



D-17734

T
621.380422
V335



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y
COMPUTACION



“ Instalación de la Red Satelital para
Uso Aeronáutico que Opera en los
Aeropuertos del Ecuador”

INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACION ELECTRONICA**

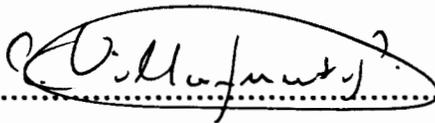
Presentado por:

NESTOR VASQUEZ SALAVARRIA

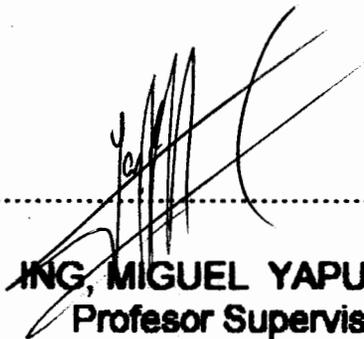
GUAYAQUIL - ECUADOR
1997

A G R A D E C I M I E N T O

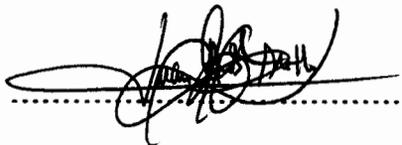
AL ING. MIGUEL YAPUR A.
Director del Informe Técnico, por
Su ayuda y colaboración para la
Realización de este trabajo.



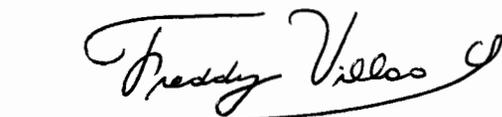
ING. CARLOS VILLAFUERTE P.
Presidente



ING. MIGUEL YAPUR A.
Profesor Supervisor



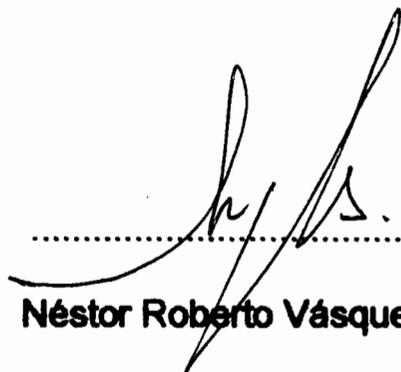
ING. JUAN AVILES C.
Miembro Principal



ING. FREDDY VILLO Q.
Miembro Principal

DECLARACION EXPRESA

**“ La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas
expuestos en este informe técnico, me corresponden
exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la mis-
ma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL
LITORAL “**



.....

Néstor Roberto Vásquez Salavarría

DEDICATORIA

**A LA INOLVIDABLE
MARGARITA ETELVINA**

RESUMEN

El presente informe Técnico pretende ser más que una introducción para el lector que se inicia en esta área del sector de Telecomunicaciones, puesto que al mismo tiempo intenta dar una visión tanto básica como general de lo que es en si la comunicación por satélite.

Adicionalmente se basa en la aplicación al campo aeronáutico de la Telecomunicación satelital en el Ecuador, con lo que actualmente se han reemplazado los equipos HF usados para la comunicación entre aeropuertos así como también los teletipos.

Por lo tanto los temas que se desarrollan en este informe tratan sobre los fundamentos del enlace satelital, satélites geoestacionarios, transpondedores, modulación digital, métodos de acceso múltiple, características de los principales elementos del sistema, y finalmente se aborda el tema principal, la red satelital para uso aeronáutico instalada en los aeropuertos del Ecuador y se hace una breve exposición de la configuración del sistema, Estación Maestra (HUB) y la Estación Remota (VSAT), culminando con los aspectos principales de la instalación de una estación remota y las pruebas de operación.

INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	X
INTRODUCCION	11
I. TEORIA DEL ENLACE SATELITAL	13
1.1 Características Principales.	13
1.2 Satélites Geoestacionarios.	15
1.3 Transpondedores.	16
1.4 Esquemas de Modulación Digital.	16
1.5 Métodos de acceso múltiple.	18
1.6 Antenas.	20
1.7 Amplificadores de bajo ruido y de potencia.	21
1.8 Conversores de subida y de descenso.	22
II. CONFIGURACION DE LA RED SATELITAL DE LA DAC.	24
2.1 Descripción del sistema VSAT.	24
2.2 Características del INTELSAT VII.	27
2.3 Características de la transmisión y recepción.	27
2.4 Configuración del sistema VSAT.	31

2.5 Configuración de la estación maestra (HUB).	35
2.6 Configuración de la estación remota (VSAT).	37
III. INSTALACION Y PRUEBA DE LA RED SATELITAL DE LA DAC.	41
3.1 Instalación y prueba de la estación maestra.	41
3.2 Instalación y prueba de una estación remota.	45
3.3 Aspectos principales de la instalación de la estación remota del aeropuerto de Guayaquil..	49
3.4 Aspectos del mantenimiento.	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	54
BIBLIOGRAFIA.	56

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Conceptos de una red de comunicaciones via satélite.	Figura 1.1	14
Esquema de acceso múltiple.	Figura 1.2	18
Configuración de la red satelital de la DAC.	Figura 2.1	25
Diagramas de cobertura del Intelsat VII.	Figura 2.2	28
Diagramas de cobertura del Intelsat VII.	Figura 2.2	29
Esquema de red tipo estrella, acceso aleatorio TDMA.	Figura 2.3	32
Formateo de los canales INBOUND.	Figura 2.4	34
Diagrama en bloques de la estación maestra (HUB).	Figura 2.5	35
Diagrama en bloques de una estación remota.	Figura 2.6	37
Red digital de telecomunicaciones via satélite.	Figura 2.7	40
Jerarquía de los circuitos de la red satelital.	Figura 3.1	43
Espectro de las señales del OUTBOUND y los INBOUND.	Figura 3.2	45
Espectro de la señal del INBOUND.	Figura 3.3	53

I N D I C E D E T A B L A S

		Pag.
Parámetros de configuración y alineamiento de la red.	Tabla 1	26
Parametros de transmisión y recepción.	Tabla 2	30
Parámetros de configuración del MODEM.	Tabla 3	48
Parámetros de configuración de los pórticos.	Tabla 4	51
Parámetros de configuración de la DIGITAL.	Tabla 5	52

INTRODUCCION

Con el crecimiento de la competencia en varios segmentos de los negocios, las metas empresariales se han empeñado en una carrera contra el tiempo para la búsqueda de soluciones efectivas para sus comunicaciones de datos, voz, fax, texto y otros tipos de información. La razón de esta carrera es que los empresarios modernos se dieron cuenta que cuanto más eficaz y confiables sean sus comunicaciones, más competitivas se tornan sus empresas.

Puesto que las actuales alternativas tecnológicas para los medios de telecomunicación (líneas terrestres, fibras ópticas, satélites, etc.) presentan una serie de ventajas y desventajas en lo que se refiere a su aplicación específica, se torna necesario un análisis cauteloso antes de decidirse por alguna de ellas. La limitación de los medios físicos actuales en cuanto a la tasa de transmisión de bits (comúnmente 9.600 Bps) junto a la baja disponibilidad de circuitos, el largo tiempo de reparación de circuitos interrumpidos y la lentitud en la expansión de nuevas líneas, imponen la búsqueda de medios alternativos para la comunicación de datos.

Por lo que se ve, el satélite por un buen tiempo representará la solución natural para los problemas de teleinformática en redes de comunicaciones digitales. Por sus características de flexibilidad, de interconexión entre varios puntos de una red, facilidades de expansión y reconfiguración de tráfico, facilidades de instalaciones, operación y mantenimiento, acceso

directo del terminal del usuario a un canal de alta velocidad, costos cada vez menores de los terminales de las estaciones terrenas, acceso múltiple por varios terminales al mismo tiempo, etc., el satélite es el candidato ideal para proyectar redes de comunicación de datos.

La red satelital de la DAC, se comenzó a instalar en Julio de 1994. Yo estuve al frente de las instalaciones de las estaciones como técnico DAC, junto con técnicos de la STM de California , Técnicos de VIMACO y Técnicos de la DAC.. Se realizó un entrenamiento previo de reconocimiento, operación , mantenimiento y instalación del sistema en la fábrica de los Estados Unidos. Se empezó por la instalación de la estación maestra (HUB), en Monjas en Quito, la cual quedó operativa para Octubre de 1994. Luego se comenzó la instalación de cuatro estaciones remotas VSAT (Very Small Aperture Terminals) de los aeropuertos de Quito, Guayaquil, Cuenca y Latacunga., con lo cual ya se podía probar el sistema por fax , voz y datos. Para Enero de 1995 se tenía casi en su totalidad trabajando el sistema que comenzó a operar con el INTELSAT VI, y para finales de año se alineó con el INTELSAT VII con el cual opera hasta hoy.

CAPITULO 1

TEORIA DEL ENLACE SATELITAL

1.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Para el Ingeniero de Telecomunicaciones, las comunicaciones por satélite han representado un tipo especial de enlace de comunicación, con un formato propio del proyecto, procedimiento de análisis y caracterización de desempeño. Si por un lado, un sistema satelital es simplemente una combinación de sistemas básicos de comunicaciones en conjunto con un subsistema un poco más complicado, por otro lado las severas restricciones impuestas al proyecto de estos sistemas por la presencia de un vehículo espacial, hacen del canal de comunicaciones satelitales algo especial en términos de tecnología de comunicaciones.

Una red de comunicaciones via satélite está constituida por un segmento espacial (satélite) y un segmento terrestre (estaciones terrenas). El objetivo de tal red es el establecimiento, a través del satélite, de enlaces radioeléctricos entre pares de estaciones terrenas. Cada uno de estos enlaces se denomina enlace por satélite y está constituido por un enlace de ascenso y un enlace de descenso. Estas nociones básicas están ilustradas en la figura 1.1.

El canal de transmisión satelital formado por la estación terrena transmisora, enlace de ascenso, satélite, enlace de descenso y estación terrena receptora, representa para la señal a ser transmitida, un canal de imperfecciones intrínsecas y por lo tanto diversos defectos

resultantes de estas imperfecciones se manifiestan sobre la portadora de la señal deseada, deteriorando la calidad de la misma.

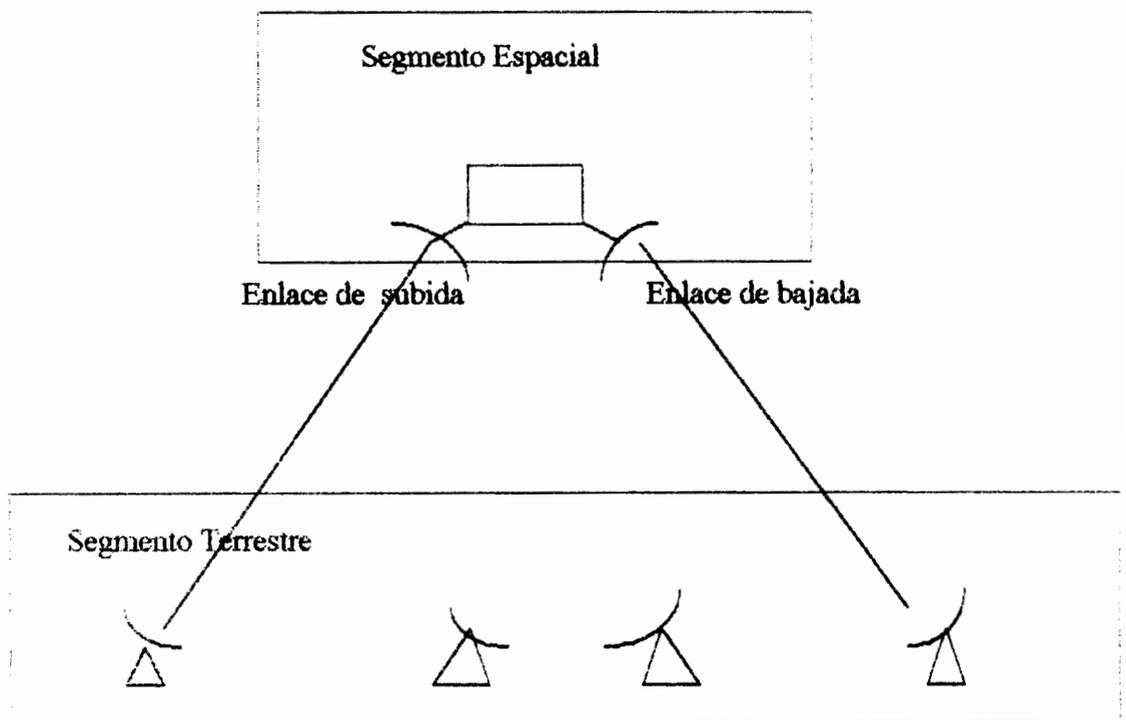


Figura 1.1 Conceptos de una red de comunicaciones vía satélite.

Usualmente un cálculo de enlace involucrará la determinación de un valor de la relación señal al ruido (C/N_0), en la salida de la antena de la estación maestra. Esta determinación depende del conocimiento de ciertas características o parámetros del enlace como:

- Tasa de información requerida
- Tasa de error deseada
- Desempeño del modem respecto de la tasa de error
- Ganancia de las antenas

- Temperaturas equivalentes de ruido
- Características de los amplificadores no lineales
- Punto de operación de los amplificadores
- Planos de frecuencia utilizados

La solución de cada uno de estos problemas depende de la cuantificación del efecto de las diversas perturbaciones sufridas por la señal deseada en su transmisión a través del enlace via satélite. Siendo así, una estación terrena siempre será instalada en los lugares donde los niveles del ruido de interferencia no son perceptibles en los canales utilizados por las señales recibidas en la estación en cuestión, y donde la misma no produzca niveles de interferencia en las estaciones que utilizan enlace de microondas.

1.2. SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

Los satélites aquí considerados son geoestacionarios, es decir, se mantienen relativamente fijos con referencia a la tierra. Para esto, tales satélites deben cumplir:

- Ser geosíncronos (periodo de revolución igual al periodo de rotación de la tierra alrededor de su eje).
- Tener una órbita circular cuyo plano coincida con el plano del Ecuador terrestre.
- Tener un movimiento en esta órbita con sentido idéntico al de rotación terrestre.

La órbita en la cual debe ser colocada un satélite para que este sea geoestacionario se denomina órbita de los satélites geoestacionarios (OSG). De lo aquí expuesto, se concluye que la OSG es una órbita circular, ecuatorial y directa (sentido de revolución del

satélite coincidente con el sentido de rotación de la tierra), y además de eso, a través de cálculos de gravitación se concluye que debe tener una altura de 35.886 Km.

1.3 TRANSPONEDORES

Para adaptarse mejor a la característica de acceso múltiple del ambiente satelital, y también en virtud de las dificultades que se derivarían de la utilización de un amplificador único para elevar a un nivel adecuado la potencia de todas las señales que pasan a través del satélite, se tiene en el mismo un conjunto de repetidores o transpondedores que operan independientemente sobre subconjuntos de grupos de señales que llegan a la antena receptora del satélite. En redes en las cuales no hay reutilización de frecuencias, cada transpondedor corresponde a una determinada banda de frecuencias. El ancho de banda correspondiente a cada transpondedor varía de satélite en satélite e incluso dentro del mismo satélite, pueden ser utilizados diferentes anchos de banda para los transpondedores. Anchos de banda de 19 Mhz. a 90 Mhz. para cada transpondedor, son valores típicos. Por otro lado, cuando hay reutilización de frecuencias en la red, dos o más transpondedores pueden estar asociados a la misma banda de frecuencia. Las señales que se destinan a cada uno de estos transpondedores son separadas porque son recibidas con polarizaciones diferentes o a través de lóbulos de recepción espacialmente aislados.

1.4 ESQUEMAS DE MODULACION DIGITAL

La señal de entrada al modulador se denomina señal de banda base. Para un sistema digital de comunicaciones, esta señal de banda base puede ser descrita como una

secuencia de dígitos binarios (bits) , y en realidad el tipo de procesamiento en un sistema via satélite no es diferente de aquel requerido en cualquier otro sistema digital.

La gran mayoría de los sistemas de transmisión digital a través del canal satelital emplea algún tipo de modulación de fase. Esto ocurre porque la naturaleza no-lineal de este canal motiva el empleo de una constelación de señales que, en cuanto sea posible, conduzca a una señal transmitida con envolvente constante. En verdad en virtud de este hecho, es que las modulaciones QAM (Quadrature Amplitude Modulation), ampliamente usadas en sistemas de radio digitales terrestres, hayan sido aprovechadas en comunicaciones via satélite. La preferencia por la modulación PSK (Phase Shift Keying) o variaciones de la misma, ocurre tomando en cuenta que en lo que se refiere a la utilización de los recursos de banda y potencia, tienen menor eficiencia que la modulación QAM.

Considerando una situación ideal, en la que la envolvente de la portadora en la salida del modulador sea constante, el filtraje que esta portadora sufre antes de ser transmitida , hace que su envolvente termine por presentar fluctuaciones.

Con el objeto de minimizar estas fluctuaciones y en consecuencia reducir los efectos de los amplificadores no-lineales (conversión AM / PM y resurgimiento de los lóbulos laterales del espectro), varias versiones de sistemas de modulación de fase han sido propuestos y seriamente considerados para utilización en comunicaciones via satélite. Pero la modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), es sin duda la más usada en sistemas via satélite.

1.5 METODOS DE ACCESO MULTIPLE

Una característica básica de las redes de comunicaciones por satélite es la posibilidad intrínseca de acceso múltiple. Ilustrada por el esquema representado en la figura 1.2

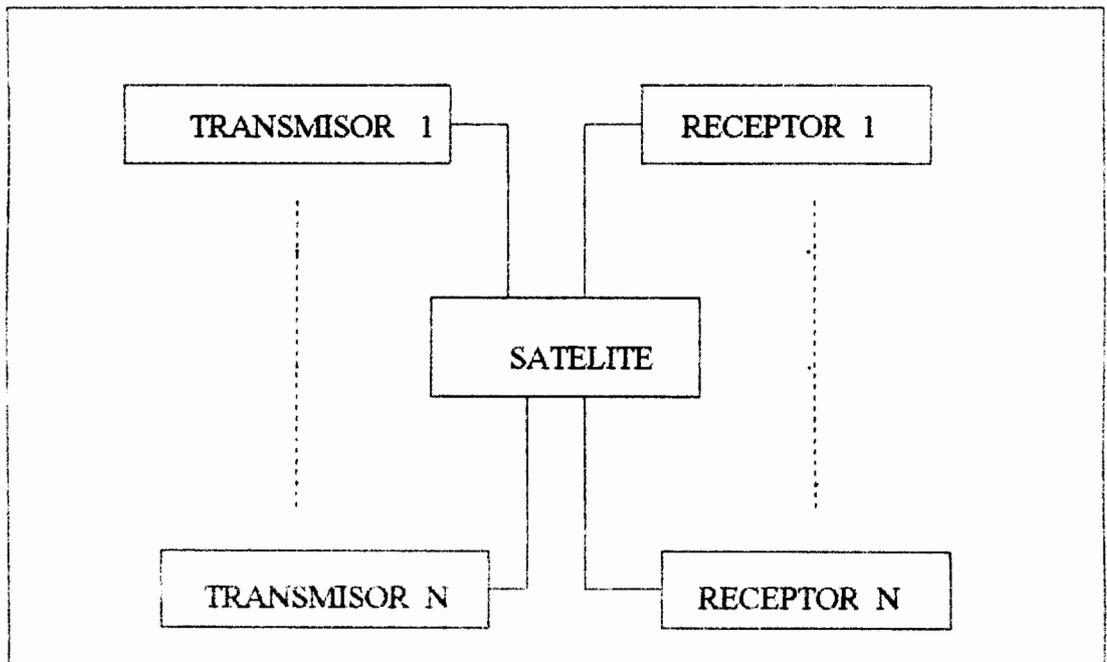


Figura 1.2 Esquema de acceso múltiple.

La tecnología satelital ha sido reconocida por mucho tiempo como una alternativa potencialmente atractiva de los medios de comunicación terrestres en aplicaciones de redes de datos no restringidas a áreas locales. La facilidad de acceso directo del terminal VSAT del usuario a un medio que proporciona un canal de alta velocidad, como es el caso de un canal satelital, abre un nuevo campo de posibilidades en el diseño de sistemas. La tecnología de acceso múltiple es el camino crítico y principal en el diseño de un sistema de

VSAT. Considerando que cada satélite usa para comunicaciones varios transpondedores, lo que facilita una multiplicidad de canalizaciones, es a través de las técnicas de acceso múltiple que dos o más portadoras compartirán un mismo transpondedor. Bajo el punto de vista de los usuarios del sistema, toda técnica de acceso múltiple puede ser entendida a través del binomio tiempo-frecuencia.

El método de acceso múltiple por división de tiempo TDMA se usa en nuestra red satelital. En este método varias portadoras comparten el mismo transpondedor del satélite, pero en periodos distintos de tiempo, o sea que cada portadora ocupa toda la banda durante intervalos pequeños de tiempo que se repiten periódicamente (Bursts). Debido a la presencia de una sola portadora a la vez en el transpondedor, no hay productos de intermodulación en el amplificador no-lineal del satélite y en ese caso se puede trabajar en un punto muy próximo a la saturación del amplificador de transmisión.

Esto significa que se puede trabajar con mayor potencia de transmisión en el satélite, existiendo consecuentemente una mejora en la calidad de la señal recibida. Para evitar la colisión de las informaciones, cada estación deberá estar sincronizada con toda la red, transmitiendo dentro de su periodo correcto y reconociendo los paquetes de información a ellas direccionadas. Conviene señalar además, que cada estación de la red es equipada con "Buffers" para el almacenamiento de la información que posteriormente será transmitida vía satélite

.Las mayores ventajas del esquema TDMA son traducidas en la mayor eficiencia en la utilización de la potencia disponible en el transpondedor y en la gran facilidad de incremento del número total de usuarios. Como desventajas podemos citar la complejidad del equipo involucrado y en la necesidad de sincronismo en la transmisión de la información.

1.6 ANTENAS

Las antenas forman la interfase entre la estación terrena y el segmento espacial. Son las responsables por la irradiación de las señales electromagnéticas hasta el satélite, proporcionándoles la ganancia necesaria para que sean recibidas satisfactoriamente, así como también proporcionándoles la ganancia necesaria en el camino de recepción. A las antenas se las clasifica en función de la geometría utilizada para la focalización de las señales electromagnéticas. Las características principales de las antenas son: Ganancia, diagramas de irradiación y temperatura de ruido.

La estación maestra (HUB), por ser de mayor capacidad, normalmente opera con antenas de diámetro mayor o igual a 6 metros. En la HUB de la DAC la antena parabólica es de 8 metros. Mientras que las antenas de las estaciones remotas VSAT por lo general son de más de 1.8 metros y para el caso de las VSAT de la DAC éstas son de 2.5 metros del tipo " focal point " , o sea poseen un reflector y un alimentador que está posicionado en el punto focal del reflector y son de OFFSET diferentes, si éstas son fijas o transportables.

1.7 AMPLIFICADORES DE BAJO RUIDO Y DE POTENCIA

Los amplificadores de bajo ruido (LNA), son los equipos responsables de amplificar las señales recibidas del satélite a través de la antena, proporcionándoles la ganancia necesaria para que la señal deseada sea separada del ruido. Como los niveles de estas señales son muy bajos, es necesario que además de amplificar se produzca el menor ruido posible para que no desaparezca la señal deseada. A estos amplificadores se los instala en los pórticos de recepción de los alimentadores de las antenas; es un equipo exterior. La característica más importante en el sistema de recepción está asociada con el desempeño del conjunto antena + amplificador de bajo ruido, esta característica se denomina FIGURA DE MERITO (G/T) de la estación terrena, donde G es la ganancia de recepción de la antena y T es la temperatura de ruido de la antena más la temperatura de ruido del LNA, y está asociada con la efectividad del enlace de descenso de la estación terrena.

Mientras que los amplificadores de potencia (HPA), son los que amplifican las señales que son transmitidas para el satélite, proporcionándole la ganancia necesaria, hacen de interfase entre la sección de conversión de frecuencia (UP-CONVERTER) con la antena; se lo conecta con el alimentador de antena a través de guía de onda o cable coaxial. Las principales características de un amplificador de potencia son :

- **POTENCIA DE SALIDA.**- Expresada en dBm, indica el máximo valor de la señal de salida del amplificador.

- **GANANCIA.**- Expresada en dB, indica la relación entre el nivel de la señal de salida y el nivel de la señal de entrada.
- **RESPUESTA DE FRECUENCIA.**- Expresada en dB, pico a pico representa la variación de la ganancia en relación a las frecuencias de operación.
- **BACK-OFF.**- En dB, es el decremento que debe ser aplicado a la señal de salida de tal forma que se minimice los efectos de no-linealidad.
- **INTERMODULACION.**- Cuando se aplica más de una señal al amplificador de potencia, ocurre el efecto de que se mezclan estas señales, generando nuevas señales con amplitud y frecuencia diversa ,reflejándose en la potencia total transmitida. Para minimizar este efecto, el cual es provocado por la no-linealidad de los amplificadores, se establece un límite máximo para el nivel de señal generado.

1.8 CONVERSORES DE SUBIDA Y DE DESCENSO

Los conversores de subida son los equipos responsables de trasladar en frecuencia, las señales de FI provenientes del modulador (70 Mhz) para la banda de frecuencia de transmisión del satélite (6 Ghz). La conversión de frecuencia se realiza en dos etapas, por lo tanto se usan dos osciladores locales;un oscilador es fijo y el otro es responsable de la definición de la frecuencia de transmisión. Una característica importante de resaltar en los conversores de subida, especialmente cuando son utilizadas portadoras digitales, es el ruido de fase introducido por el esquema de conversión de frecuencia debido a la existencia de bandas laterales en las portadoras de los osciladores locales.

Los conversores de descenso, son los equipos responsables de trasladar en frecuencia las señales de RF recibidas del amplificador de bajo ruido en la banda de recepción del satélite (4 Ghz), a la FI de 70Mhz que a su vez es entregada al demodulador. Al igual que los conversores de subida, la conversión de frecuencia se la realiza en dos etapas utilizando dos osciladores locales, donde el primero es responsable por la definición de la frecuencia recepción, y puede ser sintetizado o de frecuencia fija determinada por cristal ; el otro es fijo. Al igual que en los conversores de subida, la característica importante, es el ruido de fase.

CAPITULO 2

CONFIGURACION DE LA RED SATELITAL DE LA DAC

2.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA VSAT

La topología y arquitectura de la red, implementada en el Ecuador, corresponde a una red estrella con un nodo central (HUB) y varios puntos terminales (VSATs). La configuración básica de la red se muestra en la figura 2.1. De acuerdo a esta arquitectura de la red se impone la elección de la técnica de transmisión y acceso TDM/TDMA - BPSK-FDM, que es condición de contorno. Tal afirmación se basa en los niveles de emisión fuera del lóbulo principal de la antena transmisora, así como de cálculos de enlace típicos para este tipo de sistema. Otra condición de contorno viene del criterio de confiabilidad del equipo, que proporcionará la disponibilidad requerida para el servicio. O sea que para obtener una disponibilidad de comunicación en 99,5 % del tiempo, es necesario que el equipo de la estación terrena como un todo, proporcione confiabilidad (permanezca operando) en más de 99,9 % del tiempo, ya que el enlace satelital proporciona 99,7 % (considerando 100 % de disponibilidad para el satélite). Tal índice de confiabilidad para los equipos de la estación terrena, implica analizar los índices de MTBF (Mean Time Between Failures), es decir tiempo medio entre fallas para cada unidad componente y decidirse por la necesidad de utilización de redundancia. A continuación en la tabla 1, se pueden ver las estaciones del sistema VSAT que une a los aeropuertos del Ecuador así como datos de alineamiento, configuración, identificación y localización.

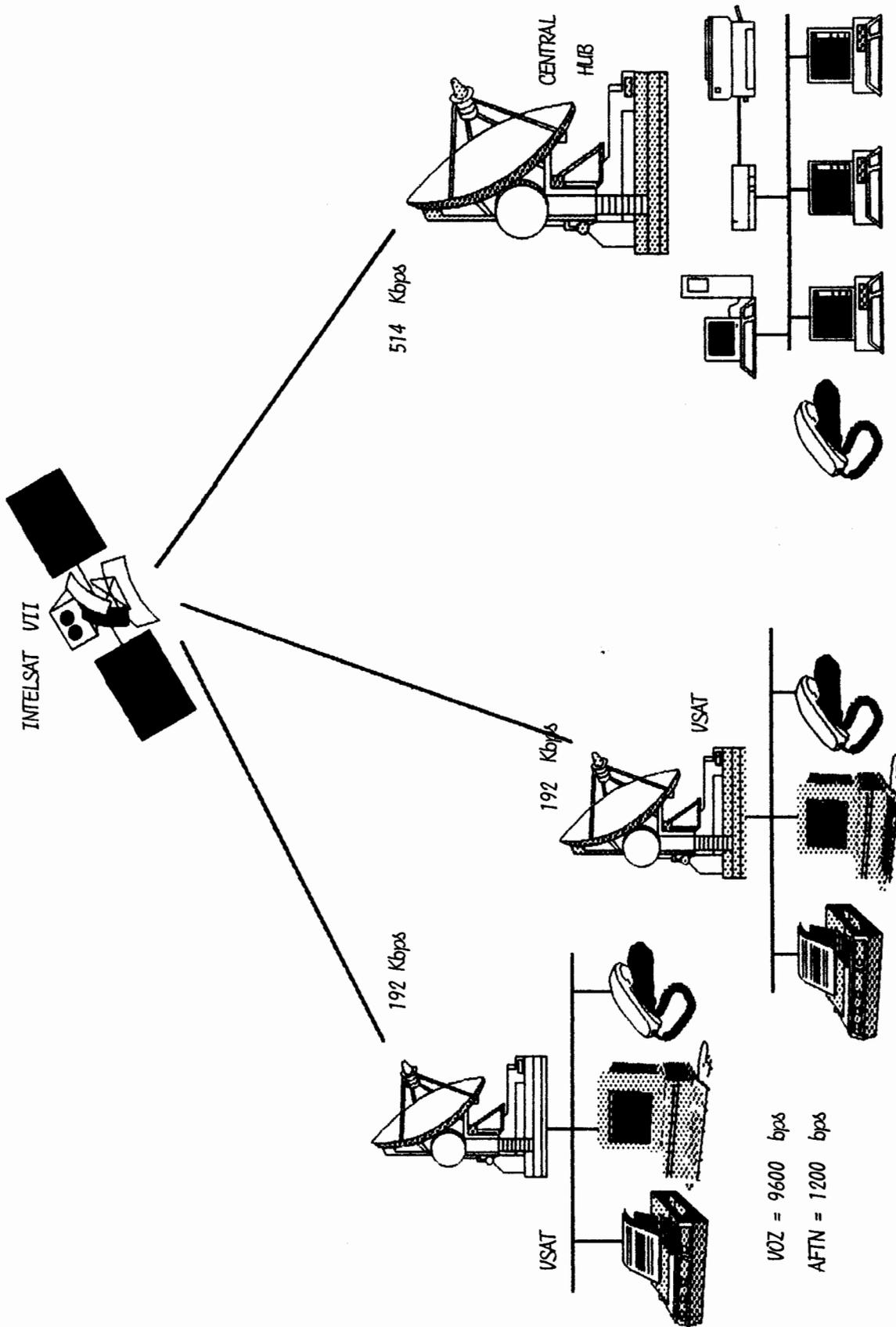


Figura 2.1 Configuración básica de la red satelital DAC.

TABLA 1

LOG ID	NOMBRE DE LA ESTACION	ALTURA	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	AZIMUTH	INCLINACION	KID	PHY ID	SW1 (OFF)	SW3 (OFF)
1100	Estación HUB Moravia sur	3078.0	-0.23	78.48	31.60	270.42	0.48	23491	272	1	1
1101	Aerocuarto "Marsical Store"	2811.0	-0.13	78.49	31.61	270.23	0.27	23491	2320	6	14
1102									4368	6	15
1103									3344	6	134
1104	Comandancia FAE	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
1201	Aerocuarto de Esmeraldas	5.0	-0.00	79.00	31.05	90.00	0.00	23513	278	235	1
1202	Aerocuarto de Suizo Domingo	488.0	-0.25	79.21	30.82	270.44	0.51	23521	280	45	1
1203	Aerocuarto de Quetzabo	110.0	1.00	79.48	30.55	271.76	2.03	23532	283	1245	1
1301	Aerocuarto de Lascausa	2792.0	-0.90	78.60	31.48	271.65	1.87	23496	274	25	1
1302	Aerocuarto de Arambito	2530.0	-1.20	78.57	31.51	272.20	2.50	23495	1297	15	13
1303	Aerocuarto de Robachua	2800.0	-1.65	78.65	31.47	273.01	3.43	23499	1298	25	13
1304	Aerocuarto de Ocuena	2525.0	2.88	79.00	30.99	275.17	5.92	23517	279	1235	1
1401	Aerocuarto de Iltava	2250.0	0.34	78.12	32.00	269.36	0.47	23477	269	134	1
1402	Aerocuarto de Tilsón	2900.0	0.81	77.70	32.46	258.48	-1.25	23461	265	14	1
1501	Aerocuarto de San Cristóbal	0.0	-1.47	89.63	19.67	270.72	2.30	23999	399	12348	1
1502	Aerocuarto de Bahra	6.0	-0.45	90.26	19.02	270.53	0.69	24000	407	12358	1
1503	Transcorteable #1	3078.0	-0.24	78.48	31.61	270.44	0.50	23491	1296	5	13
2101	Aerocuarto "Sinto Bolívar"	5.0	-2.15	79.88	30.07	273.73	4.30	23551	287	12345	1
2102									1311	12345	13
2103									2335	12345	14
2104									3369	12345	134
2105									4383	12345	15
2201	Aerocuarto de Medula	6.0	-3.26	79.96	29.94	275.63	6.50	23558	289	16	1
2202	Aerocuarto de Cotacotaco	1190.0	3.99	79.37	30.53	277.04	8.09	23537	284	345	1
2203	Aerocuarto de Macará	452.0	-4.37	79.93	29.90	277.93	29.70	23562	290	26	1
2301	Aerocuarto de Proceloio	47.0	-1.03	80.47	29.45	271.75	2.30	23572	283	136	1
2302	Aerocuarto de Maná	10.0	-0.57	80.41	29.52	270.97	1.12	23573	282	36	1
2303	Aerocuarto de Bolán	10.0	0.60	80.40	29.53	271.02	1.18	23570	1376	36	13
2401	Aerocuarto de Iltava	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
2402	Aerocuarto de Salinas	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
2403	Paseo de	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
3101	Dirección General - Orito	2896.0	-0.21	78.50	31.59	270.38	0.44	23491	6416	5	145
3102									7440	5	1345
3103									8464	5	16
3104									9488	5	136
3201	Aerocuarto de Lasso Anzo	305.0	0.09	76.86	33.38	269.82	0.80	23430	258	1	1
3202	Aerocuarto de Coca	300.0	-0.46	76.98	33.25	270.90	1.01	23435	257	2	1
3203	Aerocuarto de Patateza	1043.0	-1.50	78.05	32.07	272.81	3.18	23476	1293	134	13
3204	Aerocuarto de Itara	524.0	-1.00	77.82	32.33	271.89	2.14	23467	266	24	1
3205	Aerocuarto de Itaván	250.0	-0.77	75.53	34.83	271.61	1.78	23382	245	135678	1
3301	Aerocuarto de Micoes	1066.0	2.30	78.12	31.97	274.29	4.86	23480	270	234	1
3302	Aerocuarto de Guabuzón	931.0	-3.42	78.53	31.47	276.26	7.13	23502	275	125	1
3303	Aerocuarto de Suelón	731.0	-2.74	78.45	31.59	275.04	5.73	23495	2321	15	14
3401	Aerocuarto de Patateza	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
3402	Aerocuarto de Montalvo	300.0	2.06	76.96	33.24	274.00	4.53	23437	259	12	1

Tabla 1 Parámetros de configuración y alineamiento de la red.

2.2 CARACTERISTICAS DEL INTELSAT VII

El segmento espacial que usa la red satelital de la DAC lo compone la octava parte de un transpondedor del satélite Intelsat VII. Este satélite geoestacionario está ubicado a 310° al Este sobre el océano Atlántico y tiene la capacidad de operar con tres canales de televisión por lo menos , 23.500 circuitos y contiene 48 transpondedores. La capacidad se logra por el uso de diagramas de irradiación de zonales adicionales, más transpondedores en la banda Ku , mayor e.i.r.p. y el uso de un conmutador TDMA para mejorar su conectividad. El área de cobertura de la antena se logra usando el mismo número y tipo de antenas de la serie Intelsat V. El reflector de la antena hemi-zona antena, es casi el 25% más larga que la Intelsat V en contraparte para ubicar los diagramas de irradiación adicionales. La capacidad máxima de transmisión del Intelsat VII es de 80.000 canales. En la figura 2.2 se muestran los diagramas de cobertura del intelsat VII.

2.3 CARACTERISTICAS DE LA TRANSMISION Y RECEPCION

El sistema VSAT de la DAC, es el que nos provee la empresa STM. Para este sistema VSAT se utiliza en la dirección Estación maestra- estación remota (canal OUTBOUND) una portadora de transmisión continua para comunicación con una determinada cantidad de estaciones remotas. Esta portadora, modulada en fase (BPSK), tiene su banda base formada por la multiplexación en tiempo (TDM) de los diversos paquetes de datos provenientes de computadoras Host. Como la transmisión es continua, como es el caso

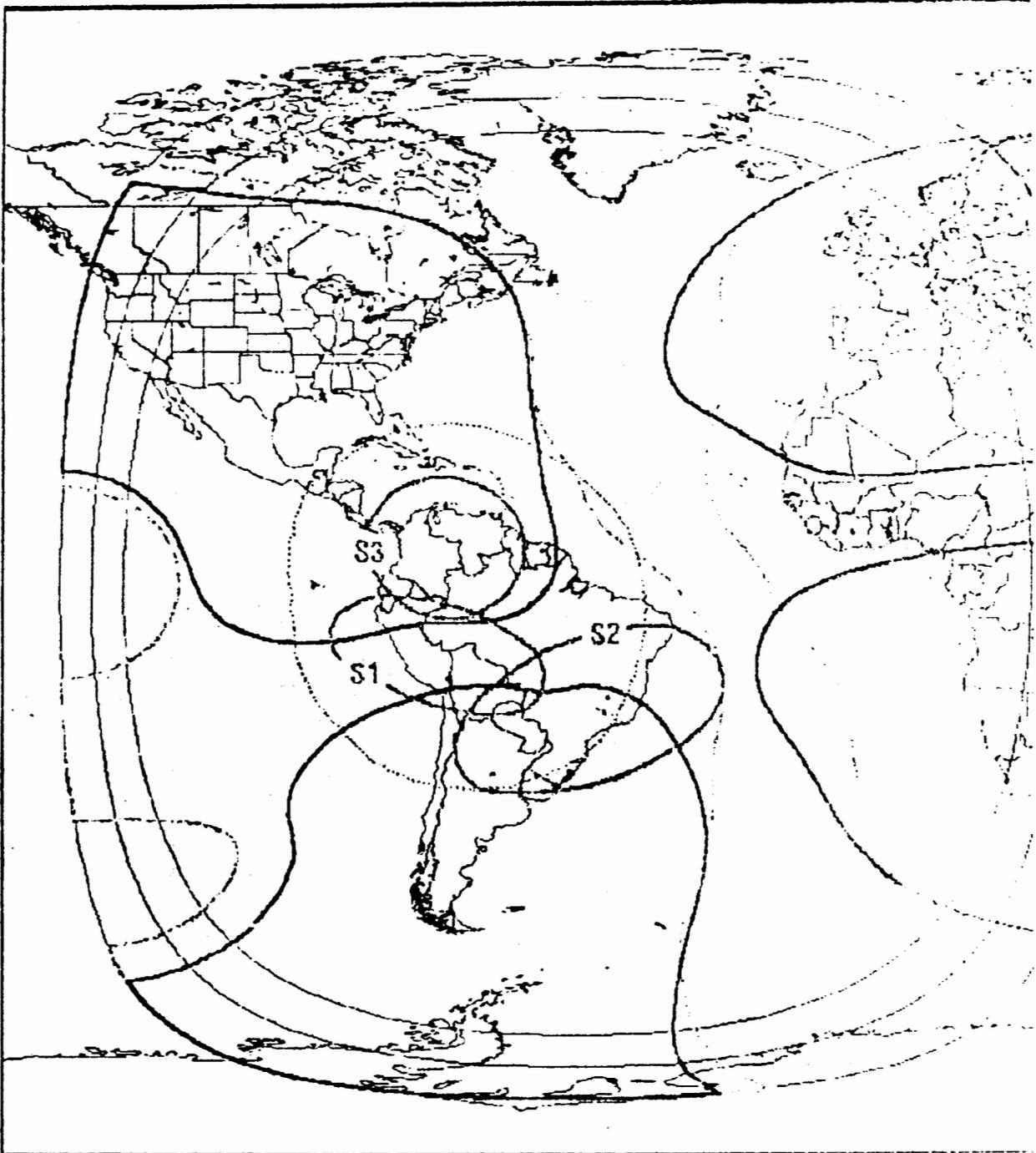


Figura 2.2.a Diagrama de cobertura hemisférica este y oeste con irradiación 50° oeste.



Figura 2.2.b Diagrama de cobertura zonal este y oeste con irradiación 50° oeste.

IS-709 at 310°E



	Beam Peak	Extended 2 dB Contour
Hom1	39.6	33.0 - 31.0 dBW
Zone	39.6	33.0 - 31.0 dBW
C-Spot	37.6	33.3 - 31.3 dBW
Ku-Spot: 1	49.6	43.4 - 41.4 dBW
2	49.6	42.6 - 40.6 dBW

TABLA 2

PARAMETRO	HUB	INBOUND 1	INBOUND 2	INBOUND 3
DATA RATE	514.667 Kbps	192.0 Kbps	192.0 Kbps	192.0 Kbps
FEC / Tipo Modulación	1/2 / BPSK	1/2 / BPSK	1/2 / BPSK	1/2 /BPSK
ANCHO DE BANDA	1.5 Mhz.	600 Khz.	600 Khz.	600 Khz.
FRECUENCIA UP LINK	6082.75 Mhz.	6083.80 Mhz.	6084.40	6085.00 Mhz.
FRECUENCIA DOWN LINK	3857,75 Mhz.	3858.80 Mhz.	3859.40	3860.00 Mhz.
PLO	4900 Mhz (HFLO)	5360 ,00 Mhz	5360.00 Mhz	5360.00 Mhz
FRECUENCIA IF (Tx)	70.25 Mhz.	723.80 Mhz.	724,40 Mhz.	725.00 Mhz.
FRECUENCIA IF (Rx DEM)	1070.25 Mhz (MCU)	1292,25 Mhz.	1292.25 Mhz.	1292,25 Mhz.
FRECUENCIA IF (Rx B DEM)	En La HUB	71.90 Mhz.	72.50 Mhz.	73.10 Mhz.
FRECUENCIA LO (LNB)		5150.00 Mhz.	5150.00 Mhz.	5150.00 Mhz.

TABLA 2. Parámetros de transmisión y recepción de la red.

SCPC, la demodulación de ese tipo portadora en las estaciones remotas es relativamente simple y cada VSAT extrae solamente los paquetes de su interés , valiéndose de las direcciones que son incorporadas en los mensajes de la HUB. Por otro lado en la dirección VSAT - HUB (Canal INBOUND), el esquema de acceso múltiple TDMA es utilizado. Las asignaciones para las portadoras TDM / TDMA del Outbound y de los Inbound para la red satelital de la DAC son: 514-.667 Kbps para el Outbound (TDM) y 192 Kbps. para los Inbound (TDMA).En la tabla 2 se pueden ver los parámetros de la red.

El sistema satelital de la DAC opera en banda C y utiliza las siguientes bandas de frecuencias: Transmisión Ascenso (Up-Link) 6 Ghz.

Recepción Descenso (Down-Link) 4 Ghz.

El ancho de banda de 500 Mhz., de 5.925 Mhz. a los 6.424 Mhz en el ascenso y 3.700 Mhz. a los 4.200 Mhz. en el descenso, es utilizado simultáneamente por los sistemas via satélite y por los sistemas terrestres. De esta manera, durante el proceso del proyecto, debe ser efectuada una perfecta coordinación de frecuencia con el fin de proteger el sistema satelital de interferencias de los sistemas terrestres y viceversa. En la banda C la transmisión prácticamente no es afectada por los efectos de propagación tales como atenuación por lluvias y despolarización.

2.4 CONFIGURACION DEL SISTEMA VSAT

Para configurar el sistema se lo analiza en términos de cálculo de enlace , con el objetivo de llegar al correcto dimensionamiento de las estaciones terrenas involucradas. Para

realizar los cálculos de enlace es necesario conocer las características del satélite así como de parámetros tales como: Relación C/N_0 requerida por portadora, figura de mérito (G/T) de las antenas receptoras, relación E_b/N_0 requerida para una probabilidad de error deseada y ventajas geográficas para el enlace de ascenso y descenso de las estaciones terrenas. Además de estos parámetros involucrados en el cálculo del enlace, se debe asumir inicialmente un punto de operación del transpondedor, eligiendo un “backoff” de entrada y “backoff” de salida.

El sistema implementado por la DAC corresponde a una red tipo estrella con un nodo central (HUB) y varios puntos terminales (VSAT), que usa el esquema, acceso aleatorio TDMA modificado tal como se muestra en la figura 2.3.

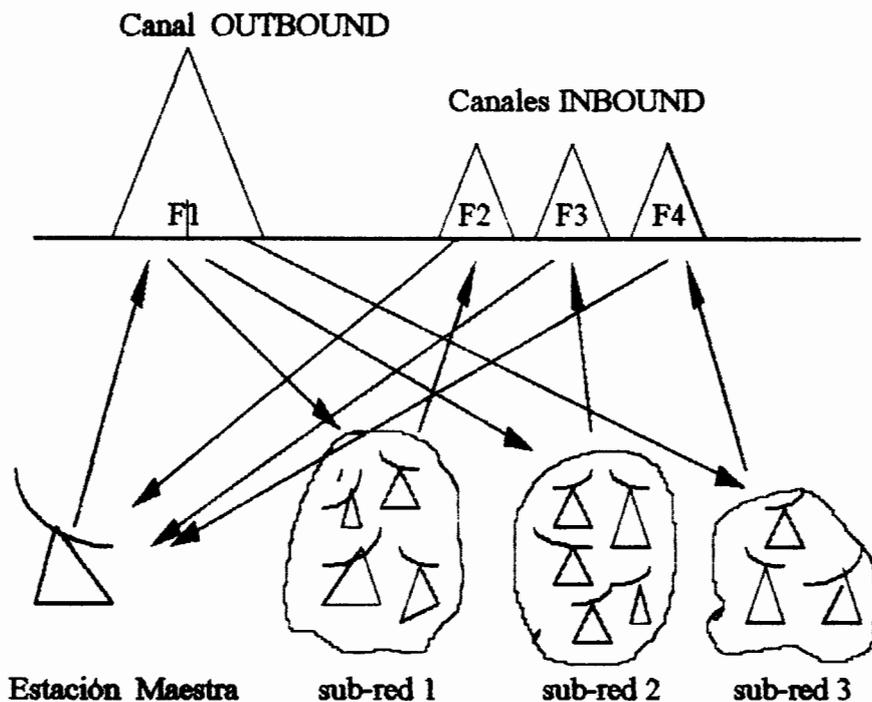


Figura 2.3 Esquema de red tipo estrella, acceso aleatorio TDMA.

Tal como lo muestra la figura 2.3, se ve a un transpondedor que es accesado por una portadora OUTBOUND y tres portadoras INBOUND en donde cada portadora ocupa una determinada banda de frecuencia; En este caso , cada portadora INBOUND es compartida por un conjunto de estaciones remotas; para este modo de acceso es necesario presentar las siguientes consideraciones :

Cada canal INBOUND es formateado en cuadros que son divididos en N ventanas o "slots" de igual tiempo de duración . (Figura 2.4)

Cualquier estación remota perteneciente a una sub-red (conjunto de estaciones que utilizan un mismo canal INBOUND) puede transmitir en cualquier instante,dentro de los límites de tiempo establecidos para cada "slot". Este esquema de acceso permite el establecimiento de redes con características de tráfico variables, a través de la aplicación de un algoritmo adaptativo que permita obtener:

- Tiempo de respuesta mínimo para aplicaciones de baja intensidad de tráfico (tipo interactivo).
- Tiempo de respuesta un poco mayor para aplicaciones de elevado volumen de tráfico (tipo " batch") en el cual el parámetro más importante es la velocidad efectiva de la transmisión (throughput).

La diferencia en la performance que puede ser encontrada en la práctica entre los varios proveedores que utilizan este esquema, es acreditada a los diferentes algoritmos adaptativos que son implementados por cada uno de ellos. En este sentido, los algoritmos empleados por las multinacionales NEC y HUGHES, se encuentran en la clase de "Slotted

En general las sub-redes tienen capacidad para manejar a 64 VSAT y el sistema de la DAC tiene distribuidas las sub-redes por regiones: Sierra-Región insular, Costa y Oriente

2.5 CONFIGURACION DE LA ESTACION MAESTRA (HUB)

Es la principal estación del sistema VSAT y básicamente desempeña las siguientes funciones :

- Transmitir via satélite , los datos recibidos a través de sus puertos de acceso
- Centralizar los datos recibidos de las diversas estaciones remotas de la red
- Retransmitir los datos recibidos de una estación remota para cualquier otra de la red
- Realizar el control y gerencia de la red

A continuación se muestra un diagrama en bloques, simplificado, de la estación maestra .

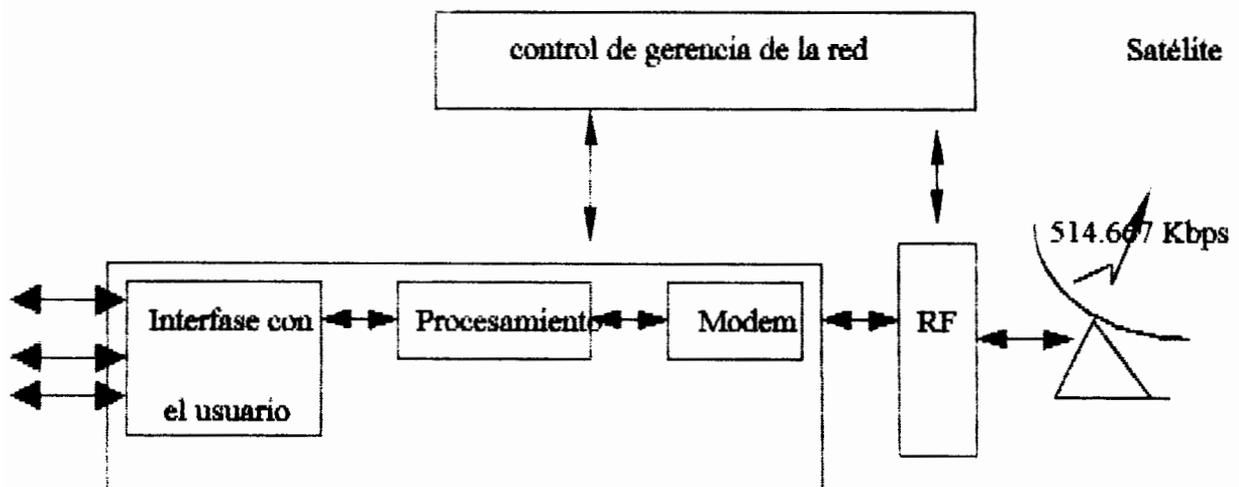


Figura 2.5 Diagrama en bloques de la estación maestra (HUB).

Del diagrama simplificado mostrado en la figura 2.5, los equipos de banda base constituyen la interfase con el usuario y realizan el procesamiento digital, empaquetamiento/desempaquetamiento, control de tráfico y modulación/demodulación. Los equipos de RF procesan las señales después de la modulación y antes de la demodulación., para ser transmitidos y recibidos via satélite respectivamente. La estación maestra por ser de mayor capacidad, normalmente opera con antenas de diámetro mayor o igual a 6 metros y con HPAs con potencia de salida mayor o igual a 100 vatios. Debido a su importancia para el sistema VSAT, todos los equipos de banda básica y RF son utilizados con esquemas de redundancia.

Los equipos de control y gerencia de la red son llamados el corazón del sistema VSAT, debido a que toda la operación , administración y control de la red son procesados por éstos, además de realizar monitoreo y control de las estaciones remotas con posibilidades de telecomando (cambios de frecuencia y de nivel, actualización de parámetros) y supervisión de alarmas y de estados.

Tipicamente el sistema de control de gerencia posee menús de opciones con la configuración global de la red , permitiendo un acceso paso a paso a cada estación y a cada equipo dentro de ésta , además de ser responsable de garantizar la sincronización de la red. En este punto es importante destacar que la elección de la tecnología de acceso múltiple debe proveer un pequeño atraso en el tiempo de respuesta (bajo “delay”), razonable eficiencia en el ancho de banda asociada a la capacidad de transmisión de datos

(throughout), y firmeza en la operación, conjuntamente con un costo mínimo de implantación.

2.6 CONFIGURACION DE LA ESTACION REMOTA (VSAT)

Very Small Aperture Terminals (VSAT), son estaciones terrenas de transmisión satelital de bajo costo y muy pequeñas que han provocado gran impacto en comunicaciones de datos. La estación VSAT esta básicamente constituida por una unidad interna IDU (Indoor Unit), una unidad externa ODU (Outdoor Unit), antena y cables de interconexiones (Figura 2.6).

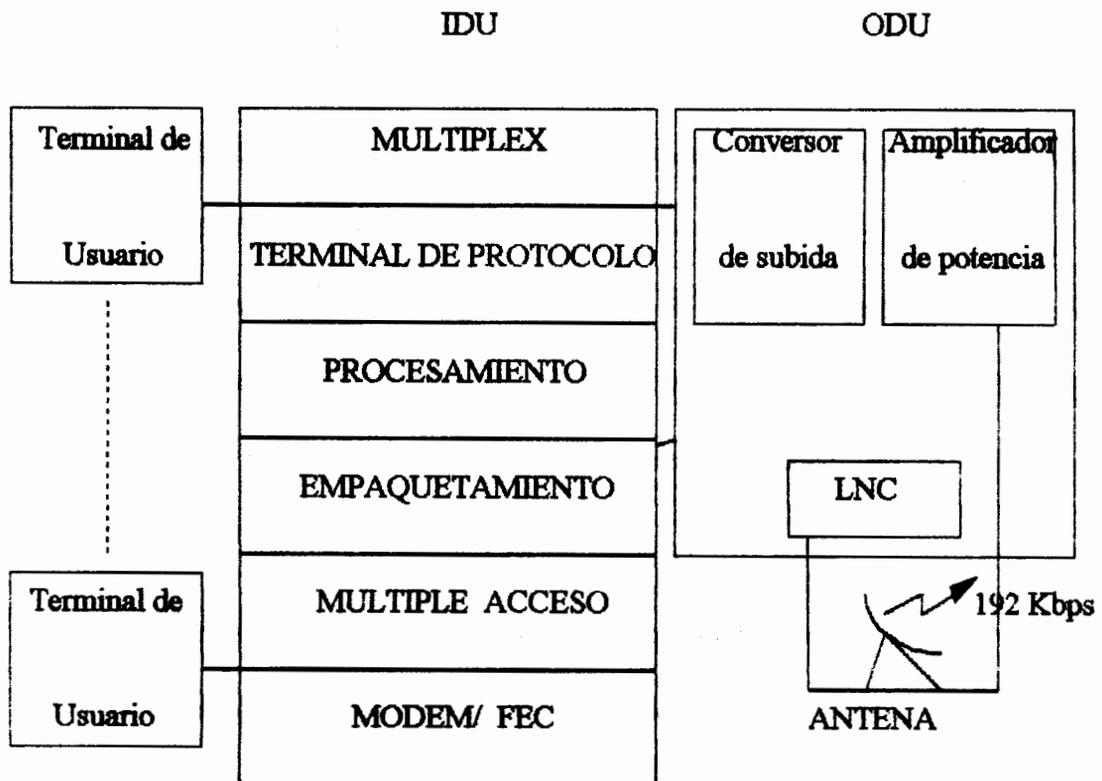


Figura 2.6 Diagrama en bloques de una estación remota.

La unidad interna, contiene la mayoría de los equipos digitales y de frecuencia intermedia , realizando las siguientes funciones:

- Multiplexación y control de los terminales de datos.- Permite que más de un terminal del usuario comparta las facilidades de la estación VSAT y se ajuste al protocolo terminal particular usado.
- Protocolo terminal.- Se lo usa como interfase entre los protocolos de datos utilizados por el usuario y el protocolo de transmisión satelital.
- Procesamiento de red.- Permite al usuario solicitar una conexión lógica a cualquier otro usuario o al HOST dentro de la red de datos.
- Empaquetamiento de datos y control.- Suministra un canal libre de errores (circuito virtual) derivando el flujo de datos en varios paquetes. Estos paquetes diversos pueden ser retransmitidos en casos de error o de pérdida en la recepción.
- Control de canal satelital.- Determina cuando la VSAT puede transmitir en el canal satelital compartido y si un mensaje recibido fue direccionado para el receptor elegido.
- Procesamiento de la señal.- Realiza las funciones de modem satelital y FEC(código corrector de errores).

La unidad externa está compuesta básicamente por los equipos de RF que, conjuntamente con la antena, son los responsables por la transmisión y recepción via satélite. Esta unidad va conectada al pedestal que sostiene a la antena y forma la interfase entre la IDU y la antena. Para la banda C, el HPC (Convertor de ascenso y amplificador de potencia) que se

usa es del orden de 2w y el LNC (Amplificador de bajo ruido y conversor de descenso) es del orden de 50 °K a 80 °K. Las antenas son de diámetro 2.5 m. y de tipo "focal point", o sea poseen un reflector y un alimentador que está posicionado en el punto focal del reflector. En la figura 2.7, se muestra la red digital de telecomunicaciones vía satélite que opera en los aeropuertos del Ecuador.

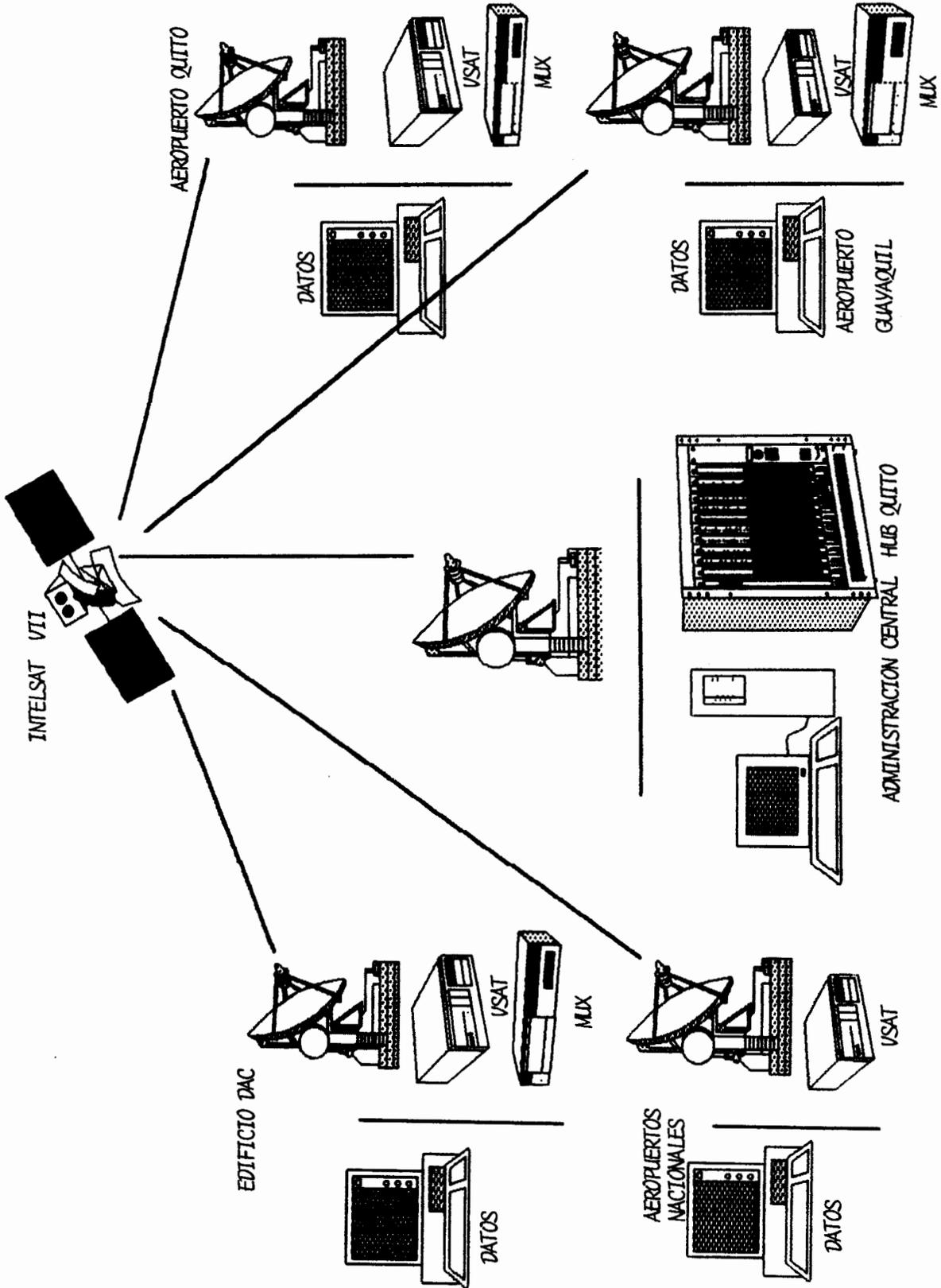


Figura 2.7 Red digital de telecomunicaciones via satélite.

CAPITULO 3

INSTALACION Y PRUEBA DE LA RED SATELITAL DE LA DAC

3.1 INSTALACION Y PRUEBA DE LA ESTACION MAESTRA

En este capítulo se presentará una información lo más completa de la instalación y prueba de operación de la estación Maestra ubicada en la ciudad de Quito:

- **Inspección y elección del lugar.**- Como la red de la DAC opera con el satélite Intelsat VII ubicado a 310° longitud ESTE , la antena de la HUB debe apuntar al ESTE y elegir un lugar sin obstáculos en esa dirección.
- **Pruebas de interferencia.**- A pesar que se puede prever los niveles de interferencia del lugar elegido, cabe verificarlos con un analizador de espectro para la FI del OUTBOUND donde la HUB está ubicada.
- **Marcación del punto "SAT".**- Una vez que se han realizados los dos pasos anteriores se marca el lugar donde se colocará la base de la antena .
- **Datos físicos del lugar.**- Es necesario obtener los datos de: Longitud ,latitud y altitud del lugar, estos datos se los logra con gran exactitud con la ayuda de un GPS, para apuntamiento de la antena al satélite e identificación de la estación.
- **Aterrizaje de la VSAT .**- Es necesario obtener una buena tierra ,de tal manera que la igualdad : $V_{ft} = V_{fn} + V_{nt}$.

A continuación se dan los pasos a seguir en la instalación de las unidades ODU:

- **Instalación de la base que soportará la estructura de la antena parabólica de 8 metros y el resto de las unidades ODU: Diplexer, Amplificadores de potencia, LNB , RF Driver, Interfase box, Dummy Load y fuentes de alimentación.**
- **Una vez realizado el montaje de las unidades se procede a su interconexión y cableado que conectará estas unidades con las unidades IDU en un edificio contiguo.**
- **Las unidades IDU vienen colocadas en gabinetes según su función en la red.**
- **Gabinete RF.- En este gabinete se colocan : Moduladores, Modulator switch, Burst demodulators, Burst demod switch, IF converter, IF distribución y TXR 3000.**
- **Gabinete digital.- Aquí se colocan las siguientes unidades: Master Clock Unit(MCU), Network Control Unit(NCU), Subnetwork Control Unit(SCU), Control Switching Unit(CSU), Power Supply Monitor(PSM), PBX y Patch panel.**
- **Como la red satelital de la DAC usa tres SCU, se utilizan dos gabinetes digitales.**
- **Gabinete TSM (Transmit SCPC Module) .- Van ubicados los módulos que enlazan las VSAT con el procesador (LCP) y es la interfase del HOST y voz con la HUB.**
- **XNMS (eXternal Network Management System).- Es el computador central responsable de la operación , monitoreo y control de todo el sistema VSAT.**
- **NOC (Network Operator Console).- Son tres consolas las cuales controlan y monitorean la operación del NCU.**

Una vez que se han ubicado todas las unidades se procede al cableado de todos los gabinetes y a la interconexión con las unidades IDU ,XNMS y las consolas. La jerarquía de los circuitos de la HUB se muestra en la figura 3.1.

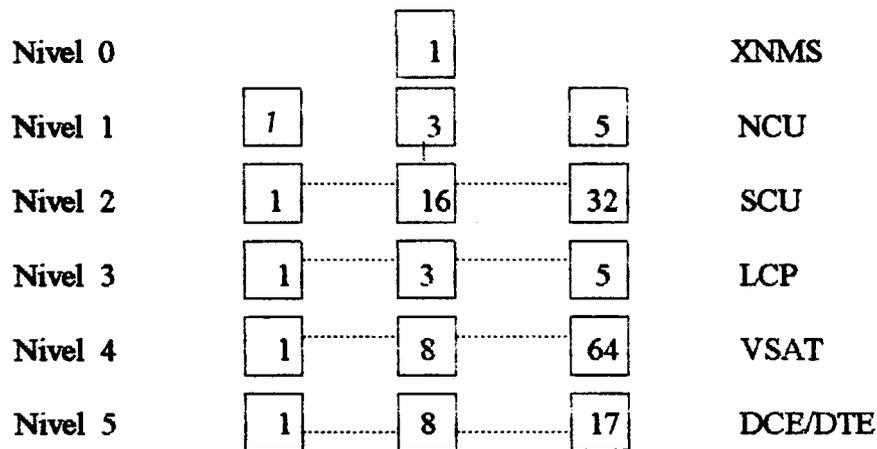


Figura 3.1 Jerarquía de los circuitos de la red satelital

Una vez que todas las unidades están listas para operar se energiza el sistema y se procede de la manera siguiente:

- En el XNMS se carga el software que la casa STM(Satellite Technology Management) proporciona para que opere el sistema VSAT, el cual usa el protocolo X-STAR para procesar todos los datos a través del enlace satelital. En este programa elaborado por la STM se meten los datos propios de la estación Maestra los cuales se dieron en las Tablas 1 y 2, y responde al software del paquete PCPLUS, y la HUB queda lista para el apuntamiento con el satélite.
- Una vez verificado que todas las unidades están operando correctamente se procede con la parte del alineamiento de la antena de la HUB , el apuntamiento con el Intelsat VII.

Para el apuntamiento se mueve el reflector de la antena en inclinación, azimuth y elevación para valores ya predeterminados para ubicar al satélite y se monitorea en la consola NOC

los parámetros de diagnóstico y configuración para los cuales la HUB está enganchada siendo el parámetro más importante el de la relación señal ruido Eb/No que debe ser de más de 15dB; y en el caso de nuestra HUB, 22dB. Al mismo tiempo en el analizador de espectro se obtiene las señales del OUTBOUND y de los tres INBOUND, lo cual se muestra en la figura 3.2.

Las pruebas de operación de la estación maestra se realizan verificando la transmisión y la recepción de : voz ,fax y datos. Para estas pruebas es necesario tener instalada una estación remota o utilizar el TXR 3000 que viene incorporado en el gabinete de RF. En la HUB así como en la estación que sirve de prueba se chequea la nitidez (que tan clara y alta es la señal recibida) del enlace de comunicación, y dependiendo de algún defecto en la recepción o transmisión , se modifican los parámetros para que la comunicación sea lo más nítida posible. Cualquier variación de parámetros se lo hace desde el computador central XNMS, en el que se cambian los niveles para los cuales los parámetros son los correctos, para establecer una buena comunicación . Se da por entendido que tanto para la comunicación de voz y fax se usan números asignados a cada estación ; según la tabla 1 denominados como Log ID y dependiendo en que pórtico se conecte, será una comunicación de voz, fax o datos. Los parámetros de configuración de las estaciones remotas pueden ser cambiados también desde los NOC.

3.2 INSTALACION Y PRUEBA DE UNA ESTACION REMOTA

Como para el caso anterior de la estación maestra se hará un reporte lo más completo posible de la instalación y prueba de una estación remota cualquiera.

REF -48.3 dBm AT 10 dB

PEAK
LOG
3
dB/

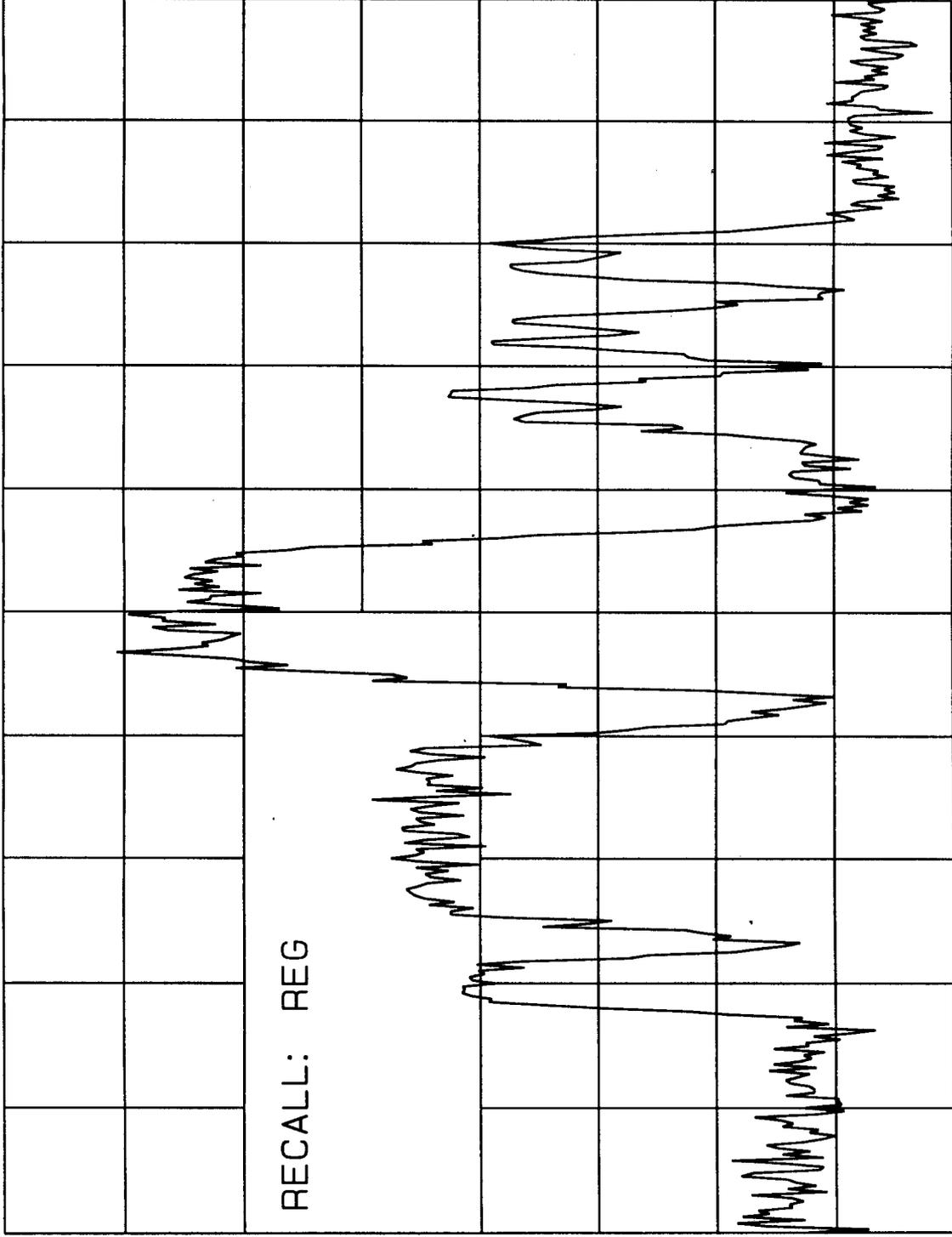
INTERNAL
→ STATE

Internal
→ Trace

WA SB
SC FS
CORR

Catalog
Internal

INTERNAL
CARD



CENTER 70.25 MHz
 #RES BW 100 KHZ
 #VBW 3 KHZ
 SPAN 10.00 MHz
 SWP 100 msec

Figura 3.2 Espectro de las señales del OUTBOUND y los INBOUND.

- **Inspección y elección del lugar.-** Como la red de la DAC opera con el satélite Intelsat VII ubicado a 310° longitud ESTE, la antena de la VSAT debe apuntar al ESTE y elegir un lugar sin obstáculos en esa dirección..
- **Pruebas de interferencia.-** A pesar que se puede prever los niveles de interferencia del lugar elegido, cabe verificarlos con un analizador de espectro para la FI del INBOUND donde la VSAT está ubicada.
- **Marcación del punto "SAT".-** Una vez que se han realizados los dos pasos anteriores se marca el lugar donde se colocará la base de la antena .
- **Datos físicos del lugar.-** Es necesario obtener los datos de: Longitud ,latitud y altitud del lugar; estos datos se los logra con gran exactitud con la ayuda de un GPS, para apuntamiento de la antena al satélite e identificación de la estación.
- **Aterrizaje de la VSAT .-** Es necesario obtener una buena tierra ,de tal manera que la igualdad : $V_{ft} = V_{fn} + V_{nt}$.

A continuación se resumen los pasos a dar para la instalación de las unidades ODU:

- Se arma base y pedestal que va a sostener el plato de 2.4m, y se la nivela.
- Se coloca el reflector apuntando hacia el ESTE.
- Se sujeta brazo y soporte al reflector y colocan las unidades de : Paquete RF, Filtro , Amplificador LNB y el alimentador. Una vez armado se realiza el cableado.

Inmediatamente se indican los detalles de la instalación de las unidades IDU:

- Se instala el equipo transmisor -receptor TXR 3000. En él vienen incorporadas las unidades MODEM y la unidad DIGITAL y se le acopla la fuente de poder de 48Vdc. Una vez instalado se procede al cableado con el ODU.

Cabe anotar en este punto, que en lugares donde no hay energía eléctrica comercial se instala adicionalmente un panel solar con baterías el cual proporciona los 48Vdc, y el reflector si bien es del tipo FOCAL POINT, tiene un OFFSET diferente y los cálculos de alineamiento son por lo tanto diferentes para el apuntamiento del satélite.

Una vez que se ha realizado la instalación de la VSAT, la estación se energiza y se coloca un PC (LAPTOP) a un pórtico del TXR 3000 (El transreceptor TXR 3000 posee 17 pórticos para ser usados en voz, fax, datos y de monitoreo de la VSAT). Con los datos obtenidos del lugar de: longitud, latitud y altura , se calculan los datos de elevación y azimuth que son necesarios para alinear la antena con el satélite. Adicionalmente se obtiene el dato de la identificación física del lugar (PHY ID), con el cual se setea la unidad DIGITAL posicionando unos micro-switches y se fija la relación OUTBOUND / INBOUND, la cual se la verifica usando la LAPTOP. También se setean los microswitches para comunicación de voz y fax. Todos los datos necesarios para el levantamiento de la estación remota son calculados y proporcionados por el computador central XNMS.

El alineamiento de la antena se lo realiza con los datos de azimuth y elevación calculados y se lo obtiene leyendo en la LAPTOP, colocada en el pórtico del modem, el mejor valor de la relación señal /ruido (E_b/N_0) al mover el reflector. Un valor mayor de 6.5 dB, nos indica que estamos bien alineados o enganchados con el satélite. A continuación en la

tabla 3 , se pueden ver los parámetros de configuración del modem leídos en la pantalla del PC, puesto al pòrtico del modem del TXR 3000.

Programmable RF Unit Version(Y) VT100 Terminal Mode	
(A) Mod Carrier frequency 785.0Mhz	(K) Demod Carrier Frequency 1292.25MHz
(B) Mod Carrier Enabled	(L) Demod Sweep Mode Automatic
(C) Mod FEC G0 1001011	(M) Demod FEC G0 1111001
Mod FEC G1 1111001	Demod FEC G1 1011011
(D) Mod Differential Encoder Enabled	(N) Differential Decoder Enabled
(E) Mod FEC Mode Non-Interleaved	(O) Demod V.35 Decoder Enabled
(F) Mod Clock Phase + Valid	(P) Demod Clock Phase - Valid
(G) Mod XMT AGC, 0.00 Volts	(Q) PLO Frequency 5.36GHz
(H) Narrow Sweep Time, 135.0 Sec.	(R) RF Unit TX Attn 0.0 dB
(I) Abort Time, 90 Sec.	System Locked
(J) Superframe Lock Count, 135	Demod Bit Rate = 514,67kps
	Eo/No= 7.8 dB
	Demod Locked
	Demod Synthesizer Ok
	Demod Synthesizer AFC1, 8.0 Volts
Mod Carrier Available	Demod Synthesizer AFC2, 8.5 Volts
Mod Syn AFC 4.6 V Ok	Demod Carrier AFC, - 5.4 Volts
Mod Bit AFC -2.9 V Ok	Demod Bit AFC, 0.4 Volts
20 Mhz AFC, 2.8 V Locked	Demod AGC, -2.2 Volts

TABLA 3. Parámetros de configuración del MODEM.

Las pruebas para la verificación del funcionamiento de la VSAT se las realiza con la estación maestra y de ahí se verifica la recepción y transmisión para fax ,voz y datos. Si

es necesario alterar algún parámetro para mejorar la señal, se realiza en el XNMS. Cambiando al pòrtico 2 del TXR 3000 se obtiene en la pantalla del PC los parámetros de la VSAT , pòrticos abiertos y configurados, datos de la unidad digital e indicación de el estado de la estación. Las pruebas de operación de la estación terminan cuando se tiene una buena recepción al igual que la transmisión en voz y fax.

3.3 ASPECTOS PRINCIPALES DE LA INSTALACION DE LA ESTACION

REMOTA DEL AEROPUERTO DE GUAYAQUIL

Como en la instalación de la estación maestra y de cualquier otra estación remota las consideraciones a tomar para la instalación de la estación remota de Guayaquil son similares en la mayoría de las precauciones a tomar como son:

- Inspección y elección del lugar.
- Pruebas de interferencia.
- Marcación del punto "SAT".
- Datos físicos del lugar.
- Aterrizaje de la VSAT.

Físicamente la estación remota del aeropuerto de Guayaquil consta de más unidades que otra estación remota en lo que se refiere a las unidades IDU, las cuales vienen instaladas en unos Gabinetes:

- Gabinete principal.- En éste se instalan cinco TXR 3000, Las fuentes de alimentación y el multiplexer.

- **Gabinete FEC.-** Es donde se instalan los módulos que sirven de interfase con los PC y las fuentes de alimentación.

Para la parte de las unidades ODU, ésta es igual que para cualquier otra estación remota; tiene las mismas unidades: Paquete RF, amplificador LNB, Filtro, Alimentador y el reflector de la antena. Una vez que se han instalado las unidades IDU como las ODU, se procede al cableado entre gabinetes y con la antena entonces se procede a setear los sw1 y sw3 de la unidad digital en cada uno de los cinco TXR 3000 según la tabla 1, luego se energiza la estación y se verifica que todo esté funcionando y se procede al apuntamiento con el satélite o sea el alineamiento de la antena .

Para esto se coloca el PC en el pórtico del modem del TXR 3000 designado como 1 (El cual será el que comande a los otros cuatro y si este transreceptor sale de servicio, toda la estación quedará fuera) y se observa en la pantalla del PC los parámetros de configuración, como lo muestra la tabla 3, y se mueve el reflector de la antena hasta que muestre un valor de Eb/No máximo(el mayor valor de la relación señal ruido que se pueda obtener) y aparezca SYSTEM LOCKED que indica que la estación esta arriba(UP) . Colocándonos en el pórtico 4 se obtiene en la pantalla del PC el estado de la estación y de los pórticos y parámetros de configuración propios del TXR 3000 como se muestra a continuación en las tablas 4 y 5.

TABLA 4

```

Status

MES Phy Id=290
Firmware Version=88f Software Version=500017d
tdmaPlanId=167
1stByte=2390 BrstLen=216 BrstMode=0 tdmaSize=4320
Network operational
Lcp Id = 24 State = Up
Mes Id = 3 Nominal RTD = 23562
NEW TDM MEMORY PROGRAMING
Ports configured
0 Xstar 2 PAD Async 9 Voice/Fax 13 Voice/Fax
17 Voice/Fax

```

TABLA 4. Parámetros de configuración de los pórticos.

TABLA 5

```

Passed Local RAM tests
*** STM TXR - 3000 MES ***
*** Version 88f -- 09/08/96 ***

VSAT Serial # 290 Software Version # 500017d
Decoder, Frame, Super Frame Sync are Locked
Init. Freq. Received
programming Tx synth to 724400 Khz
Synthesizer is Locked
VSAT is coming up
programming Tx synth to 724400 Khz
Synthesizer is Locked
Send Alive
pgmPktChan -- New TDM programming
programming Tx synth to 725000 Khz
Synthesizer is Locked
Send Join
Received Welcome

Xstar Port 0 Opened

```

TABLA 5. Parámetros de configuración de la DIGITAL.

En el display del TXR 3000 mostrará la identificación de este, a que INBOUND pertenece, y que la estación está operativa. En la estación HUB, en el XNMS lo

identificará como UP y en el analizador de espectro se tendrá una señal como lo muestra la figura 3.3.

Para la verificación de la recepción y transmisión de voz, fax y datos, se lo hace enviando mensajes a la estación maestra y si es necesario ajustar algún parámetro se lo cambia en la estación HUB con el XNMS hasta conseguir buena calidad de los mensajes.

3.4 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento preventivo y correctivo que se les da a la estación maestra y a las 42 estaciones remotas que al momento se encuentran instaladas y operando alrededor del país, lo realizamos técnicos de la DAC; Luego que venció la garantía de un año en el cual se lo realizaba con técnicos de los representantes en Ecuador de la empresa norteamericana STM y los propios técnicos de la STM. Al momento tenemos relación directa con la empresa STM en lo relacionado con el suministro de repuestos , mejoras que se hacen al software y hardware y entrenamiento a los técnicos DAC sobre las mejoras realizadas al sistema , en la fábrica de los Estados Unidos.

El plan de mantenimiento lo hemos realizado de acuerdo al funcionamiento del mismo y de manera prioritaria esta la estación maestra y luego las estaciones remotas. Como el sistema es sofisticado hemos recibido entrenamiento tanto en informática como en electrónica relacionada al sistema VSAT instalado.

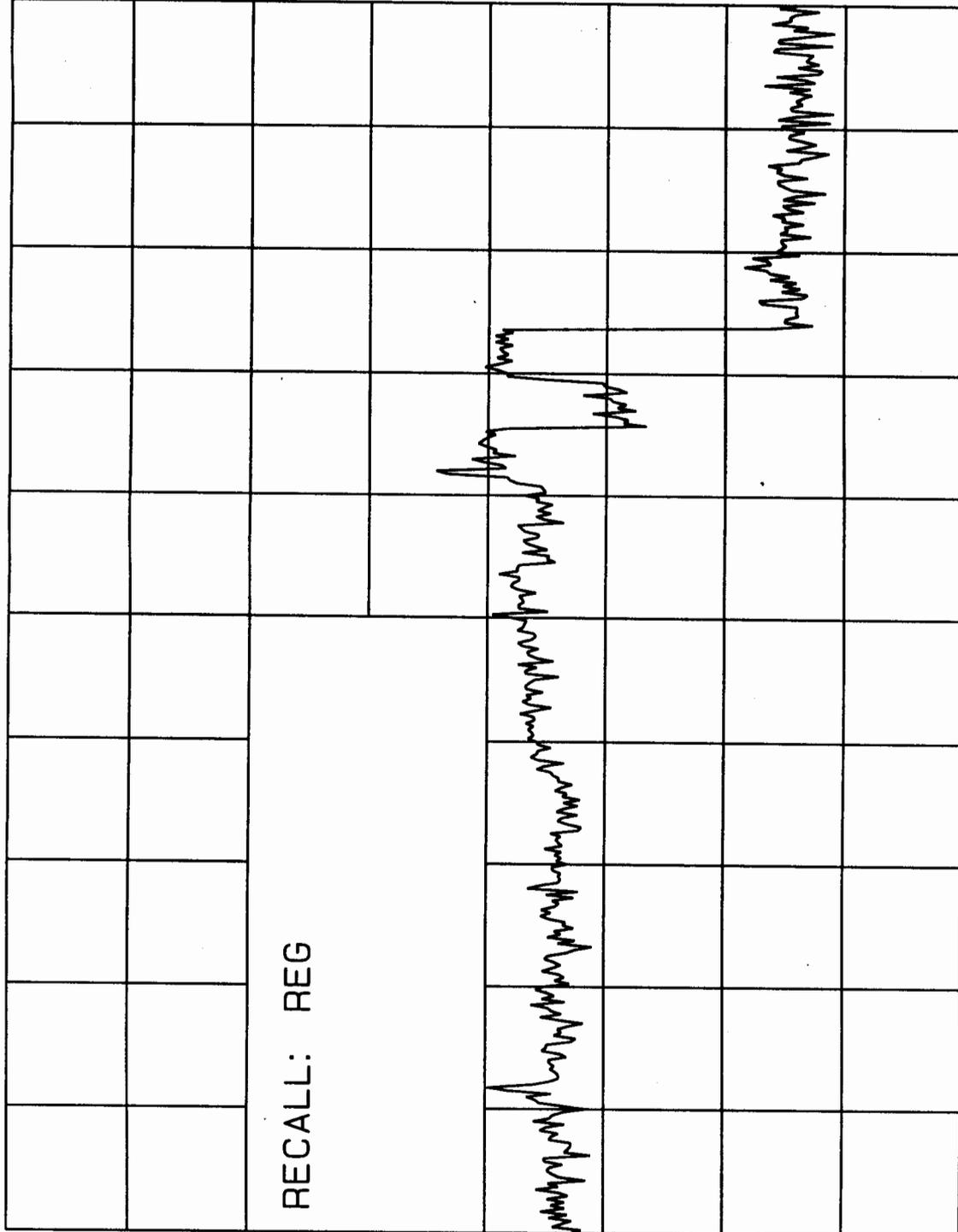
REF -45.6 dBm AT 10 dB

INTERNAL
→ STATE

Internal
→ Trace

Catalog
Internal

INTERNAL
CARD



PEAK
LOG
3
dB/

WA SB
SC EC
CORR

CENTER 72.500 MHZ SPAN 0 HZ
 #RES BW 300 KHZ #VBW 3 KHZ #SWP 133 msec

Figura 3.3 Espectro de la señal del INBOUND.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La DAC enfrentó el desafío de unir los aeropuertos del Ecuador mediante comunicación via satélite. Para lo cual se instaló una central HUB en Quito y varias VSAT a lo largo del país. La red satelital que enlaza a los aeropuertos del Ecuador es un medio importante de comunicación, que nos muestra que en este campo de las telecomunicaciones estamos a la par con los principales aeropuertos de Sudamérica.
2. El sistema se interconecta con los radares de Quito y Guayaquil y genera información necesaria para los pilotos y controla las operaciones de radar que guía el despegue y aterrizaje. Con el sistema actual de transmisión de información se tiene la posibilidad de obtener cualquier información en lo relacionado con: Planes de vuelo, condiciones meteorológicas, estado actual de operación del aeropuerto, etc. Todo esto vía : voz, fax o datos. Desde cualquier aeropuerto del país, adicional se tiene información internacional de Lima y Bogotá.
3. El circuito X:STAR es el sistema más apropiado para realizar la interconexión de los aeropuertos del Ecuador ya que existe solo un enlace a considerar la HUB. La cual provee un sistema de conmutación de mensaje automático. Toda la información obtenida a través de la red satelital, es almacenada en un banco de datos lo que hace posible que desde cualquier aeropuerto del país se pueda acceder a esta información y

en caso de ser necesaria obtener información actual o ya pasada. Adicionalmente en cada aeropuerto se almacena la información transmitida y recibida.

4. En conjunto el sistema instalado provee a la DAC lo que estaba necesitando, una capacidad de comunicación crítica que manipule tanto transmisión de voz como datos con la eficiencia y confiabilidad necesaria.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que las variaciones de energía eléctrica comercial es grande en algunas ciudades del país, es necesario proporcionar al sistema de UPS.
2. En lugares de gran población y por ende de gran afluencia de comunicaciones de todo tipo, es necesario colocar pantallas a las antenas y evitar interferencias.
3. La eficiencia de la comunicación depende del parámetro RTD (Retardo del tiempo de ida y vuelta), en gran medida, por lo que sabiendo que el calculo de éste, depende de los datos de ubicación de donde esta la estación estos deben ser los mas exactos posibles sino la estación nunca será reconocida por la HUB.
4. Una vez que la VSAT es enganchada con la HUB en la alineación de la antena, ya no es necesario realizar un realineamiento de ésta, a no ser que se la desmonte o por algún fenómeno natural se desalinie.

B I B L I O G R A F I A

1. DIGITAL SATELLITE COMMUNICATIONS, McGraw Hill 1990 N.Y.
2. STM TRAINING PROGRAM "TDM/ TDMA TRAINNING"
STM 1993 L.A.
3. SYSTEM FUNDAMENTALS AND SYSTEM ARCHITECTURE by STM Inc.
1990 California.
4. COMUNICACIONES DIGITALES VIA SATELITE Vimaco 1993 Quito.



Ministerio de Defensa Nacional
FUERZA AEREA

DIRECCION GENERAL DE AVIACION CIVIL

El Ecuador ha sido, es y
será País Amazónico

QUITO, DICIEMBRE 31 DE 1996

CERTIFICACION

CON EL PRESENTE CERTIFICO QUE EL SEÑOR NESTOR VASQUEZ SALAVARRIA, TECNICO ELECTRONICO DEL DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA DE LA SUBDIRECCION DEL LITORAL, HA PARTICIPADO Y ESTUVO A CARGO DE LA INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA DE LAS VSAT's DE LA RED SATELITAL EN LAS DIFERENTES ESTACIONES Y O AEROPUERTOS DE LA REGION II.

ATENTAMENTE,


ING. PATRICIO ECHEZ VASQUEZ
JEFE DIV. ELECTRONICA Y TELECOM. ENCGDO.




MdeS.