando MPEG2 trabaja para la compresión de audio a canales simples a 525 líneas con formato NTSC () o a 625 líneas PAL ().

Al hacer doble clic sobre cada tarjeta se pueden configurar. También se ve el Slot, status, H/W Ver. , S/W Ver. IP Address. Slot: indica a nivel físico en el equipo donde está ubicada la tarjeta, Status: pueden presentarse los casos anteriormente descritos en la tabla de Status de los equipos conectados al sistema, H/W: indica la versión del Hardware, S/W: indica la versión del software, IP Address: no es modificable, la asigna el sistema.

- ✓ Priority :está deshabilitada en esta versión.
- ✓
- ✓ Chasis ID: es usado por el PC 1000 para identificar el equipo con un número dentro del software.

Al hacer doble clic sobre la tarjeta de video se despliega lo siguiente:



Estos parámetros se deben programar de acuerdo a la configuración de la señal que entrega el cliente.

- ✓ Name: se refiere al nombre de la tarjeta.
- ✓ Input Format: se refiere al tipo de formato de la señal de entrada al sistema (señal del cliente). Existen dos tipos NTSC Composite y PAL.
- ✓ Horizontal: se refiere a la resolución horizontal del monitor.
- ✓ Luma: se selecciona Normal.
- ✓ Chroma: se selecciona Normal.
- ✓ Vertical: no es modificable en esta versión del software.
- ✓ PID: Identificación de paquete, no se recomienda cambiar este número.
- ✓ Bit Rate(Mbps): Indica la velocidad de tx de video. Se toma para estos casos siempre 0.80(en decimal).
- ✓ Scramble: Si está seleccionado es por que se encriptará la información con ese código y en este caso se debe informar al que la recibirá para poder desencriptarlo. En está versión no es posible cambiar los números de código.

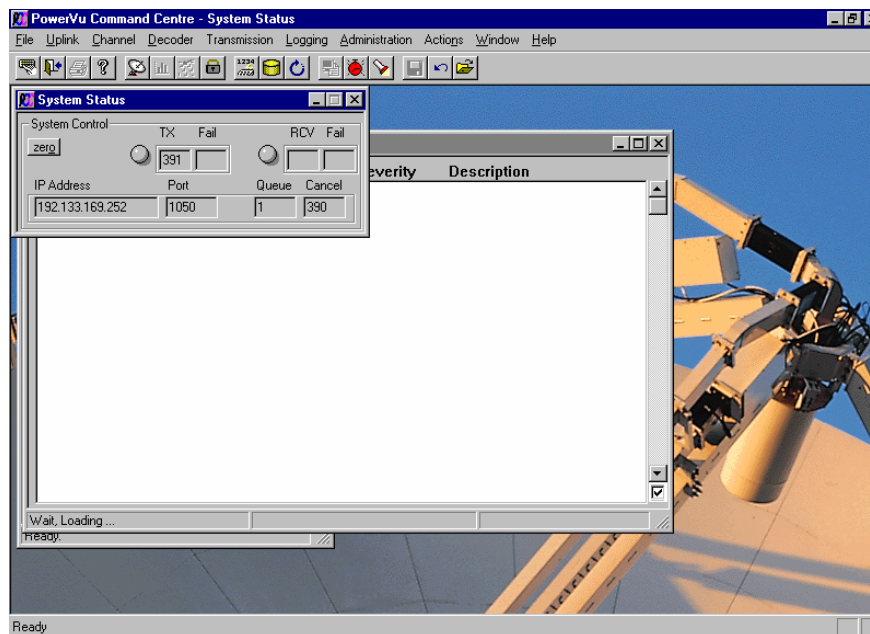
En parámetros de prueba (Test Parametrer) se tiene lo siguiente(se utiliza para simular señal de video); se genera un patrón de prueba para comprobar que al tener la señal de video habrá salida de la misma

- ✓ Output: Aquí se utiliza Live Video que trae por configuración.
- ✓ Pattern: Depende del formato de salida que sea seleccionado, el cambiará automáticamente..
- ✓ Line 21 Test: Se selecciona para cuando se quiere generar un patrón.
- ✓ Enable if No input: Se inhabilita la entrada de video del cliente al ENCODER cuando el cliente así lo solicite.

Al hacer doble clic sobre la tarjeta de audio se pueden ver los siguientes campos:

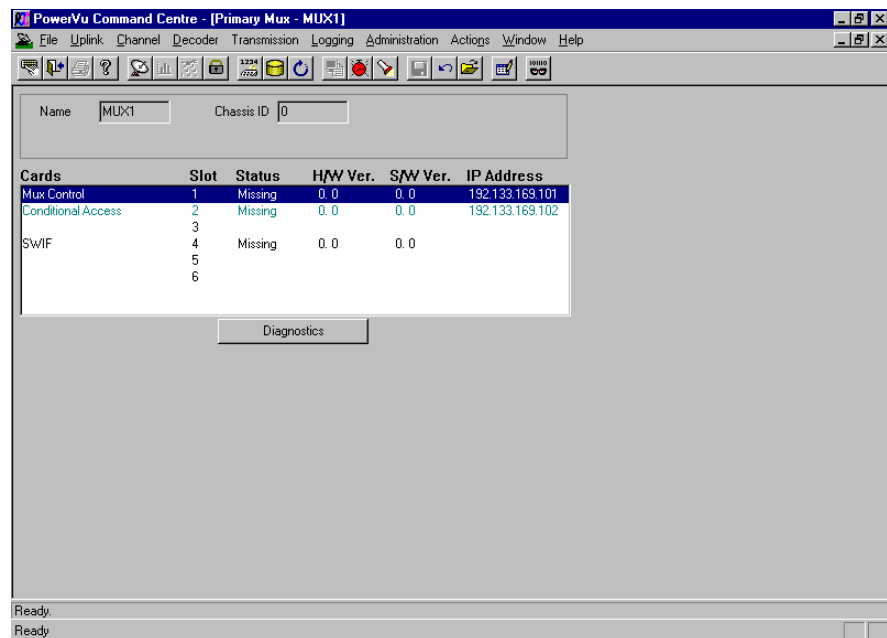
- ✓ Input select: están aquí definidos Serial D1, AES/EBU Y Analógico. Se selecciona según como lo entregue el cliente.
- ✓ Audio Mode: Existe stereo, Dual Mono, Single Mono, Joint Stereo. Se toma según las características que especifique el cliente.
- ✓ Bit Rate: va desde 64 384 Kbps. El más recomendado es el valor mayor, pero eso va a depender de como se configure el audio.
- ✓ VBI: no está disponible para esta versión del software.

Después se procede a seleccionar la opción "Status System" en la barra del menú de opciones y se visualizará la siguiente pantalla:



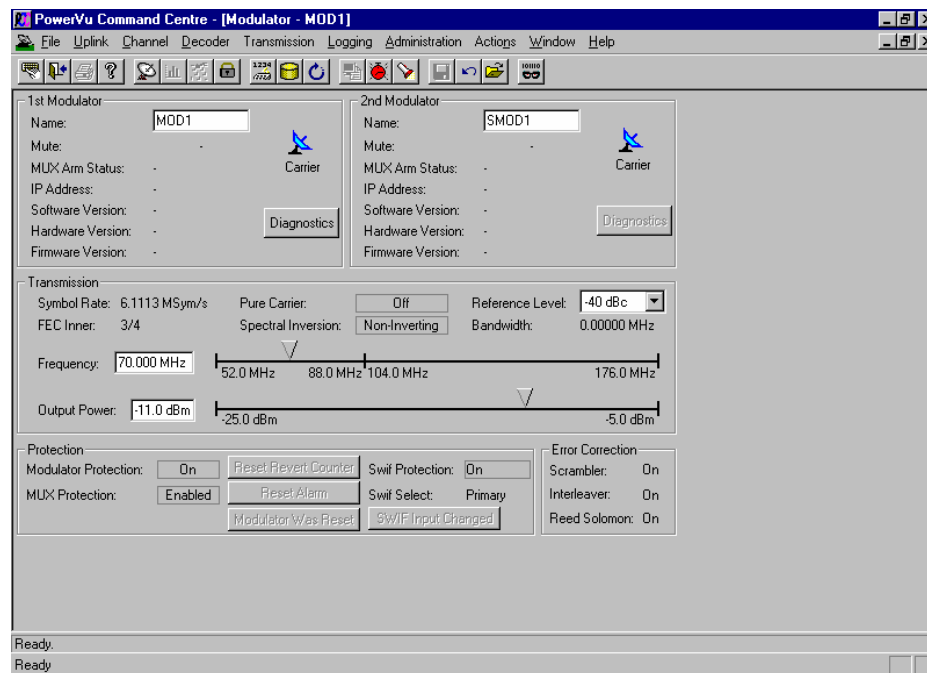
Se observa un recuadro pequeño en el cual se observa la “IP Adress” y los niveles de la transmisión (TX). La IP Adress, Port, queve y Cancel son parámetros que da el software como tal y no pueden ser modificados, son utilizados para localizar los equipos que están conectados a la parte electrónica del sistema y se pueden monitorear.

Después se puede monitorear el multiplexor, seleccionando la opción de “Primary Mux”, en la barra de menús. Se visualiza la siguiente pantalla; pero solo se puede realizar un diagnóstico de las tarjetas, no se pueden configurar:



La tarjeta de control ya fue explicada en la parte de monitoreo y configuración del ENCODER.

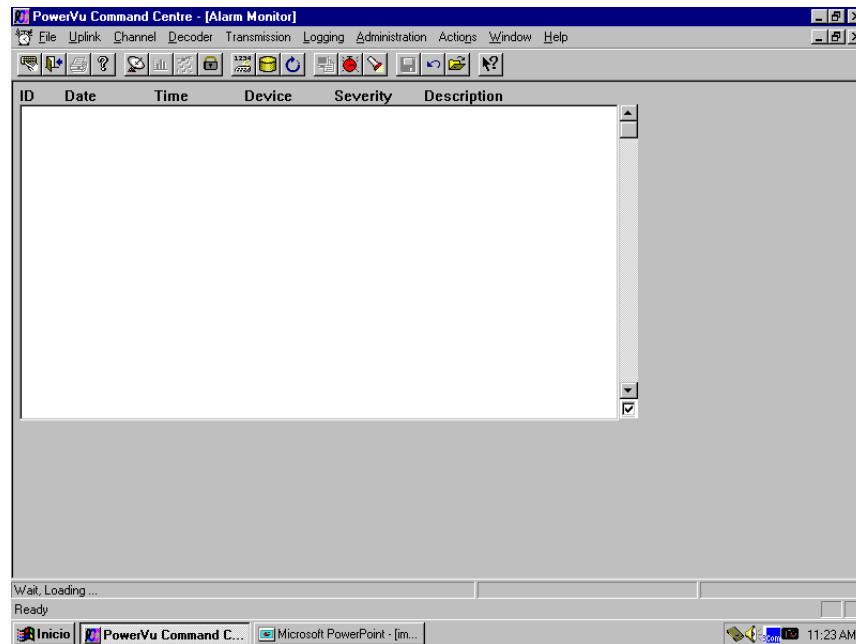
El otro equipo que se puede monitorear es el MODULADOR , y se logra seleccionando la opción “Modulator”, en la barra de menús:



Presenta lo siguiente:

- ✓ Name: Nombre del equipo a monitorear.
- ✓
- ✓ Reference Level: debe estar siempre en 40dbc.
- ✓
- ✓ Frequency: Se refiere al valor de la frecuencia Intermedia IF y nunca varía, siempre debe estar fijada en 70 Mhz.
- ✓
- ✓ Output Power: es la frecuencia de salida que se encuentra en los discos y siempre también esta en -11 dbm por que su referencia es la IF.
- ✓ Se pueden monitorear los valores de frecuencia, el nivel de salida en dbm y el nivel de referencia.

Si se quieren ver las alarmas (en caso de que existan) que pudiesen estar teniendo los equipos en ese momento se selecciona la opción de “Alarm Monitor”, y se observará lo siguiente:



Allí se visualizan en detalle los datos siguientes: ID, Date, Time, Device, Severity, Description.

“ID”: muestra un número de 4 dígitos, que esta asociado a un tipo de falla en particular en el sistema (para la interpretación completa de la falla se debe consultar el Anexo 1).

“Date”: indica la fecha en la que ocurrió la falla.

“Time”: indica la hora en la que ocurrió la falla.

“Device”: indica el equipo que presentó la falla.

“Severity”: indica que tan severa es la falla.

“Descripción”: indica un breve detalle de la falla presentada.

Para tomar la acción debida para la corrección de la falla se debe consultar el Anexo 1.

IV.6 SISTEMA DE ENERGÍA

El sistema esta capacitado para operar con energía comercial y por medio de planta eléctrica.

El sistema debe tener la capacidad de operar con una planta eléctrica de emergencia (de fácil conexión) en caso de que no exista energía comercial del cliente.

La planta eléctrica es capaz de proveer alimentación al equipamiento de la estación, con una autonomía de hasta 6 horas, liviana y silenciosa.

CAPITULO V

V ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Dado que el comportamiento del enlace descendente está fundamentalmente dado por las características de la estación terrena receptora, en particular, por la figura de mérito de la estación de Camatagua con la que se establece el enlace, la desigualdad anterior sólo puede alcanzarse variando el comportamiento del enlace ascendente. Ello conlleva el aumentar el paso de atenuación a la entrada del SSPA del transponder. Tal cambio, afecta no sólo a una portadora sino a toda la carga del

transponder, por lo que es dudoso que se tome tal decisión en relación a la operación exclusiva del sistema Flyaway. Sin embargo, la capacidad del HPA de la Flyaway de operar con ciertos pasos de atenuación es un elemento, al menos teóricamente, básico a ser cotejado.

a) La potencia mínima necesaria que la Flyaway debe garantizar por la portadora de interés es de 19 dBW, lo cual implica una potencia de la portadora a la salida del HPA de 182.8 watts lo cual está dentro del rango dinámico del amplificador.

b) El HPA de la Flyaway es capaz de dar en saturación una potencia de 325 watts y dado que opera con portadora única, hay un margen de 142.2 dB para compensar atenuación por lluvia en el ascendente.

c) La $(C/T)_u$ es 5.83 dB mayor que la $(C/T)_d$ sin embargo sería preferible una desigualdad mayor, por ejemplo de aproximadamente 10 dB, lo cual implica un aumento del paso de atenuación en el transpondedor y el respectivo aumento en la potencia del HPA. La diferencia necesaria, en este caso, de 142.2dB no es manejable por el HPA presente. Como consecuencia de esta verificación, se recomendará a CANTV la revisión detallada de la planificación operativa de todo el transpondedor y el análisis a detalle de la conveniencia de sustituir el HPA actual por uno con mayor salida de potencia o el cambio del plato del sistema satelital Flyaway..

d) La $(C/N)_{TOT}$ es mayor o igual a 8 dB, sin embargo no hay margen suficiente en el enlace que permita utilizar en el lado receptor otras estaciones terrenas de menor figura de mérito. En particular una estación transportable de tamaño mediano que pudiera permitir ofrecer servicios desde la Flyaway hasta la mencionada evitando el transporte desde Camatagua a Caracas para su posterior distribución

CONCLUSIONES

La explotación comercial que realiza la empresa CANTV de los servicios de telecomunicaciones satelitales móviles a través de la Gerencia general de la Red en el departamento de Datos Capital I, se ha visto limitada en los últimos años motivado a que el personal que labora directamente con los equipos, utiliza procedimientos de instalación y métodos adquiridos de manera empírica.

La falta de manuales, guías en español y cursos de adiestramiento ha provocado que los trabajos se realicen en base a la experiencia propia y crea fuertes limitaciones a la hora de enfrentar situaciones donde se presentan fallas que requieren tomar decisiones para el diagnóstico, detección y resolución de fallas de forma rápida, segura y confiable, antes o durante la transmisión de un evento.

El presente trabajo realizado, pone a disposición del personal técnico encargado de manipular y operar el sistema satelital Flyaway los conocimientos teóricos básicos para visualizar a nivel esquemático la función de cada una de las partes que componen el sistema. Así mismo, ofrece las siguientes facilidades:

- ✓ Establece un procedimiento paso a paso para todos los eventos que componen la instalación de un servicio, tales como: preparación y verificación de materiales y equipos, traslado, instalación, puesta en funcionamiento, diagnóstico y resolución de fallas, desinstalación, revisión final e inventario.
- ✓ Información detallada de cada equipo, su función en el sistema y parámetros técnicos de operación en condiciones normales.

- ✓ Diagrama general y detallado de las conexiones entre equipos.
- ✓ Manejo del software de operación del Sistema Flyaway.
- ✓ Diagrama de flujo de fallas del sistema.
- ✓ Revisión del sistema de Energía.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ CANTV (CET)
GGORH
Generalidades de las Telecomunicaciones vía satélite
Septiembre 1.999
- ✓ CANTV (CET)
GGROH
Fundamentos de Telecomunicaciones vía satélite.
Junio 2.001
- ✓ IESS (INTELSAT Earth Station Standard)
Normas de las Estaciones Terrenas de INTELSAT.
- ✓ SHOW (Satellite System Operation Guide) de INTELSAT.
Normas para la entrada en servicio de estaciones y sistemas en la
Red de INTELSAT.
- ✓ UIT-T, Serie S.
- ✓ WILEY.-INTERSCIENCE
Manual de Telecomunicaciones por Satélite.
UIT.Tercera Edición
- ✓ <http://www.cucei.udg.mx/~cesparza/expo.htm>
- ✓ <http://com.uvigo.es/asignaturas/scvs/docs/sat06.pdf>
- ✓
- ✓ <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/3241/historis.htm>

- ✓
- ✓ <http://trabajospracticos.4mg.com/com/secc6.htm>
- ✓
- ✓ <http://mailweb.udlap.mx/~lgojeda/apuntes/comu3/capitulo5home.htm>
- ✓
- ✓ <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/anteriores/n16/satelites16.html>
- ✓
- ✓ <http://www.dat.etsit.upm.es/~cbousono/satcom/sld005.htm>
- ✓
- ✓ <http://usuarios.lycos.es/araure/satelites1.htm>
- ✓
- ✓ <http://usuarios.lycos.es/araure/satelportatil.htm>
- ✓
- ✓ <http://es.geocities.com/jose958/antenas1.htm>
- ✓
- ✓ <http://www.tecnomaster.cl/antenas.html>
- ✓
- ✓ <http://antena.iespana.es/antena/teoriaweb/indice%20de%20teoria%201.html>
- ✓

GLOSARIO DE TÉRMINOS

B

Bel (B)

Es un índice adimensional utilizado para expresar el logaritmo decimal de la razón entre un nivel medido y un nivel de referencia.

BER(BIT ERROR RATE)

Es la probabilidad de que un bit sea recibido incorrectamente.

D

Decibel (dB)

Es la décima parte del Bel (B). Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre un NPS medido y el NPS de referencia de 20 mPa. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión sonora.

Decibel “C” (dBC)

Es la unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora tomando en consideración un comportamiento cuasi lineal entre los 63 y 4.000 Hz, utilizando para ello la curva de compensación en frecuencia normalizada “C” según IRAM 4074/1:1988.

G

G763 :Está contenida dentro de la IESS 501.

G766: Está contenida dentro de la IESS 501.

IESS 308: (IDR), arreglo con una portadora en el enlace ascendente y hasta cuatro portadoras en el enlace descendente.

IESS 309: describe características para INTELSAT del IBS (INT BUSINESS SERVICES).

IESS 317 : INTELSAT (TDMA/DDI) Especificaciones del sistema.

IESS 501: Multiplicación de circuitos digitales. Especificación de los equipos 32 bits ADPCM con DSI.

ITU- R601: especificación para video listo para la compresión.

ITU-R 656: Interfaces para las señales de vídeo digital en componentes en los sistemas de televisión de 525 y 625 líneas. Establece la norma internacional para interconectar equipos digitales de televisión que funcionan de acuerdo con la norma 4:2:2 definida en ITU-R 601, que deriva de las normas SMPTE RP125 y EBU Tech 3246-E. Define la señal de borrado, las palabras de sincronismo embebidas, los formatos de multiplexación de vídeo usados por los interfaces serie y paralelo, las características eléctricas del interfaz y los detalles mecánicos de los conectores.

M

MÓDEM:

Procede del acrónimo Modulador Demodulador. Equipo para la transmisión /recepción de datos que, en el sentido de transmisión, convierte las señales

digitales en señales analógicas capaces de ser transportadas por una red analógica; en el sentido de recepción, realiza la operación inversa, es decir, la recuperación de los datos transmitidos.

MODULACIÓN:

Modificación de alguno de los parámetros que definen una onda portadora (amplitud, frecuencia, fase), por una señal moduladora que se quiere transmitir (voz, música, datos).

MODULACIÓN ANALÓGICA:

Modulación de una onda portadora mediante una señal analógica moduladora.

MODULACIÓN DE AMPLITUD:

Sistema de modulación en el que se modifica el valor de la amplitud de una onda portadora, conforme al valor instantáneo de la señal moduladora que se quiere transmitir. Con frecuencia se expresa como "AM"

MODULACIÓN DE AMPLITUD EN CUADRATURA:

Sistema de modulación en el que la modulación de la portadora se hace mediante la variación de su fase y de su amplitud. Es el resultado de combinar la Modulación por Desplazamiento de Fase (DPSK) y la Modulación por Variación de Amplitud (ASK)

MODULACIÓN DE BANDA LATERAL UNICA:

Tipo de modulación en la que una de las dos bandas laterales generadas por una modulación de amplitud, es filtrada o suprimida. Se expresa frecuentemente como "BLU".

MODULACIÓN DE FASE:

Sistema de modulación en el cual la fase de la señal portadora varía o es modulada conforme al valor instantáneo de la amplitud de la señal moduladora

MODULACIÓN DE FRECUENCIA:

Sistema de modulación en el que la señal moduladora modifica el valor instantáneo de la frecuencia de la señal portadora. Se expresa normalmente como "FM".

MODULACIÓN DIGITAL

Modulación de una onda portadora mediante una señal digital moduladora

MPEG

Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento (Moving Picture Experts Group), ISO/CCITT. MPEG se ocupa de definir las normas para la compresión de datos de imágenes en movimiento. Su trabajo continúa el de JPEG, añadiendo la compresión inter- campo, compresión extra potencialmente disponible en base a las similitudes entre cuadros sucesivos de imágenes en movimiento. En un principio se planificaron cuatro normas

MPEG, pero la inclusión de HDTV en MPEG-2 ha hecho que MPEG-3 sea ahora redundante. MPEG-4 se emplea para diversas aplicaciones inconexas; el principal interés de la industria de la televisión se centra en MPEG-1 y MPEG-2.

MPEG-1

Se diseñó para funcionar a 1,2 Mbits/seg., la velocidad de datos del CDROM, de modo que se pudiera reproducir vídeo mediante lectores de CD. Sin embargo la calidad no es suficiente para broadcast.

MPEG-2

Se ha diseñado para cubrir un serie muy amplia de necesidades, desde "calidad VHS" hasta HDTV, mediante diferentes "perfiles" de algoritmos y "niveles" de resolución de imágenes. Con velocidades de transferencia de datos entre 1,2 y 15 Mbits/seg., hay un interés muy grande en el uso de MPEG-2 para la transmisión digital de señales de televisión, incluyendo HDTV, aplicación para la que se concibió el sistema.

MULTIPLEXOR

Equipo que efectúa la transmisión de varias señales, permitiendo que sean transmitidas por el mismo canal o la misma vía de comunicación de forma simultánea e independiente.

N

NTSC(National Television Systems Committee)

Sistema de televisión en color utilizado en USA, Canadá, Méjico y Japón donde NTSC M es el estándar de transmisión (M define el formato de campo y línea de 525/60 - con frecuencia el sistema se suele denominar simplemente NTSC). Fue definido por el NTSC.

El ancho de banda en el sistema NTSC es de 4,2 Mhz para la señal de luminancia y de 1,3 y 0,4 Mhz para los canales de color I y Q.

P

PAL Phase Alternation Line. (Sistema Normalizado de TV)

Fase alternada en cada línea .Sistema de codificación para televisión en color ampliamente utilizado en Europa y en todo el mundo, casi siempre con el sistema de 625/50 líneas/campo. Procede del sistema NTSC pero, al invertir la fase de la señal de referencia de color (burst) en líneas alternas (Fase alternada en cada línea) es capaz de corregir las variaciones de tono generadas por errores de fase durante el proceso de transmisión.

Q

QPSK

Quadrature Phase Shift Key. Es una versión muy extendida de la modulación en fase, que utiliza cuatro fases posibles para la portadora. Las cuatro coinciden con los ejes de coordenadas. La transmisión se efectúa tomando los bits de información por parejas, y asignándoles las 4 posibles fases: 00 = 0°, 01 = 90°, 10 = -90°, 11 = 180°

S

SEGMENTO ESPACIAL:

Designa los elementos del satélite geoestacionario que permiten la recepción y transmisión de las señales. (Glosario de términos y definiciones, Reglamento para la Provisión de Segmento Espacial de Sistemas de Satélites Geoestacionarios, RO 413: 17-sept-2001).

Determinación de la órbita, velocidad o posición instantánea de un objeto en el espacio por medio de la radiodeterminación, con exclusión del radar primario, con el propósito de seguir los desplazamientos del objeto. (Términos y Definiciones, Plan Nacional de Frecuencias, Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, Junio 2001).

U

UIT-T Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la UIT

Anexos

Anexo 1. SEGUIMIENTO DE FALLAS DEL MONITOREO DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN EL SISTEMA FLYAWAY.

ERROR	NOMBRE	DESCRIPCION	EFEECTO	ACCION
0000	Falla al abrir un Dispositivo Serial	Un intento para realizar una conexión con un dispositivo serial (ej. A/V Switcher), ha fallado.	El sistema no puede operar correctamente debido a una falla de comunicación con el dispositivo.	Verifique el Cableado (conexiones).
0001	No Abre un Archivo	Un intento de abrir un archivo específico ha fallado	El sistema no puede ejecutar el resto de las operaciones (ej. OS download) que siguen.	Verifique la existencia y accesibilidad del archivo.
0002	El Sistema entra en Modo de Mantenimiento	Es solo un mensaje de información del sistema		Ninguna
0003	El Sistema entra en Modo Multi-Usuario	Es solo un mensaje de información del sistema		Ninguna
0004	Falla al abrir una Conexión .	Falla al abrir una conexión TCP/ID para comunicación de Procesos internos	El sistema PCC esta habilitado para correr pero no se puede comunicar con otros componentes en el sistema.	Llamar a atención al Cliente
0005	Error de Asignación de Memoria	Ha ocurrido un error del programa, causado por una falla en la memoria asignada.	El sistema PCC no puede operar correctamente.	Reinicie el Servidor
0030	Tipo de Mensaje de Maquina Invalidado	El mensaje es generado por UNSOLICITMGR. Esto indica que el proceso ha recibido un tipo de mensaje desconocido del DEVMGR.	Ninguno.	Reinicie el software de control PCC, si el error persiste, Contacte soporte el cliente.
0031	Tipo de Enrutamiento del mensaje invalido.	El mensaje es obsoleto y nunca debió ocurrir. Si es así, esto indica que la versión del software en uso es inferior.		Llamar a Soporte al cliente.

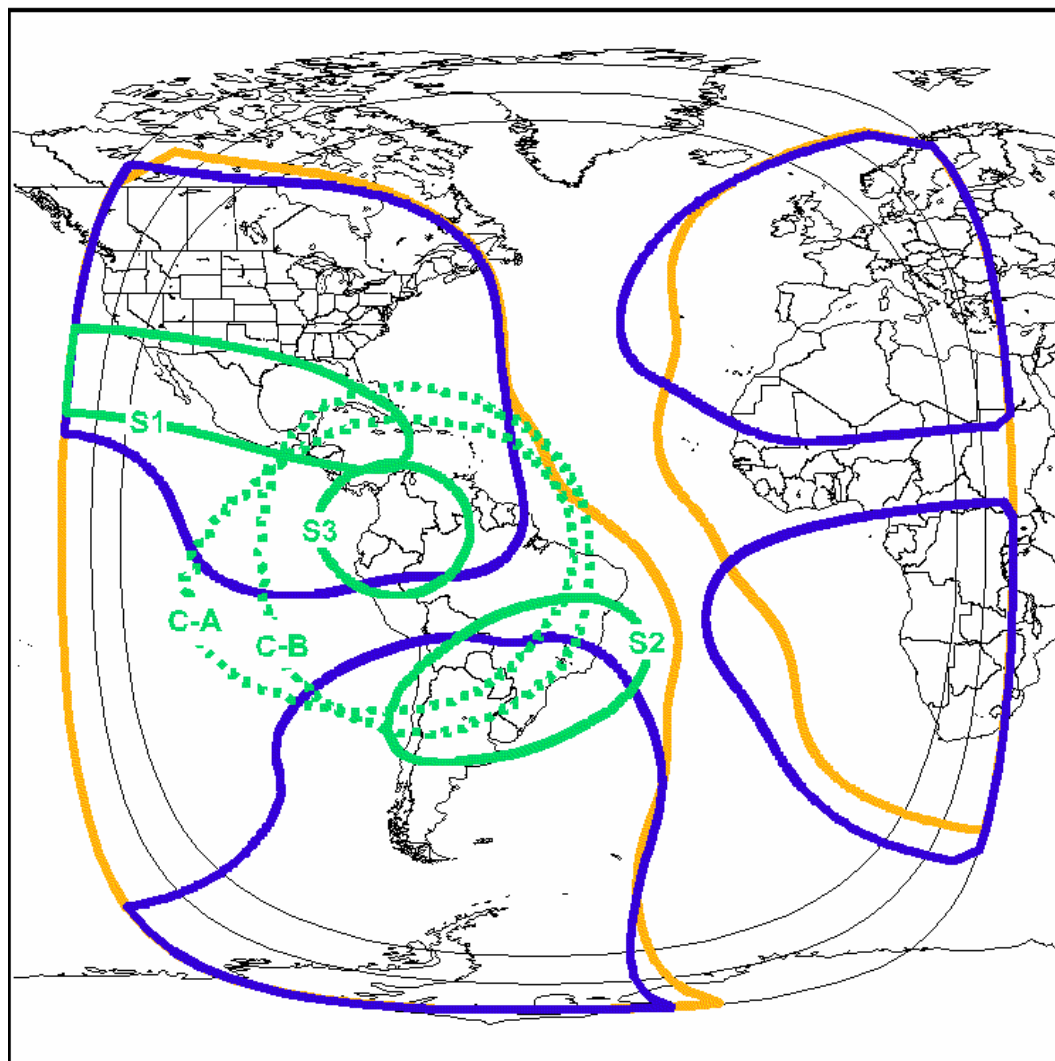
ERROR	NOMBRE	DESCRIPCION	EFEECTO	ACCION
0051	Alarma Recibida de un Dispositivo Desconocido.	Fue detectado un mensaje de alarma de un dispositivo desconocido.	Ninguno	Reportar a atención al Cliente
0052	Recibida un Tipo de Alarma desconocida	Un Mensaje de alarma indefinida fue detectada de dispositivo específico.	Ninguno	Reportar a atención al Cliente.
0053	Dispositivo no encontrado en un arreglo interno.	El sistema intenta comunicarse con un dispositivo, el cual no esta definido en la Base de Datos. Usualmente, esto indica un error de programación.	Comunicación Fallida.	Reportar a atención al Cliente.
0054	Program Terminated	Un comando indefinido fue enviado fue enviado al dispositivo.	El dispositivo puede entrar en modo de mantenimiento.	Ninguno
0056	Fallida la Solicitud de Diagnóstico.	. Esto indica que el proceso no puede procesar una rutina de diagnóstico a causa de un error interno.	Ninguno.	Reinicie el software de control PCC. Si el error persiste, contacte a atención al cliente.
0100	Ranura de Tarjeta Perdida.	El sistema ha detectado un tipo de emparejamiento entre el dispositivo en el slot específico definido en la base de datos y la tarjeta física en el slot específico.	El dispositivo puede entrar en modo de mantenimiento	Verifique el dispositivo y el slot para determinar si la tarjeta ha sido cambiada, o si la tarjeta ha sido alterada en algún momento.
0110	Interrupción Temporal de Dispositivo - No responde.	El sistema envía un comando a un dispositivo pero no ha sido recibida una respuesta desde el dispositivo después que una cantidad de tiempo específica ha pasado.	El dispositivo puede haber fallado.	Verifique la fuente alimentación del dispositivo o la conexión Ethernet.

ERROR	NOMBRE	DESCRIPCION	EFEECTO	ACCION
0111	Interrupción de la Respuesta del Dispositivo	El sistema envía un comando a un dispositivo pero no se ha recibido una respuesta desde el dispositivo después que una cantidad específica de tiempo ha pasado.	El dispositivo puede haber fallado.	Verifique la fuente de alimentación del dispositivo y/o la conexión Ethernet.
0203	Unable to create message Queue	El sistema fue habilitado para crear un mensaje cuando el computador se esta iniciando	El sistema PCC no se inicia	Contacte customer Service, S.A.

Nota: estas alarmas se pueden visualizar en el software de monitoreo activando la opción “Alarm Monitor” mencionada en la sección 4.5.1 (Manejo del software de operación).

Anexo 2. MAPAS DE CONECTIVIDAD DEL SATELITE INTELSAT.

IS-705 at 310°E



— Heml - - - C-Spot
— Zone — Ku-Spot

Anexo 3. FOTOGRAFIAS DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN EL
SISTEMA FLYAWAY

PARTE ELECTRONICA



FOTO FRONTAL DEL HPA



FOTO FRONTAL DEL MODULADOR



FOTO FRONTAL DEL ENCODER



FOTO FRONTAL DEL MULTIPLEXOR



Anexo 4. CUADRO DE BANDA DE FRECUENCIAS EN LA TRANSMISION SATELITAL

