

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TEMA: ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA APLICACIÓN
DE REDES VSAT UTILIZANDO SATÉLITE
INTELSAT.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

OSCAR SANTIAGO DÍAZ DURÁN

QUITO, FEBRERO DE 1997

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente Tesis ha sido desarrollada en su totalidad por Oscar Santiago Díaz Durán

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Egas A.', is positioned above a horizontal line.

Ing. Carlos Egas A.
DIRECTOR DE TESIS

Quito, Febrero de 1997

AGRADECIMIENTO

A todos quienes, de una u otra forma han contribuido en el desarrollo de este trabajo, entre ellos: familiares, amigos, compañeros de trabajo y en especial al Ing. Carlos Egas, Director de Tesis.

DEDICATORIA

A mis Padres, quienes con su amor y abnegación han sido un apoyo incondicional durante toda mi vida y en especial en la culminación de esta Tesis.

CONTENIDO

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 TERMINAL DE MUY PEQUEÑA ABERTURA (VSAT).	3
1.3 SERVICIO INTELNET	5
CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA TX DE INFORMACIÓN VIA SATÉLITE	8
2.1 TRANSMISIÓN DE DATOS, AUDIO (VOZ Y MÚSICA), VÍDEO	8
2.2 MÉTODOS DE ACCESO	11
2.1.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA)	11
2.1.2 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA).....	13
2.2.3 SISTEMA ALOHA	14
2.2.4 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGO.	15
2.3 CONFIGURACIÓN DE LA RED	16
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR	17
2.5 COSTOS DEL SEGMENTO ESPACIAL Y TERRESTRE	20
2.5.1 SEGMENTO ESPACIAL	20
2.5.2 SEGMENTO TERRENO.	24
2.5.3 TASAS Y TARIFAS QUE HAY QUE PAGAR A EMETEL	26
2.6 PLAN DE TRANSMISIÓN	28
CAPITULO 3. CONSIDERACIONES SOBRE LA APLICACIÓN NET-VSAT	76
3.1 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN NET-VSAT	76
3.1.1 APLICACIÓN	76
3.1.2 ESTACIONES TERRENAS	77
3.1.3 PARÁMETROS DEL ENLACE	77
3.1.4 COSTOS	77
3.2 REQUISITOS DE LA APLICACIÓN NET-VSAT	78
3.2.1 CONSIDERACIONES DEL SOFTWARE	78
3.2.2 CONSIDERACIONES DEL HARDWARE	84
3.3 RESULTADOS A OBTENER	86
CAPITULO 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA	87
4.1 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN NET-VSAT	87
4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS	90
4.3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	93
4.3.1 APLICACIÓN	94
4.3.2 ESTACIONES TERRENAS.....	94
4.3.3 PARÁMETROS DEL ENLACE	95
4.3.4 INGRESO DE PARÁMETROS DEL ENLACE PROPIOS DEL SATÉLITE	96
4.3.5 COSTOS	98
4.4 CARACTERÍSTICAS DEL INTERFACE DE ENTRADA/SALIDA	101
4.5 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS	103
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
5.1 CONCLUSIONES	118
5.2 RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	123
ANEXOS	124

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES.

El desarrollo tecnológico de la industria de las telecomunicaciones ya sean digitales o analógicas, ha tenido como meta fundamental ofrecer al usuario un sistema que le permita comunicarse cada vez con mayor rapidez, confiabilidad y a un costo relativamente bajo.

Tradicionalmente en el Ecuador los sistemas de comunicación para transmitir datos, voz y vídeo han utilizado como medio de transmisión la infraestructura existente para el sistema telefónico, enlaces de radiofrecuencia o de microondas.

El desarrollo de la industria y el de la banca, han creado la necesidad de que las comunicaciones dentro del Ecuador con el mundo exterior para el intercambio de cada vez más cantidad de información, sea a mayor velocidad y de una manera confiable, es decir la demanda de mejora del sistema de telecomunicaciones ha sido una necesidad imperiosa, es por eso que la optimización en el uso de los recursos básicos de telecomunicaciones en el País requiere de elementos de planeación estratégica y la implementación de programas para el análisis y diseño de redes que permitan hacer más eficiente y productivo el manejo de tales recursos.

La proliferación de redes VSAT (*Very Small Aperture Terminal*), ha sido posible gracias a la combinación de los avances en las comunicaciones vía satélite con satélites más poderosos y sistemas de antena más pequeños, con equipo integrado, añadiéndose a ello la tecnología de los microprocesadores que son cada vez más económicos y avanzados, lo cual ha dado como

resultado soluciones definidas por *software*, que proveen servicios de transmisión de datos en línea de una forma confiable y económica.

Además, el gran desarrollo tecnológico que han tenido las redes VSAT en los últimos tiempos, hace prever que la tendencia para el futuro es que los usuarios de redes de transmisión de datos van a querer tener cada vez más independencia en manejar ellos mismos su propia red sin necesidad de depender de terceras personas, para ello necesitarán hacer sus propios estudios de montaje y costos de operación de la misma, con el objeto de analizar si es conveniente o no para sus intereses.

Lo que se pretende hacer en esta Tesis es desarrollar un programa llamado NET-VSAT, el cual constituirá una herramienta de mucha utilidad para realizar el análisis y diseño de una red de comunicaciones vía satélite que use terminales de tipo VSAT y el servicio INTELNET de INTELSAT. Con esto se logrará una utilización óptima de los segmentos terrestre y espacial, para la implementación de la misma, con el propósito de obtener un sistema que sea lo más rentable posible y que cubra con las necesidades del usuario de dicha red.

Este programa permitirá además, hacer el análisis de varias configuraciones que presentan distintas alternativas de solución para diferentes aplicaciones, las cuales en el presente caso son: transmisión de datos, transmisión de audio (voz y música) y transmisión de video (digital) vía satélite INTELSAT.

Por otro lado se hará un uso más eficiente de los recursos humanos, dado que el tiempo necesario para dimensionar la red y asociar costos se disminuirá considerablemente.

Los datos obtenidos a través de este programa, también servirán para que el usuario pueda tener más elementos de juicio, sobre si le conviene ó no implementar este servicio.

1.2 TERMINAL DE MUY PEQUEÑA ABERTURA (VSAT).

Las VSAT representan un nuevo desarrollo tecnológico que ha tenido lugar en las comunicaciones satelitales durante el último decenio y son estaciones terrenas pequeñas cuya fabricación fue posible durante los años setenta y que ahora suministran comunicaciones fiables para sistemas digitales y de vídeo. Las antenas que usan estos terminales tienen un diámetro mínimo de 0,6 metros y se conectan al equipo de radio ya existente.

Varias razones son las que impulsaron el desarrollo de las terminales VSAT son:

- Satélites de mayor potencia están a la vanguardia en la utilización de las VSAT
- Adelantos tecnológicos
- La desreglamentación y privatización de la industria han creado un mercado altamente competitivo
- Tecnología digital
- Potencia disponible en los satélites más elevada
- Utilización de la banda Ku

En general las VSAT están definidas como cualquier antena más pequeña que las E1 o F1 (2 metros aproximadamente), sin embargo esto no es suficiente para definir un producto o servicio VSAT.

Al principio las terminales VSAT se utilizaban solamente para recepción, pero gracias al avance tecnológico ahora tienen aplicaciones tales como los servicios interactivos de voz, video y datos.

Una red VSAT tipo estrella, permite la interconexión entre las terminales remotas y el computador central. Estas redes se utilizan para operar sistemas tales como: las reservaciones de hoteles y aerolíneas, alquiler de autos, inventarios de supermercados, transacciones bancarias y financieras, verificación de tarjetas de crédito, aplicaciones para agencias gubernamentales, etc.

Las primeras redes VSATs fueron diseñadas para transmisión de datos mediante configuraciones estrella, en esta topología las aplicaciones de voz

resultaban costosas y limitadas; es por eso que surgieron redes VSAT configuradas en malla diseñadas principalmente para voz y aplicaciones rurales.

En 1986 la cadena de almacenes de los Estados Unidos *Kmart* y *Walmart* adoptaron el sistema VSAT como una manera económica de establecer comunicación entre sus almacenes y el computador central. Esta decisión fue motivada para atender aplicaciones de tarjetas de crédito y puntos de venta. La razón principal para escoger este tipo de red fue simplemente: mejor funcionamiento a más bajo costo. Las diferentes aplicaciones a través de esta red de alta confiabilidad mejoraron la rentabilidad de *Kmart*, lo que permitió a su vez recuperar la inversión. *Kmart* identificó una oportunidad de mejorar su servicio de atención al cliente implantando una red de área local (LAN) en cada uno de sus 2.000 almacenes, con cada red conectada en línea al computador central. Las principales aplicaciones que se identificaron fueron las siguientes:

Puntos de venta, recolección de información, registro de pedidos, autorización de créditos, autorización de créditos por parte de terceros, órdenes de despacho y embarque, control de inventarios, manejo del rol de pagos, etc.¹

No obstante, no todas las empresas pueden darse el lujo de desechar un sistema de transmisión y cambiarlo por otro. En general lo que se hace es usar el sistema terrestre como base de referencia para compararlo con una solución VSAT sobre un período por lo general de cinco a siete años. Para ello hay que identificar todos los elementos de los dos sistemas sobre el período de interés del sistema, utilizando los parámetros financieros apropiados, tales como la tasa interna de retorno para decidir o no la puesta en marcha del nuevo sistema.

1.3 SERVICIO INTELNET.

¹ Revista Enlace Andino Núm. 9, Agosto 93, Pág. 8

Este servicio de INTELSAT que se introdujo en 1984 a fin de ofrecer redes para transmisión de datos empresariales y ahora es el más flexible de todos los servicios de este tipo que ofrece INTELSAT utilizando transpondedores en la banda C o Ku.

El servicio IDR de INTELSAT, es de alta capacidad; el servicio IBS es para grandes flujos de información y alquila una portadora por lo tanto los equipos utilizados ya son preestablecidos.

La flexibilidad y la eficiencia en función de los costos de los servicios INTELNET hacen que estas redes sean muy interesantes y competitivas con las redes terrestres. A diferencia de las otras redes satelitales que utilizan estaciones terrenas como estaciones de acceso compartido para muchas aplicaciones de los usuarios, las terminales VSAT se instalan directamente en los terrenos de los usuarios.

El crecimiento y flexibilidad de esta red son mucho mejores que las de las redes terrestres convencionales. Por ejemplo, el traslado e inauguración de una estación a una nueva oficina se puede realizar con uno o dos días de aviso. Los costos se pueden controlar a largo plazo alquilando o comprando el equipo. También se puede reducir el costo con respecto a los actuales sistemas terrestres en servicios de líneas múltiples, así por ejemplo en los EE. UU. se han logrado ahorros de entre 25% y 60%.

INTELNET se ofrece en las tres regiones oceánicas para las bandas C y Ku, sujeto o no a interrupción, según la disponibilidad de recursos del segmento espacial. El servicio a tiempo completo se suministra sujeto a interrupción o no, mientras que en el uso ocasional solo se ofrece sujeto a interrupción. El período mínimo de servicio de uso ocasional es 30 minutos. INTELNET se ofrece en transpondedores alquilados por unidades de segmento espacial de 0,1 MHz y múltiplos de la misma hasta segmentos de 9, 18, 36 y 72 MHz.²

INTELNET, es el servicio que proporciona INTELSAT mediante el cual se alquila un ancho de banda del satélite de hasta 72 MHz, con esto se consigue

² Manual de Tecnología Digital, Programa INTELSAT de asistencia y fomento (IADP).

proporcionar servicio para casi cualquier aplicación y es ideal para aquellos usuarios que deseen un mayor alcance y flexibilidad para ampliación, ya que se puede aumentar estaciones VSAT con solo avisar al INTELSAT sin necesidad de rediseñar la red y además los equipos son de más bajo costo.

El servicio INTELNET tiene las siguientes características:

- Servicio bidireccional
- Servicio interrumpible o no
- Cualquier técnica de modulación y acceso al satélite
- Se puede usar transpondedores en conexión cruzada (cambio de la banda Ku a la banda C)

Los costos de implementación de la red dependen principalmente del tamaño de la antena y del número de estaciones que se adquiera. El costo unitario disminuye a medida que aumenta el tamaño de la red.

Las variables del costo total de la red son las siguientes:

- Costo del segmento espacial
- Banda C ó Ku
- Costo y disponibilidad de la capacidad del segmento espacial
- Ancho de banda y potencia de esa capacidad
- Tipo y tamaño de la antena central
- Ubicación de la VSAT con respecto al haz del satélite
- Ubicación de la VSAT con respecto al equipo en el interior
- Regulaciones del gobierno local y códigos de construcción
- Costos de instalación
- Tasa y tarifas a pagar a EMETEL por cada estación

Los usuarios de redes VSAT prefieren cada vez más la utilización de la banda Ku.

INTELSAT ofrece varios tipos de servicios que se utilizan para establecer redes de comunicaciones por circuitos temporales o permanentes por medio de antenas pequeñas.

CAPITULO 2

CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN VÍA SATÉLITE

2.1 TRANSMISIÓN DE DATOS, AUDIO (VOZ Y MÚSICA), VÍDEO.

La expansión de la VSAT tradicional (estrella), que se usa principalmente para la transmisión de **datos**, es inevitable, porque cuando se compara con la red terrestre de transmisión de datos, la primera ofrece una plataforma avanzada para aplicaciones múltiples, mejor funcionamiento y casi cien por ciento de disponibilidad, flexibilidad y costos predecibles.

En los EE. UU. el mercado VSAT está siendo orientado hacia las grandes cadenas de supermercados, distribuidores de vehículos, tiendas de alimentos, farmacias y estaciones de gasolina. Las aplicaciones que motivaron estos enfoques son similares a aquellas que utilizan las redes de líneas privadas. Esto se debe a que algunos nuevos grupos en la industria requieren aplicaciones en línea para cumplir con ciertas necesidades empresariales, entonces una vez tomada la decisión de utilizar aplicaciones en línea, es más favorable utilizar sistemas VSAT en razón de que los costos por transacción o por nodo son generalmente más bajos. La consideración de obtener un costo atractivo a la vez que disponer de una plataforma en línea que permitirá mejor funcionamiento, control, flexibilidad, reconfigurabilidad y capacidad de expansión, ayuda a justificar la decisión técnica y empresarial de implantar aplicaciones que se adaptan mejor a un sistema VSAT.

El mercado puede segmentarse por números de redes, número de terminales remotas, número de clientes o usuarios. Por ejemplo un operador de la "hub" compartida puede tener varias redes de clientes operando y referirse a cada uno de ellos como una red, por ejemplo la General Motors con 9.000 VSATs y

una cadena pequeña de supermercados con 36 VSATs forman redes individuales³.

En el futuro el mercado VSAT madurará más en el Ecuador, en particular las redes de mayor tamaño serán las primeras en adoptar la tecnología VSAT. El mercado de usuarios para aplicaciones de datos se configurará ya sea como redes privadas o empleando una "hub" compartida. Las redes típicas de gran tamaño tendrán una "hub" privada localizada en los predios del cliente. Las redes privadas más pequeñas que utilizarán una estación "hub" compartida, tendrán efectivamente un servicio privado de hub ("microhub"). La mayoría de las redes de datos utilizarán servicios de estaciones "hub" compartidas con transmisión a un "microhub" (antenas de 1.8 y 2.4 m), haciendo puente a la red terrestre. El "microhub" es un terminal VSAT, los usuarios de "hub" y "microhubs" privados harán puente a las redes de transmisión de datos. En áreas urbanas las estaciones "hub" compartidas también pueden tener acceso a computadores centrales utilizando los servicios terrestres. En algunos casos los puertos de datos múltiples de las terminales VSAT permitirán usuarios múltiples así como también aplicaciones corrientes, para ello los usuarios pueden ser conectados a la terminal VSAT mediante acceso directo público o arrendado.

El sistema VSAT de datos tiene también la capacidad de suministrar voz entre la HUB y las estaciones remotas.

La VSAT Telefónica para **voz**, provee conectividad completa con topología en malla entre centrales de conmutación, PBXs, o teléfonos individuales y permite telecomunicaciones rurales económicas.

En transmisiones satelitales, un canal de voz se envía normalmente a una velocidad de entre 8 y 9.6 Kbps, un canal monofónico de música de baja fidelidad a unos 64 Kbps, un canal estéreo de baja calidad a 128 Kbps y un canal estéreo de alta calidad a 192 Kbps.

³ Revista Enlace Andino, N°m 9, Agosto de 1993

La generación actual de las VSATs telefónicas tienen las siguientes características:

- Eficientes en el uso del segmento espacial, porque emplean codificación de 9.6 Kbps, acceso con asignación por demanda y activación por voz. Las técnicas de compresión adicional en los próximos años reducirán la velocidad de información codificada a 4.8 Kbps.
- Económicas, porque son antenas pequeñas de 1,8 a 2,4 metros, con tecnología de estado sólido (tiempo medio entre fallas de 45.000 horas), control por software y crecimiento modular empezando con un circuito o canal⁴.

Por lo tanto la VSAT telefónica continuará creciendo también en virtud de la demanda que viene en aumento y por lo tanto llenará en forma económica la necesidad para aplicaciones en redes rurales y privadas.

Se prevé que en un futuro no muy lejano, en el Ecuador se implantarán los servicios de VSAT Telefónica en conjunción con la tecnología inalámbrica móvil, porque existe una necesidad obvia para el servicio y los sistemas son económicos.

Además de datos los sistemas VSAT además tiene la capacidad de recibir **video** a colores con solo agregar un receptor de vídeo de bajo costo que utiliza la misma antena. Esta opción permite a las terminales VSAT recibir programas pregrabados o en vivo, que pueden ser utilizados para brindar entrenamiento, para realizar campañas publicitarias u otras aplicaciones, dependiendo de las necesidades, por lo tanto para televisión las redes VSAT continúan siendo económicas. La transmisión digital de una señal de video requiere de un ancho de banda mayor que el requerido para transmitir voz o datos, generalmente está sobre los 64 Kbps, esto es principalmente por la naturaleza misma de la señal de video y además porque actualmente las aplicaciones basadas en video-conferencia han tomado mayor fuerza en el mercado de la telecomunicaciones. Para este tipo de aplicación se suele utilizar portadoras

⁴ Revista Enlace Andino, N° 9, Agosto de 1993

de 64, 128, 256 y 512 Kbps. Por ejemplo para transmitir teleconferencia se requiere como mínimo unos 128 Kbps; pero para que la imagen sea más nítida, como en la comunicación entre oficinas se suele usar una velocidad de 256 Kbps.

2.2 MÉTODOS DE ACCESO.

Los satélites proporcionan potencia y ancho de banda, recursos que deben ser aprovechados al máximo. La técnica de acceso múltiple permite compartir ambos recursos entre los diversos y es esencial para explotar las múltiples posibilidades de conexión que caracterizan a los sistemas de comunicación por satélite.⁵

La posibilidad de que varias estaciones terrenas transmitan simultáneamente sus frecuencias portadoras respectivas sin interferirse mutuamente, se conoce como acceso múltiple.

Existen varias técnicas de acceso al satélite, el que se use una u otra será motivo de análisis de acuerdo a la aplicación que se le quiera dar a la red, las más importantes técnicas son:

- Acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA)
- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
- Sistema ALOHA
- Acceso múltiple por distribución de código (CDMA)

2.1.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA).

Fue la técnica que se utilizó en las primeras configuraciones de sistemas de satélites, mediante esta, la separación en frecuencia de las diferentes portadoras permite compartir el transpondedor del satélite.

⁵ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado

Existe varios tipos de FDMA los más conocidos son los siguientes:

- Único Canal por portadora (SCPC)
- Múltiples canales por portadora (MCPC)

Canal único por portadora(SCPC).-

Esta técnica fue introducida inicialmente hace dos décadas y requiere del uso de una portadora separada por canal de voz. Puede ser utilizada tanto por técnicas de modulación digital como analógica. La tendencia actual de la técnica es modular digitalmente con uno de los algoritmos disponibles de codificación de voz. La ventaja principal de SCPC es que esta arquitectura permite una conexión total entre dos canales cualesquiera de la red. Además, el SCPC permite el uso progresivo del transpondedor del satélite y en consecuencia una expansión flexible de la red.

Existen ciertas desventajas en el SCPC comparado con otras técnicas. Cada canal requiere de un módem separado en cada estación terrena, por lo tanto el equipo terrestre se incrementa. Cada portadora requiere un cierto porcentaje de banda de protección sobre el transpondedor, entonces requiere de mayor ancho de banda que otras técnicas. Otra desventaja es que cuando se usan varios canales de voz en una estación remota, el amplificador de potencia deberá trabajar a un nivel considerablemente mas bajo que su máxima salida.

Multicanal por portadora (MCPC).-

Esta técnica ha surgido como el método más popular de comunicación por satélite en los mercados internacionales desregulados, regidos por las demandas de los usuarios. Es un subproducto del SCPC combinado con la multiplexación TDM convencional de voz y datos. En este método se usa un multiplexador por división de tiempo para crear una ráfaga de datos. Cada ráfaga de datos se asigna a una portadora separada en el transpondedor y

esta portadora forma entonces un enlace dedicado punto a punto entre dos localidades.

En cada estación terrena se podrían usar múltiples portadoras MCPC para proveer una conexión por malla que es una ventaja de esta técnica, otra ventaja es el costo inicial relativamente bajo para las redes privadas pequeñas pues requiere solamente un enlace. Las desventajas son casi las mismas que SCPC y además la poca flexibilidad en el uso de los canales satelitales los cuales son preasignados a cada enlace.

2.1.2 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA).

La técnica de acceso múltiple por división en el tiempo utiliza la modulación digital. A las señales de la banda base hay que convertirlas en señales digitales antes de la modulación. Estos sistemas han sido usados para comunicaciones de volumen más alto con estaciones terrenas históricamente grandes y normalmente lograron rendimiento más alto por KHz. de anchura de banda del transpondedor comparado con los sistemas SCPC.

La ventaja clave del TDMA es la interconectividad en malla y la flexibilidad en el enrutamiento. La desventaja comparada con SCPC, es que la utilización del transpondedor por la red se inicia con una porción grande (3 Mbps), aunque el usuario no tenga inicialmente la demanda total por esa capacidad.

Esta arquitectura es popular en el ambiente estándar VSAT y es el método más efectivo en costo, para comunicaciones en topología estrella. En particular, esta técnica usa una portadora TDM única para la transmisión de datos desde una estación maestra a varias VSATs remotas, utilizando portadoras múltiples en el modo TDMA para la transmisión a la maestra.

Un punto fundamental en el uso de la arquitectura TDM/TDMA para transmisión de voz es la capacidad para proveer circuitos conmutados. Combinando esta característica con la multiplexación de paquetes, usada normalmente para comunicación de datos en las redes VSAT, se crea un

ambiente bastante flexible y eficiente para el manejo simultáneo de voz y datos.

2.2.3 SISTEMA ALOHA.

a) ALOHA SIN INTERVALO DE TIEMPO

Una variación del método TDMA, es la técnica ALOHA, los intervalos de tiempo se utilizan en forma completamente aleatoria. Esta forma de utilizar el transpondedor puede ocasionar colisiones o traslapes de la información enviada, de ocurrir esto, será necesaria la retransmisión del paquete de información. Esta técnica también se conoce con el nombre de ALOHA aleatorio⁶.

b) ALOHA CON INTERVALOS DE TIEMPO

A este sistema se lo conoce también como ALOHA Ranurado, y consiste en enviar los paquetes en instantes de tiempo establecidos. Es decir, este método tiene el mismo principio que el anterior, solo que el tiempo en el que puede transmitir, no es continuo sino discreto. Esto significa que la longitud de todos los paquetes es fija, lo que le hace parecido al TDMA⁷.

c) ALOHA CON INTERVALOS DE TIEMPO Y CAPTURA

Esta técnica se basa en que cada usuario transmite con un nivel de potencia ligeramente distinto, lo que produce una mejora en la capacidad. Si se chocan dos paquetes con diferentes niveles de potencia de señal, el paquete con nivel más alto sería capturado y el otro tendría que ser retransmitido. Sin embargo,

⁶ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado, 1995, Pag 22

⁷ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado, 1995, Pag 24

esta técnica requiere que los usuarios con prioridades más altas reciban niveles de potencia más elevados, por lo que no se podría aplicar en un sistema en el que todos los usuarios son igualmente importantes⁸.

2.2.4 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGO.

Se conoce como "espectro ensanchado" porque es una técnica que dispersa siempre la energía media de la señal de información sobre una anchura de banda mucho mayor antes de la transmisión.

2.2.5 ACCESO MÚLTIPLE CON ASIGNACIÓN POR DEMANDA (DAMA).-

CATEGORÍA	ARQUITECTURA TÍPICA USADA	USUARIO INTERNACIONAL TÍPICO
Red privada voz/datos	MCPC - TDM/TDMA	Empresa mediana
Red privada de datos	TDM / TDMA	Bancos, aseguradoras y prestadoras de servicios
Redes gubernamentales	MCPC - TDMA	Grandes empresas, agencias gubernamentales
Telefonía rural	SCPC - TDM / TDMA	Agencias gubernamentales, estatales y federales

Cuadro 2.1 Aplicaciones de Redes típicas VSAT

La anchura de banda para las técnicas descritas anteriormente proporcionan el medio de transmisión básica para la interconexión de circuitos de voz dentro de una red. Estos circuitos pueden asignarse permanentemente, como si fueran una línea telefónica arrendada, o bajo demanda, como si fuesen una

⁸ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado, 1995, Pag 25

línea telefónica de discado, para optimizar la utilización de los recursos del transpondedor. La capacidad para asignar la anchura de banda de voz de acuerdo al lugar de origen de las llamadas es conocida normalmente como la capacidad de Acceso Múltiple por Asignación de Demanda (DAMA).

Durante la década pasada ha habido un modesto auge en el mercado internacional de redes VSAT. Los tipos de redes instalados oscilan en varias categorías

2.3 CONFIGURACIÓN DE LA RED.

Las redes VSAT puede tener dos topologías: la tipo estrella y la tipo malla.

Una red VSAT, compuesta por varias terminales VSAT ubicadas en las instalaciones del usuario en sitios remotos y la estación central (*"hub"*) localizada en las cercanías del computador central (*"host"*), es una red de tipo estrella que permite la interconexión entre esas terminales remotas y el computador principal. Estas redes se utilizan para operar sistemas como la de reservas de hoteles y aerolíneas; alquiler de autos, inventario de supermercados, transacciones propias de la comunidad bancaria y financiera principalmente, verificación de tarjetas de crédito, aplicaciones para agencias gubernamentales, etc. Es decir las aplicaciones de esta configuración son múltiples, si bien cada usuario tiene requerimientos únicos, pero las necesidades de comunicarse son generalmente similares.

En un principio las redes VSAT se diseñaron principalmente para transmisión de datos mediante una configuración estrella, es decir que la conectividad se realizaba únicamente entre la terminal y la *"hub"*, pero si se requería comunicarse entre estaciones, esto se hacía por un doble enlace a través de la *hub* para retransmitir la información a la terminal VSAT de destino, dando como resultado que las aplicaciones de voz resultaran costosas y limitadas con esta topología.

Esto motivó a que surgieran las redes VSAT configuradas en malla, diseñadas principalmente para voz y aplicaciones rurales, las mismas que las llamaremos VSATs telefónicas.

Hoy en día se puede contar con VSATs en las configuraciones malla o estrella y el usuario tiene la decisión de escoger de acuerdo a la aplicación y a las necesidades que tenga.

Es importante entender que aunque las VSAT tradicionales, diseñadas para transmisión de datos, pueden proveer comunicaciones de voz en una topología estrella y las VSAT telefónicas pueden proveer transmisión de datos en una topología malla. Generalmente el término " VSAT " se aplica al diseño de VSAT tradicional para transmisión de datos y el término "VSAT Telefónica" para transmisión de voz. La VSAT telefónica que permite la conectividad en malla y que soporta rutas de poco tráfico se configuran con muy poca diferencia que la VSAT tradicional.

ARQUITECTURA	TOPOLOGÍA
SCPC	Malla
TDMA	Malla
MCPC	Malla
TDM/TDMA	Estrella

Cuadro 2.2 Tipos de arquitectura de red utilizadas para comunicación de voz

Existen varios tipos de arquitectura de red que han sido usados para aplicaciones de voz, cada una tiene sus propias ventajas y desventajas. El cuadro 2.2 muestra los tipos predominantes de arquitectura de red que podrían jugar un rol en este mercado emergente dentro de la próxima década.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR.

La estación terrena es el terminal transmisor y receptor de un enlace de telecomunicaciones vía satélite.

Para analizar los costos del segmento terreno, hay que considerar los costos que tendrán todos y cada uno de los subsistemas que forman parte de una estación terrena, estos se los puede resumir así:

- Sistema de antena,
- Amplificadores del receptor (de bajo nivel de ruido),
- Amplificadores del transmisor (de potencia),
- Equipos de telecomunicaciones (convertidores de frecuencia y módem),
- Equipos de multiplexación / demultiplexación,
- Equipo para conexión con la red terrenal,
- Digitalizadores de voz, video,
- Equipo auxiliar,
- Equipo de alimentación de energía,
- Infraestructura general.

El sistema de antena

Las antenas para las VSAT como su nombre lo indica, son estaciones cuyo diámetro de la antena no sobrepasa los 2 m. Para las estaciones centrales o concentradores estas pueden tener hasta un diámetro de 8 m.

Amplificadores de bajo nivel de ruido

Permite recibir las señales muy débiles de un satélite, la antena de la estación terrena ha de estar conectada con un receptor altamente sensible, es decir que tenga un ruido térmico inherente muy bajo. El parámetro básico que caracteriza la sensibilidad de la estación terrena en recepción es la relación G/T , esto es la relación entre la ganancia de la antena (G) y la temperatura de ruido total (T) del sistema receptor. La temperatura de ruido total es la suma de la temperatura de la antena (T_A) y de la temperatura de ruido del receptor (T_R).

Amplificadores de potencia

Las estaciones VSAT cuentan con amplificadores de estado sólido y la potencia a transmitir dependerá de las necesidades que se tenga de acuerdo al análisis hecho en el formulario B.

Equipo de telecomunicación

Se refiere normalmente al equipo que modula la portadora con las señales de datos en la transmisión y que demodula la señal recibida para obtener la información que se ha transmitido en la portadora.

Se incluye un sintetizador convertidor de frecuencia que es el que hace los ajustes de frecuencia para transmisión y recepción.

También hay que considerar, los multiplexores que son utilizados para multiplexar los distintos canales que se transmitirán por la misma estación.

Digitalizadores de voz, video

Estos equipos permiten digitalizar la señal de voz y la de video en la estación de transmisión para que puedan ser transmitidas con una portadora digital. El proceso inverso se realiza en la estación receptora, es decir transformar la señal digital proveniente del satélite en la respectiva señal de video o de voz.

Equipo auxiliar

Se refiere al equipo de supervisión y telemando, el cual provee señales de alarma, controles e información necesaria que permitirán monitorear el funcionamiento y resolver cualquier problema que se pudiera presentar en la estación VSAT.

Equipo de alimentación de energía

Es la fuente de poder que va a suministrar la energía necesaria a los transreceptores para que puedan generar la p.i.r.e. requerida por la aplicación. Hoy en día se suelen tener sistemas ininterrumpibles de energía (UPS).

Infraestructura general

Se refiere a todas aquellas obras de ingeniería civil que son necesarias para efectuar el montaje de las antenas y sus respectivos equipos. Incluyen locales y edificios.

2.5 COSTOS DEL SEGMENTO ESPACIAL Y TERRESTRE

2.5.1 SEGMENTO ESPACIAL.

El servicio INTELNET se suministra mediante el alquiler de transpondedores por unidad o fracción, puede estar sujeto a interrupción o no. Las tarifas que se aplican a este servicio permite aumentar estaciones terrenas adicionales sin ningún cargo extra por utilización del segmento espacial, logrando así fomentar el establecimiento de redes en regiones extensas.

Las tarifas vigentes actualmente para el alquiler del servicio INTELNET, nos fueron proporcionadas por el Representante Operacional del Ecuador ante INTELSAT y con su autorización se presentan a continuación para los satélites INTELSAT VII e INTELSAT K.

Servicio No Interrumpible

Las tarifas aplicadas para el servicio INTELNET no interrumpible a través de transpondedores en capacidad Estándar y en capacidad Preferencial se muestran en las tablas 2.1 y 2.2 para satélites INTELSAT VII e INTELSAT K. El servicio INTELNET sujeto a interrupción se proporciona por medio de la capacidad de transpondedor disponible (Estándar o Preferencial) con las tarifas que se encuentran en las tablas 2.3 y 2.4.

CAPACIDAD ESTÁNDAR DE TRANSPONDEDOR								
Período de asignación								
Haz de enlace descendente	Unidad de alquiler (MHz)	Carga por período de asignación				Carga por año		
		1 semana	1 mes	3 meses	1 año	5 años	10 años	15 años
Banda C Hemi/Zonal Píncel	0.1	0.7	2.1	4.0	7.8	6.9	5.8	5.1
	1	5.9	18.2	34.0	66.7	58.6	49.3	43.4
	5	25.8	80.0	149.6	315.1	258.0	229.6	201.6
	9	40.0	125.0	235	510.0	410.0	340.0	300.0
	18	80.0	240.0	455.0	980.0	780.0	650.0	575.0
Banda C Global	0.1	0.8	2.5	4.7	9.3	8.1	7.0	6.1
	1	8.1	25.1	46.9	93.1	80.8	69.8	60.7
	5	40.0	124.1	232.2	460.0	400.3	345.1	300.1
	9	70.0	220.0	410.0	805.0	705.0	605.1	525.0
	18	135.0	420.0	780.0	1540.0	1350.0	1155.0	1005.0
Banda Ku Píncel	0.1	0.7	2.1	4.0	7.8	6.9	5.8	5.1
	1	5.9	18.2	34.0	66.7	58.6	49.3	43.4
	5	29.0	90.0	168.3	330.1	290.1	245.2	215.2
	9	50.	160.0	295.0	580.0	510.0	435.0	380.0
	18	100.0	300.0	565.0	1110.0	970.0	830.0	725.0

Tabla 2.1 TARIFAS PARA EL ALQUILER NO INTERRUPTIBLE DE TRANSPONDEDORES EN CAPACIDAD ESTÁNDAR (MILES DE US \$)⁹

⁹ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado, 1995, Pag 60

CAPACIDAD PREFERENCIAL DE TRANSPONDEDOR								
Periodo de asignación								
Haz de enlace descendente	Unidad de alquiler (MHz)	Cargo por periodo de asignación				Cargo por año		
		1 semana	1 mes	3 meses	1 año	5 años	10 años	15 años
Banda C Hemi/Zonal Pincei	0.1	1.1	3.2	6.0	11.7	10.4	8.7	7.7
	1	8.9	27.3	51.0	100.1	87.9	74.0	65.1
	5	38.7	120.0	224.4	472.7	387.0	344.4	302.4
	9	60.0	190.0	355.0	765.0	615.0	510.0	450.0
Banda C Global	18	120.0	360.0	685.0	1470.0	1170.0	975.0	865.0
	0.1	1.2	3.8	7.1	14.0	12.2	10.5	9.2
	1	12.2	37.7	70.4	139.7	121.2	104.7	91.1
	5	60.0	186.2	348.3	690.0	600.5	517.7	450.2
Banda Ku Pincel	9	105.0	330.0	615.0	1210.0	1060.0	910.0	790.0
	18	200.0	630.0	1170.0	2310.0	2025.0	1735.0	1510.0
	0.1	0.9	2.6	5.0	9.8	8.6	7.3	6.4
	1	7.4	22.8	42.5	83.4	73.3	61.6	54.3
Banda Ku Pincel	5	36.3	112.5	210.4	412.6	362.3	306.5	269.0
	9	65.0	200.0	370.0	725.0	640.0	545.0	475.0
	18	125.0	375.0	705.0	1390.0	1215.0	1040.0	905.0

Tabla 2.2 TARIFAS PARA EL ALQUILER NO INTERRUPTIBLE DE TRANSPONDEDORES EN CAPACIDAD PREFERENCIAL (MILES DE US \$)¹⁰

¹⁰ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado, 1995, Pag 60

CAPACIDAD ESTÁNDAR DE TRANSPONDEDOR										
Período de asignación										
Haz de enlace descendente	Unidad de alquiler (MHz)	Carga por período de asignación a corto plazo				Carga anual por asignaciones a largo plazo				
		1 semana	1 mes	3 meses	6 meses	1 año	2 años	5 años	7 años	10 años
Banda C Hemi/Pincel	0.1	0.4	1.2	2.3	3.7	4.4	4.3	3.9	3.6	3.3
	1	3.3	10.2	19.1	31.2	37.5	36.4	33.0	30.9	27.7
	5	14.5	45.0	84.2	138.9	177.2	169.2	145.1	138.7	129.2
	9	25.0	70.0	130.0	220.0	285.0	275.0	230.0	215.0	190.0
	18	45.0	135.0	255.0	425.0	550.0	525.0	440.0	410.0	365.0
Banda C Zonal	0.1	0.4	1.1	2.1	3.3	4.0	3.9	3.6	3.3	3.0
	1	3.0	9.4	17.5	28.5	34.3	33.2	30.1	28.2	25.3
	5	13.3	41.1	76.9	126.8	161.9	154.5	132.6	126.7	118.0
	9	25.0	65.0	120.0	200.0	260.0	250.0	210.0	195.0	175.0
	18	40.0	125.0	235.0	390.0	500.0	480.0	400.0	375.0	335.0
Banda C Global	0.1	0.5	1.4	2.7	4.4	5.3	5.1	4.6	4.4	4.0
	1	4.6	14.3	26.7	43.7	53.1	51.3	46.1	43.6	39.8
	5	22.8	70.7	132.4	216.2	262.2	253.7	228.2	215.6	196.7
	9	40.0	125.0	235.0	380.0	460.0	445.0	400.0	380.0	345.0
	18	75.0	240.0	445.0	720.0	880.0	850.0	770.0	725.0	660.0
Banda Ku Pincel	0.1	0.5	1.5	2.9	4.8	5.7	5.6	5.1	4.7	4.3
	1	4.3	13.4	25.0	40.7	49.0	47.5	43.0	40.3	36.2
	5	21.3	66.1	123.6	201.6	242.4	235.1	213.1	199.9	180.1
	9	40.0	120.0	220.0	350.0	425.0	415.0	375.0	350.0	320.0
	18	75.0	220.0	415.0	675.0	815.0	790.0	715.0	675.0	610.0

Tabla 2.3 TARIFAS PARA EL ALQUILER INTERRUPTIBLE DE TRANSPONEDORES EN CAPACIDAD ESTÁNDAR (MILES DE US \$)¹¹

¹¹ Lucía Gordillo, EPN, Tesis de Grado, 1995, Pag 61

CAPACIDAD PREFERENCIAL DE TRANSPONDEDOR										
Periodo de asignación										
Haz de enlace descendente	Unidad de alquiler (MHz)	Carga por periodo de asignación a corto plazo				Carga anual por asignaciones a largo plazo				
		1 semana	1 mes	3 meses	6 meses	1 año	2 años	5 años	7 años	10 años
Banda C Hemi/Pincel	0.1	0.6	1.8	3.4	5.5	6.6	6.4	5.8	5.5	4.9
	1	5.0	15.4	28.7	46.8	56.3	54.6	49.4	46.3	416.0
	5	21.8	67.5	126.2	208.3	265.9	253.8	217.7	208.1	193.7
	9	35.0	105.0	200.0	330.0	430.0	410.0	345.0	320.0	285.0
	18	70.0	205.0	385.0	635.0	825.0	785.0	660.0	615.0	550.0
Banda C Zonal	0.1	0.5	1.6	3.1	5.0	6.0	5.8	5.3	5.0	4.5
	1	4.5	14.0	26.2	42.7	51.4	49.8	45.1	42.3	38.0
	5	19.9	61.6	115.2	190.3	242.7	231.8	198.7	190.1	176.8
	9	30.0	95.0	180.0	300.0	395.0	375.0	315.0	295.0	260.0
	18	60.0	185.0	350.0	580.0	755.0	715.0	600.0	560.0	500.0
Banda C Global	0.1	0.7	2.1	4.0	6.6	8.0	7.7	7.0	6.6	6.0
	1	7.0	21.5	40.1	65.6	79.6	77.0	69.1	65.3	59.7
	5	34.2	106.1	198.5	324.3	393.3	380.5	342.3	323.4	295.1
	9	60.0	190.0	350.0	570.0	690.0	665.0	605.0	570.0	515.0
	18	115.0	360.0	665.0	1090.0	1315.0	1275.0	1155.0	1090.0	990.0
Banda Ku Pincel	0.1	0.6	1.9	3.7	6.0	7.2	7.0	6.3	5.9	5.3
	1	5.4	16.7	31.2	50.9	61.2	59.4	53.8	50.4	45.3
	5	26.6	82.6	154.5	252.0	303.1	293.9	266.3	249.9	225.1
	9	45.0	145.0	270.0	445.0	530.0	515.0	470.0	445.0	400.0
	18	90.0	275.0	520.0	845.0	1020.0	985.0	890.0	840.0	760.0

Tabla 2.4 TARIFAS PARA EL ALQUILER INTERRUPTIBLE DE TRANSPONEDORES EN CAPACIDAD PREFERENCIAL (MILES DE US \$)¹²

Además del costo espacial se debe considerar el costo terreno.

2.5.2 SEGMENTO TERRENO.

Se refiere a los costos de la parte física constitutiva de una estación terrena, para nuestro caso será el de una VSAT es decir lo que se refiere a los costos de implementación de las antenas, de los transreceptores, de las unidades interiores, de la instalación, del equipo de monitoreo, de los modems, de los multiplexores, etc.

¹² Lucía Gordillo, EPN. Tesis de Grado, 1995, Pag 62

Un ejemplo de una propuesta para implementación de una estación, se puede mirar en una proforma presentada por una empresa local a un usuario.

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN		TOTAL US \$.
1	1	Prodelin 3.8 m, C-band (4 piece antenna)co-pol feed	23.232,30	23232,30
2	1	Mounting kit 5/10 watt transceiver	724,50	724,50
3	1	ASAT S406 C-Band 5 watt transceivere/w,included: * 70 Mhz IF Input/Output * 220 VAC power input * Single synthetizer for tx/rx tuning * 65 degree LNB * Monitor & Control (M&C) interface option included * 5 watt SSPA * Single outdoor enclosure * Tx/Rx alarm contact closures	25961,25	25961,25
4	1	DSM -102 variable rate data modem 9.2 -192 kbps BPSK,19.2 -384 kbps QPSK, V.35 Interface (remote modem).	10.626,00	10.626,00
5	1	Belden 9913 IFL cabling with conectors (70 m. length)	953,93	953,93
TOTAL FOR SATELITAL SYSTEM				62451,90

COSTOS DE INSTALACIÓN: estimado en 10.000 dólares por estación (incluye obra civil).

EQUIPO MARCA/MODELO	COSTO (US \$)
Prodelin 3.8 m	62451
VITACOM F1-3710 con antena de 3.7 m	67624
Tx/Rx 5W	10000

Tabla 2.5 COSTOS DE TRANSRECEPTORES DISPONIBLES (US \$)

Como se puede ver, el costo de una estación dependerá de muchos factores como es el diámetro de la antena, potencia de los transmisores, velocidad y técnica de modulación que use el módem, por lo tanto seria demasiado extenso en tratar que el programa NET-VSAT seleccione automáticamente el

equipo que se debe utilizar para tal o cual aplicación, además sería restringir mucho a una sola posibilidad. Entonces lo que este programa hará, es dar las herramientas necesarias para que el usuario pueda elegir entre una y otra alternativa en el momento de decidir sobre la implementación de la red.

Las tablas 2.5 y 2.6 serán presentadas al usuario del programa NET-VSAT para cuando este quiera hacer una estimación del costo de implementación de la red.

DIÁMETRO	COSTO(US \$)
1.5	3500
1.8	4000
2	6000
2.4	7300
2.8	8200
3	10000
3.1	11000
3.6	13200
4.5	15000
5	18000
5.5	20000
7	30000
7.6	35000
8	40000

Tabla 2.6 COSTOS DE ANTENA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO (US. \$)

2.5.3 TASAS Y TARIFAS QUE HAY QUE PAGAR A EMETEL.

Dentro de la política de tarifación que EMETEL maneja respecto a los sistemas satelitales, existen las tarifas para sistemas satelitales privados y los sistemas satelitales para explotación y prestación de servicios públicos.

Los sistemas satelitales privados son aquellos que están conformados por estaciones terrenas destinadas para las comunicaciones de uso particular del usuario, que es la persona natural o jurídica debidamente autorizada para instalar y operar dichas estaciones. Los sistemas para explotación, son aquellos que están conformados por estaciones terrenas destinadas

exclusivamente para prestar servicios satelitales portadores públicos. Estos servicios se prestan por parte de operadoras, que son las personas naturales o jurídicas debidamente autorizadas para explotar y prestar servicios de telecomunicaciones al público en general.¹³

Para ambos casos anteriores la obtención del segmento espacial, la instalación y mantenimiento del segmento terreno es de responsabilidad del usuario y de las operadoras respectivamente.

En nuestro caso se considerarán las tasas y tarifas a pagar por sistemas satelitales privados con estaciones del tipo VSAT que utilicen satélites de INTELSAT, estos datos se obtuvieron de la Resolución 05-A-96 del CONARTEL (Consejo Nacional de Radio y Televisión) de marzo de 1996 así:

TASAS:

“El usuario pagará por concepto de tasa de autorización por cinco años, el valor de mil doscientos USA Dólares (US \$ 1200,00) por cada estación terrena”.

TARIFAS:

“El usuario pagará mensualmente por concepto de uso de frecuencias los siguientes valores:

1. Estaciones terrenas de redes VSAT que se comuniquen a través de telepuertos instalados en el territorio nacional utilizando satélites de INTELSAT:

- Por cada estación terrena transmisora-receptora de la red, el valor de ochenta USA Dólares (US \$ 80,00).
- Por cada estación terrena receptora de la red, el valor de cuarenta USA Dólares (US \$ 40,00).

¹³ Resolución 05-A-96 CONARTEL

2.- Estaciones terrenas de redes VSAT que se comuniquen a través de telepuertos instalados fuera del territorio nacional utilizando satélites de INTELSAT:

- Por cada estación terrena transmisora-receptora de la red, el valor de ciento veinte USA Dólares (US \$ 120,00).
- Por cada estación terrena receptora de la red, el valor de sesenta USA Dólares (US \$ 60,00).”

Estos valores son los que se van a considerar dentro del programa NET-VSAT cuando se desarrolle la parte concerniente a costos.

2.6 PLAN DE TRANSMISIÓN

Como el propósito de esta tesis es desarrollar una herramienta de software llamada NET-VSAT, que permita la obtención del plan general de transmisión contenido en el Formulario B de INTELSAT de una red de estaciones que utiliza el servicio INTELNET y los satélites INTELSAT VII y INTELSAT K, para las bandas C y Ku respectivamente, es necesario explicar los conceptos básicos de los cuales consta el mismo, tales conceptos se encuentran detallados en la Tesis de Lucía Gordillo, por lo tanto aquí se limitará a mencionar las partes más sobresalientes de los mismos en los siguientes párrafos.

A. INFORMACIÓN GENERAL

1. País (Tx/Rx)

Nombre del país o países en los que se encuentra ubicadas las estaciones de recepción y transmisión.

2. Tipo de haz (Tx/Rx)

Este parámetro es función de la zona geográfica donde se quiera transmitir.

3. Banda de frecuencia

Se utilizan las siguientes bandas de frecuencia:

Frec. Asc.	Frec. Desc.	Banda
6 Ghz	4 GHz	C
14 Ghz	11 GHz	Ku
14 Ghz	12 GHz	Ku

4. Ubicación del satélite

Se especifica la ubicación exacta del satélite en la órbita geoestacionaria, en grados de longitud Este así:

- 5 satélites INTELSAT VI

603 - 325.5	°E	Región Océano Atlántico
601 - 332.5	°E	
605 - 335.5	°E	
604 - 60	°E	
602 - 63	°E	

- 4 satélites INTELSAT VII

702 - 359	°E	Región Océano Atlántico
703 - 177	°E	Región Océano Pacífico
701 - 174	°E	
707 - 310	°E	Región Océano Atlántico

-1 satélites INTELSAT K

ISK - 338.5°E		Región Asia Pacífico
---------------	--	----------------------

5. Serie de satélites

Indica el tipo de satélite de INTELSAT a utilizar.

INTELSAT VII o INTELSAT K

6. Tipo de transpondedor

Puede ser: ALQUILADO o COMPRADO

7. Número de transpondedor (asc/desc)

Número del transpondedor a utilizar en el enlace ascendente/Número del transpondedor a utilizar en el enlace descendente.

8. Fecha de inicio del servicio

Fecha tentativa para inicio del servicio, por ejemplo: 01/01/97.

9. Duración del servicio

Tiempo estimado de duración del servicio en años, por ejemplo 5 años.

10. Número SVO-L

Número que INTELSAT asigna a sus usuarios autorizados o signatarios.

B. RECURSOS DEL TRANPONDEDOR ALQUILADO O COMPRADO (Borde del Haz)

1. Cuadro usado en el IESS-410

Aquí se especifica el número y literal del cuadro que se encuentra en uno de los apéndices del documento IEES-410 que depende del satélite que se utilice.

APÉNDICE	SERIE DE SATÉLITES
B	INTELSAT V, VA, VA(IBS) y VI
C	INTELSAT K
D	INTELSAT VII

2. Ancho de Banda

Se calcula en base y la Densidad de Flujo de Potencia Total (punto J.2.d de este formulario) y se lo hace en base a la unidad de 9 MHz proporcionada por el documento IEES-410 para una conexión de haz determinada.

$$AB(MHz) = 9MHz \times \left(10^{b/10} / 10^{a/10}\right) \quad (2.1)$$

AB = Ancho de banda

a = p.i.r.e. de operación para 9 MHz (del IEES-410)

b = p.i.r.e. total del análisis del enlace

3. Potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.)

Es la p.i.r.e. disponible del satélite en el borde del haz para un determinado ancho de banda, se encuentra especificado en el documento IEES-410.

4. Densidad de flujo de potencia (DFP)

Si el valor del ancho de banda del punto B.2, es 9 MHz, 18 MHz, 36 MHz, etc., la p.i.r.e. así como la densidad de flujo de potencia del transpondedor, se obtienen de los cuadros proporcionados por el documento IEES-410.

Se puede calcular los recursos, para otros anchos de banda distintos de 9 MHz, aplicando a los recursos de 9 MHz el siguiente factor de escala¹⁴:

¹⁴ INTELSAT, IEES-410, (Rcv.2), Dic.1991, Pag. 2

$$r(\text{dB}) = 10 \times \text{Log}(9000\text{KHz} / (n \times 100\text{KHz})) \quad (2.2)$$

n = número de segmentos de 100 KHz deseados y toma valores de

1,2,...

$$n = AB(\text{MHz}) / 0.1(\text{MHz})$$

El factor r se sustrae de la Densidad de Flujo de operación y de la p.i.r.e. de la unidad de alquiler de 9 MHz para determinar la Densidad de flujo y la p.i.r.e. de la capacidad de alquiler. Del cuadro 2, Apéndice D y C (IESS-410). Un resumen de esto se muestra en la tabla 2.10 para un ancho de banda de 9 MHz:

Cabe indicar que el máximo ancho de banda disponible para haz Hemi/Hemi, Zonal/Zonal y Hemi/Zonal es 72 MHz. y para el resto es 36 MHz. Para el satélite K el máximo ancho de banda disponible es 54 MHz.

HAZ / FRECUENCIA / SATÉLITE	p.i.r.e. (dBW)	DFP (dBW/m ²)	G/T (dB/° K)
Hemi / Hemi, 6 / 4 GHz, VII	19.0	-102.8	-7.5 a -8.5
Zonal / Hemi, 6 / 4 GHz, VII	19.0	-102.8	-4.0 a -9.2
Zonal / Zonal, 6 / 4 GHz, VII	19.0	-102.8	-4.0 a -9.2
Hemi / Zonal, 6 / 4 GHz, VII	19.0	-102.8	-7.5 a -8.7
C-Píncel/C-Píncel, 6/4 GHz, VII	23.8	-97.7	-5
Global/C-Píncel, 6/4 GHz, VII	23.8	-97.7	-12
Separados, 14 / 12 ó 11 GHz, K	31.8	-110.8	3.0
Combinados, 14 / 12 ó 11 GHz, K	29.5	-107.5	-0.3

Tabla 2.10 RESUMEN DE LOS VALORES DE p.i.r.e., DFP, G/T DEL APÉNDICE C Y D DEL DOCUMENTO IESS-410

$$DFP = DFP - r \quad (2.3)$$

$$p.i.r.e. = p.i.r.e. - r \quad (2.4)$$

5. Figura de mérito (G/T)

Se refiere a la Figura de Mérito del sistema de recepción del satélite (Ganancia de la antena de recepción/Temperatura de ruido), para el borde del haz. Este valor también se encuentra en el punto B.1.

6. Paso de ganancia del transpondedor

Para los satélites INTELSAT K y VII, el paso de ganancia que se utilizará, dependerá también de los requerimientos del usuario y de los recursos disponibles del satélite. El valor del paso de ganancia apropiado será provisto por INTELSAT cuando el Formulario B del plan general de transmisión sea remitido para su estudio y aprobación.

INTELSAT VII BANDA C	
PASO DE GANANCIA	DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN (dBW/m ²)
ELEVADO	-87.0
6	-86.0
7	-85.0
8	-84.0
9	-83.0
10	-82.0
11	-81.0
12	-80.0
13	-79.0
14	-78.0
15	-77.0
16	-76.0
17	-75.0
18	-74.0
BAJO	-73.0

Tabla: 2.11 DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN Y PASOS DE GANANCIA PARA EL SATÉLITE INTELSAT VII EN LA BANDA C.¹⁵

¹⁵ INTELSAT, IEES-410, (Rcv. 2), DIC. 1991, Pág D-48

INTELSAT K	
	DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN (dBW/m ²)
ELEVADO	-93.0
2	-91.5
3	-90.0
4	-88.5
5	-87.0
6	-85.5
7	-84.0
8	-82.5
9	-81.0
10	-79.5
11	-78.0
12	-76.5
13	-75.0
14	-73.5
15	-72.0
BAJO	-72.0

Tabla: 2.12 DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN Y PASOS DE GANANCIA DE HACES COMBINADOS PARA EL SATÉLITE INTELSAT K¹⁶

C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA

1. Estación Terrena de Transmisión

a. Diámetro de la antena

Es recomendable clasificar a las estaciones terrenas que forman parte de la red, en función del diámetro de la antena, de esta manera en el plan de transmisión se escriben en varias columnas los diferentes tipos de estaciones terrenas, sin descuidar el tipo de técnica de acceso al satélite con el que se esté trabajando.

Se escribe el valor que tenga el diámetro de la antena para cada uno de los enlaces de la red, este valor dependerá del estudio de la demanda previo, de

¹⁶ INTELSAT, IESS-410,(Rev. 2),Dic.1991, Pág. C-7

acuerdo a la cantidad de tráfico que la antena soportará y a que velocidad. Si el margen entre los recursos disponibles y los efectivos utilizados es muy grande, es posible ir variando el valor del diámetro en forma iterativa hasta lograr una óptima utilización de los recursos.

b. Número de antenas

Este se refiere al número de estaciones de cada tipo que tendrá la red para transmisión.

c. Relación axial de tensión

Se recomienda los siguientes valores máximos para transmisiones en dirección al satélite dentro de las bandas 6 y 4 GHz.

Si diámetro > 2.5 m \longrightarrow Relación axial máxima = 1.06

Si diámetro < 2.5 m \longrightarrow Relación axial máxima = 1.3

Para bandas de 14/11 o 12 GHz. De los satélites INTELSAT V, VA, VA(IBS), VI, VII, la relación axial de tensión para transmisores en dirección al satélite, deberá exceder de 31,6 (discriminación por polarización 30 dB).

Para las antenas que trabajan con satélite INTELSAT K en las bandas de frecuencias de 14/11 o 12 GHz. ubicadas dentro de los haces norteamericano y europeo la relación axial de tensión para transmisiones en dirección al satélite, deberá exceder de 31.6 (discriminación por polarización 30 dB) en todos los puntos de un cono centrado en el eje del haz principal, cuyo ángulo este determinado por los errores de apuntamiento o seguimiento de la antena, o ambos.

d. Cambio de polarización

Para este caso se recomienda que el amplificador tenga la capacidad de operar en cualquier transpondedor que se designe y en cualquier sentido de polarización, pero también se puede escoger la opción contraria.

Por ejemplo, a las estaciones terrenas ubicadas en la cobertura del haz sudamericano solo se les exige que reciban polarización vertical. Para este caso, también se requiere que el alimentador de la estación terrena cuente con los medios para igualar dentro del margen de 1 grado el ángulo de polarización del satélite con atmósfera despejada.

e. Variación de la frecuencia central de la portadora en el AB requerido

Es recomendable que la estación terrena cuente con medios para variar la frecuencia de cada portadora transmitida, a fin de que puedan irradiar portadoras en cualquier dirección dentro de la anchura de banda operativa de la estación terrena. Se puede escoger entre las dos siguientes opciones:

SI (es recomendable escoger esta opción)

NO

f. Ajuste de nivel de portadora

Es preferible también, para mantener la coordinación entre sistemas, disponer de medios para ajustar el nivel de cada portadora transmitida dentro de la gama de 15 dB, a fin de dar cabida a los campos que puedan producirse en el plan de transmisión acordado. Se puede escoger entre las siguientes opciones:

SI (es recomendable dentro de la gama de 15 dB)

NO

g. Seguimiento

Se recomienda fijar este parámetro de la siguiente manera:

Manual	para	Estación VSAT
Automático	para	Estación Central

h. Tipo de antena

Aquí se especifica si la antena de la estación terrena de transmisión es **fija** o **transportable**, esto dependerá básicamente del tamaño de la misma. Para nuestro caso las antenas serán fijas.

2. Estación Terrena de Recepción

Los Literales 2 a. Diámetro de antena, 2 b. Número de antenas, 2 c. Relación axial de tensión, 2 d. Cambio de polarización, 2 e. Seguimiento y 2 f. Tipo de antena, se basan en las mismas consideraciones que la transmisión.

g. Figura de mérito G/T, para cada tamaño de antena

Este parámetro se calcula dividiendo la ganancia de la antena entre la temperatura de ruido del sistema.

Si el diámetro de la antena es menor o igual a 7 m., la temperatura de ruido es aproximadamente 80 °K. Para diámetros mayores de 7 m., la temperatura de ruido es de 70 °K.

$$G_{RX} = 10 \times \log\left(\eta \times (\pi \times D / \lambda)^2\right) \quad \text{dB} \quad (2.5)$$

D = Diámetro de la antena

η = Rendimiento de la antena (para nuestro caso 66 %)

λ = Longitud de onda de la frecuencia de enlace descendente

$$G/T = 10 \times \text{Log}\left\{1/T_N \times \left[\eta \times (\pi \times D / \lambda)^2\right]\right\} \quad \text{dB/°K} \quad (2.6)$$

T_N = Temperatura de ruido del sistema

h. Fórmula de la envolvente lateral¹⁷

Aunque no es obligatorio, se recomiendan que se apliquen las siguientes características de los lóbulos laterales en la banda de recepción.

$$G = 32 - 25 \text{Log} \theta \quad \text{dBi} \quad 1^\circ < \theta < 48^\circ \quad (2.7)$$

$$G = -10 \quad \text{dBi} \quad \theta > 48^\circ \quad (2.8)$$

G = ganancia expresada en decibelios, de la envolvente del lóbulo lateral

en relación con una antena isotrópica en dirección de la órbita geoestacionaria.

θ = ángulo expresado en grados, entre el eje del haz principal y la dirección considerada

i. Ganancia de recepción (G_{RX})

El valor de la ganancia en la antena de recepción se calcula con la fórmula 2.5 y la frecuencia de enlace descendente como se indicó anteriormente.

D. CARACTERÍSTICAS DE LA PORTADORA

Este párrafo pretende dar a conocer en detalle las características de cada una de las portadoras que intervendrán en el enlace, para esto aunque se trate de la misma estación terrena, a cada uno de los tipos de portadora se asignará una columna del plan de transmisión. Para nuestro caso tendremos exclusivamente portadoras digitales.

1. Tipo

¹⁷ INTELSAT, IESS-601, IESS-602, (rev 3), Dic. 1991, Pág. 4

Se especifica uno de los siguientes tipos:

a) Portadoras Analógicas

- TV
- SCPC
- FDM/FM
- CFDM/FM

b) Portadoras Digitales

2. Enlace de estación terrena a estación terrena

Se especifican los diámetros de las antenas de las estaciones que intervienen en cada uno de los enlaces.

3. Técnica de modulación

Las técnicas de modulación digital más comúnmente usadas son la QPSK (Modulación Cuadrifásica) y la BPSK (Modulación por desplazamiento de fase bivalente).

Utilizando QPSK se consigue el mismo rendimiento de potencia utilizando únicamente la mitad del ancho de banda que BPSK.

4. Ancho de banda asignado por portadora (AB_{ASIG})

Se calcula con la siguiente fórmula para todos los satélites INTELSAT, con cualquier tipo de técnica de modulación que se utilice y para velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps.

$$AB_{ASIG}(KHz) = 1.4V_{TX} \quad \text{para BPSK} \quad (2.9)$$

$$AB_{ASIG}(KHz) = 0.7V_{TX} \quad \text{para QPSK} \quad (2.10)$$

5. Ancho de banda ocupado (AB_{OCUP})

Este parámetro es muy importante ya que el usuario paga por el ancho de banda ocupado. Por lo tanto es importante incluir el concepto de "Eficiencia espectral", el cual se expresa así:

$$AB_{OCUP} = \frac{V_{TX}}{E} \quad (2.11)$$

E = Eficiencia espectral

V_{TX} = Velocidad de transmisión (bps)

AB_{OCUP} = ancho de banda ocupado (Hz)

La eficiencia espectral en la práctica está en el orden de 0.7 - 0.8 bit/s Hz para BPSK y de 1.4 - 1.6 bit/s Hz para QPSK. Por lo tanto el valor del ancho de banda ocupado se obtiene multiplicando el valor de la velocidad de transmisión por factor 0.6 para modulación QPSK y cuando la técnica de modulación que se usa es BPSK, el factor de multiplicación es de 1.2.

6. Velocidad de información (V_{INF})

Únicamente para portadoras digitales, es la velocidad mínima requerida para enviar la información completa desde una determinada fuente de información.

7. Velocidad de transmisión (V_{TX})

Se utiliza solamente para portadoras digitales.

$$V_{TX}(Kbps) = (V_{INF} + OH) \times (1/R) \quad (2.12)$$

V_{INF} = velocidad de información

OH = Over Head o bits de encabezamiento

R = Relación de codificación (se calcula con la fórmula 2.13)

8. Número de canales por portadora

En este punto se especifica cuantos canales equivalentes a 4 KHz o 64 Kbps se enviarán con cada portadora.

9. Codificación FEC

La relación de codificación del CODEC se define como:

$$R = \frac{K}{n} \quad (2.13)$$

K = número de bits de información

n = Número total de bits de información

Los códigos bloque lineales con relaciones de codificación $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ son los que comúnmente se utilizan.

10. Bitios suplementarios (OH)

En el plan de transmisión, los bitios suplementarios se consideran únicamente cuando se trabajan con portadoras IDR en ese caso se tendrá:

$V_{INF} < 512$ Kbps; OH = 0 Kbps (no se envían bitios adicionales)

$V_{INF} = 512$ Kbps; OH = 34.1 Kbps

$V_{INF} > 512$ Kbps; OH = 96 Kbps

Cuando se trabaja con TDMA para cualquier velocidad de transmisión el valor de OH es 0 Kbps ya que estos bitios están presentes de la trama del TDMA.

E. BACKOFF ENTRADA/SALIDA POR PORTADORA PARA CALCULAR p.i.r.e. PARA ENLACE DESCENDENTE

Este párrafo se usa para deducir la p.i.r.e. del enlace descendente en condiciones de cielo despejado y sin pérdidas de apuntamiento. La p.i.r.e. total

de enlace ascendente representa la máxima admisible para la utilización del servicio de alquiler.

1. Ángulo de elevación (e)

Para realizar el seguimiento del satélite es necesario calcular los ángulos de elevación y azimut que son función de la longitud del satélite y de la posición en longitud y latitud de la estación terrena.

$$B = \text{Cos}^{-1}\{\text{Cos}(La) \times \text{Cos}(Lo - Ls)\} \quad (2.14)$$

B = ángulo auxiliar, en grados

La = Latitud de la estación terrena

Lo = longitud de la estación terrena

Ls = longitud del satélite

x = 0.1511

$$e(\text{grados}) = \text{Tan}^{-1}\left[\frac{\text{Cos}B - 0.1511}{\text{Sen}B}\right] \quad (2.15)$$

2.1 p.i.r.e. de transmisión de la estación terrena (p.i.r.e._u)

Es la suma en dB de la potencia del transmisor y la ganancia de la antena de transmisión.

$$p.i.r.e._u(dBW) = P_{TX}(dBW) + G_{TX}(dB) \quad (2.16)$$

P_{TX} = potencia del transmisor

G_{TX} = ganancia de la antena de transmisión

Para obtener este valor se sigue el siguiente procedimiento:

Se calcula el valor de la relación señal ruido C/N de cada uno de los enlaces, con la siguiente fórmula.

$$C/N(dB) = E_b/N_o - 10\log(AB/V_{INF})$$

E_b/N_o, depende del equipo a utilizar (Ej. 6 dB para alcanzar un BER de 10⁻⁸)

En el plan de transmisión, el valor de la p.i.r.e. de la estación terrena se calcula por iteraciones. Se escoge un valor tentativo de p.i.r.e._u de la estación terrena para cada portadora y luego se va ajustando este valor hasta obtener la calidad de señal deseada, que se traduce en un valor óptimo del parámetro C/N.

		POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EQUIVALENTE				
Diámetro (m)	G _{TX} (dBi)	1 WATT	5 WATT	10 WATT	20 WATT	125 WATT
1	34.71	34.71	41.70	44.71	47.72	55.68
1.5	38.24	38.24	45.23	48.24	51.25	59.21
2	40.73	40.73	47.72	50.73	53.75	61.70
2.5	42.67	42.67	49.66	52.67	55.68	63.64
3	44.26	44.26	51.25	54.26	57.27	65.23
3.5	45.60	45.60	52.59	55.60	58.61	66.56
4	46.76	46.76	53.75	56.76	59.77	67.62
4.5	47.78	47.78	54.77	57.78	60.79	68.75
5	48.69	48.69	55.68	58.69	61.70	69.66
5.5	49.52	49.52	56.51	59.52	62.53	70.49
6	50.28	50.28	57.27	60.28	63.29	71.25
6.5	50.97	50.97	57.96	60.97	63.98	71.94
7	51.62	51.62	58.61	61.62	64.63	72.59
7.5	52.22	52.22	59.21	62.22	65.23	73.18
8	52.78	52.78	59.77	62.78	65.79	73.75

Tabla 2.15 VALORES MÁXIMOS DE p.i.r.e. QUE SE PUEDE OBTENER CON DIFERENTES TRANSMISORES PARA LA BANDA C

3. Pérdidas de propagación en el enlace ascendente (L_{FU})

Se obtiene así:

$$L_{FU} (dB) = 10 \times \text{Log}(4\pi \times d / \lambda)^2 \quad (2.17)$$

λ = longitud de onda de trabajo (en metros) que en este caso se

calcula con la frecuencia asignada para el enlace ascendente

d = La distancia entre la ubicación de la estación terrena y el satélite en metros

$$d = 35895 \times [1 + 0.42(1 - \text{Cos}B)]^{1/2} \quad (2.18)$$

B se obtiene de la fórmula 2.14

4. Margen para compensar errores por lluvia, seguimiento, etc. (M_{EU})

Para calcular C/T de enlace ascendente es conveniente dejar un margen de protección contra errores que puedan producirse por diversas causas como la precipitaciones pluviales, errores en seguimiento y la interferencia de satélites adyacentes. Valores como 2 o 3 dB son suficientes para contrarrestar estos errores.

5. Ganancia de la antena de $1m^2$

$$G_{1m^2}(dB) = 20 \times \text{Log}(f) + 10 \times \text{Log}(c^2 / 4\pi)$$

$$G_{1m^2}(dB) = 20 \times \text{Log}(f_U) + 21.46$$

f_U = frecuencia de trabajo en GHz. (enlace ascendente)

6. Densidad de flujo por portadora en el satélite (DFP_s)

Se calcula así:

(2.19)

$$DFP_s(dBW / m^2) = p.i.r.e_u(dBW) + M_{EU}(dB) + G_{1m^2}(dBi / m^2) - L_{FU}(dB)$$

M_{EU} = Margen para compensar errores por lluvia, seguimiento, etc.,

Valores como 2 ó 3 dB son suficientes par compensar errores.

7. Densidad de flujo de saturación del tranpondedor al borde del haz (DFP_{SAT})

Esta información se encuentra disponible en el apéndice A del documento IESS-410 para todos los satélites y para cualquier tipo de haz. A continuación se presentan los valores de DFP de saturación para los satélites INTELSAT VII y K.

TIPO DE HAZ ASC / DESC	SATÉLIT E	ANCHO DE BANDA (MHz)	DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN	
			Paso Gan. elevado.	Paso Gan. bajo
Global / Global	VII	36	-87	-73
Hemi / Hemi	VII	72	-87	-73
Hemi / Hemi	VII	36	-87	-73
Zonal / Zonal	VII	72	-87	-73
Zonal / Zonal	VII	36	-87	-73
Pincel / Pincel	VII	36	-87	-73
Cualquier haz / EU	K	54	-93	-70.5
Cualquier haz / (SA)	K	54	-93	-70.5
Cualquier haz / NA+SA	K	54	-93	-70.5
Cualquier haz / EU+NA +SA	K	54	-93	-70.5

Tabla 2.16 DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN PARA LOS SATÉLITES INTELSAT VII Y K PARA DIFERENTES CONFIGURACIONES DE HACES.¹⁸

8. Ventaja de la ubicación de la estación terrena para el enlace ascendente

(V_u)

Para un satélite de cobertura global puede ser de hasta **4.3 dB**. En caso de desconocer su valor exacto es recomendable suponer un valor de **0 dB** para así considerar las peores condiciones.

9. Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la estación terrena ($DFP_{SAT E.T}$)

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$DFP_{SAT E.T.}(dBW / m^2) = DFP_{SAT E.T.}(dBW / m^2) - V_u(dB) \quad (2.20)$$

10. Backoff de entrada por portadora (BO_i)

$$BO_i(dB) = DFP_s(dBW / m^2) - DFP_{SAT E.T.}(dBW / m^2) \quad (2.21)$$

11. Diferencia entre backoff de entrada y salida del transpondedor (Dif)

¹⁸ INTELSAT, IEISS-410, (Rev. 2), Dic. 1991, Pags. A-2, A-3 y A-4

Se puede obtener del cuadro del IESS-410.

Para el satélite INTELSAT VII, con un alquiler de 9 MHz o menos y un tipo de interconexión de haces Hemisférico/Hemisférico, Zonal/Hemisférico y Global/Hemisférico, la diferencia entre el backoff de entrada y el de salida es de **1.8 dB**. Mientras que para el satélite INTELSAT K para alquileres de 9 MHz o menos, esta diferencia es de **4.6 dB** para cualquier tipo de configuración de haces.

En el IESS-410 no consta la diferencia entre BOi y BOo para los transpondedores alquilados completos, entonces el arrendatario debe encargarse de solicitar a INTELSAT las curvas reales de transferencia de TWTA del transpondedor, para determinar su punto de funcionamiento.

12. Backoff de salida por portadora (BOo)

$$BOo = BOi + Dif \quad (2.22)$$

13. P.i.r.e. de saturación del transpondedor al borde del haz (p.i.r.e._{SAT})

Este valor se obtiene del documento IESS-410, interviene al momento de calcular el valor de la p.i.r.e. del enlace descendente. En la siguiente tabla se presentan los valores de p.i.r.e. de saturación para los satélites INTELSAT VII

TIPO DE HAZ ASC / DESC	SATÉLITE	AB (MHz)	P.I.R.E sat (dBW)
Hemi/Hemi	VII	72	33.0
Hemi/Hemi	VII	36	33.0
Zonal/Zonal	VII	72	33.0
Zonal/Zonal	VII	36	33.0
Píncel C/Píncel	VII	36	33.3 a 36.5
Cualquiera EU y/o NA	K	54	47.0
Cualquier /SA	K	54	45.0
Cualquiera / NA + SA	K	54	42.7
Cualquiera / EU + NA +SA	K	54	47.0 (EU) 42.7 (NA y SA)

Tabla 2.17 p.i.r.e. DE SATURACIÓN PARA EL SATÉLITE INTELSAT VII EN LA BANDA C E INTELSAT K¹⁹

14. p.i.r.e. del enlace descendente por portadora al borde del haz (p.i.r.e._d)

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$p.i.r.e._d (dBW) = p.i.r.e._{SAT} (dBW) + BO_o (dB) \quad (2.23)$$

15. Ventaja de la ubicación de la estación terrena para el enlace descendente (V_D)

Se debe considerar 0 dB si se desconoce su valor exacto para no arriesgar la calidad del servicio de recepción.

$$V_D = 0 \text{ dB} \quad \text{si no se conoce el valor exacto}$$

16. p.i.r.e. del enlace descendente hacia la estación terrena más pequeña (p.i.r.e._{DC})

¹⁹ INTELSAT, IESS-410, (Rev. 2), DIC. 1991, Págs. A2, A3 y A4

Se determina así:

$$p.i.r.e._{DC}(dBW) = p.i.r.e._d(dBW) + V_D(dB) \quad (2.24)$$

Entonces al tener un nivel de señal adecuado en la estación terrena más pequeña, se garantiza la calidad de servicio para el resto de estaciones de la red.

F. CÁLCULOS DE ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES DEGRADADAS)

Este párrafo se usa para evaluar el desempeño previsto del enlace, aquí se incluyen varios márgenes de pérdidas como las que pueden ocurrir durante mal tiempo. Si se incluyen dichas pérdidas y con la p.i.r.e. de enlace ascendente calculada en el párrafo E, no se obtiene un C/N suficiente en dichas condiciones, puede ser necesario aumentar la p.i.r.e. de enlace ascendente con cielo despejado y alquilar más anchura de banda.

1. C/T para enlace ascendente por portadora

1.a p.i.r.e. por portadora para el enlace ascendente

Este valor es muy importante el momento de calcular la relación C/T para el enlace ascendente, ya fue calculado en el numeral E.2.

1.b Pérdidas de propagación en el trayecto

Se deben considerar al calcular la relación C/T y fue calculado en el punto E.3.

1.c G/T del satélite en el borde del haz

Se refiera al G/T del sistema de recepción del satélite, este valor se determinó en el punto B.5.

1.d Ventaja del diagrama de la antena

También debe considerarse en el cálculo de C/T , fue calculado en el numeral E.8.

1.e Margen para compensar errores por seguimiento, lluvia, etc. (M_{EU})

Este valor ya fue calculado en el párrafo E.4.

1.f C/T para el enlace ascendente

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$(C/T)_u (dBW/^\circ K) = p.i.r.e._u (dBW) + (G/T)_s (dB/^\circ K) + V_u (dB) - L_{FU} (dB) - M_{EU} (dB) \quad (2.25)$$

2. C/T de intermodulación en el HPA de la estación terrena

Cuando se transmite más de una portadora a través de del HPA de la estación terrena, se genera ruido de intermodulación. En este punto, se calculará cuanto vale la relación de intermodulación.

2.a Límite de intermodulación de HPA hacia la estación terrena (Lim_{HPA})

Se obtiene de la tabla 2.18.

Satélite	Transpondedores de enlace ascendente afectado por los productos de intermodulación	Frecuencia GHz	Límite en el borde del haz (dBW/4 KHz)
INTELSAT VII	Hemisferio y de zona	6	21
INTELSAT VII	Global y Píncel en banda C	6	24
INTELSAT VII	Píncel	14	16
INTELSAT K	Píncel	14	10

Tabla 2.18 LÍMITES DE LA DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LOS PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN²⁰

2.b C/T Límite de intermodulación de HPA por portadora (C/T_{IM-HPA})

Se recomienda para todos los casos, tomar en cuenta el nivel máximo, en especial cuando se trabaja con muchas portadoras para lo cual se usa la fórmula:

$$(2.26)$$

$$(C/T)_{IM-HPA} (dBW/^\circ K) = p.i.r.e._u (dBW) - Lim_{HPA} (dBW / 4KHz) + 10Log4000(Hz) - 228.6$$

3. C/T de intermodulación de TWT del satélite por portadora

En este párrafo se determinará el valor de la relación C/T de intermodulación de TWT por portadora.

3.a Límite máximo de densidad de p.i.r.e. de intermodulación del TWT del satélite en el borde del haz por portadora (Lim_{TWT})

Aquí se especifica los niveles que no deben superarse para las bandas de frecuencia fuera del ancho de banda alquilado por el usuario, los mismo que se presentan en la tabla 2.19.

²⁰ INTELSAT, IESS-601, 602, Pág. 20

TIPO DE HAZ ENLACE ASC	TRANSP. DESC. AFECTADO POR PROD. DE IM.	BANDA DE FRECUENCIA GHz	SATÉLITE	LÍMITE AL BORDE DEL HAZ (dBW/4KHz)
Cualquiera	EU ó NA	14/11 ó 14/12	K	-16.5
Cualquiera	SA	14/11 ó 14/12	K	-18.5
Cualquiera	NA + SA	14/11 ó 14/12	K	-20.8
Cualquiera	Píncel C	6 / 4	VII	-26.7
Píncel C	Hemi	6 / 4	VII	-28.0
Cualquiera	Global	6 / 4	VII	-37.0
Global	Hemi	6 / 4	VII	-34.0
Hemi - Zonal	Hemi - Zonal	6 / 4	VII	-37.0

Tabla 2.19 LÍMITE DE IM DE TWT EN EL BORDE DEL HAZ PARA LOS SATÉLITES INTELSAT VII E INTELSAT K²¹

3.b C/T intermodulación de TWT por portadora (C/T)_{IM-TWT}

Se calcula así:

$$(2.27)$$

$$(C/T)_{IM-TWT} (dBW/^\circ K) = p.i.r.e._d (dBW) - Lim_{TWT} (dBW / 4KHz) + 10 \log 4000 (Hz) - 228.6$$

4. C/T enlace descendente por portadora

Indica la calidad de la señal de recepción.

4.a Ángulo de elevación

Es necesario conocer este dato para determinar la distancia exacta entre el satélite y la estación terrena de recepción para determinar las pérdidas de propagación. Esto se calcula con la fórmula 2.14 del punto E.1.

4.b p.i.r.e. de enlace descendente

²¹ INTELSAT, IESS-410, (Rev. 2), Dic. 1991, Pág. 14

La p.i.r.e. para el enlace descendente interviene directamente en el cálculo de la relación C/T y su valor es el que se obtuvo en el numeral E.14.

4.c Pérdidas de propagación en el trayecto

Es similar a la del enlace ascendente pero con la diferencia de que se trabaja con la frecuencia de enlace descendente y con la distancia entre la estación terrena de recepción y el satélite. Para esto se usa la ecuación 2. 17.

4.d G/T de la estación terrena más pequeña $(G/T)_{E.T.PEQ}$

Si en los cálculos se considera el valor de C/T para el enlace descendente se considera el valor de G/T de la estación terrena más pequeña de la red, se estará garantizando que para las demás estaciones terrenas el enlace será el adecuado. Se calcula con la fórmula 2.6, para el enlace 1 y el enlace 2.

4.e Margen de errores (M_{ED})

Al igual que para el enlace ascendente, en el descendente, también es necesario considerar un margen de protección contra cualquier tipo de error. Para la mayoría de los casos bastan 2 ó 3 dB para compensar este tipo de errores.

4.f C/T enlace descendente $(C/T)_d$

Se calcula con la siguiente fórmula:

(2.28)

$$(C/T)_d(dBW/^\circ K) = p.i.r.e._d(dBW) + (G/T)_{E.T.PEQ}(dB/^\circ K) - L_{FD}(dB) - M_{ED}(dB)$$

5. C/T de interferencia total del cocanal

Es necesario tomar en cuenta los efectos que el cocanal puede tener en la señal.

5.a. C/I de interferencia de cocanal, total

Se obtiene del documento IESS-410 y es el que se indica en la tabla 2.20.

El usuario puede adoptar dicho valor de C/I en el plan de transmisión, como una evaluación inicial de la interferencia en el cocanal. Este valor será analizado más en detalle por INTELSAT usando los planes de frecuencia que efectivamente se aplicarán a los transpondedores que trabajen en la misma frecuencia.

Tipo de Haz		Satélite	C/I (dB)
Enlace asc.	Enlace desc.		
Global	Global	VII	23.0
Global	C-Pincel	VII	21.0
Global	Hemi	VII	20.0
C-Pincel	C-Pincel	VII	20.0
C-Pincel	Global	VII	22.0
C-Pincel	Hemi	VII	19.0
Hemi	Hemi	VII	17.0
Hemi	Global	VII	19.0
Hemi	Ku-pincel	VII	20.0
Hemi	Zonal ó pincel C	VII	18.0
Zonal	Hemi	VII	18.0
Zonal	Zonal	VII	19.0
Zonal	Ku-pincel	VII	21.0
Ku-pincel	Ku-pincel	VII	27.0
Ku-pincel	Hemi	VII	20.0
Ku-pincel	Zonal	VII	21.0
Cualquiera	NAH+SAV ó NAH+SAV+EUV	K	21.0
Cualquiera	Todos excepto NAH+SAV ó NAH+SAV+EUV	K	22.0

Tabla 2.20 C/I DE INTERFERENCIA DE COCANAL PARA LOS SATÉLITES INTELSAT VII Y K.²²

²² INTELSAT, IESS-410, (Rev.2), Dic. 1991, Pág. 11 y 12

5.b. C/T de interferencia de cocanal, total

La relación Portadora / Temperatura de ruido de interferencia de cocanal $(C/T)_{COC}$, se obtiene de la siguiente manera:²³

(2.29)

$$(C/T)_{COC}(dBW/^\circ K) = C/I(dB) - 228.6(dBW/K - Hz) + AB(dB - Hz)$$

$$(C/T)_{COC} = C/I - 228.6 + 10\text{Log}(AB) \quad (2.30)$$

6. C/T, C/N y BER TOTALES

La relación C/N, es uno de los mejores indicadores de la calidad del enlace, depende de las características propias de los equipos de las estaciones terrenas que intervienen en el enlace.

6.a C/T total por portadora

$$\frac{1}{C/T_{TOT}^*} = \frac{1}{(C/T)_u^*} + \frac{1}{(C/T)_d} + \frac{1}{(C/T)_{IMP-HPA}^*} + \frac{1}{(C/T)_{COC}^*} \quad (2.31)$$

* Indica que es los términos son relaciones y no decibelios

El valor de $(C/T)_{TOT}$ debe estar expresados en dB dentro del plan de transmisión

6.b Constante Boltzman

La constante de Boltzman tiene un valor de **-228.6** dBW/K-Hz.

6.c Ancho de banda de ruido de recepción (AB_N)

²³ INTELSAT, NOTAS AL FORMULARIO B, Nota 5

El ancho de banda ya se calculó en el punto D.5, pero ahora a este se lo expresará en dB así:

$$AB_N(dB - Hz) = 10 \text{Log} AB_{OCUP}(Hz) \quad (2.32)$$

6.d C/N total

La relación portadora a ruido se la calcula así:

$$(2.31)$$

$$C / N(dB) = (C / T)_{TOT}(dBW / ^\circ K) + 228.6(dBW / K - Hz) - AB_N(dB - HZ)$$

Si el valor de C/N calculado con la ecuación 2.31 no resulta igual al valor óptimo de C/N se debe repetir los cálculos del punto E.2, ajustando el valor de la p.i.r.e. de transmisión (p.i.r.e.u), hasta obtener el valor de C/N deseado.

Para obtener el valor óptimo, es necesario referirse a las características del equipo a utilizarse. Es decir se parte del valor E_b/N_0 dado por el fabricante y dependiendo del ancho de banda ocupado y de la velocidad de información, el valor óptimo de C/N será.

$$C / N(dB) = E_b / N_0(dB) - [AB(Hz) / V_{INF}(bps)](dB) \quad (2.32)$$

6.e BER

Es la relación entre el número de bits erróneos y el número de bits totales transmitidos. La BER es uno de los parámetros que indica la calidad de la transmisión y un sistema será más confiable cuando la tasa de bits erróneos sea lo más pequeña posible.

La calidad del servicio INTELNET depende del diseño de la red, para la mayoría de aplicaciones de este servicio BER puede alcanzar un valor de 10^{-7} en condiciones de cielo despejado.

G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE

Este párrafo tiene por objeto determinar el nivel de la densidad de la p.i.r.e. fuera del eje emitida por la estación terrena para cada tipo de portadora en el plan propuesto, el mismo que debe estar por debajo de los niveles máximos admisibles que se encuentran determinados en la recomendación 524-4 de la UIT, para garantizar un mínimo nivel de interferencia entre redes de servicio fijo por satélite. Si se sobrepasa el límite, el usuario puede reducir el nivel de la p.i.r.e. de enlace ascendente de su estación terrena o usar una estación terrena más grande ya sea en la transmisión, en la recepción o en ambas.

1. Tipo de portadora

Se especifica si es analógica o digital, como se hizo en el punto d.1.

2. Diámetro de la antena de la estación terrena de transmisión

Es el mismo que C.1.a.

3. p.i.r.e. de enlace ascendente

Es el mismo que se determinó en E.2.

4. Ancho de banda ocupado

Es el mismo que el punto D.5

5. Conversión del ancho de banda a 40 ó 4 KHz (AB₄)

Se obtiene dividiendo para 4 KHz el ancho de banda ocupado por cada portadora, el resultado se expresa en dB.

6. Ganancia máxima de la antena de la estación transmisora (G_{TX})

Se calcula de manera similar que la ganancia de la estación terrena de recepción para un rendimiento aproximado de 0.66 % y la frecuencia de enlace ascendente.

$$G_{TX} = 10 \times \log(\eta \times (\pi \times D / \lambda)^2) \quad \text{dB} \quad (2.33)$$

7. Potencia en el alimentador de la antena (P_F)

Se calcula con la siguiente fórmula.

$$P_F(\text{dBW} / 4\text{KHz}) = p.i.r.e._u(\text{dBW}) - AB_4(\text{dB}) - G_{TX}(\text{dB}) \quad (2.34)$$

8. Ganancia de la antena fuera del eje a 3 grados (G_{FE})

Si la ganancia de las crestas de los lóbulos laterales de la antena no exceden de:

$$G = 32 - 25\text{Log}\theta \quad (2.35)$$

Entonces la ganancia de la antena para $\theta = 3^\circ$ se calculará reemplazando en la ecuación anterior, obteniéndose un valor de 20.1.

9. Densidad de la p.i.r.e. fuera del eje a 3 grados ($DP_{F.E.}$)

Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$DP_{F.E.}(\text{dBW} / 4\text{KHz}) = P_F(\text{dBW} / 4\text{KHz}) + G_{FE}(\text{dB}) \quad (2.36)$$

10. Límite de la p.i.r.e. fuera del eje ($\text{Lim}_{F.E.}$)

Es el límite de la p.i.r.e. fuera del eje dado por la recomendación 524-4 de la UITR.

Estaciones con satélite INTELSAT VII, banda C	Límite 20.1	dBW/4 KHz
Estaciones con satélite INTELSAT K, banda Ku	Límite 27.1	dBW/4 KHz

11. Margen

Como se mencionó anteriormente, este margen debe ser positivo para reducir al mínimo la interferencia en enlaces ascendentes de satélites adyacentes.

$$Margin = Lim_{F.E.} - DP_{F.E.} \quad (2.37)$$

H. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN EN EL HPA DE LA ESTACIÓN TERRENA

Este párrafo es para el caso poco común de que se transmita más de una portadora a través del amplificador de potencia. Para ello deben analizarse los productos de intermodulación que se generan y el usuario debe proporcionar a INTELSAT información por separado sobre como se cumplen los criterios de los módulos IESS-601 y 602.

1. ¿Se transmite más de una portadora por el HPA?

Generalmente cuando se trata de estaciones VSAT/USAT, se transmite únicamente **una** portadora por el HPA de la estación terrena, por lo que la respuesta en este punto es negativa.

I. DENSIDAD DE FLUJO DE POTENCIA EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

El propósito de este párrafo es determinar el valor máximo de la densidad de flujo de potencia en la superficie terrestre, este valor no debe exceder los límites dados por el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT (RR28 y RR29), porque puede producir interferencia en los sistemas terrestres.

1. ¿ Oscila el backoff de salida de cualquier portadora entre -9 y 0 dB ?

Cuando BOo varía entre 0 y -9 dB, aumentan las posibilidades de producir interferencias en los sistemas terrestres y es necesario completar el punto 2 de párrafo I.

2. Cálculo de la densidad de flujo de potencia en la superficie terrena

2.a p.i.r.e. por portadora en el borde del haz (p.i.r.e._d)

Este valor se calculó en el punto E.14

2.b Ángulo supuesto de llegada a la superficie terrena

Por lo general se supone un valor de **5** grados para considerar el peor caso, pero puede tomar otros valores como **10** grados por ejemplo.

2.c Diferencia hipotética entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz (dif_{pire})

Cuando se desconoce este valor, se supone una diferencia de **4 dB** para considerar las peores condiciones.

2.d Ancho de banda

Para portadoras digitales existen técnicas de dispersión de energía, pero generalmente se considera el valor del ancho de banda calculado en el punto D.5.

2.e Conversión por una banda de 4 KHz

Este valor se obtuvo en el numeral G.5.

2.f Densidad de la p.i.r.e. del enlace descendente por cada 4 KHz ($D_{p.i.r.e.d}$)

(2.38)

$$D_{p.i.r.e.d}(dBW / 4KHz) = p.i.r.e.d(dBW) + dif_{pire}(dB) - AB_4(dB)$$

2.g Pérdidas de propagación en el trayecto (L_{F5})

De la ecuación 2.15 se tiene

$$e(\text{grados}) = \tan^{-1}[(\cos B - 0.1511) / \sin B] \quad (2.15)$$

Al despejar B se obtiene una ecuación de segundo grado con una incógnita cuya solución se expresa a continuación:

$$\sin B(\text{grados}) = \frac{-0.3022 \tan^2(e) \pm \sqrt{4 \tan^2(e) + 3.908672}}{2 \tan^2(e) + 2}$$

Por ejemplo si $e = 5$ grados y aplicando la función \sin^{-1} a dicha expresión, se obtienen los siguientes valores de B.

$$B1 = 86.25^\circ$$

$$B2 = 76.56^\circ$$

De la ecuación 2.18 se tiene.

$$d = 35895 \times [1 + 0.42(1 - \cos 86.25)]^{1/2}$$

$$d = 42358.08 \text{ Km}$$

La máxima distancia se obtiene con B1

$$L_{F5}(dB) = 10 \text{Log}(4\pi \times d / \lambda)^2$$

λ = Longitud de onda del enlace descendente

d = Distancia entre la ubicación de una estación terrena con un ángulo de

elevación de 5°

Banda C ; $f_{DES} = 4 \text{ GHz}$; $L_{F5} = 197.0 \text{ dB}$

Banda Ku ; $f_{DES} = 12 \text{ GHz}$; $L_{F5} = 206.56 \text{ dB}$

Banda Ku ; $f_{DES} = 11 \text{ GHz}$; $L_{F5} = 205.8 \text{ dB}$

2.h Ganancia de la antena de 1 m^2

Es la ganancia que presenta una antena de 1 m^2 a la frecuencia del enlace descendente.

$$G_{1m^2} = 20 \log(F_D) + 21.46 \quad (2.40)$$

F_D = frecuencia del enlace descendente en GHz.

2.i Densidad máxima de flujo de potencia en superficie terrestre ($DFP_{s.t.}$)

Se debe calcular para cada tipo de portadora que figure en el plan así:

(2.41)

$$DFP_{s.t.}(dBW / m^2 / 4KHz) = Dp.i.r.e._d(dBW / 4KHz) - L_{F5}(dB) + G_{1m^2}(dB / m^2)$$

2.j Límite del reglamento de la UIT

El límite más estricto se consigue con los ángulos más bajos de llegada a la superficie de la tierra.

	BANDA DE FRECUENCIAS (GHz)	LÍMITE DE UNA BANDA CUALQUIERA DE 4 KHz (dBW/m ² /4 KHz)	ÁNGULO DE LLEGADA (GRADOS)
BANDA C (RR28 -8)	3.4 - 4.2	-152.0 -152.0 + 0.5 (β - 5) -142.0	0 < β < 5 5 < β < 25 25 < β < 90
BANDA Ku (RR28 - 9 & 10)	10.7 - 11.7	-150.0 -150.0 + 0.5 (β - 5) -140.0	0 < β < 5 5 < β < 25 25 < β < 90
BANDA Ku	11.7 - 11.95	Ninguno por el momento	
BANDA Ku (RR28 - 9 & 10)	12.5 - 12.75	-148.0 -148.0 + 0.5 (β - 5) -138.0	0 < β < 5 5 < β < 25 25 < β < 90

Tabla 2.21 LÍMITES DE LA DENSIDAD DE FLUJO DE POTENCIA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE.²⁴

Ejemplo: Límite del Reglamento = -152.0

2. k. Margen

Es un valor que se obtiene luego de comparar el valor obtenido en el punto I.i con el límite del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Si este valor es positivo indica que se ha cumplido con el límite, en caso contrario indica que el plan lo sobrepasa.

$$MARGEN = \text{Limite Reglamento} - DFP_{s,r}. \quad (2. 42)$$

J. CÁLCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL TRANSPONDEDOR

Este párrafo permite evaluar el porcentaje de recursos disponibles que se ocuparán, para lo cual se realizan los cálculos correspondientes que evalúan el flujo de potencia, p.i.r.e. y ancho de banda totales; luego se compara con los disponibles del transpondedor. Es recomendable utilizar al máximo estos recursos por el costo que estos implican.

1. Densidad de flujo de potencia total que llega al satélite

²⁴ UITR, REGLAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES, Art. RR28-9 y RR28-10

a. p.i.r.e. de transmisión de la estación terrena por portadora

Este valor se obtuvo en el numeral E.2

$$p.i.r.e.(dB) = P_{TX}(dB) + G_{TX}(dB) \quad (2.43)$$

b. Factor de actividad

A menos de que se trate de portadoras SCPC activadas por señal vocal, se considera un valor de **100 %**.

c. Número de portadoras activas

Se expresa este valor en decibelios para facilitar los cálculos.

$$N_{dB} = 10 \text{Log} N \quad (dB) \quad (2.44)$$

donde:

N = Número de portadoras activas

d. P.i.r.e. total del enlace ascendente por tipo de portadora

Es igual al valor de la p.i.r.e._u del enlace ascendente más el número de portadoras activas.

$$p.i.r.e.u_{TOT}(dBW) = p.i.r.e.u(dBW) + N_{dB} \quad (2.45)$$

e. Ventaja del diagrama de la antena para el enlace ascendente

Es el valor que se determinó en el punto E.8 ($V_U = 0$ dB).

f. Pérdidas de propagación en el trayecto

Se determinó en el punto E.3 (L_{FU}).

g. Ganancia de la antena de $1m^2$

Valor obtenido en el punto I.2.h. (G_{1m^2}), (37.0 dB i/m^2).

h. Densidad de flujo de potencia total en el satélite por tipo de portadora en el borde del haz ($DFP_{TOT/PORT}$)

Aquí se determina la densidad de flujo de potencia total que llega al satélite proveniente de estaciones terrena ubicadas al borde del haz, para considerar el peor de los casos.

(2. 46)

$$DFP_{TOT/PORT} (dBW / m^2) = p.i.r.e._u (dBW) + G_{1m^2} (dBi / m^2) - V_u (dB) - L_{FU} (dB)$$

GRAN TOTAL

i. Densidad de flujo de potencia total en el satélite en el borde del haz ($DFP_{SATEL.TOT}$)

Es la suma numérica de la $DFP_{tot/ port}$ de todos los enlaces

$$DFP_{SATEL.TOT} = 10 \times \text{Log} \left(\sum_{I=1}^K 10^{DFP_{tot/ port I/10}} \right) \text{ dBW/m}^2 \quad (2.47)$$

donde

K = número total de enlaces

$DFP_{TOT I}$ = DFP por tipo de portadora en el borde del haz para el enlace I

j. Densidad de flujo de potencia total disponible en el borde del haz

Fue calculado en el punto B.4. (DFP)

k. Margen1

Es la diferencia entre los dos puntos anteriores

$$Margen1 = DFP - DFP_{SATEL.TOT.} \quad \text{dBW/m}^2 \quad (2.48)$$

Si esta diferencia es positiva significa que el plan propuesto no excede los recursos disponibles.

2. p.i.r.e. DEL SATÉLITE TOTAL UTILIZADO

2. a. p.i.r.e. por portadora al borde del haz (p.i.r.e._d)

Este valor se determinó en el párrafo E.14.

2. b. Número de portadoras activas (N_{dB})

Este valor se obtuvo en el numeral J.1.c.

2. c. p.i.r.e. total del enlace descendente por tipo de portadora en el borde del haz (p.i.r.e._{dTOT})

$$p.i.r.e.d_{TOT}(dB) = p.i.r.e.d(dBW) + 10LogN_{dB}(dB) \quad (2.49)$$

GRAN TOTAL

2. d. p.i.r.e. total del satélite utilizado (p.i.r.e._{TOT})

$$p.i.r.e.TOT = 10Log(10^{p.i.r.ed_{TOT1}} + 10^{p.i.r.ed_{TOT2}}) \quad (2.50)$$

Con este valor se puede estimar el valor del ancho de banda requerido que debe alquilarse utilizando la ecuación 2.1. Una vez calculado el AB se compara con el valor de 100 MHz que es el mínimo que se puede alquilar para el servicio de INTELNET.

$$AB = 9MHz \times (10^{b/10} + 10^{a/10})$$

a = p.i.r.e. del satélite para 9 Mhz.

b = p.i.r.e._{TOT} tottt del satélite utilizado

2. e. p.i.r.e. total disponible en el borde del haz

Este valor se calculó en el numeral B.3.

2. f. Margen2

$$\text{Margen2} = p.i.r.e. - p.i.r.e._{TOT} \quad (2.51)$$

Este valor debe ser positivo para garantizar que la red propuesta no sobrepasa los recursos disponibles.

3. ANCHO DE BANDA ASIGNADO POR PORTADORA

3. a. Ancho de banda asignado por portadora (AB_{ASIG})

Este valor se determinó en el punto D.4.

3. b. Número de portadoras asignadas

Para nuestro caso este será 1.

3. c. Ancho de banda total por portadora ($AB_{TOT/PORT}$)

Es igual al ancho de banda por portadora multiplicado por el valor del número de portadoras.

$$AB_{TOT/PORT} = AB_{ASIG} \times N \quad (2.52)$$

GRAN TOTAL

3. d. Ancho de banda del satélite total utilizado (AB_{TOT})

Es la suma del ancho de banda total de todas las portadoras que intervienen en el enlace.

$$AB_{TOT} = AB_{ASIG1} + AB_{ASIG2} + \dots \quad (2.53)$$

3. e. Ancho de banda total disponible (AB)

Este valor se determinó en el punto B.2.

3. f. Margen3

$$Margen3 = AB_{DISP} - AB_{TOT} \quad (2.54)$$

Este valor debe ser positivo para demostrar que la utilización efectiva es igual o inferior a los recursos disponibles.

K. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA ESTACIÓN TERRENA Y FECHA APROXIMADA DE INICIACIÓN DE LAS OPERACIONES CON LA CAPACIDAD ALQUILADA

Para realizar el diseño de la red es importante contar con la información de latitud y longitud de las ciudades es las cuales se va ha ubicar las estaciones VSAT, ello se muestra en la siguiente tabla.

Ciudad	Latitud	Longitud
Quito	-0.3	78.43
Guayaquil	-2.4	79.9
Cuenca	-3	79
Miami	26.13	80.17
Riobamba	-1.6	78.7
Tulcán	0.8	77.8
Ambato	-1.18	78.7
Loja	-4	79.18
Esmeraldas	0.97	79.7
Portoviejo	-1	80.37
Machala	-3.24	79.9
Pto. Baquerizo	-0.89	89.3

Tabla 2.22 CIUDADES MAS IMPORTANTES CON SU LATITUD Y LONGITUD²⁵

NOTA: El signo negativo en la latitud indica que es latitud Sur y el positivo latitud Norte.

En este punto se muestran una tabla en la que contiene: el nombre del lugar donde se ubicará la estación, se especifica si es para transmisión recepción o ambas a la vez, el tamaño de la antena, su figura de mérito G/T, su longitud y latitud geográfica y la fecha aproximada de inicio del servicio.

Para la comprobación del funcionamiento del programa NET-VSAT se utilizarán, entre otros, los diseños elaborados en la tesis de Lucía Gordillo, en la cual existen dos tipos de ejemplos; unos para trabajar con satélites INTELSAT VII e INTELSAT K, en baja velocidad (2.4 Kbps y 4.8 Kbps) y otros utilizando los mismos satélites pero trabajando en alta velocidad (32 Kbps y 128 Kbps). Esto es posible gracias a la flexibilidad que ofrece el producto AT & T Tridom (SISTEMA CLEARLINK 400), cuyas características se encuentran disponibles en los anexos.²⁶

Un ejemplo de la elaboración del Plan General de Transmisión, es el expresado en los siguientes párrafos.

²⁵ Pequeño atlas geográfico del Ecuador, Juan Morales, Guayaquil

²⁶ Lucía Gordillo, Tesis de grado

Para efectuar el diseño, primeramente hay que ingresar varios parámetros iniciales, algunos de ellos se los hará con la ayuda de un menú a criterio del diseñador y otros se obtendrán de tablas dadas por el fabricante del equipo a utilizar o por las características del satélite, como se muestra a continuación:

Nº DE ALQUILER	SVO-L2818
SATELITE:	INTELSAT - 707 en 310 ° Longitud E.
SERVICIO:	INTELNET
CAPACIDAD:	0.1 MHz
CONECTIVIDAD:	HEMI / HEMI
TRANSPONDEDOR:	12 / 12.
FRECUENCIA:	Enlace ascendente: 6 GHz Enlace descendente: 4 GHz
PASO DE GANANCIA DEL TRANSPONDEDOR:	Elevado
TIPO DE ALQUILER:	No Interrumpible
FECHA DE INICIO DEL SERVICIO:	01/01/97
DURACIÓN DEL SERVICIO:	10 años

Tabla 2.23 Características del tipo de alquiler

Luego habrá que establecer la configuración de la red sobre la cual se va a trazar este plan. Como criterio de diseño se considerará que se utilizará estaciones VSAT en todos los puntos terminales y que existe un concentrador que puede estar en Quito.

ESTACIÓN CENTRAL:	Diámetro = 7 m., (G/T = 28.49 dB/°K), Modul. =BPSK, FEC= 1/2, Vinf = 2.4 Kbps
ESTACIÓN VSAT:	Diámetro = 1.8 m., (G/T = 16.71 dB/°K), Modul. =BPSK, FEC= 1/2, Vinf = 4.8 Kbps
VENTAJA DIAGRAMA ENL. ASC.	0 dB (para considerar caso más crítico)
VENTAJA DIAGRAMA ENL. DESC.	0 dB (para considerar caso más crítico)
MARGEN ERROR ENL.ASC.	1 dB (para garantizar enlace óptimo)
MARGEN ERROR ENL. DESC.	1 dB (para garantizar enlace óptimo)
C / N	2.2 dB (calculado del equipo)
Eb / No	6.0 dB (del equipo)
BER:	10^{-8} (para Eb/No = 6 dB)

Tabla 2.24 Características de las estaciones

Las características de las estaciones dependen de los equipos que se utilicen (Ej. El producto AT & T Tridom (SISTEMA CLEARLINK 400) y de las

necesidades del usuario. Todos estos parámetros se deben ingresar desde una pantalla del programa NET-VSAT, para luego ser procesados.

Con esta información, el programa NET-VSAT elaborará el Plan de Transmisión, que se halla contenido en el Formulario B.

FORMULARIO B

PLAN GENERAL DE TRANSMISIÓN - TRANSPONEDORES ALQUILADOS O COMPRADOS

DIRIGIDO A: Gerente de la sección de Estudios de Operaciones de INTELSAT
Washington D.C. - EE.UU.

DE: EMETEL - ECUADOR

ASUNTO: Plan de transmisión propuesto para acceder a capacidad de segmento espacial de INTELSAT alquilada o comprada.

A. INFORMACIÓN GENERAL

1. País (transmisión) (recepción)	Ecuador - EE.UU. Ecuador - EE. UU.
2. Tipo de haz (Tx/Rx)	Hemisferio / Hemisferio
3. Banda de frecuencia (ascendente) (descendente)	6.0 GHz 4.0 GHz
4. Ubicación del satélite	310 ° de longitud Este
5. Serie de satélites	VII
6. Tipo de transpondedor	ALQUILADO
7. Número de transpondedor	12 / 12
8. Fecha de inicio del servicio	01/01/97
9. Duración del servicio	10 años
10. Número de SVO-L	2818

B. RECURSOS DE TRANSPONDEDOR ALQUILADO O COMPRADO (BORDE DEL HAZ)

1. Cuadro usado en el IESS-410	D2
--------------------------------	----

2. Anchura de banda	0.1	MHz
3. p.i.r.e.	-0.54	dBW
4. DFP	-122.34	dBW/m ²
5. G/T	-8.5	dB/°K
6. Paso de ganancia del transpondedor	ELEVADO	

C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA

1. Transmisión

a. Diámetro de la antena	7.0	1.8	metros
b. Número de antenas	1	43	
c. Relación axial de tensión	1.06	1.06	
d. ¿Cambio de polarización?	SI	SI	
e. ¿Variación de la frecuencia central de la portadora en AB requerido	SI	SI	
f. ¿Ajuste nivel de portadora	SI	SI	
g. Seguimiento	AUTO	MANUAL	
h. Tipo de antena	FIJA	FIJA	

2. Recepción

a. Diámetro de la antena	1.8	7.0	metros
b. Número de antenas	43	1	
c. Relación axial de tensión	1.06	1.06	
d. ¿Cambio de polarización?	SI	SI	
e. Seguimiento	AUTO	MANUAL	
f. Tipo de antena	FIJA	FIJA	
g. G/T para cada tamaño de antena	16.71	28.49	dB/°K
h. Fórmula de envolvente lateral	32-25log θ	32-25log θ	
i. Ganancia máxima de la antena	35.74	47.53	dB

D. CARACTERÍSTICAS DE LA PORTADORA

1. Tipo de portadora	DIGITAL	DIGITAL	
2. Enlace e.t. - e.t.	7 - 1.8	1.8 - 7	
3. Técnica de modulación	BPSK	BPSK	
4. AB asignado por portadora	0.01344	0.00672	MHz
5. AB ocupado por portadora	0.01152	0.00576	MHz
6. Velocidad de información	4.8	2.4	Kbps
7. Velocidad de transmisión	9.6	4.8	Kbps
8. Número de canales por portadora	1	1	

9. Codificación FEC	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	
10 Bitios suplementarios (OH)	0	0	Kbps

**E. BACKOFF ENTRADA / SALIDA POR PORTADORA PARA CALCULAR
p.i.r.e. ENLACE DESCENDENTE (CIELO DESPEJADO)**

1. Ángulo de elevación	56.8	44.8	grados
2. p.i.r.e. de transmisión e. t.	35.2	26.6	dBW
3. Pérdidas enlace ascendente	199.3	199.49	dB
4. Margen errores lluvia, seguimiento, etc.	1.0	1.0	dB
5. Ganancia de antena 1m ²	37.0	37.0	dBi/m ²
6. DFP por portadora en el satélite	-126.1	-134.89	dBW/m ²
7. Dens. flujo sat. Transp. (Borde del haz)	-87.0	-87.0	dBW/m ²
8. Ventaja de diagrama enlace asc.	0.0	0.0	dB
9. Dens. flujo sat. trans. hacia e.t.	-87.0	-87.0	dBW/m ²
10. Backoff entrada por portadora	-39.1	-47.89	dB
11. Diferencia entre BOo y BOi	1.8	1.8	dB
12. Backoff de salida por portadora	-37.3	-46.1	dB
13. p.i.r.e. sat. transp. borde del haz	33.0	33.0	dB
14. p.i.r.e enlace desc. por portadora	-4.3	-13.1	dBW
15. Ventaja diagrama enlace desc.	0.0	0.0	
16 p.i.r.e. enlace hacia e.t. más pequeña	-4.3	-13.1	dB

**F. CÓMPUTOS DEL ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES
DEGRADADAS)**

1. C/T del enlace ascendente, por portadora

a. p.i.r.e. por portadora	35.2	26.6	dBW
b. Perdidas de propagación	199.33	199.49	dB
c. G/T del satélite (borde del haz)	-8.5	-8.5	dB/°K
d. Vent. Diagrama del enlace ascendente	0.0	-8.5	dB
e. Margen errores lluvia, seguimiento, etc.	1.0	1.0	dB
f. C/T enlace ascendente	-173.6	-182.4	dBW/°K

2. C/T de intermodulación HPA de la estación terrena

a. Límite IM HPA hacia e.t.	21.0	21.0	dBW/4KHz
b. Límite IM HPA C/T por portadora	-177.38	-186.0	dBW/°K

3. C/T de intermodulación TWT del satélite, por portadora

a. Límite IM TWT borde haz por portadora	-37.0	-37.0	dBW/4KHz
b. C/T IM TWT por portadora	-159.88	-168.7	dBW/°K

4. C/T de enlace descendente por portadora

a. Ángulo de elevación	44.75	56.82	grados
b. p.i.r.e. enlace descendente	-4.3	-13.1	dBW
c. Pérdidas de propagación	195.97	195.79	dB
d. G/T e.t. más pequeña	16.7	28.5	dB/°K
e. Margen de errores lluvia, seguim., etc.	1.0	1.0	dB
f. C/T enlace descendente	-184.57	-181.39	dBW/°K

5. C/T de interferencia de cocanal, total

a. C/I interferencia de cocanal total	17.0	17.0	dB
b. C/T interferencia cocanal total	-170.9	-173.99	dBW/°K

6. C/T, C/N y BER totales

a. C/T total por portadora	-185.76	-188.66	dBW/°K
b. Constante de Boltzman	-228.6	-228.6	dBW/°K- Hz
c. AB ruido receptor	40.6	37.6	dB - Hz
d. C/N total	2.24	2.3	dB
e. BER	<1E -8	<1 E -8	

G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE

1. Tipo de portadora	DIGITAL	DIGITAL	
2. Diámetro antena e.t. de transmisión	7.0	1.8	metros
3. p.i.r.e. enlace asc por portadora	35.2	26.6	dBW
4. AB ocupado	0.01152	0.00576	MHz
5. Conv. AB a 40 ó 4KHz	4.593	1.583	dB
6. Ganancia máx. ant. e.t. transmisión	51.0	39.2	dB _i
7. Potencia en alimentación de antena	-20.4	-14.2	dBW
8. Ganancia antena fuera eje a 3°	20.1	20.1	dBW/4KHz
9. Densidad p.i.r.e. fuera eje a 3°	-0.3	5.9	dBW/4KHz
10. Límite de la p.i.r.e. fuera del eje	20.1	20.1	dBW/4KHz
11. Margen	20.4	14.2	dB

H. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LOS PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN EN EL HPA DE LA ESTACIÓN TERRENA

Para nuestro caso, se transmite una sola portadora a través del HPA de la estación terrena, por lo tanto no se generarán productos de intermodulación.

I. DENSIDAD MÁXIMA DE FLUJO DE POTENCIA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE

a. p.i.r.e por portadora en el borde del haz	-4.3	13.1	dBW
b. Ángulo supuesto de llegada a sup. terrena	5.0	5.0	grados
c. Diferencia hipotética entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz	4.0	4.0	dB
d. AB ocupado	0.01152	0.00576	MHz
e. Conversión a 4 KHz	4.6	1.6	dB
f. Densi. p.i.r.e. de enlace desc. / 4kHz	-4.9	-10.7	dBW/4KHz
g. Pérdidas en el trayecto	-197.0	-197.0	dB
h. Ganancia antena de 1m ²	33.5	33.5	dBi/m ²
i. DFP en superficie terrena	-168.4	-174.2	dBW/m ² /4KHz
j. Límite de UIT-R	152.0	-152.0	dBW/m ² /4KHz
k. Margen	16.4	22.2	dB

J. CÁLCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL TRANSPONDEDOR

1. Densidad de flujo de potencia total en el satélite

a. p.i.r.e. trasm. e.t. por portadora	35.2	26.6	dBW
b. Factor de actividad	100 %	100 %	
c. Número de portadoras activas	0.0	0.0	
d. p.i.r.e total enla. asc. por tipo de porta.	35.2	26.6	dBW
e. Ventaja de diagra. enlace ascendente	0.0	0.0	
f. Pérdida de trayecto	199.3	199.49	db
g. Ganancia de antena de 1m ²	37.0	37.0	dBi/m ²
h. DFP total en el satélite por tipo de portadora en el borde del haz	-127.1	-135.89	dBi/m ²

GRAN TOTAL

i. DFP total en el satélite(borde del haz)	-126.56		dBW/m ²
j. DFP total disponible del satélite	-122.34		dBW/m ²
k. Margen	4.22		dB

2. p.i.r.e. del satélite total utilizado

a. p.i.r.e. por porta. del borde del haz	-4.3	-13.1	dBW/m ²
b. Número de portadoras activas	0.0	0.0	
c. p.i.r.e. total de enlace desc. por tipo de portadora en el borde del haz	-4.3	-13.1	dBW

GRAN TOTAL

d. p.i.r.e. total del satélite utilizado	-3.76		dBW
e. p.i.r.e. total disponible del satélite	-0.54		dBW
f. Margen	3.22		dBW

3. Ancho de banda total utilizado del satélite

a. AB asignado por portadora	0.01344	0.00672	MHz
b. Número de portadoras asignadas	1.0	1.0	
c. AB total por tipo de portadora	0.01344	0.00672	MHz

GRAN TOTAL

d. AB satélite total utilizado	0.02		MHz
e. AB total disponible	0.1		MHz
f. Margen	0.08		MHz

K. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA ESTACIÓN TERRENA Y FECHA APROXIMADA DE INICIACIÓN DE LAS OPERACIONES CON LA CAPACIDAD ALQUILADA

ESTACIÓN	TX, Rx ó AMBAS	DIMENSIÓN N (metros)	G/T (dB/°K)	LONG. ESTE (°/ M/S)	LAT. NORTE (°/ M/S)	F. INI. OPER (MES/AÑO)
Cent. Quito	ambas	7.0	28.49	281/34/00	359/42/00	Enero 1997
VSAT Quito	ambas	1.8	16.71	281/34/00	359/42/00	Enero 1997
VSAT GYE	ambas	1.8	16.71	280/6/00	357/36/00	Enero 1997
VSAT CU	ambas	1.8	16.71	281/00/00	357/00/00	Enero 1997
VSAT MI	ambas	1.8	16.71	279/49/00	26/07/48	Enero 1997

CAPITULO 3

CONSIDERACIONES SOBRE LA APLICACIÓN NET-VSAT

3.1 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN NET-VSAT.

Antes de decidir cuales van ha ser las herramientas necesarias para realizar el diseño del programa NET-VSAT, se dará una ligera explicación de lo que se pretende construir durante el desarrollo de la presente Tesis.

NET-VSAT es una aplicación de *software* cuyo propósito es el de realizar el diseño de una red de estaciones VSAT o analizar una ya existente mediante la elaboración del plan de transmisión contenido en el Formulario B de INTELSAT, esto se realiza en base a ciertos parámetros técnicos definidos para cada tipo de aplicación, logrando obtener de esta manera una estructura final, es decir, tamaño de las antenas, configuración de la red, potencia de los transmisores, satélite a utilizar, ubicación de las estaciones y costos totales para la implementación de la red, entregando por lo tanto al usuario los mejores resultados para que éste pueda decidir sobre la puesta en marcha del proyecto o también para ver si existe la posibilidad de optimizar uno ya existente.

3.1.1 APLICACIÓN.

Aquí se trata sobre la aplicación o uso que se dará a la red de comunicaciones digitales. Esta definición se requiere ya que cada aplicación tiene distintos parámetros a conjugar, aunque todas impliquen transmisión digital. La aplicación puede influir inclusive en parámetros tales como el tamaño de la antena o la potencia de transmisión, etc.

3.1.2 ESTACIONES TERRENAS.

Aquí se utilizan la información anteriormente mencionada, con el fin de configurar la red, es decir las estaciones que formarán parte de ella, el número total de estaciones y principalmente lo que se refiere a la longitud y latitud de la estación central y de la estación más alejada, que son los datos más críticos en el momento de diseñar una red.

3.1.3 PARÁMETROS DEL ENLACE.

Se ingresan los parámetros comunes a todo enlace de comunicaciones vía satélite, como son las frecuencias utilizadas, las pérdidas de potencia tanto en el equipo, como durante la propagación de la señal, etc., así como las distintas técnicas de acceso al satélite.

3.1.4 COSTOS.

El programa incluye una lista de parámetros económicos a considerar en una aplicación de este tipo de sistema de comunicaciones. Esto se hace con el fin de dar al usuario una idea aproximada de los costos asociados a la implementación de un sistema como el aquí descrito; también se desglosa en costos por etapas de enlace.

Con lo explicado anteriormente, se desprende que la pantalla principal del programa NET-VSAT, deberá contener varias secciones, en cada una de ellas el usuario tendrá que realizar acciones tales como: fijar la velocidad de transmisión, tamaño de las antenas, configuración de la red, características de los equipos, satélite a utilizar, etc., los mismos que serán función de las necesidades y recursos del usuario. Estos parámetros, serán procesados por el programa, con el

fin de obtener todos los datos que se requiere tenga el Formulario B, es decir será necesario contar por lo tanto con varias pantallas a manera de submenús; esto trae como consecuencia de que el lenguaje de programación en el que se quiere desarrollar el programa NET-VSAT tenga la posibilidad de manejar submenús, que trabaje en un ambiente de gráficos puesto que se requiere ubicar comandos en cualquier parte de la pantalla y además que pueda manejar una base de datos no muy grande, para que manipule las tablas de parámetros técnicos dadas por INTELSAT. Un lenguaje de programación como *Microsoft Visual Basic 3.0*, cumple fácilmente con todos estos requerimientos.

3.2 REQUISITOS DE LA APLICACIÓN NET-VSAT.

Para el desarrollo de aplicación NET-VSAT hay que cumplir con ciertos requisitos de aspecto técnico, los cuales nos permitirán desarrollar adecuadamente el trabajo que nos hemos propuesto. Para ello se establecerán ciertas consideraciones tanto del *Software* como del *Hardware* del computador, las mismas que se explicarán más adelante.

3.2.1 CONSIDERACIONES DEL SOFTWARE.

En base a lo mencionado anteriormente y en virtud del gran desarrollo que han tenido en la actualidad los computadores personales, se ha decidido que la elaboración del programa objetivo de esta Tesis se lo realice utilizando un computador personal cuyas características del software instalado se detallan en los siguientes párrafos.

El computador deberá tener instalado sistema operativo DOS 6.22 y *Windows 3.1* o superior como *software* básico.

Para el desarrollo y diseño de aplicaciones utilizará el paquete llamado *Visual Basic* versión 3.0 el cual es una versión mejorada del *QBASIC* tradicional, pero

con la particularidad de que el primero añade sentencias gráficas de fácil uso, potentes funciones matemáticas, funciones de manipulación de texto, sofisticadas posibilidades de gestión y manipulación de archivos de base de datos, etc. También se pueden diseñar dichas funciones para que respondan a la ocurrencia de sucesos o eventos tales como el movimiento o pulsación de las teclas de un "ratón" (*mouse*). Todas estas ventajas dan como resultado de que en una aplicación desarrollada bajo *Visual Basic*, sea de fácil utilización para el usuario, que el ingreso de datos y la presentación de resultados sea muy amigable, debido al uso de: ventanas, iconos, botones, imágenes y hasta dibujos para cumplir con este objetivo.

Normalmente, todas las aplicaciones que corren bajo *Windows*, tienen un archivo de ayuda en línea, que permite al usuario realizar cualquier consulta que sea necesaria sobre la utilización de tal aplicación. Esta ayuda es de mucha utilidad pues, en la mayoría de los casos es lo suficientemente completa como para que el usuario no requiera de documentación adicional que le ayude a comprender el funcionamiento de la misma. Para la elaboración del archivo de ayuda del programa NET-VSAT se utilizará el paquete llamado *Visual Help Pro Versión 3.0b*. Hay que señalar también que como *Visual Basic* corre bajo el sistema operativo *Windows* y debido a que la captura de imágenes y la elaboración de dibujos de este tipo van a ser muy frecuentes en la elaboración de esta Tesis, se ha decidido documentar este trabajo utilizando el procesador de texto *Word* versión 6.0, que se halla incluido dentro de *Microsoft Office* versión 4.2, el cual también contiene otras utilidades como la hoja de cálculo *Excel 5.0*, *Power Point*, *E-Mail*, etc.

En resumen, para desarrollar este trabajo de investigación, se utilizarán varios paquetes de *software* que son: *DOS* y *Microsoft Windows* para el manejo de los recursos del computador, *Microsoft Visual Basic 3.0* para la elaboración del *software* de la aplicación, *Visual Help Pro 3.0b* como compilador de ayudas, *Microsoft Office 4.2* para documentar y elaborar gráficos, esto trae como consecuencia, que el equipo con el cual se vaya a trabajar tenga que ser lo

suficientemente poderoso como para que puedan correr varios de estos paquetes simultáneamente, con la rapidez necesaria de tal manera que el desarrollo sea más ágil y no se desperdicie tiempo innecesariamente en procesos internos del computador como por ejemplo al arrancar el mismo, al ejecutar uno o varios programa simultáneamente, al manejar aplicaciones gráficas, etc.

El costo aproximado para implementación de todos los recursos lógicos explicados en los párrafos anteriores se pueden visualizar en la tabla 3.1. Estos parámetros son necesarios mencionar por cuanto, ellos también influyen en los costos de este trabajo de investigación.

Recurso	Valor(US \$)
<i>DOS</i>	47
<i>Microsoft Windows 3.11</i>	49
<i>Microsoft Office 4.2</i>	428
<i>Microsoft Visual Basic 3.0</i>	450
<i>Microsoft Visual Help Pro</i>	80
TOTAL	1.054

Tabla 3.1 Costos de los recursos lógicos²⁷

Cabe indicar por ejemplo que el *Microsoft Office* consta de varias partes, algunas de las cuales como el *Excel*, funciones de red, no se las utilizará para el desarrollo de esta Tesis, por lo tanto se, podría considerar como una disminución del costo en este rubro.

3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE VISUAL BASIC 3.0.

Como *Visual Basic* es la herramienta fundamental que se utilizará para el desarrollo de esta Tesis, se dará una breve explicación de sus características más importantes.

²⁷ Revista PC - MAGAZINE Nov. 1995

El paquete *Microsoft Visual Basic 3.0* es una herramienta extremadamente poderosa para crear aplicaciones que corran en el sistema operativo *Microsoft Windows*. *Visual Basic 3.0*, permite crear atractivas y útiles aplicaciones que explotan completamente el interface gráfico de usuario. Posee además la capacidad de que el usuario pueda desarrollar sus aplicaciones usando una programación del tipo estructurada.

Visual Basic hace al usuario más productivo proveyéndole las herramientas necesarias para el desarrollo de diferentes aplicaciones utilizando el interface gráfico. Permite crear el interface gráfico de usuario para su aplicación dibujando objetos en una forma gráfica. Fija las propiedades de estos objetos para redefinir su apariencia y comportamiento. Luego hace el interface de usuario escribiendo los códigos que respondan a los eventos a ocurrir en dicho interface.

Con la ayuda de *Visual Basic* se puede crear programas poderosos que usen todas las características del *Windows*, incluyendo interfaces con múltiples documentos (MDI), objetos traídos desde graficadores (OLE), intercambio dinámico de datos (DDE), gráficos y mucho más. Además *Visual Basic* puede ser extendido añadiendo controles al programa y el uso dinámico de librerías (DDLs). Después de finalizada su aplicación se tendrá un archivo .EXE, al ejecutar este, utiliza un (DLL) que puede ser libremente distribuido²⁸.

El primer paso para desarrollar una aplicación en *Visual Basic* es planear la interface con el usuario, es decir lo que este va a mirar cuando se utilice una aplicación y cuales son las acciones a las que el programa va a responder, los menús que se utilizará, ubicación de los botones, los lugares donde introducir texto, etc. Esta primera fase es de absoluta creatividad del diseñador y se llama fase de diseño, porque en ella se dibuja literalmente la interfaz de usuario.

Un segundo paso es fijar las propiedades de todos y cada uno de los elementos existentes en el interface. Hasta aquí solo se han realizado las acciones necesarias para visualizar mejor la aplicación.

²⁸ Microsoft Visual Basic, Programmer's Guide, 1993

El último paso es en donde se realiza el proceso de programación de la aplicación y es aquel en el que se escribe el código para cada uno de los eventos o sucesos a los que el programa debe responder.

Los programas en los lenguajes convencionales se ejecutan de arriba hacia abajo, es decir la ejecución comienza en la primera línea y se desplaza de acuerdo al flujo del programa a las distintas partes según se necesite. Un programa desarrollado en *Visual Basic* trabaja de una manera diferente esto es, el núcleo de un programa es el conjunto de diferentes partes de código que son activadas por, y que solo responden a, los sucesos que se les ha indicado que reconozcan. Es decir el control del programa lo tiene el usuario. La mayor parte del código le indica al programa que hacer ante un determinado suceso, como el "click" del ratón, la presión de una tecla, el desbordamiento de un tiempo, etc.

En resumen se deben seguir los siguientes pasos para desarrollar una aplicación:²⁹

1. Diseñar la ventana que va a mirar el usuario
2. Fijar las propiedades de los controles
3. Decidir los sucesos que deben reconocer los controles
4. Escribir el código de cada uno de los sucesos.

Al ejecutar una aplicación sucede lo siguiente:³⁰

1. *Visual Basic* supervisa las ventanas y los controles de cada una de ellas para todos los sucesos que cada control puede reconocer (movimientos de ratón, clics, pulsaciones de teclas y demás).
2. Cuando reconoce un suceso, examina la aplicación para comprobar si se ha escrito un procedimiento para ese suceso.
3. Si se ha escrito un procedimiento de suceso, *Visual Basic* ejecuta el código del procedimiento y vuelve al paso número 1.

²⁹ Gary Cornell, Manual de Visual Basic 3 para Windows, 1994

³⁰ Gary Cornell, Manual de Visual Basic 3 para Windows, 1994

4. Si no hay escrito un procedimiento de suceso, *Visual Basic* espera el siguiente suceso y vuelve al paso número 1 (no hace nada).

Este procedimiento se repite continuamente hasta que se finaliza la aplicación. Normalmente un suceso debe ocurrir para que *Visual Basic* haga algo. Los programas controlados por sucesos son más reactivos que activos, lo que hace que sea amigable con el usuario.

ARRANCAR CON VISUAL BASIC

Para ejecutar *Visual Basic* previamente instalado en un disco duro se lo hace haciendo doble "click" en el icono respectivo; después de realizar esto se mostrarán varias ventanas y menús que serán los mostrados en la figura 3.1.

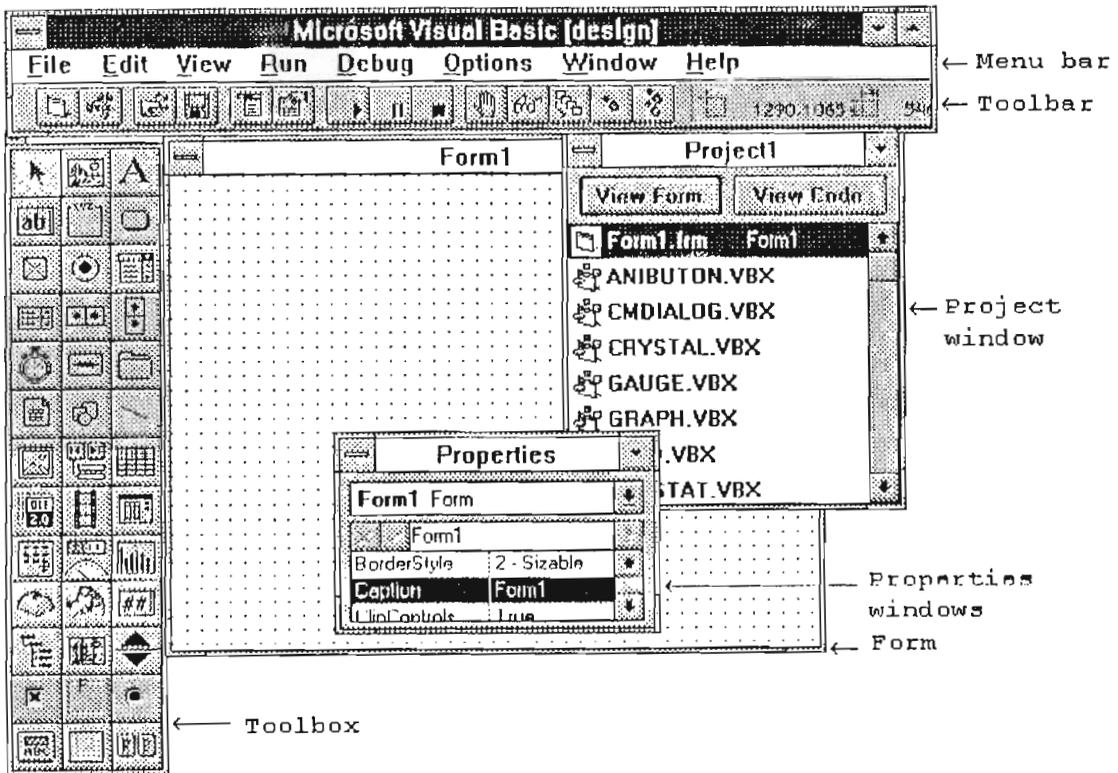


Figura 3.1 Ventanas de *Microsoft Visual Basic 3.0*

De esta manera ya se puede empezar a trabajar con este lenguaje de programación.

Las ventanas de las cuales consta *Microsoft Visual Basic* son:

- La barra de herramientas (*Toolbar*)
- La barra de menú (*Menu Bar*)
- La caja de herramientas (*Toolbox*)
- La ventana del proyecto (*Project Window*)
- La ventana de las propiedades (*Properties Window*)
- La forma o formulario (*Form*)

La ventana formulario es personalizable junto a objetos como botones de órdenes, que se pueden añadir a un proyecto, en esta ventana es donde propiamente se realiza el diseño de la aplicación, usando las propiedades, funciones de las otras ventanas y escribiendo el código correspondiente para cada uno de los eventos de los que consta la aplicación.

3.2.2 CONSIDERACIONES DEL *HARDWARE*.

Los paquetes de *software* que más le cargan de trabajo y consumen recursos a la CPU de un computador son: el *Microsoft Office* y el *Microsoft Visual Basic*, por lo tanto el rendimiento de estas dos aplicaciones es básicamente lo que determina las características mínimas necesarias del equipo que se debe utilizar para desarrollar y correr la aplicación motivo de esta Tesis.

Microsoft Office puede correr en un equipo con procesador 80286, o superior, pero al utilizarlo en el primero, cualquier trabajo que se realice en este, se vuelve muy lento y tedioso, por lo tanto es recomendable trabajar como mínimo en un computador con procesador 80486 y 4 MB. de RAM.

Visual Basic corre en un sistema que tenga al menos las siguientes características:³¹

³¹ Microsoft Visual Basic Versión 3.0, Programmer's Guide, 1993

- Cualquier computador IBM compatible con un procesador 80286 o superior.
- 13 MB. libres en disco duro, (3,5 MB. mínimo)
- Una disquetera de 3½ o 5¼
- Un monitor EGA, VGA, 8514, Hércules o cualquier compatible
- 1 MB. de memoria RAM (preferible 4 MB.)
- Un ratón
- *Microsoft MS-DOS* 3.1 ó superior
- *Windows* versión 3.0 ó superior

De igual manera que el *Office*, el *Visual Basic* al correrlo en un equipo 80286, cualquier trabajo que se realiza en este se vuelve sumamente lento, por lo tanto es preferible hacerlo correr en un equipo que sea al menos 486 DX2 con 4 MB. de RAM.

Considerando todo lo dicho anteriormente y teniendo en cuenta algunos aspectos como el que la aplicación trabajará en un ambiente de gráficos, que es lo que más consume recursos de memoria y que también se utilizará gran cantidad de variables globales en el programa, se ha decidido que el equipo en el cual se desarrollará esta Tesis tenga las siguientes características:

- Procesador 486 DX2 Cyrix de 80 MHz. de velocidad.
- 240 MB. de capacidad de almacenamiento en disco duro
- Dos unidades de disco flexible: una de 3½ - 1,44 MB. y una de 5¼ - 1,2 MB.
- Un monitor Super VGA, de 800 x 600 pixeles de resolución y 256 colores.
- 12 MB. de memoria RAM
- Un ratón
- MS-DOS versión 6.22

Una vez terminada la aplicación se recomienda hacerla correr por lo menos en un equipo con procesador 486 DX2 de 50 Mhz, que tenga al menos 1 MB de espacio libre en disco duro para poder almacenar los proyectos necesarios y con un mínimo de memoria RAM de 8 MB, para que sea lo suficientemente rápido la ejecución de la aplicación.

El costo de implementación de los recursos físicos con los que se trabajará, se muestran en la tabla 3.2. De igual manera que en los recursos lógicos, estos serán necesario considerar porque también son costos de la investigación.

Recurso	Costo (US \$)
CPU 486 80 MHz Cyrix	230
2 HDD de 120 MB	200
1 FDD 3½ - 1,44 MB	30
1 FDD 5¼ - 1,2 MB.	42
Monitor Super VGA 14"	255
8 MB de RAM	292
1 Ratón	9
TOTAL	1058

Tabla 3.2 Costos de los recursos físicos³²

3.3 RESULTADOS A OBTENER.

El objetivo principal del programa NET-VSAT es la obtención del plan de transmisión de la red a diseñarse, contenido en el Formulario B, el cual hay que presentarlo a INTELSAT para su aprobación. Una muestra de este Formulario se presenta en la sección 2.6.

Adicionalmente al Formulario B, el programa NET-VSAT también nos puede proporcionar gran cantidad de información en lo que se refiere a costos de implementación, es decir: la tarifa del segmento espacial que hay que pagar a INTELSAT, el costo del segmento terreno para montar las estaciones con sus respectivos equipos, las tasas de autorización y las tarifas mensuales por uso de la frecuencia que hay que pagar a EMETEL. En base a estos datos se obtendrá una planilla de costos la misma que permitirá al usuario poder decidir sobre la puesta en marcha de la red diseñada.

³² CompuBodega, Lista de precios, septiembre de 1995

CAPITULO 4

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

4.1 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN NET-VSAT.

La figura 4.1 muestra una estructura típica de una red VSAT bidireccional con estaciones remotas para transmisión recepción y una estación maestra que controla el flujo de información de la red. El diseño del programa NET-VSAT se ha realizado pensando especialmente para aplicaciones de redes de datos multipuntos mediante el uso de una Estación Terrena Central (ETC.) y unos cientos de estaciones terminales (VSAT).

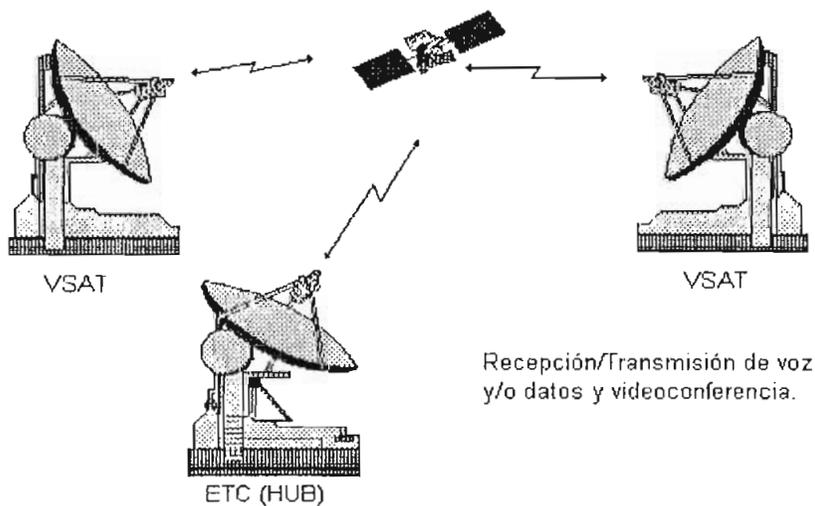


Figura 4.1 Estructura general de una red VSAT

La arquitectura de la red se define de acuerdo a la aplicación, tráfico y localización de los usuarios. La red puede contener el sistema de control y monitoreo centralizado o distribuido.

La figura 4.2 muestra un diagrama de bloques, el cual expresa como se ha concebido el programa NET-VSAT, es decir su origen, las herramientas a utilizar y la obtención de los resultados requeridos.

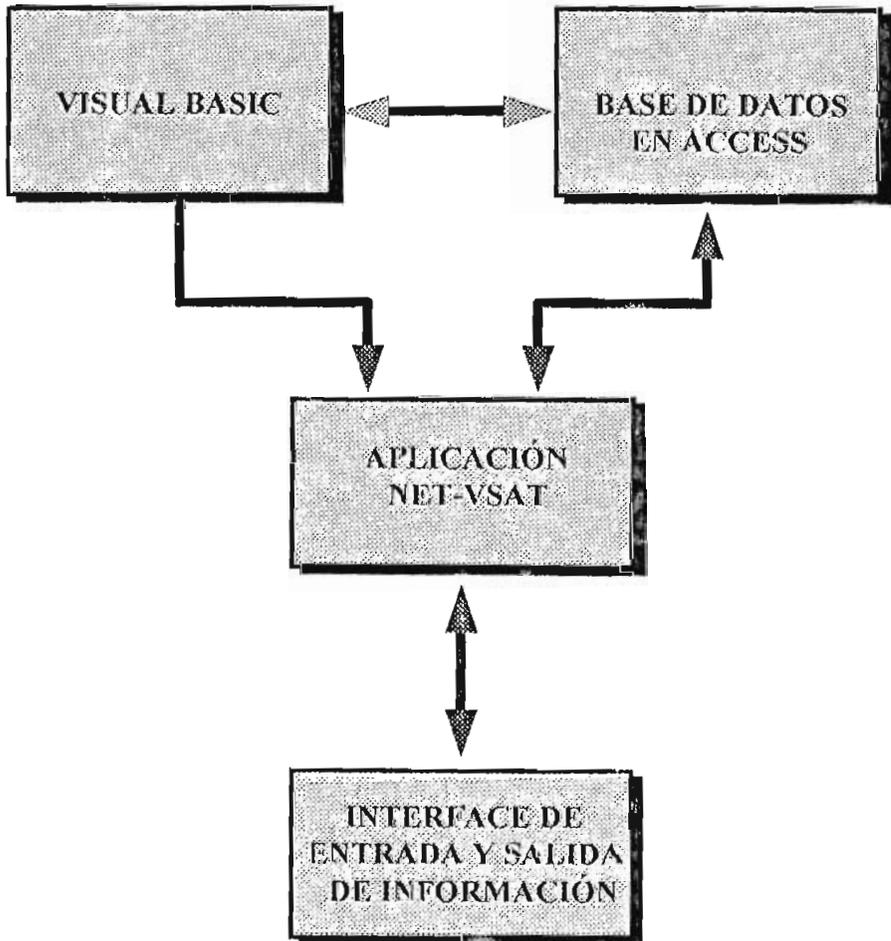


Figura 4.2 Arquitectura de la aplicación NET-VSAT.

En la implementación del programa NET-VSAT se utiliza un archivo de datos con los nombres de las principales ciudades del Ecuador y sus datos geográficos particulares como son: su latitud y su longitud. También se introdujeron los valores técnicos específicos de cada localidad con respecto al satélite INTELSAT, como por ejemplo: G/T, p.i.r.e., etc. Con estos datos se puede establecer los enlaces entre todas y cada una de las ciudades y además podemos utilizar a cada una

como estación central o remota. Esto significa que no necesariamente se debe tener un sistema centralizado en Quito, sino también en cualquiera de las demás ciudades restantes. Dentro del programa, en cualquier momento se puede alterar la información respecto a la configuración de la red, sin que esto sea una dificultad para el usuario.



Figura 4.3 Estructura del programa NET-VSAT

Otra característica de este programa NET-VSAT es que está estructurado de una manera que se presenta en forma accesible e interactiva con el usuario, haciéndolo fácil y agradable su manejo. Para lograr esto se utiliza un sistema de

“portadas” o “menús” interactivos, donde se pueden tomar o alterar datos sobre el sistema.

En resumen, NET-VSAT es un programa cuyo propósito es el de realizar el diseño de una red nueva o analizar una red ya existente, proporcionando una estructura final de la misma, para ver si ella satisface las necesidades y requerimientos del usuario.

En base a las consideraciones hechas anteriormente, para que el programa NET-VSAT cumpla con lo planteado, se ha decidido que la forma principal desde donde se arrancará para la obtención del plan de transmisión, es una como la mostrada en la figura 4.3, la misma que contienen varias secciones cuya utilidad y función se explicarán posteriormente.

4.2 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS.

Como se indicó en el diagrama de la figura 4.2, la aplicación puede manejar archivos de base de datos los mismos que son útiles para almacenar gran cantidad de información como por ejemplo: ciudades, latitudes, longitudes, costos de segmento terreno, segmento espacial y algunos parámetros técnicos que podrían utilizarse en el momento de diseñar la red.

Se ha decido utilizar una base datos en nuestra aplicación por dos razones: con el fin de hacerlo modular al programa para conseguir con ello una mayor flexibilidad y versatilidad, pensando en las variaciones que se pudieran presentar en el futuro al realizar el diseño de la red y además para no consumir mucho recurso de memoria RAM al cargar la aplicación. Si no se utiliza una base de datos, en el momento de correr el programa, habría una serie de datos cargados en memoria, que no necesariamente se los vaya a utilizar en el diseño de la red. Entonces lo que la aplicación hace es buscar en la base de datos únicamente aquellos datos que necesita para realizar el diseño.

Las variaciones que pueden presentarse, se dan principalmente en lo que se refiere a costos de implementación, esto es el costo del segmento terreno y el del

segmento espacial, estos costos podrían variar de acuerdo a políticas de INTELSAT ó al apareamiento en el mercado de nuevos equipos de transmisión para las estaciones VSAT. Otras variaciones, pero en menor escala, podrían presentarse en ciertos parámetros técnicos del satélite tales como la p.i.r.e., la misma que depende de la ubicación y estado de los equipos de transmisión en el satélite. Entonces para realizar cualquier cambio que se quiera en estos parámetros se lo hace en la base de datos y no en el código del programa.

Nuestra aplicación utilizará dos archivos de base de datos, el uno llamado `pire.mdb` y el otro `costos.mdb`, cada uno de los cuales contienen sus respectivas tablas de datos las mismas que se han clasificado en uno o en otro archivo de acuerdo a la naturaleza de los datos que se almacenarán en ellas.

El archivo de base de datos llamado **“pire.mdb”**, contiene varias tablas en donde se encuentran los parámetros técnicos del satélite, información de las ciudades del Ecuador y algunas del exterior con su respectiva latitud y longitud. Las tablas utilizadas en la base son a aquellas que se las había mencionado en el capítulo 2 y cuya correspondencia se muestra a continuación.

TABLA DE LA BASE DE DATOS	NÚMERO DE TABLA DE LA SECCIÓN 2
p.i.r.e., DFP, G/T	2.10
CI-COCANAL	2.20
CIUDADES	2.22
LimTWT	2.19
pire	2.15
pireSat	2.17

Tabla 4.1 Tabla de parámetros técnicos

El archivo llamado **“Costos.mdb”**, como su nombre lo indica contiene 6 tablas en las que se almacena los diferentes rubros tanto en segmento terreno como en segmento espacial que hay que considerar para montar una estación terrena y son las siguientes: Antenas, Equipos, EstandarINT, EstandarNOINT, PreferencialINT, PreferencialNOINT. Ninguna de estas tablas guarda relación con cualquiera de las otras, es decir son tablas individuales.

La tabla Antenas contiene información de costos de antenas en función del diámetro de la misma.

La tabla Equipos muestra diferentes equipos de transmisión con su respectivo costo.

La tabla EstandarINT contiene información del costo de alquiler del satélite para una capacidad Estándar y tipo de alquiler Interrumpible en función del ancho de banda y el tiempo de duración del servicio.

La tabla EstandarNOINT contiene información del costo de alquiler del satélite para una capacidad Estándar y tipo de alquiler No Interrumpible en función del ancho de banda y del período de duración del alquiler. De manera análoga se tienen las tablas para una capacidad Preferencial y tipo de alquiler Interrumpible y No Interrumpible.

Las tablas mencionadas anteriormente se encuentran detalladas en la sección 2.5.

La forma como se creó las tablas se muestra en la siguiente correspondencia.

TABLA DE LA BASE DE DATOS	NÚMERO DE TABLA DE LA SECCIÓN 2
EstandarNOINT	2.1
PreferencialNOINT	2.2
EstandarINT	2.3
PreferencialINT	2.4
Antenas	2.5
Equipos	2.6
Modems	2.7

Tabla 4.2 Tabla de Costos

Los archivos de base de datos son construidos desde *Visual Basic*, utilizando el *Data Manager* que viene incluido dentro de este paquete. Para ello se creará una base de datos en formato *Access*, con esto ya se podrá ir creando todas y cada una de las tablas con sus respectivos campos capaces de almacenar toda la información contenida en las tablas 4.1 y 4.2. Finalmente, una vez que ya se han creado y editado todas las tablas mencionadas, hay que salir del *Data Manager* y cerrar la base de datos abierta, para que ésta pueda ser utilizada en cualquier

instante que la aplicación lo requiera. Toda modificación que se desee hacer en una tabla se la hace usando el *Data Manager*. Solamente las tablas del archivo **costos** se pueden modificar desde la aplicación. Los nombres de los archivos de base de datos hay que tener muy en cuenta para el momento de elaborar el disquete de instalación del programa NET-VSAT, ya que ellos se deberán incluir en el mismo.

4.3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.

Una vez realizadas las consideraciones mencionadas en los literales anteriores se procederá al desarrollo de la aplicación NET-VSAT.

Como el propósito de este programa es obtener el plan de transmisión contenido en el Formulario B de INTELSAT. Tomando como referencia los planes de transmisión elaborados en la tesis de Lucía Gordillo, se establece que primeramente hay que determinar los parámetros de entrada que debe recibir este programa para que pueda cumplir con su labor. La figura 4.3 muestra las secciones del Menú Principal del programa NET-VSAT, que nos permitirán el ingreso de dichos parámetros.

Haciendo un análisis de estos, se determinó que los parámetros técnicos necesarios que se deben ingresar como entrada se los puede dividir en dos grandes grupos. El primer grupo, son los que se refieren a las características que definen la red, algunos de las cuales dependen de las características técnicas de los equipos y se los fijarán en las secciones Aplicación y Estaciones Terrenas como se explica en los siguientes párrafos. El segundo grupo, son los que definen el alquiler del satélite y se los fija en la sección del programa llamada Parámetros del Enlace.

Existen otros parámetros de entrada, que son los relacionados con los costos de implementación, los cuales no influyen en el diseño técnico de la red, sino que se los considerará cuando ya se requiera efectuar la implementación física de la red.

4.3.1 APLICACIÓN

En esta sección se define cual va ha ser el uso que se dará a la red diseñada, es decir: datos, audio (voz o música) y video. Esto se hace, ya que si bien es cierto todas las aplicaciones son digitales, pero por ejemplo para una transmisión de video, generalmente se requiere de mayor ancho de banda del canal de transmisión, que para una transmisión de voz. En esta sección, además se define la velocidad de información del canal, el número de portadoras activas y el número de canales por portadora. La velocidad total de información del canal, se obtiene multiplicando el valor de la velocidad de la información del canal, fijada en esta pantalla, por el número de canales por portadora, con este valor se trabajará para efectuar los cálculos del balance de enlace.

4.3.2 ESTACIONES TERRENAS

Configuración de la red, aquí se determinará si la red es de tipo malla o estrella, la ubicación de la estación central y de la estación más alejada en coordenadas de latitud y longitud y el país donde están ubicadas.

Estación Central, aquí se definirán varios parámetros como son: el diámetro de la antena y por ende el valor de la figura de mérito G/T, número de antenas a utilizar, tipo de antena fija o móvil, tipo de seguimiento manual o automático, técnica de modulación BPSK o QPSK, tipo de portadora digital o analógica, cambio de polarización Si o No, variación de la frecuencia central Si o No, ajuste nivel de portadora Si o No, velocidad del canal de información en Kbps, tipo de codificación FEC que depende del fabricante de los transreceptores y de la técnica de modulación adoptada.

Esta opción permanecerá deshabilitada cuando la configuración de la red sea tipo malla, porque para este caso desaparece el concepto de estación central.

Estación VSAT, aquí se definirán los parámetros correspondientes a la estación VSAT y son las mismas variables utilizadas para la estación central, excepto por la

velocidad de la información del canal, la misma que se define en la sección llamada Aplicación.

4.3.3 PARÁMETROS DEL ENLACE.

Parámetros Técnicos, es la parte del programa contenida dentro de la sección de Parámetros del Enlace en la cual se definen las variables que se explican a continuación.

- **Nº de alquiler**, es proporcionado por INTELSAT.
- **Satélite**, se selecciona uno de los disponibles es decir: INTELSAT VII o K, para obtener la longitud de la ubicación geográfica del mismo.
- **Servicio**, permite avisar a INTELSAT que se utilizará el servicio INTELNET.
- **Capacidad**, es el ancho de banda en MHz propuesto antes de realizar el diseño. Este valor se ajustará si es necesario dependiendo de los resultados del balance de enlace, el cual permitirá hacer una evaluación técnica entre los recursos disponibles y los utilizados por la red.
- **Conectividad**, fija los tipos de haces disponibles del satélite que se utilizarán, tanto en enlace ascendente con el descendente, esto depende del satélite que se utilice y del área que se desea cubrir.
- **Transpondedor**, es el número del transpondedor proporcionado por INTELSAT.
- **Frecuencia**, del enlace ascendente como del descendente 6/4, 14/12, 14/11 GHz respectivamente. Es función de las necesidades de la red y del satélite a usar.
- **Ángulo supuesto de llegada**, generalmente se considera 5 grados pero se puede cambiar a 10 grados por ejemplo.
- **Over Head**, generalmente es cero pero, de acuerdo al tipo de equipo que se use, puede variar.

- **Paso de Ganancia del Transpondedor**, se puede escoger entre un valor bajo y uno elevado.
- **Tipo de Alquiler**, que puede ser Interrumpible o No - Interrumpible.
- **Tipo de Transpondedor**, alquilado o comprado.
- **Fecha de inicio del servicio**, es tentativa para el inicio de las operaciones.
- **Duración del servicio**, estimado para alquilar el servicio, 5 o 7 años.
- **Ventaja del diagrama de enlace ascendente y enlace descendente**, se fija un valor o en su defecto se considera el caso más crítico que es 0 dB, es decir que no hay ninguna ventaja.
- **Margen de enlace ascendente**, se considera generalmente el valor de 1 dB, pero se lo puede cambiar.
- **Relación señal/Ruido C/N**, dado por el fabricante.
- **Eb/No**, también proporcionado por el fabricante.

4.3.4 INGRESO DE PARÁMETROS DEL ENLACE PROPIOS DEL SATÉLITE.

Todos los parámetros descritos anteriormente son en definitiva los que definen las características básicas de la red, en base de ellos se realizará el diseño de la nueva red. Adicionalmente a estos, será necesario ingresar al programa los parámetros propios del satélite y en base a todos ellos efectuar los cálculos para el balance de enlace. Esto se puede hacer por dos métodos: el Automático y el Manual.

MÉTODO AUTOMÁTICO, se lo llama así porque el programa se encarga de fijar automáticamente los parámetros propios del satélite, ya sea buscándolos en las diferentes tablas del archivo de base de datos llamado pire.mdb o mediante decisiones que toma el programa. En base a estos valores, se efectuarán una serie de cálculos con el fin de obtener el plan de transmisión que se presentará a INTELSAT, esta función lo hará la subrutina **AUTOMATICO**, la misma que se ha

desarrollado siguiendo el resumen del plan de transmisión presentado en la sección 2.6.

Los parámetros que fijará automáticamente esta subrutina, son los que se indican a continuación.

- Potencia isotrópica radiada equivalente disponible en el satélite (p.i.r.e. disponible)
- Densidad de flujo de potencia del transpondedor (DFP)
- Figura de mérito del sistema de recepción del satélite (G/T)
- Relación Axial de tensión
- Densidad de flujo de saturación del transpondedor al borde del haz (DFP_{SAT})
- Diferencia entre Backoff de entrada y salida del transpondedor (Dif)
- p.i.r.e. de saturación del transpondedor al borde del haz ($p.i.r.e._{SAT}$)
- Límite de intermodulación del HPA hacia la estación terrena (LIM_{HPA})
- Límite máximo de densidad de p.i.r.e. de intermodulación de TWT del satélite en el borde del haz por portadora (LIM_{TWT}).
- C/I de interferencia de cocanal
- Diferencia hipotética entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz (Dif_{PIRE})
- Límite del reglamento de la UIT
- Temperatura de ruido (T)
- Límite de la p.i.r.e. fuera del eje.

MÉTODO MANUAL, Generalmente cuando se tienen redes ya diseñadas y se quiere hacer el análisis de la misma, es necesario fijar en forma manual los parámetros indicados anteriormente, esto se hace con el fin de darle más flexibilidad al programa, para ello será necesario construir un interface que nos permita ingresar estos datos manualmente y además diseñar un procedimiento que cumpla con este objetivo. El interface en mención será la pantalla denominada Ingreso Manual de Parámetros y el procedimiento se llamará **MANUAL**, el cual es similar al procedimiento AUTOMATICO, pero sin las funciones de búsqueda en la base de datos y sin el poder de decisión sobre los valores que toman estas variables.

El procedimiento AUTOMATICO o el MANUAL serán invocados al pulsar el botón CALCULAR de la pantalla denominada Informe Previo, dependiendo de lo que se haya escogido en el Menú Principal. En esta pantalla se fija el valor de la p.i.r.e. de la estación terrena, luego se hace los cálculos de enlace en forma iterativa hasta obtener un valor de p.i.r.e. tal, que nos proporcione un C/N mínimo requerido por el fabricante para poder presentar el plan de transmisión.

4.3.5 COSTOS.

Esta sección consta de 4 puntos que son: En Segmento Espacial, En Segmento Terreno, Tasas y Tarifas, y Total del Sistema.

EN SEGMENTO ESPACIAL, en este punto se presentará una tabla de tarifas del alquiler del satélite en función de la capacidad del transpondedor y del tipo de alquiler. Esto se hará con el fin de dar al usuario la posibilidad de escoger la tarifa y el tipo de servicio que le convendría contratar, de acuerdo a sus necesidades.

En la visualización de las tablas de costos se utilizará como ayuda las celdas de una grilla para colocar en cada una de ellas los datos de las tablas. Para lograr esto se usa el procedimiento **MOSTRAR_ESPACIAL_Click**.

Se puede fijar el valor del costo espacial de la red diseñada, utilizando el procedimiento **GRID_ESPACIAL_Click**, únicamente haciendo un click en la celda correspondiente. Además, a partir de este procedimiento, se podrá actualizar los valores de las tarifas en el caso de que estas hayan sufrido alteración, para ello será necesario ingresar una contraseña, que habilitará a la base de datos para que trabaje en modo de lectura y escritura.

El valor fijado en esta sección, posteriormente nos servirá para efectuar los cálculos del costo total de implementación de la red.

EN SEGMENTO TERRENO, similar al caso anterior, aquí se presentan una serie de tópicos que nos permiten ir evaluando lo que representa el costo del montaje

de las estaciones terrenas que forma parte de la red. Por razones de espacio, para lograr esto, se han utilizado dos pantallas; por un lado está la denominada Costo del Segmento Terreno, que es la que muestra los subtotales de los costos del segmento terreno utilizando varias cajas de texto y por otro lado está la pantalla llamada Tablas, a la cual se accesa desde el menú de la pantalla Costo del Segmento Terreno.

En la forma llamada Tablas, utilizando tres grillas: Grid1, Grid2, Grid3 y dos cajas de texto: Text1 y Text2, se muestra el desglose de varios de los rubros anteriores. Esta pantalla permite fijar los equipos a utilizar y sus costos así como también actualizar los valores de estos, para ello se utilizan los procedimientos **Grid1_Click**, **Grid2_Click**, **Grid3_Click**, **Text1_Click** y **Text2_Click**. Similar al caso anterior, para ejecutar la opción de actualizar los valores, hay que ingresar previamente una clave que habilite el modo de escritura en la base de datos. Los nuevos datos se ingresarán, utilizando una caja de ingreso de datos.

El valor obtenido por medio de este procedimiento, también nos servirá posteriormente, para determinar el costo total de implementación de la red.

TASAS Y TARIFAS, este punto permitirá evaluar los costos de las tasas de autorización para funcionamiento y el de las tarifas por uso de frecuencia que se tendrán que pagar a EMETEL por cada una de las estaciones terrenas. Para ello se ha utilizado varias cajas de texto con valores predeterminados, tales como los costos de las tasas y tarifas, que se han obtenido de la resolución 05-A-96 del CONARTEL, y como la duración del servicio y el número de estaciones. Todos estos valores se los puede variar libremente cuando el programa esta en ejecución.

En el caso de que estas Tasas y Tarifas puedan sufrir alguna alteración, será suficiente cambiar dicho valor en la respectiva caja y continuar con la ejecución del programa o en todo caso realizar las modificaciones desde el programa fuente de esta Tesis, pero este procedimiento sería una tarea mucho más larga.

Los valores determinados aquí, también nos servirán posteriormente para determinar el costo total del sistema.

COSTO TOTAL DEL SISTEMA, en este punto el usuario podrá visualizar lo que le costaría implementar una red VSAT y el tiempo que se tendrá que considerar para amortizar el costo de la inversión, esto se hace con el fin de poder decidir sobre la puesta en marcha del sistema. Este costo total de implementación del sistema se lo puede imprimir en una hoja de papel, utilizando una opción de la barra de menú de la pantalla **Menú Principal**.

BARRA DE MENÚ.

Adicionalmente a las cinco secciones descritas en los párrafos anteriores y para seguir con la filosofía de todas las aplicaciones que corren bajo ambiente Windows, desde la pantalla de **Menú Principal** existe una barra de menú, la cual consta de dos partes que son: **Archivo** y **Ayuda**.

El menú de Archivo, tiene cuatro opciones que son: **Abrir proyecto**, **Guardar Proyecto Como**, **Imprimir Costos del Proyecto** y **Salir**.

Al seleccionar **Abrir Proyecto**, se puede cargar en memoria los valores de los parámetros técnicos definidos para una red, que han sido almacenados en un archivo utilizando la opción **Guardar Proyecto Como...**. Esta función lo realiza la subrutina **Abrir**.

La opción **Guardar Proyecto Como**, permite almacenar en un archivo secuencial los valores de entrada que definen a una red. Esta función lo realiza la subrutina **Guardar**.

Las opciones **Abrir Proyecto** y la de **Guardar Proyecto Como**, se ejecutan utilizando las cajas de diálogos comunes, propias de *Visual Basic*, mediante las cuales se puede escoger el archivo que se va a recuperar o el archivo donde se va a guardar el proyecto, respectivamente.

Al elegir la opción Imprimir Costos del Proyecto, se da una serie de instrucciones a la impresora para que imprima en una hoja de papel, carácter por carácter, los costos de implementación de la red que fueron analizados en la sección Costos de la Pantalla Principal. Esta función lo realiza la subrutina **Imprimir_Costos**.

La opción Salir, permite abandonar la ejecución del programa NET-VSAT, previa la confirmación de una caja de mensajes.

EL MENÚ DE AYUDA, consta de dos opciones: Como usar este programa y Acerca de...

La opción, Como usar este programa, presentará una pantalla de ayuda. Esta pantalla es semejante a la mostrada en la sección de ayuda de cualquier aplicación de *Microsoft* y ha sido desarrollada utilizando el paquete llamado *Visual Help Pro*.

La opción Acerca de..., dará al usuario una información acerca de quien diseñó el programa NET-VSAT, lugar y año de fabricación, características del equipo en el que se está corriendo este programa, entre otros. Esta parte informativa es de mucha utilidad por las versiones que podrían existir del mismo y también como un control de los recursos de memoria libre del computador. La dos opciones del menú de ayuda son ejecutadas por el procedimiento llamado **Ayuda_Seleccion_Click**.

4.4 CARACTERÍSTICAS DEL INTERFACE DE ENTRADA/SALIDA.

Para explicar como trabaja el interface de entrada/salida de datos, hay que dividirlos en dos partes ya que estos se encuentran en dos procesos diferentes dentro de la aplicación.

El interface de Entrada permite ingresar a través de varias cajas de textos y otros objetos, todas las variables descritas en la sección anterior y para ello se utilizan varios subprocedimientos de la pantalla principal. Unos pocos parámetros adicionales, como la p.i.r.e. de transmisión se ingresan a través de la pantalla

Informe Previo, que es donde se va a realizar manualmente las iteraciones necesarias hasta cumplir con los requisitos técnicos de calidad de señal y recursos disponibles para el diseño de la red. Es decir se ingresará manualmente el valor de la p.i.r.e. de la estación de transmisión y en base a este se hacen los cálculos del balance de enlace para ver si se cumple con las condiciones mínimas del parámetro C/N (Portadora/Ruido).

El interface de Salida, se lo puede activar desde la pantalla Informe Previo y permite mostrar los resultados obtenidos del cálculo del balance de enlace, para ello se puede elegir entre dos opciones de destino de estos resultados, estas son: Pantalla o Impresora.

Para presentar los resultados en Pantalla, se imprime en la forma llamada Resultados, todos y cada uno de los caracteres constitutivos del plan de transmisión, es decir que al realizar esta presentación se estaría trabajando en un ambiente de gráficos. Se ha escogido esta forma de presentación y no una caja de textos, aunque la primera pueda consumir un poco más de recursos de memoria RAM, porque dentro del formulario B existen títulos y subtítulos con letra de diferente tamaño unas resaltadas y otras no, lo cual sería imposible lograrlo utilizando una caja de textos. Esta función lo realiza el procedimiento llamado **HOJA**, el cual incluye además una serie de controles para poder presentar página por página el plan de transmisión. Es necesario presentar este reporte utilizando varias páginas, porque el plan de transmisión es muy extenso y no cabe en una sola pantalla. Dos botones de comandos, uno de avanzar página (>>) y otro de retroceder página (<<) ubicados en la parte inferior de la forma, nos permiten cumplir con esta función. Cada vez que avanza una página o retrocede una, el programa limpia todo lo que se encuentre en la pantalla activa con el fin de no sobreponer los resultados de una página en otra. Al elaborar el código de esta parte del programa se tuvo que hacerlo con bastante paciencia e intentar varias opciones, hasta conseguir que el plan de transmisión, este perfectamente centrado y bien distribuido dentro de la pantalla de video.

Para enviar los resultados a una impresora, se lo ha hecho casi en forma similar que para el caso de impresión en pantalla, con la diferencia de que ahora la orden de impresión, se enviará hacia la impresora para que esta imprima todos y cada uno de los caracteres que conforman el plan de transmisión. Esta función lo realiza el procedimiento llamado **Imprimir**. Para determinar la hoja que se va a imprimir se utiliza una caja de diálogos para impresión, que viene prediseñada en *Visual Basic* dentro de un archivo llamado `CMDIALOG.VBX`, en esta caja se expresa que hoja u hojas se desea imprimir.

Cuando se utilizan cajas de diálogos comunes de *Visual Basic* es necesario tener muy en cuenta esto ya que en el momento de elaborar el disquete de instalación, se requerirá incluir en el instalador, el archivo `CMDIALOG.VBX`.

4.5 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS.

La implementación es la fase en la cual se realiza el diseño propiamente dicho de la aplicación `NET-VSAT` motivo de esta Tesis, para ello han tenido que darse varios pasos para cumplir en forma paulatina el objetivo propuesto.

Primeramente existió una **FASE DE INICIACIÓN**, en la cual se consiguieron todas herramientas necesarias para trabajar en el desarrollo de este trabajo, es decir: la adquisición del computador con las características que se mencionaron en la sección 3.2.2, la instalación de los paquetes de software indicados en la sección 3.2.1 y la obtención de la bibliografía necesaria que servirá como soporte para la elaboración del mismo.

Una vez cumplida la fase de iniciación vino una **FASE DE APRENDIZAJE**, en la cual el objetivo fue obtener unos conocimientos sólidos de las características más importantes del lenguaje de programación *Microsoft Visual Basic 3.0* que es la herramienta fundamental que se utilizará, también se tuvo que fortalecer los conocimientos sobre las telecomunicaciones satelitales que se hallan muy bien detallados en la Tesis de Lucía Gordillo, además fue necesario familiarizarse con

el procesador de texto *Word 6.0 a* y algunos de los accesorios de *Windows*, como por ejemplo *PaintBrush*.

Una vez cumplida esta fase, vino la fase de **DISEÑO DE LAS FORMAS**, en la cual se diseñan las formas que utilizará el programa y las relaciones que exista entre ellas. Estas formas van a permitir cumplir una función específica dentro del programa, ya sea el ingreso de datos o la obtención y presentación de los resultados del diseño de la red VSAT. Esta parte se la podría considerar como el diseño del almacén o esqueleto del programa NET-VSAT.

Luego vino una **FASE DE DESARROLLO DE ALGORITMOS**, aquí es donde realmente se realiza el trabajo fuerte de esta tesis, pues en esta fase es donde se elabora las estrategias y caminos a seguir para que el programa, permita la entrada y salida de información, efectúe todos los cálculos, chequeos y toma de decisiones para utilizar una u otra opción en la determinación de los parámetros técnicos que se deben incluir en el Formulario B en base a los datos ingresados a través de las formas anteriormente indicadas.

La fase de **ESCRITURA DEL CÓDIGO**, es aquella en que propiamente se escribe el código, es decir, el conjunto de instrucciones que harán que el programa NET-VSAT cumpla tal o cual función, en base a los algoritmos analizados en la fase anterior.

En esta sección además de elaborar el código del programa, se ha construido todas las ayudas necesarias para su utilización.

La elaboración del código del programa se ha realizado utilizando programación estructurada con la ayuda de las estructuras propias que vienen dentro de *Visual Basic 3.0* y usando además gran cantidad de comentarios. Esto es de gran utilidad porque permite hacerlo más modular al programa, lo cual se traduce entre otras cosas, en que el código fuente del programa sea de fácil comprensión, para cuando cualquier persona que requiera efectuar modificaciones posteriores dentro del mismo.

Luego de finalizada esta etapa, viene la siguiente que es la **FASE DE DEPURACIÓN** del programa en la cual se corrige todos los errores que se

podieron haber suscitado en la etapa anterior, además se rectifican algoritmos y procedimientos para lograr que el programa sea más fácil de usar y más eficiente. En este punto incluso se tuvo que cambiar parte de la estructura inicial con la que se empezó diseñando el programa.

A continuación viene la **FASE DE PRESENTACIÓN**, la misma que permite presentar los resultados obtenidos, primero a través de pantalla de vídeo y luego si es que ya son los definitivos a través de una impresora. En el desarrollo de esta fase se ha tenido que analizar muy detenidamente cual es la mejor opción que nos permita hacerla, ya que es lo que el usuario va a mirar como resultado final de la ejecución de NET-VSAT, y además porque los resultados del mismo hay que enviar a INTELSAT para su aprobación.

La fase de **ELABORACIÓN DEL ARCHIVO DE AYUDA EN LÍNEA**, se realizó casi al final de todo, con el objeto de no hacer cambios en el mismo cada vez que se haga correcciones en la estructura del programa ya que esto se traduciría en una duplicación de esfuerzos y en una pérdida innecesaria de tiempo.

Finalmente vino la **FASE DE LAS PRUEBAS**, para ello se ha tomado como referencia los planes de transmisión elaborados en la tesis de Lucía Gordillo; esto ha sido una buena ayuda para analizar como está trabajando nuestra aplicación y además para ver si cumple con los objetivos propuestos. Al comparar los resultados obtenidos con el programa NET-VSAT y los de la tesis en mención se ha podido ver estos son muy similares en ambos casos con lo cual se puede decir que el programa diseñado está cumpliendo con el objetivo planteado. Las diferencias presentadas son debidas al número de cifras utilizadas en los cálculos y a las aproximaciones que esto conlleva.

Los resultados de las pruebas realizadas se muestran en los Formularios presentados a continuación.

PLAN GENERAL DE TRANSMISIÓN-TRANSPONEDORES ALQUILADOS O COMPRADOS

A : Gerente de la sección de Estudios de Operaciones de INTELSAT
Washington, D.C., EE. UU.

DE: EMETEL - ECUADOR

ASUNTO: Plan de transmisión propuesto para acceder a capacidad de segmento
espacial de INTELSAT alquilada o comprada.

FECHA: 2/14/97

A. INFORMACIÓN GENERAL

1. País (transmisión)	Ecuador - EE.UU.
(recepción)	Ecuador - EE.UU.
2. Tipo de haz (Tx / Rx)	Hemi/Hemi
3. Banda de frecuencia (asc.)	6 GHz
(desc.)	4 GHz
4. Ubicación del satélite	310 ° de longitud Este
5. Serie de satélites	VII
6. Tipo de Transpondedor	ALQUILADO
7. Número de Transpondedor	12/12
8. Fecha de inicio del servicio	01/01/97
9. Duración del servicio	5 años
10. Número SVO-L	2818

B. RECURSOS DE TRANSPONDEDOR ALQUILADO O COMPRADO (BORDE DEL HAZ)

1. Cuadro Usado en el IEES-410	Cuadro D2	
2. AB	100	KHz
3. p.i.r.e.	-0,54	dB
4. DFP	-122,34	dBW/m ²
5. G/T	-8,5	dB/K
6. Paso de ganancia del Transpondedor	Elevado	

C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA Transmisión

	Enlace1	Enlace2	
a. Diámetro de la antena	7	1,8	metros
b. Número de Antenas	1	4	
c. Relación axial de tensión	1,06	1,06	
d. ¿Cambio de Polarización?	SI	SI	
e. ¿Variación de la frecuencia central de la portadora en AB requerido?	SI	SI	
f. ¿Ajuste nivel de portadora?	SI	SI	
g. Seguimiento	AUTO	MANUAL	
h. Tipo de antena	FIJA	FIJA	

Recepción

a. Diámetro de la antena	1,8	7	metros
b. Número de Antenas	4	1	
c. Relación axial de tensión	1,06	1,06	
d. ¿Cambio de Polarización?	SI	SI	
e. Seguimiento	MANUAL	AUTO	
f. Tipo de antena	FIJA	FIJA	
g. G/T para cada tamaño de antena	16,71	28,51	dB/K
h. Fórmula de la envolvente lateral	32 -25 Logø	32 -25 Logø	
i. Ganancia Máxima de la Antena	35,74	47,54	dB

D. CARACTERISTICAS DE LA PORTADORA

1. Tipo de Portadora	DIGITAL	DIGITAL	
2. Enlace e.t. -e.t.	7 - 1,8	1,8 - 7	
3. Técnica de modulación	BPSK	BPSK	
4. AB asignado por portadora	0,0134	0,0067	MHz
5. AB ocupado por portadora	0,0115	0,0058	MHz
6. Velocidad de Información	4,8	2,4	Kbps
7. Velocidad de transmisión	9,6	4,8	Kbps
8. Número de canales por portadora	1	1	
9. Codificación FEC	,5	,5	
10. Bitios Suplementarios(OH)	0	0	Kbps

E. BACKOFF ENTRADA/SALIDA POR PORTADORA PARA CALCULAR p.i.r.e ENLACE DESCENDENTE(Cielo despejado)

1. Angulo de elevación	56,82	44,74	grados
2. p.i.r.e. transmisión e.t.	35,2	26,8	dBW
3. Pérdidas enlace ascendente	199,32	199,5	dB
4. Margen errores lluvia, seguim., etc.	1,0	1,0	dB
5. Ganacia antena de 1m ²	37,02	37,02	dB/m ²
6. DFP por port. en el satélite	-126,1	-134,87	dBW/m ²
7. Densidad flujo de saturación del transpondedor (borde del haz)	-87,0	-87,0	dbW/m ²
8. Ventaja Diagrama enlace asc.	0,0	0,0	dB
9. Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la e.t.	-87,0	-87,0	dBW/m ²
10. Backoff entrada por portadora	-39,1	-47,87	dB
11. Diferencia entre BOo y BOI	1,8	1,8	dB
12. Backoff salida por portadora	-37,3	-46,07	dB
13. p.i.r.e. de Saturación del transp. al borde del haz	33,0	33,0	dBW
14. p.i.r.e. enlace descendente por portadora al borde del haz	-4,3	-13,07	dBW
15. Ventaja Diagrama enlace desc.	0,0	0,0	dB
16. p.i.r.e enlace descendente hacia e.t. más pequeña	-4,3	-13,07	dBW

F. COMPUTOS DE ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES DEGRADADAS)

1. C/T del enlace ascendente, por portadora

a. p.i.r.e.u por portadora	35,2	26,6	dBW
b. Pérdidas de propagación	199,32	199,5	dB
c. G/T del satélite(borde del haz)	-8,5	-8,5	dB/*K
d. Vent. diagrama de enl. asc.	0,0	0,0	dB
e. Margen errores lluvia,seg.,etc.	1,0	1,0	dB
f. C/T enlace ascendente	-173,62	-182,4	dBW/*K

2. C/T de intermodulación

a. Límite IM HPA hacia e.t.	21,0	21,0	dBW/4KHz
b. Límite IM HPA C/T por portadora	-177,38	-185,98	dBW/*K

3. C/T de intermodulación TWT del satélite, por portadora

a. Límite IM TWT borde haz por port.	-37,0	-37,0	dBW/4KHz
b. C/T IM TWT por portadora	-159,88	-168,65	dBW/*K

4. C/T de enlace descendente por portadora

a. Angulo de elevación	44,74	56,82	grados
b. p.i.r.e. enlace descendente	-4,3	-13,07	dBW
c. Pérdidas de propagación	195,97	195,8	dB
d. G/T e.t. más pequeña	16,71	28,51	dB/*K
e. Margen errores lluvia,seg.,etc.	1,0	1,0	dB
f. C/T enlace descendente	-184,56	-181,36	dBW/*K

5. C/T de interferencia de cocanal

a. C/I Interferencia cocanal,total	17,0	17,0	dB
b. C/T Interferencia cocanal,total	-170,99	-174,0	dBW/*K

6. C/T, C/N y BER totales

a. C/T total por portadora	-185,75	-188,64	dBW/*K
b. Constante de Boltzman	-228,6	-228,6	dBW/K-Hz
c. AB ruido receptor	40,61	37,6	dB-Hz
d. C/N total	2,23	2,35	dB
e. BER	< 1E-08	< 1E-08	

G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE

1. Tipo de Portadora	DIGITAL	DIGITAL	
2. Diámetro antena e.t. de transmisión	7	1,8	metros
3. p.i.r.e. enlace asc.por portadora	35,2	26,6	dBW
4. AB ocupado	0,01152	0,00576	MHz
5. Conv.AB a 40 ó 4KHz	4,5939	1,5836	dB
6. Ganancia máxima de la antena de la estación terrena de transmisión	51,06	39,26	dBi
7. Potencia en aliment.de antena	-20,45	-14,25	dBW
8. Ganancia ant. fuera eje a 3°	20,07	20,07	dBi
9. Densidad p.i.r.e. fuera eje a 3°	-0,38	5,82	dBW/4KHz
10. Límite de la p.i.r.e. fuera del eje	20,1	20,1	dBW/4KHz
11. Margen	20,48	14,28	dB

I. DENSIDAD MAXIMA DE FLUJO DE POTENCIA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE

2. Cálculo de la densidad de flujo de potencia en la superficie terrestre

a. p.i.r.e. por port. borde del haz	-4,3	-13,07	dBW
b. Angulo supuesto de llegada a superficie terrestre	5,0	5,0	grados
c. Dif. hipot. entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz	4,0	4,0	dB
d. AB ocupado	0,01152	0,00576	MHz
e. Conversión a 4KHz	4,59	1,58	dB
f. Dens. p.i.r.e. enla. desc./4KHz	-4,89	-10,66	dBW/4KHz
g. Pérdidas en el trayecto	197,02	197,02	dB
h. Ganancia antena 1m ²	33,5	33,5	dBi/m ²
i. DFP en superficie terrestre	-168,41	-174,18	dBW/m ² /4KHz
j. Límite UIT - R	-152,0	-152,0	dBW/m ² /4KHz
k. Margen	16,41	22,18	dB

J. CALCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL TRANSPONDEDOR

1. Densidad de flujo de potencia total en el satélite

a. p.i.r.e. de Tx de e.t. por port.	35,2	26,6	dBW
b. Factor de actividad	100	100	%
c. N° de portadoras activas	0,0	0,0	dB
d. p.i.r.e. total enl.asc. por tipo de port.	35,2	26,6	dBW
e. Ventaja diagr. enlace asc.	0,0	0,0	dB
f. Pérdida de trayecto	199,32	199,5	dB
g. Ganancia antena 1m ²	37,02	37,02	dBi/m ²
h. DFP total en el satélite por tipo de portadora en el borde del haz	-127,1	-135,87	dBW/m ²

GRAN TOTAL

i. DFP total en el satélite (B. haz)	-126,56	dBW/m ²
j. DFP total disponible en el satélite	-122,34	dBW/m ²
k. Margen	4,21	dB

2. p.i.r.e. del satélite total utilizado

a. p.i.r.e. por port. al borde del haz	-4,3	-13,07	dBW
b. N ^o de portadoras activas	0,0	0,0	dBW
c. p.i.r.e. total enlace des. por tipo de portadora en borde del haz	-4,3	-13,07	dBW

GRAN TOTAL

d. p.i.r.e. tot. del satélite utilizado	-3,76	dBW
e. p.i.r.e. tot. disponible en satélite	-0,54	dBW
f. Margen	3,21	dBW

3. Ancho de banda total utilizado del satélite

a. AB asignado por portadora	0,01344	0,00672	MHz
b. N ^o de portadoras asignadas	1	1	
c. AB total por tipo de portadora	0,01344	0,00672	MHz

GRAN TOTAL

d. AB satélite total utilizado	0,02	MHz
e. AB total disponible	0,1	MHz
f. Margen	0,08	MHz

K. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA ESTACIÓN TERRENA Y FECHA APROXIMADA DE INICIACIÓN DE LAS OPERACIONES CON LA CAPACIDAD ALQUILADA

Estación	Tx,Rx ó Ambas	Diámetro (metros)	G/T dB/*K	Long.Este */M/S	Lat. Norte */M/S	Fecha.Ini.Oper. Mes/Año
Quito(HUB)	ambas	7	28,51	281/34/11	359/41/59	enero 1997
Quito	ambas	1,8	16,71	281/34/11	359/41/59	enero 1997
Guayaquil	ambas	1,8	16,71	280/5/59	357/35/59	enero 1997
Cuenca	ambas	1,8	16,71	281/0/0	357/0/0	enero 1997
Miami	ambas	1,8	16,71	279/49/48	26/7/47	enero 1997

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

COSTO DEL SEGMENTO TERRENO	US \$:	286000,00
COSTO DEL SEGMENTO ESPACIAL	US \$:	6900,00
TASAS Y TARIFAS DE EMETEL	US \$:	30000,00
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	US \$:	322900,00

PLAN GENERAL DE TRANSMISIÓN-TRANSPONEDORES ALQUILADOS O COMPRADOS

A : Gerente de la sección de Estudios de Operaciones de INTELSAT
Washington, D.C., EE. UU.

DE: EMETEL - ECUADOR

ASUNTO: Plan de transmisión propuesto para acceder a capacidad de segmento espacial de INTELSAT alquilada o comprada.

FECHA: 2/14/97

A. INFORMACIÓN GENERAL

1. País (transmisión)	Ecuador - EE.UU.
(recepción)	Ecuador - EE.UU.
2. Tipo de haz (Tx / Rx)	NAH/NAH+SAV
3. Banda de frecuencia (asc.)	14 GHz
(desc.)	12 GHz
4. Ubicación del satélite	338,5 ° de longitud Este
5. Serie de satélites	K
6. Tipo de Transpondedor	ALQUILADO
7. Número de Transpondedor	12/12
8. Fecha de inicio del servicio	01/01/97
9. Duración del servicio	5 años
10. Número SVO-L	2818

B. RECURSOS DE TRANSPONDEDOR ALQUILADO O COMPRADO (BORDE DEL HAZ)

1. Cuadro Usado en el IEES-410	Cuadro C1
2. AB	1200 KHz
3. p.i.r.e.	20,75 dB
4. DFP	-116,25 dBW/m ²
5. G/T	-0,3 dB/K
6. Paso de ganancia del Transpondedor	Elevado

C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA Transmisión

	Enlace1	Enlace2	
a. Diámetro de la antena	7	1,8	metros
b. Número de Antenas	1	4	
c. Relación axial de tensión	31,6	31,6	
d. ¿Cambio de Polarización?	SI	SI	
e. ¿Variación de la frecuencia central de la portadora en AB requerido?	SI	SI	
f. ¿Ajuste nivel de portadora?	SI	SI	
g. Seguimiento	AUTO	MANUAL	
h. Tipo de antena	FIJA	FIJA	

Recepción

a. Diámetro de la antena	1,8	7	metros
b. Número de Antenas	4	1	
c. Relación axial de tensión	31,6	31,6	
d. ¿Cambio de Polarización?	SI	SI	
e. Seguimiento	MANUAL	AUTO	
f. Tipo de antena	FIJA	FIJA	
g. G/T para cada tamaño de antena	26,25	38,05	dB/°K
h. Fórmula de la envolvente lateral	32 -25 Logø	32 -25 Logø	
i. Ganancia Máxima de la Antena	45,29	57,08	dB

D. CARACTERISTICAS DE LA PORTADORA

1. Tipo de Portadora	DIGITAL	DIGITAL	
2. Enlace e.t. -e.t.	7 - 1,8	1,8 - 7	
3. Técnica de modulación	BPSK	BPSK	
4. AB asignado por portadora	0,3584	0,0896	MHz
5. AB ocupado por portadora	0,3072	0,0768	MHz
6. Velocidad de información	128	32	Kbps
7. Velocidad de transmisión	256	64	Kbps
8. Número de canales por portadora	1	1	
9. Codificación FEC	,5	,5	
10. Bitios Suplementarios(OH)	0	0	Kbps

E. BACKOFF ENTRADA/SALIDA POR PORTADORA PARA CALCULAR p.i.r.e ENLACE DESCENDENTE(Cielo despejado)

1. Angulo de elevación	25,2	19,64	grados
2. p.i.r.e. transmisión e.t.	38,65	32,0	dBW
3. Pérdidas enlace ascendente	207,22	207,34	dB
4. Margen errores lluvia, seguim., etc.	1,0	1,0	dB
5. Ganacia antena de 1m ²	44,38	44,38	dB/m ²
6. DFP por port. en el satélite	-123,19	-129,96	dBW/m ²
7. Densidad flujo de saturación del transpondedor (borde del haz)	-93,0	-93,0	dbW/m ²
8. Ventaja Diagrama enlace asc.	0,0	0,0	dB
9. Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la e.t.	-93,0	-93,0	dBW/m ²
10. Backoff entrada por portadora	-30,19	-36,96	dB
11. Diferencia entre BOo y BOi	4,6	4,6	dB
12. Backoff salida por portadora	-25,59	-32,36	dB
13. p.i.r.e. de Saturación del transp. al borde del haz	42,7	42,7	dBW
14. p.i.r.e. enlace descendente por portadora al borde del haz	17,11	10,34	dBW
15. Ventaja Diagrama enlace desc.	0,0	0,0	dB
16. p.i.r.e enlace descendente hacia e.t. más pequeña	17,11	10,34	dBW

F. COMPUTOS DE ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES DEGRADADAS)

1. C/T del enlace ascendente, por portadora

a. p.i.r.e.u por portadora	38,65	32,0	dBW
b. Pérdidas de propagación	207,22	207,34	dB
c. G/T del satélite(borde del haz)	-0,3	-0,3	dB/*K
d. Vent. diagrama de enl. asc.	0,0	0,0	dB
e. Margen errores lluvia,seg.,etc.	1,0	1,0	dB
f. C/T enlace ascendente	-169,87	-176,64	dBW/*K

2. C/T de intermodulación

a. Límite IM HPA hacia e.t.	10,0	10,0	dBW/4KHz
b. Límite IM HPA C/T por portadora	-162,93	-169,58	dBW/*K

3. C/T de intermodulación TWT del satélite, por portadora

a. Límite IM TWT borde haz por port.	-20,8	-20,8	dBW/4KHz
b. C/T IM TWT por portadora	-154,67	-161,44	dBW/*K

4. C/T de enlace descendente por portadora

a. Angulo de elevación	19,64	25,2	grados
b. p.i.r.e. enlace descendente	17,11	10,34	dBW
c. Pérdidas de propagación	206,0	205,88	dB
d. G/T e.t. más pequeña	26,25	38,05	dB/*K
e. Margen errores lluvia,seg.,etc.	1,0	1,0	dB
f. C/T enlace desoendente	-163,64	-158,49	dBW/*K

5. C/I de interferencia de cocanal

a. C/I Interferencia cocanal,total	21,0	21,0	dB
b. C/T Interferencia cocanal,total	-152,73	-158,75	dBW/*K

6. C/T,C/N y BER totales

a. C/T total por portadora	-171,52	-177,54	dBW/*K
b. Constante de Boltzman	-228,6	-228,6	dBW/K-Hz
c. AB ruido receptor	54,87	48,85	dB-Hz
d. C/N total	2,21	2,21	dB
e. BER	< 1E-08	< 1E-08	

G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE

1. Tipo de Portadora	DIGITAL	DIGITAL	
2. Diámetro antena e.t. de transmisión	7	1,8	metros
3. p.i.r.e. enlace asc. por portadora	38,65	32,0	dBW
4. AB ocupado	0,3072	0,0768	MHz
5. Conv. AB a 40 ó 4KHz	18,8536	12,833	dB
6. Ganancia máxima de la antena de la estación terrena de transmisión	58,42	46,62	dBi
7. Potencia en aliment. de antena	-38,62	-27,46	dBW
8. Ganancia ant. fuera eje a 3°	20,07	20,07	dBi
9. Densidad p.i.r.e. fuera eje a 3°	-18,55	-7,39	dBW/4KHz
10. Límite de la p.i.r.e. fuera del eje	27,1	27,1	dBW/4KHz
11. Margen	45,65	34,49	dB

I. DENSIDAD MAXIMA DE FLUJO DE POTENCIA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE

2. Cálculo de la densidad de flujo de potencia en la superficie terrestre

a. p.i.r.e. por port. borde del haz	17,11	10,34	dBW
b. Angulo supuesto de llegada a superficie terrestre	5,0	5,0	grados
c. Dif. hipot. entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz	4,0	4,0	dB
d. AB ocupado	0,3072	0,0768	MHz
e. Conversión a 4KHz	18,85	12,83	dB
f. Dens. p.i.r.e. enla. desc./4KHz	2,26	1,51	dBW/4KHz
g. Pérdidas en el trayecto	206,57	206,57	dB
h. Ganancia antena 1m ²	43,04	43,04	dBi/m ²
i. DFP en superficie terrestre	-161,27	-162,02	dBW/m ² /4KHz
j. Límite UIT - R	-148,0	-148,0	dBW/m ² /4KHz
k. Margen	13,27	14,02	dB

J. CALCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL TRANSPONDEDOR

1. Densidad de flujo de potencia total en el satélite

a. p.i.r.e. de Tx de e.t. por port.	38,65	32,0	dBW
b. Factor de actividad	100	100	%
c. N° de portadoras activas	0,0	0,0	dB
d. p.i.r.e. total enl. asc. por tipo de port.	38,65	32,0	dBW
e. Ventaja diagr. enlace asc.	0,0	0,0	dB
f. Pérdida de trayecto	207,22	207,34	dB
g. Ganancia antena 1m ²	44,38	44,38	dBi/m ²
h. DFP total en el satélite por tipo de portadora en el borde del haz	-124,19	-130,96	dBW/m ²

GRAN TOTAL

i. DFP total en el satélite (B. haz)	-123,36		dBW/m ²
j. DFP total disponible en el satélite	-116,25		dBW/m ²
k. Margen	7,11		dB

2. p.i.r.e. del satélite total utilizado

a. p.i.r.e. por port. al borde del haz	17,11	10,34	dBW
b. N° de portadoras activas	0,0	0,0	dBW
c. p.i.r.e. total enlace des. por tipo de portadora en borde del haz	17,11	10,34	dBW

GRAN TOTAL

d. p.i.r.e. tot. del satélite utilizado	17,94		dBW
e. p.i.r.e. tot. disponible en satélite	20,75		dBW
f. Margen	2,81		dBW

3. Ancho de banda total utilizado del satélite

a. AB asignado por portadora	0,3584	0,0896	MHz
b. N° de portadoras asignadas	1	1	
c. AB total por tipo de portadora	0,3584	0,0896	MHz

GRAN TOTAL

d. AB satélite total utilizado	0,448		MHz
e. AB total disponible	1,2		MHz
f. Margen	0,752		MHz

K. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA ESTACIÓN TERRENA Y FECHA APROXIMADA DE INICIACIÓN DE LAS OPERACIONES CON LA CAPACIDAD ALQUILADA

Estación	Tx,Rx ó Ambas	Diámetro (metros)	G/T dB/*K	Long.Este °M/S	Lat. Norte °M/S	Fecha.Ini.Oper. Mes/Año
Quito(HUB)	ambas	7	38,05	281/34/11	359/41/59	enero 1997
Quito	ambas	1,8	26,25	281/34/11	0/18/0	enero 1997
Guayaquil	ambas	1,8	26,25	280/5/59	56,0	enero 1997
Cuenca	ambas	1,8	26,25	281/0/0	3/0/0	enero 1997
Miami	ambas	1,8	26,25	279/49/48	26/7/47	enero 1997

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

COSTO DEL SEGMENTO TERRENO	US \$:	248500,00
COSTO DEL SEGMENTO ESPACIAL	US \$:	70320,00
TASAS Y TARIFAS DE EMETEL	US \$:	30000,00
COSTO TOTAL DEL SISTEMA	US \$:	348820,00

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- El programa NET-VSAT desarrollado en esta Tesis, es proporcionado al usuario en un disquete llamado de instalación el cual, como su nombre lo indica, contiene todos los archivos necesarios que permitan su instalación y funcionamiento en un computador que trabaje con *Microsoft Windows 3.1 o superior*.
- La aplicación de *software*, llamada NET-VSAT, permite realizar de una manera fácil y rápida la elaboración del plan general de transmisión contenido en el Formulario B que INTELSAT requiere se lo envíe, para autorizar el acceso a un segmento espacial.
- Una vez ejecutado este programa, se presentará un reporte del plan de transmisión obtenido, el mismo que puede ser en forma preliminar a través de la pantalla de vídeo o en forma definitiva a través de una impresión.
- Al realizar el diseño de una red de estaciones VSAT, se debe considerar tanto la parte técnica como la económica para efectuar luego la implementación de la misma. La parte técnica se encuentra expresada básicamente en el Formulario B, pero adicionalmente a esto existe una parte en el programa NET-VSAT que muestra y permite evaluar los costos de implementación de la red, en la cual intervienen: costos de implementación del segmento terreno, costos de utilización del segmento

espacial, las tasas de autorización y las tarifas por el uso de la frecuencia que hay que pagar a EMETEL.

- La elaboración del plan de transmisión se resume a determinar los valores adecuados de los parámetros del enlace, de tal manera que se cumpla con la condición de tener una relación portadora/ruido (C/N) adecuada, dicho valor es una buena medida de la calidad del enlace, y debe ser superior a un mínimo requerido el cual es función de las características propias del equipo de la estación terrena.
- En la elaboración plan de transmisión, también se debe tener mucho cuidado de que el valor de la p.i.r.e. total del satélite utilizada en el enlace no supere al valor de la p.i.r.e. total disponible del satélite, para de esta manera evitar sobrepasar los recursos disponibles del mismo.
- Desde la pantalla Informe Previo del programa NET-VSAT, se puede ir escogiendo el valor de la p.i.r.e. de la estación terrena, el diámetro de la antena de la estación, el ancho de banda total disponible, para en base estos datos realizar las iteraciones necesarias hasta encontrar un valor óptimo de C/N.
- La utilización de la computadora personal en el proceso de planeación de redes vía satélite permite la utilización más eficiente de los recursos tanto humanos como operacionales para las empresas proveedoras de servicios y de equipos de telecomunicaciones, así como de las empresas públicas como el EMETEL que son las encargadas de planear y planificar el segmento espacial del sistema INTELSAT.
- Actualmente en el campo de planificación de redes de telecomunicaciones, existe la necesidad de que todo ingeniero electrónico sepa desenvolverse

con solvencia en el campo computacional, ya que esta herramienta permite optimizar los recursos humanos necesarios para planificar una red y para cualquier actividad relacionada con la ingeniería. Con la elaboración de esta Tesis se ha conseguido obtener unos buenos conocimientos de un lenguaje de programación y del manejo de bases de datos como es el *Visual Basic 3.0*, con esto se ha logrado unificar en una aplicación lo que son las telecomunicaciones por satélite y el desarrollo de sistemas de computación.

- Existen varias tablas de base de datos, unas que contienen información técnica de los satélites y otras de costos de implementación. Cualquier cambio que pudieran requerir en dichos parámetros, es suficiente hacerlo en la base de datos y no en el código del programa.
- El programa NET-VSAT se puede expandir hacia otro tipo de servicios y hacia el aspecto de diseño integral de redes de comunicaciones con lo cual esta TESIS constituye en una herramienta muy poderosa para cumplir con estos fines.
- El programa NET-VSAT permite también guardar en un archivo seleccionado por el usuario, los parámetros técnicos básicos que determinan la característica de una red, esto es lo que se denomina un proyecto, el cual puede ser recuperado en cualquier instante ya sea para volverlo a analizar o para imprimirlo.
- El programa NET-VSAT tiene un archivo de claves, en el cual se halla la contraseña que hay que desbloquear para realizar los cambios que se requieran en el archivo de base de datos llamado *costos.mdb*, esto se hace con el fin de que solo la persona autorizada realice modificaciones en dicho archivo.
- Cualquier modificación que se requiera hacer dentro del programa NET-VSAT, se la puede hacer a partir del código fuente que será proporcionado

en un disquete adicional. Luego será necesario compilar el programa y finalmente se elaborará un disquete de instalación para ser distribuido, esto dará origen a versiones superiores de NET-VSAT. Para ello será necesario contar, claro está, con una instalación de Visual Basic versión 3.0 o superior.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Para correr el programa NET-VSAT se recomienda utilizar un computador con un procesador 486 DX2 de 50 MHz. o superior, con al menos 8 MB. de memoria RAM, 1 MB de espacio disponible en disco duro, monitor Super VGA con una resolución de 800 x 600, 256 colores y que tenga instalado *Microsoft Windows 3.1* o superior.
- El programa NET-VSAT desarrollado en la presente Tesis también se lo puede utilizar como material didáctico para ayudar a comprender al estudiante el uso de los parámetros que hay que considerar y cual es la filosofía para efectuar el diseño de una red de estaciones VSAT.
- Cada aplicación y cada red en particular requieren de una técnica de acceso al satélite diferente para establecer la transmisión del flujo de la información diferente; entonces a la hora de escoger este parámetro hay que tener mucho cuidado.
- En la pantalla Informe Previo después de realizar las iteraciones para obtener el valor de C/N óptimo, hay que tener mucho cuidado con los valores resultantes de la p.i.r.e. disponible y la p.i.r.e. utilizada. Se recomienda que la p.i.r.e. disponible sea mayor que la utilizada con una diferencia apreciable, que este en orden del 10 % para dar un buen rango de seguridad al diseño de la red.

- Una consideración igual a la anterior hay que tener en cuenta entre los parámetros: DFP total del satélite y el disponible; entre el Ancho de Banda disponible y el utilizado.
- Si después de efectuar los cálculos se nos avisa que la red ha sobrepasado los recursos de la red, será necesario variar algunos parámetros de entrada como por ejemplo el tamaño de las antenas, ancho de banda disponible, etc. para volver a calcular la red y analizar si se ha logrado resolver esta situación.

BIBLIOGRAFÍA

- Joaquín María Suárez Sánchez de León , **MANUAL DE VISUAL BASIC**, McGraw-Hill /Interamericana de México S.A., 1994.
- Microsoft , **VISUAL BASIC PROGRAMER'S GUIDE**, 1994.
- Gary Cornell. **MANUAL DE VISUAL BASIC 3.0 PARA WINDOWS**, McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.,1994.
- Juan Morales, **PEQUEÑO ATLAS GEOGRÁFICO DEL ECUADOR**. Ministerio de Educación y Cultura. 1937.
- Lucía Gordillo, **TESIS DE GRADO**, Escuela Politécnica Nacional, 1994.
- Carlos Egas, **APUNTES DE RADIOCOMUNICACIONES ESPACIALES**, Escuela Politécnica Nacional, 1994.
- Mutanga N. E., **Leased and Sales Transmisión Plan Program LST Version 2.3.**, Intelsat, December 1992.
- CONARTEL, **Resolución 05-A-96**, Registro Oficial, Marzo de 1996.
- Charles Emmert - Marco Solano, **Sistemas VSAT**, Revista Enlace Andio, Agosto de 1993.
- Emil Youssefzadef, **VSAT con capacidad de voz y datos**, Revista Enlace Andino, Agosto de 1993.
- Arturo Serrano - Roberto Conte - Jorge Torres, **Desarrollo de Programas para el diseño de redes VSAT usando el satélite Morelos**, Revista Achiet, 1994.

- INTELSAT, **IESS - 410**, Rev. 2, Dic. 1991.
- INTELSAT, **IESS - 601**, Rev. 3, Dic. 1991.
- INTELSAT, Notas al Formulario B,
- UIT, **REGLAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES.**
- **Revista PC-MAGAZINE**, Nov. 1995.
- CompuBodega, **Lista de Precios**, Sep. 1995.

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO

El programa NET-VSAT, es un sistema que permite realizar el análisis y diseño de una red satelital que utilice satélite INTELSAT VII o K para aplicarlo en situaciones de la vida real. A este programa también se lo puede usar con fines didácticos para que el estudiante comprenda y se familiarice con la filosofía de diseño de dichas redes.

NET-VSAT presenta al inicio un Menú Principal que es a partir de la cual se invoca a otras pantallas que permiten introducir algunos parámetros técnicos, los cuales serán procesados posteriormente, con el fin de obtener los valores óptimos de las variables contenidas en el Formulario B de INTELSAT. Estos resultados son los que darán los lineamientos para la implementación de la red y podrán ser visualizados en una pantalla de video o a través de una hoja impresa.

Por lo tanto, la aplicación NET-VSAT consta de varias pantallas. La utilidad y funcionamiento de cada una de ellas se explicarán detalladamente en los siguientes párrafos.

1.- CARÁTULA.

Es una pantalla como la que se muestra en la figura 6.1, aparece inmediatamente después de ordenar la ejecución del archivo NET-VSAT.EXE, en ella se indica de manera general el propósito de este programa esto es: Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional, Facultad Ingeniería Eléctrica, una breve explicación de lo que hace el programa, un pequeño gráfico haciendo alusión al propósito de esta aplicación y una leyenda indicando que se haga un "click" con el Mouse o pulse cualquier tecla para continuar con la ejecución de esta aplicación. Una vez ocurrido cualquiera de estos eventos, se presenta la pantalla del Menú Principal.

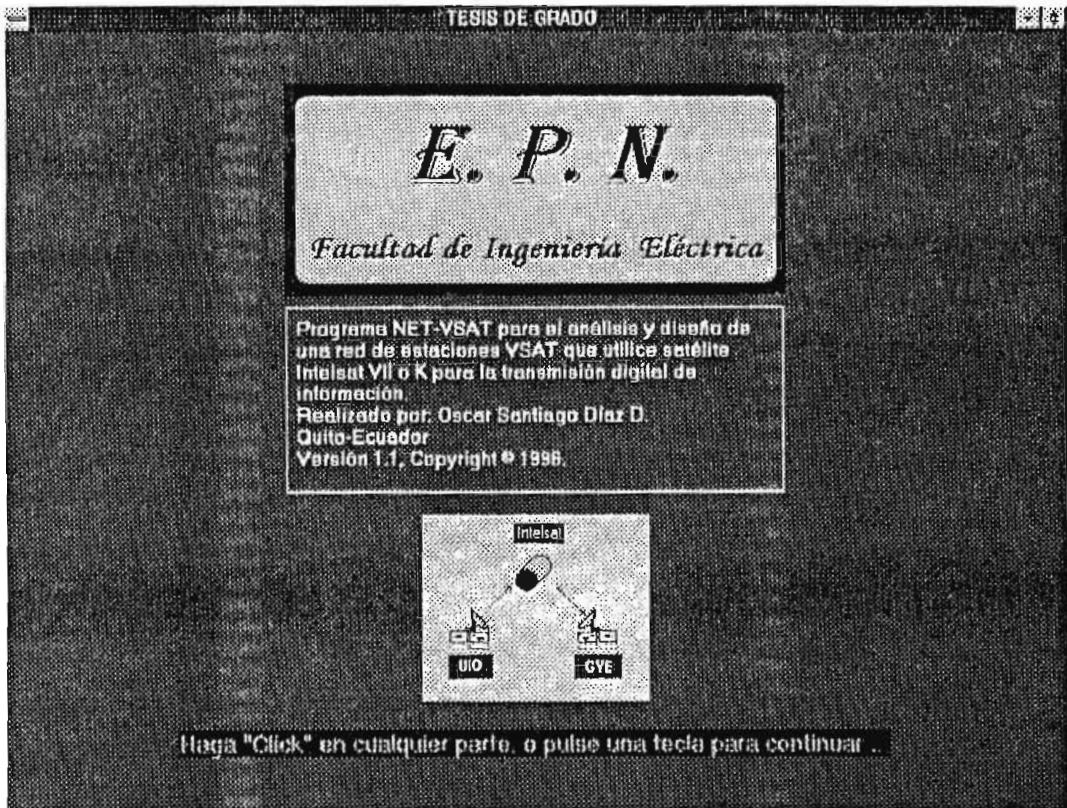


Figura 6.1 Carátula

2.- MENÚ PRINCIPAL.

La pantalla de Menú Principal, es como la mostrada en la de la figura 6.2, consta de varias partes que son: Una barra de menú y las secciones: Aplicación, Estaciones Terrenas, Parámetros del Enlace, Costos y Cálculo del Balance de Enlace.

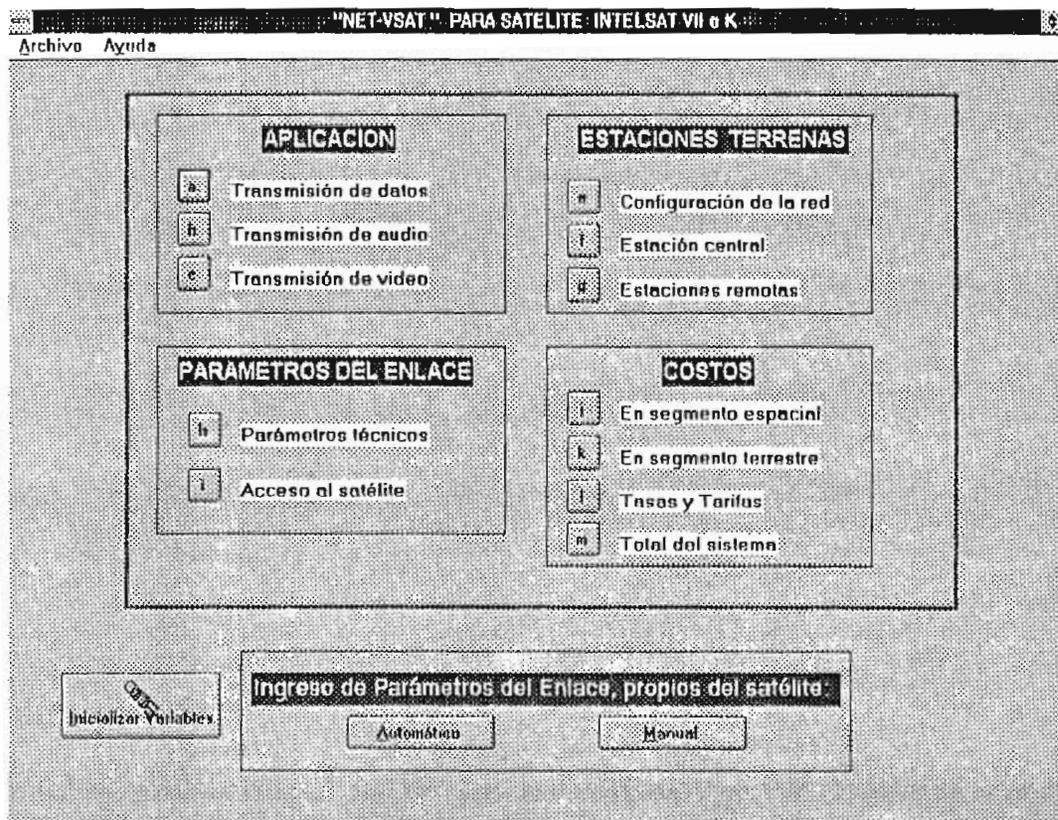


Figura 6.2 Menú Principal

2.1 BARRA DE MENÚ.

La barra de menú tiene dos partes: Archivo y Ayuda.

2.1.1 ARCHIVO.

El menú de Archivo consta de tres opciones que son: Abrir Proyecto, Guardar Proyecto Como..., Imprimir Costos del Proyecto y Salir.

Al escoger la opción **Abrir Proyecto**, se muestra una caja de diálogo que nos permite escoger desde que archivo se quiere recuperar los valores de entrada predeterminados para una red que se ha propuesto anteriormente, es decir estos valores son los fijados desde la secciones: Aplicación, Estaciones Terrenas y Parámetros del Enlace, de la misma pantalla. Una vez recuperados estos valores

de entrada se puede ir directamente a realizar la fijación de los parámetros del enlace en la forma automática o manual y con ello calcular los demás parámetros técnicos que van a formar parte del plan de transmisión.

Al escoger la opción **Guardar Proyecto Como...**, se muestra una caja de diálogo, la misma que permite escoger el archivo donde se va a guardar los valores de las variables ingresadas desde las secciones Aplicación, Estaciones Terrenas y Parámetros del Enlace. Estas variables son las que definen básicamente las características de la red que se está analizando.

La opción **Imprimir Costos del Proyecto**, da una serie de instrucciones a la impresora, para que imprima un resumen de todos los costos relacionados con la implementación de la red diseñada con este programa. Estos costos han sido fijados en la sección Costos, del menú principal.

Al escoger la opción **Salir**, nos presenta una caja de mensajes la cual se advierte al usuario de que si pulsa el botón Aceptar se terminará con la sesión del programa NET-VSAT, caso contrario se mantendrá dentro del mismo, esta opción se usa para cuando ya se quiere abandonar este programa.

2.1.2 AYUDA.

El menú de ayuda consta de dos alternativas que son: Como usar este programa y Acerca del Programa NET-VSAT....

En la opción **Como usar este programa**, se dan una serie de ayudas fáciles de entender para que el usuario sepa como utilizar el programa NET-VSAT.

En la opción, **Acerca del programa NET-VSAT...**, se da información de donde, cuando fue realizado y quien tiene los derechos de autor de esta aplicación, además en la parte inferior de la misma hay una sección en la cual se puede visualizar algunas características del equipo que se está usando, esto es memoria RAM libre, tipo de procesador y la presencia o no de coprocesador matemático. Esta información es de mucha utilidad para cuando se quiere analizar el

rendimiento de la aplicación, el mismo puede depender de las características del equipo que se este utilizando.

2.2 APLICACIÓN.

La sección Aplicación consta de tres partes: Transmisión de datos, Transmisión de voz, Transmisión de video.

2.2.1 TRANSMISIÓN DE DATOS.

Se presenta al pulsar el botón "a" del Menú Principal, aquí se fija la Velocidad de la Información del canal se escoge de una lista de valores predefinidos, este parámetro depende de las necesidades de la red y del tipo de aplicación que se de a la misma. En esta pantalla se fijan también los parámetros Número de portadoras activas y Número de canales por portadora. La velocidad total de la información es igual a la Velocidad de la información del canal, multiplicada por el número de canales por portadora.

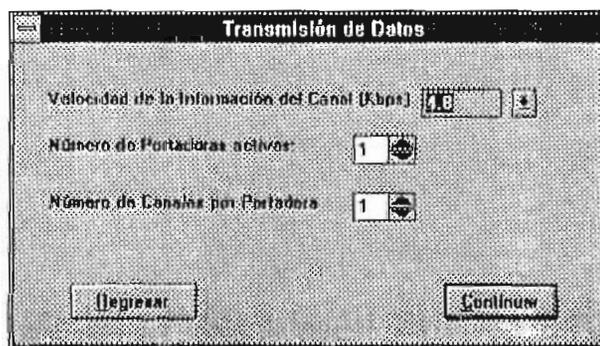


Figura 6.3 Transmisión de Datos

2.2.2 TRANSMISIÓN DE AUDIO.

Esta pantalla se presenta al pulsar el botón "b" del Menú Principal, es similar a la de Transmisión de datos, con la diferencia de que para determinar la velocidad de

la información del canal hay que escoger entre varios valores que son más comúnmente utilizados en la transmisión digital vía satélite de voz y música.

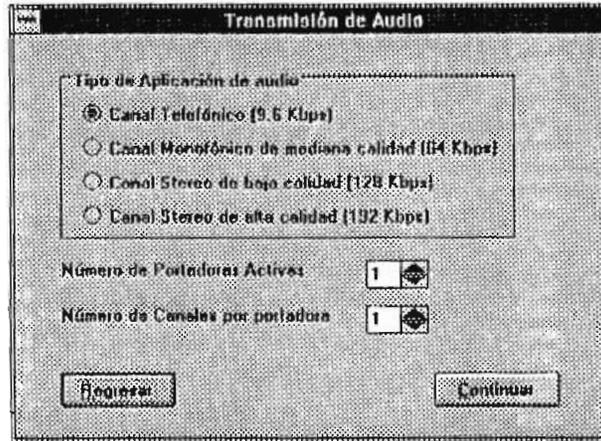


Figura 6.4 Transmisión de Audio

2.2.3 TRANSMISIÓN DE VIDEO.

Esta pantalla se presenta al pulsar el botón "c" del Menú Principal, es similar a la pantalla de Transmisión de datos, con la diferencia de que para determinar la velocidad de la información del canal hay que escoger entre varios valores que son más comúnmente utilizados en la transmisión digital vía satélite de Videoconferencia y Televisión.

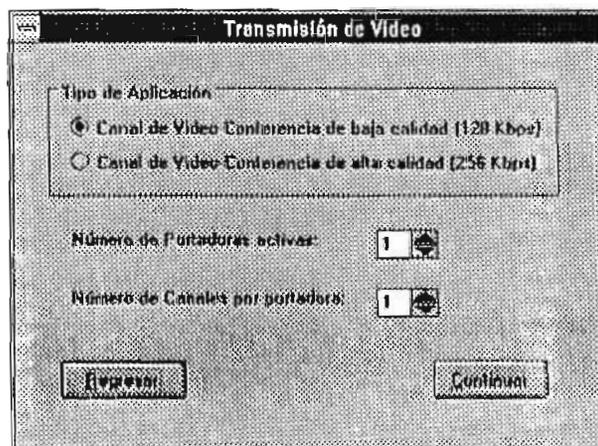


Figura 6.5 Transmisión de Video

2.3 ESTACIONES TERRENAS.

La sección Estaciones terrenas consta de tres partes: Configuración de la red, Estación Central y Estaciones Remotas.

2.3.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED.

Esta pantalla se muestra al pulsar el botón "e" del menú principal, en esta parte se escoge varios parámetros para configurar la topología de la red. De un caja de opciones se escoge si se desea tener una distribución de la red tipo malla o estrella, por definición se encuentra la tipo estrella es decir con una estación central y varias remotas. Cuando se escoge tipo malla, se deshabilita el botón "f" del menú principal que configura la estación central de la red. En este punto también se fija el número de enlaces presentes en la red con la ayuda de los botones *SpinUp* y *SpinDown*, es decir cuantos grupos de estaciones diferentes va ha existir dentro de esta, a continuación se determina cuales son los nombres de los lugares en los que se encuentra ubicadas las estaciones de transmisión y de recepción. Se determina luego donde se encuentra ubicada la estación VSAT más alejada, esto se hace con el fin de establecer las coordenadas de la misma para posteriormente hacer el balance de enlace, si es que el enlace se cumple para la estación más alejada, con mayor razón se cumplirá para las demás. A continuación se fijan las ciudades donde van ha estar ubicadas las estaciones remotas. El botón "Continuar" se pulsa para aceptar como correctos los parámetros ingresados en esta pantalla, los cuales serán asignados a las variables respectivas que maneja el programa, luego esconde esta pantalla y el foco del menú principal se desplaza hacia el botón "f" o hacia el "g" dependiendo de la topología seleccionada, para luego continuar con la aplicación. Existe un control que chequea si se ha ingresado todos los datos contenidos en esta forma, caso contrario el programa no permite continuar con su ejecución.

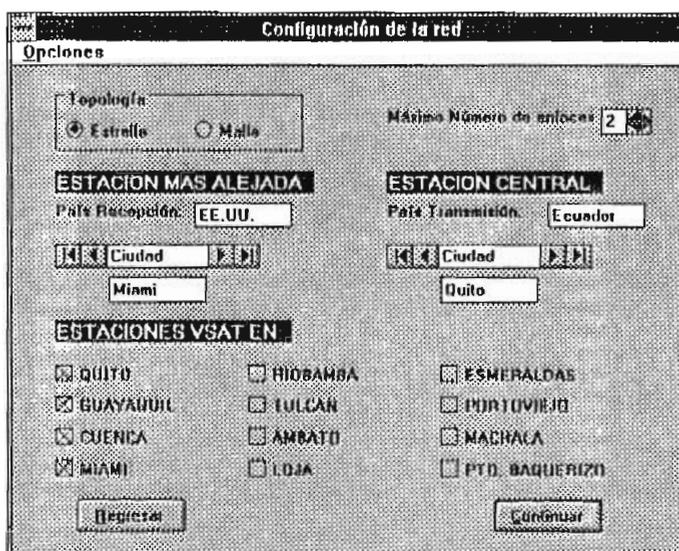


Figura 6.6 Configuración de la Red

2.3.2 ESTACIÓN CENTRAL.

Esta forma es mostrada al pulsar el botón "F" del menú principal, el mismo que está activo solamente cuando la configuración de la red es de tipo estrella. Aquí se configura varios parámetros importantes que son:

- El diámetro de la antena, que se escoge de una lista de valores predeterminados.
- El número de antenas, que generalmente es uno porque es una sola central.
- Tipo de antena, que puede ser FIJA o MÓVIL, por definición para este caso es fija.
- Tipo de Seguimiento, que puede ser MANUAL o AUTO (Automático), por definición para este caso es AUTO.
- Técnica de Modulación, que puede ser BPSK o QPSK, el valor por definición para este caso es BPSK.
- Tipo de Portadora, que puede ser DIGITAL o ANALÓGICA, el valor por definición es DIGITAL.
- Cambio de Polarización, en este caso el valor por definición es SI.
- Variación de la Frecuencia Central, el valor por definición es SI.

- Ajuste Nivel de Portadora, el valor por definición es SI.
- La Velocidad de la Información, se escoge de una lista de valores predefinidos, este parámetro depende del tráfico que va a soportar el concentrador y debe ser significativamente mayor que el que se definió para las estaciones remotas.
- Factor de codificación FEC que tendrá la estación, el cual depende de los equipos a utilizar, el valor por definición que aparece es el valor que proporciona el fabricante para el equipo ATT Tridom con el cual se ha realizado las pruebas de diseño del programa NET-VSAT. Este valor se lo puede cambiar manualmente en la respectiva caja de texto.

Una vez fijados todos los parámetros indicados anteriormente, se pulsa el botón "Continuar", con esta orden se asigna dichos valores a las variables correspondientes que posteriormente se utilizarán al efectuar los cálculos necesarios y además esconde esta forma para desplazar el foco hacia el botón "g" del menú principal. Si se pulsa el botón "Regresar", no se asigna ninguna variable y se regresa al paso anterior.

Estación Central

Diámetro de la Antena [m.] 7

Número de Antenas 1

Tipo de Antena FIJA MOVIL

Tipo de Seguimiento MANUAL AUTO

Técnica de Modulación BPSK QPSK

Tipo de Portadora DIGITAL ANALÓGICA

Control de Polarización SI NO

Variación de frecuencia Central SI NO

Ajuste Nivel de Portadora SI NO

Velocidad de Información del Concentrador a la VSAT (Kbps) 4.8

Codificación FEC 0.5

Regresar Continuar

Figura 6.7 Estación central

2.3.3 ESTACIONES REMOTAS.

Esta forma es mostrada al pulsar el botón “g” del menú principal. Similar al caso de la estación central, aquí también se configuran varios parámetros importantes de las estaciones que son:

- El número de enlace, del cual se está ingresando los datos. Este número de se puede ir variando automáticamente cada vez que se ingrese los parámetros de un enlace y se pulse el botón “Continuar”, o también en forma independiente con la ayuda de los botones *SpinUp* y *SpinDown* respectivos.
- El diámetro de la antena que se escoge de una lista de valores predeterminados, dichos valores ya no serán muy grandes ya que hay que considerar que las estaciones VSAT no tienen diámetros mayores a 2 m. Si se desea ingresar un valor de diámetro distinto a los existentes, será suficiente escribirlo en la caja de texto correspondiente.
- El número de antenas que se lo puede ingresar manualmente o a través de los botones *SpinUp* y *SpinDown*.
- Tipo de antena, que puede ser FIJA o MÓVIL, por definición para este caso es Fija.
- Tipo de Seguimiento, que puede ser MANUAL o AUTO (Automático), por definición para este caso es MANUAL, ya que como la estación es pequeña, se pueda optimizar la señal de recepción manualmente.
- Técnica de Modulación que puede ser BPSK o QPSK, el valor por definición para este caso es BPSK.
- Tipo de Portadora que puede ser DIGITAL o ANALÓGICA, el valor por definición es DIGITAL.
- Cambio de Polarización, en este caso el valor por definición es SI.
- Variación de la Frecuencia Central, el valor por definición es SI.
- Ajuste Nivel de Portadora, el valor por definición es SI.
- Factor de codificación FEC que tendrá la estación, el cual depende de los equipos a utilizar, al igual que para la estación central, el valor por definición

que aparece es el proporcionado por el fabricante para el equipo ATT Tridom con el cual se ha realizado las pruebas de diseño del programa NET-VSAT. Este valor se lo puede cambiar manualmente en la respectiva caja de texto.

Una vez fijados todos los parámetros indicados se pulsa el botón "Continuar", con esta orden se asigna dichos valores a las variables correspondientes que posteriormente se utilizarán al efectuar los cálculos necesarios, también esconde esta forma para desplazar el foco de la aplicación hacia el botón "h" del menú principal.

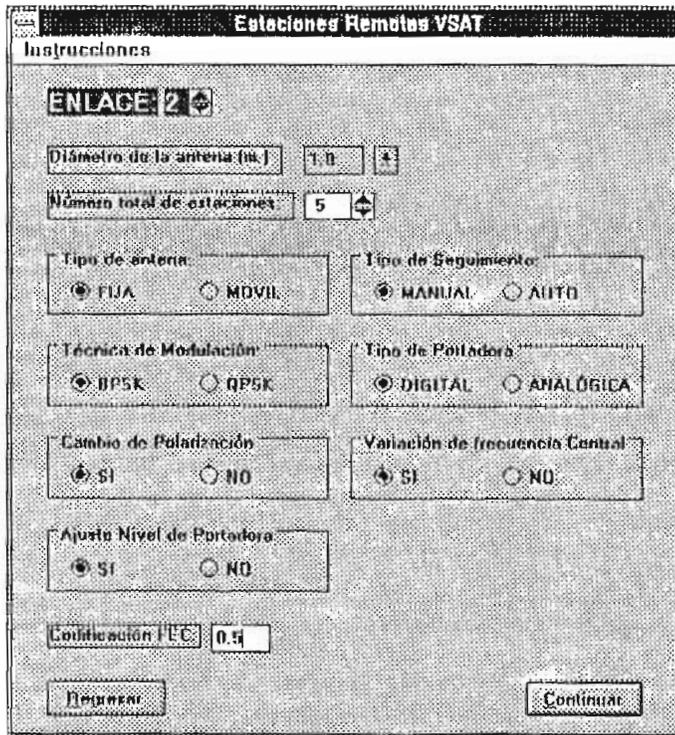


Figura 6.8 Estaciones Remotas

2.4 PARÁMETROS DEL ENLACE.

La sección Parámetros de Enlace consta de las siguientes partes: Parámetros Técnicos y Acceso al Satélite

2.4.1 PARÁMETROS TÉCNICOS.

Es mostrada al pulsar el botón "h" de la pantalla Menú Principal, aquí se determinan varios parámetros técnicos generales de la red los cuales se explican a continuación.

Primeramente se elige cual satélite de INTELSAT se va a utilizar para la red, se puede escoger entre los siguientes: K. 701, 702, 703, 707. Si se escoge el satélite K, será para trabajar en la banda Ku (14 GHz. de subida y 11 o 12 GHz. de bajada), entonces se habilitarán una caja de texto para la conectividad de haces en la que constará los haces propios de INTELSAT K. Si se escoge cualquier satélite de la serie de los siete, será para trabajar en la banda C (6 GHz. de subida y 4 GHz. de bajada), entonces se habilitará en la caja de texto que muestra la conectividad de haces únicamente los disponibles para INTELSAT VII. Al escoger el satélite que se desee, en el lado derecho del mismo se mostrará la longitud de la ubicación del satélite en grados, esto se hace porque muchas veces se los identifica a los satélites por su longitud y no por su nombre.

- La Frecuencia de enlace Ascendente y de enlace Descendente que son las que se indicaron anteriormente.
- Luego de la caja de textos respectiva se selecciona la Conectividad de Haces que se requiera, esta conexión depende de la banda en la que se vaya a trabajar y de la ubicación de las estaciones.
- El Ancho de Banda del satélite que se pretende alquilar a INTELSAT, este valor es tentativo porque luego de que se efectúen los cálculos de balance de enlace habrá que comparar con el ancho de banda requerido. El ancho de banda disponible tiene que ser mayor que el requerido para que la red pueda trabajar.
- Tipo de Transpondedor, en este punto se especifica si el transpondedor es alquilado o comprado, el valor por definición es alquilado, pero se lo puede cambiar haciendo "click" en la opción comprado.
- Número de Transpondedor, depende del que se encuentre disponible en el satélite, este número es proporcionado por INTELSAT después de enviar el Formulario B. El valor por definición es 12/12 pero se lo puede cambiar manualmente con solo ingresar en dicha caja de texto el nuevo valor.

- Número SVO-L, también es proporcionado por INTELSAT, para nuestro caso se ha tomado como valor el número 2818, pero se lo puede cambiar manualmente ingresando el nuevo valor en la caja de texto correspondiente.
- Paso de Ganancia del transpondedor, generalmente puede tomar algunos valores, pero para nuestro caso se escogerá solamente entre elevado y bajo.
- El Eb/No para conseguir un determinado BER, este parámetro es característico del equipo a utilizar, para nuestro programa se ha escogido un valor por definición el cual puede cambiarse manualmente y es $E_b/N_o = 6 \text{ dB}$ para un $BER = 1 \times 10^{-8}$.
- La Fecha de Iniciación del Servicio, es la fecha desde cuando se tiene pensado iniciar el alquiler del satélite para poder utilizar la red. Esta fecha tiene que ser escogida considerando que todos los equipos del segmento terrestre estén ya instalados, para no desaprovechar el alquiler del satélite. Existe la posibilidad también de alquilar el satélite pero no usarlo sino hasta dentro de cierto tiempo, esto tendrá que ser notificado a INTELSAT.
- Duración del Servicio, este parámetro es un valor estimado y se lo escoge considerando que después de este tiempo posiblemente la red necesite rediseñarse. Es preferible escoger un período largo de tiempo, en vez de varios pequeños, porque esto a la larga resulta económicamente más conveniente. El valor por definición es 5 años pero se lo puede cambiar fácilmente ingresando el nuevo período en la respectiva caja de texto.

Una vez definidos los parámetros anteriormente indicados, se pulsa el botón "Continuar", si es que se quiere aceptar que todos los parámetros ingresados anteriormente ingresen a las respectivas variables para que sean procesadas por el programa, caso contrario se pulsa el botón "Regresar". Después de pulsar "Continuar", se esconde la forma y el foco se traslada hacia el numeral "i" de la pantalla Menú Principal.

Parámetros técnicos	
Nº de alquiler SVO-L:	2818
Satélite INTELSAT:	707 310 * Longitud Este
Ancho de Banda Propuesto (MHz):	0.1
Frecuencia (GHz):	Conectividad (Haces):
Enlace Ascendente:	6 Hemi
Enlace Descendente:	4 Hemi
Paso de ganancia del Transpondedor:	Elevado
Número de Transpondedor:	12/12
Fecha de inicio del servicio:	01/01/97 mm/dd/yy
Duración del servicio:	5 Años
Vent. Diagrama Enl. Asc. (dB):	0
Margen Enl. Asc. (dB):	1
Vent. Diagrama Enl. Desc. (dB):	0
Margen Enl. Desc. (dB):	1
ES/No (dB):	6 Para un BER de 1E-8
Angulo Supuesto de llegada (grados):	5
Fiber Head (Kbps):	0
<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>	

Figura 6.9 Parámetros Técnicos

2.4.2 ACCESO AL SATÉLITE.

En este numeral se fija la técnica de acceso al satélite que se va a utilizar.

Acceso al satélite	
Técnica de Acceso a utilizar:	
<input type="radio"/>	FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia)
<input type="radio"/>	TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo)
<input type="radio"/>	Sistema ALUHA (Tiempo)
<input type="radio"/>	CDMA (Acceso Múltiple por Diferenciación de Código)
<input type="radio"/>	DAMA (Acceso Múltiple con Asignación de Demanda)
<input type="button" value="Regresar"/> <input type="button" value="Continuar"/>	

Figura 6.10 Acceso al Satélite

2.5 COSTOS.

La sección Costos Consta de las siguientes partes: Segmento Espacial. Segmento Terreno, Tasas y Tarifas y Total del Sistema.

2.5.1 COSTO DEL SEGMENTO ESPACIAL.

Esta pantalla es mostrada al pulsar el botón “j” del menú principal, permite mostrar y editar con la ayuda de una grilla las tablas de costos proporcionadas por INTELSAT, para la contratación del servicio de INTELNET. Existen cuatro tablas que se pueden mostrar y editar, estas son función de la capacidad del transpondedor y del tipo de alquiler que se requiera pudiendo clasificarse en el primer caso en Estándar y Preferencial y en el segundo caso en Interrumpible y No - Interrumpible. El escoger una u otra tabla para hacer el análisis de costos será función de la aplicación que se vaya a dar a la red y de la inversión económica que se planea hacer. Estas tablas de costos son función directa del ancho de banda requerido por la red, entonces como se explicó en el capítulo 1, para aumentar una nueva estación en la red, no se requerirán cambios en el diseño de la misma, solo será necesario comunicarlo este particular a INTELSAT. La tabla que se quiera mostrar, hay que fijarla en las dos cajas combo que se muestran en la parte superior de la forma y luego pulsando el botón “Mostrar tabla de Costos”.

Para determinar el valor del costo del segmento espacial, se hace “click” en una celda que esté bajo la columna correspondiente al período que se piensa alquilar y que sea del tipo de haz que se vaya a utilizar, si es que el valor de la celda corresponde a una unidad de alquiler mayor de la necesaria, el programa pedirá que escoja otra unidad de alquiler caso contrario mostrará en la caja de texto de la parte inferior de la forma, el costo del segmento espacial requerido para el alquiler del ancho de banda del satélite durante cierto período. Se ha diseñado de esta manera con el objeto de visualizar la diferencia existente entre, el alquilar una

unidad de alquiler (MHz) grande y el alquilar varias pequeñas equivalentes a una grande.

Normalmente podría darse el caso de que INTELSAT realice un ajuste en las tarifas del alquiler del servicio INTELNET y por lo tanto se requiera una actualización de las mismas, esto también se puede hacer a partir de esta forma y para ello se pulsa el botón “¿Actualizar tabla?”, entonces el programa mostrará una forma llamada “Seguridad” en la cual le pedirá al usuario que ingrese una contraseña que le permitirá hacer cambios en estas tablas. Si la contraseña no es la correcta, no se podrá hacer ningún cambio en las tablas de costos del programa NET-VSAT. Una vez ingresada la contraseña correcta, se hace un “click” en la celda que se quiera modificar e inmediatamente se mostrará una caja de ingreso de datos que le permitirá modificar el contenido de la celda en mención, después de que se ha hecho un cambio en una tabla, el botón de “Mostrar tabla de Costos” se cambiará a “Mostrar los nuevos valores” con el fin de informar al usuario de que tiene que pulsar este botón para ver los nuevos valores que ha tomado la tabla; este botón se lo puede pulsar después de hacer cada cambio o al final después que se ha efectuado todos los necesarios. El botón “Continuar” aplica las tarifas escogidas a los costos del segmento espacial, el botón “Regresar” permite salir de esta forma sin tomar ninguna decisión al respecto.

Dentro de la pantalla de Seguridad, existe una opción que permite cambiar la contraseña, cuando se conoce la existente anteriormente. Esta clave se puede cambiar cuantas veces sea necesario.

Costo del Segmento Espacial

Opciones Instrucciones

Capacidad del Transpondedor: ESTANDAR [↓] Mostrar Tabla de costos

Tipo de Alquiler: No-Interrumpible [↓] ¿Quiere actualizar Tabla?

Banda/Haz Em. Desc.	Unid. Alquiler (MHz)	1 Año	5 Años	10 Años	15 Años
C/Hemi-Zonal-Pincol	1	7,0	6,9	5,8	5,1
C/Hemi-Zonal-Pincol	1	86,7	58,6	49,3	43,4
C/Hemi-Zonal-Pincol	5	315,1	258	229,6	201,6
C/Hemi-Zonal-Pincol	9	510	410	340	300
C/Hemi-Zonal-Pincol	10	900	700	650	575
C/Global	1	9,3	8,1	7	6,1
C/Global	1	83,1	60,8	69,8	60,7
C/Global	5	460	400,3	345,1	300,1

Tabla de tarifas de alquiler, en función de la capacidad del transpondedor y del tipo de alquiler (Miles de US\$)

Costo Espacial = **6900,00** US\$

[Regresar] [Continuar]

Figura 6.11 Costo del Segmento Espacial

2.5.2 COSTO DEL SEGMENTO TERRENO.

Esta pantalla es mostrada al pulsar el botón "k" del menú principal, permite visualizar y editar los costos totales resultantes de las antenas, de los equipos de transmisión (Módem, HPA, Multiplexor), instalación y otros costos adicionales que se tendría que cubrir para implementar la red. En esta pantalla se muestra el número de antenas, el diámetro de las mismas (los cuales han sido fijados desde las opciones "f" y "g" del menú principal), el costo unitario y el costo total de todas las antenas necesarias para implementar la red serán mostrados automáticamente o manualmente. De igual manera que para el caso del segmento espacial, se tienen tablas de los equipos de transmisión, estos valores se pueden visualizar al elegir desde el menú la opción Mostrar Tabla de Costos la misma que nos presenta unas tablas de costos de antenas y de equipos, así por ejemplo para determinar el costo total de los equipos para cada estación (Módem, HPA, Multiplexor), habrá que hacer un "click" en cada uno de los elementos seleccionados y automáticamente se presentará el valor total del conjunto de

equipos requeridos. Dentro del menú de esta pantalla también existe una opción que dice, Editar Tabla de Costos y Salir.

Al escoger la opción "Editar tablas de Costos", similar al caso del Segmento Espacial, se mostrará una pantalla de seguridad en la que se pedirá ingresar una contraseña para realizar los cambios requeridos en las tablas de costo de segmento terreno. Una vez ingresada la clave correcta, se puede hacer las modificaciones necesarias haciendo un "click" en los campos donde se requiera hacer cambios, e ingresando los nuevos valores a través de una caja de entrada de datos. Para mirar la nueva tabla resultante, será necesario pulsar el botón "Visualizar nuevos Valores". Si ya no se desea efectuar más cambios se regresa a la pantalla de "Costos del Segmento Terreno". En esta pantalla si se pulsa "Continuar", todos los valores totales mostrados serán aplicados al diseño de la red, si se pulsa "Regresar" se vuelve al menú principal para realizar las modificaciones que se quisiera en los demás parámetros de la red.

Costo del Segmento Terreno			
Opciones		Instrucciones	
<u>Número de Antenas.</u>	<u>Diámetro(m.)</u>	<u>Costo Unitario</u>	<u>Costo Total</u>
1	2.2	20000	20000
9	1.8	4000	36000
SubTotal US \$			56000
EQUIPOS A UTILIZAR (H/PA + Modem + Multiplexor).			
<u>Número de equipos</u>	<u>Costo Unitario</u>		
10	46500	SubTotal US \$	465000
INSTALACION			
<u>Número de Estaciones</u>	<u>Costo Unitario</u>		
10	1500	SubTotal US \$	15000
OTROS.			SubTotal US \$ 10000
<input type="button" value="Regresar"/>		<input type="button" value="Continuar"/>	

Figura 6.12 Costo del Segmento Terreno

2.5.3 TASAS Y TARIFAS.

Esta pantalla se muestra al pulsar el botón "l" del menú principal, aquí se puede visualizar los valores de las tasas y tarifas que hay que pagar a EMETEL por concepto de autorización de funcionamiento de la estación y por concepto del uso de la frecuencia respectivamente. Los valores unitarios de las tasas y tarifas que se muestran desde cajas de texto tienen la particularidad de poder ser cambiados fácilmente, solamente ingresando el nuevo valor en dicha caja, con lo cual se logra mucha flexibilidad a la hora de evaluar costos. Estos valores de tasas y tarifas afectarán directamente a los valores totales de la red.

The screenshot shows a window titled "Tasas y Tarifas de EMETEL" with the following data:

Concepto	Valor
Tasa para autorización por 5 años / Estación (US \$)	1200.00
Tarifa mensual por uso de frecuencia / Estación (US \$)	00.00
Número total de estaciones	10
Duración del servicio (Años)	5
Tasa Total para autorización por la duración del todo el servicio (US \$)	12000.00
Tarifa Total por el uso de la frecuencia durante todo el servicio (US \$)	6000.00

Buttons: Regresar, Continuar

Figura 6.13 Tasas y Tarifas

2.5.4 COSTO TOTAL DEL SISTEMA.

Esta pantalla se muestra al pulsar el botón "m" del menú principal, en ella se visualiza la suma de los resultados totales del Segmento Terreno, el Segmento Espacial y las Tasas y Tarifas a pagar a EMETEL. Haciendo una suma de estos valores nos proporcionará un valor total, el cual nos indica lo que costaría implementar en su totalidad la red diseñada. Para realizar la implementación total de dicha red, a este valor total resultante se debería añadirle un factor de seguridad, es decir un 10 o 15 % con el fin de estar cubiertos para cualquier

imprevisto que se pudiera presentar durante la instalación. Si se pulsa el botón continuar, se acepta dichos valores para posteriormente imprimirlos.

Costo Total del sistema	
Costo del Segmento Terreno	US \$ 546000.00
Costo del Segmento Espacial	US \$ 8900.00
Tasas y Tarifas de EME TEL	US \$ 60000.00
Costo Total del Sistema	US \$ 606900.00

Aceptar

Figura 6.14 Costo Total del Sistema

2.6 INGRESO DE PARÁMETROS DEL ENLACE PROPIOS DEL SATÉLITE.

Esta sección permite escoger entre dos métodos de diseño: Automático ó Manual.

2. 6.1 AUTOMÁTICO.

Se utiliza este botón cuando ya se han ingresado todos los parámetros necesarios a través de las opciones presentadas en la pantalla del Menú Principal o las obtenidas desde un archivo de proyecto, con ello se invoca directamente a la pantalla Informe Previo que es donde se realizarán las iteraciones necesarias y los cálculos finales para el diseño de la red.

La pantalla Informe Previo, como su nombre lo indica, proporciona un informe preliminar de las generalidades del diseño de la red, con el propósito de constatar que la misma está cumpliendo los requisitos técnicos necesarios para su correcto funcionamiento.

En la pantalla Informe Previo básicamente lo que se hace es ir variando el valor de la p.i.r.e. de las estaciones de transmisión y luego a través de un botón de

comando llamado "Calcular", se efectúa el cálculo del balance de enlace. Cuando se escoge la forma automática, el programa se encargará de ejecutar la mayor cantidad de instrucciones ya que en este suceso primero se busca en tablas de la base de datos para decidir los valores que tomarán ciertos parámetros que dependen de los fijados en los menús anteriores y con ellos se efectúan todos los cálculos necesarios para presentar el Formulario B.

Una forma de chequear que el diseño está bien realizado es verificar si es que el valor del parámetro C/N (señal/ruido) calculado es inferior al mínimo requerido, si es que esto ha ocurrido, el programa dará una instrucción al diseñador diciendo: "Incremente el valor de la p.i.r.e. de la estación del Enlace " I " y vuelva a calcular", en este punto el usuario tendrá que incrementar manualmente dicho valor de p.i.r.e. tentativo y repetir los cálculos hasta obtener un valor superior al mínimo requerido. Estas instrucciones son dadas al usuario a través del menú "Instrucciones" de esta forma. En esta pantalla, también se puede jugar un poco con el diámetro de la antena de la estación pero moviéndose dentro de las dimensiones estándares que se pueden conseguir dentro del mercado, es decir no se tendría mucha libertad para manipular este parámetro. Al ejecutar "Calcular" también se efectúa un chequeo y el programa avisa si es que se ha superado los valores de p.i.r.e., ancho de banda y DFP totales disponibles del satélite, con los calculados para este enlace, cuando esto sucede, el programa envía un mensaje diciendo: "La red sobrepasa los recursos disponibles". En el caso de que estos parámetros analizados anteriormente no sean los adecuados para lograr el correcto funcionamiento de la red, las cajas de texto que los muestran estarían en fondo rojo e intermitente indicando precaución.

En resumen, en esta forma lo que se hace es ingresar un valor de la p.i.r.e. de la estación terrena, se pulsa "Calcular", chequea si se las cumplido con las condiciones mínimas necesarias para el enlace de lo contrario se varía el valor de la p.i.r.e. o también se retrocede con el comando "Regresar" a los menús anteriores para manipular otras variables como por ejemplo el diámetro de la

antena o el ancho de banda disponible y se vuelve a calcular, así sucesivamente hasta cumplir con el objetivo planteado.

Informe Previo

Instrucciones

	Enlace 1	Enlace 2
Díametro de la antena (m.)	7	3.0
p.l.e. de 1x (dB)	35.2	26.6
C/N mínimo (dB)	2.197	2.197
C/N (calculado) (dB)	2.241	2.352

TOTALES

p.l.e. (disponible) (dBW)	0.8424
p.l.e. (utilizado) (dBW)	3.7504
A-Banda (disponible) (MHz)	0.15
A-Banda (utilizado) (MHz)	0.0202
DFP total disponible (dBW/m ²)	127.3424
DFP total en el satélite (dBW/m ²)	126.9454

Reporte del plan general de Transmisión

Destino: Pantalla Impresora

Reporte

Figura 6.15 Informe Previo

En la parte inferior de este formulario existe una opción que dice: "Reporte del plan general de transmisión", dentro de ella se puede escoger si se quiere enviar este reporte, ya sea a "Pantalla" de vídeo si es que el objetivo es solo mirar o si se quiere obtener un escrito a través de "Impresora". El botón "Imprimir Reporte", permite enviar dichos resultados a donde se eligió, si es que se escogió como destino la pantalla, el programa llama a una forma llamada "Resultados", que es donde se va a mostrar los resultados del plan de transmisión obtenidos, este procedimiento es muy útil, ya que con ello se puede visualizar el contenido del Formulario B antes de hacerlo imprimir; si se eligió como destino la impresora, será mostrada primeramente la caja de diálogo de impresión en la cual se puede determinar cuales son las páginas que se desea imprimir en el caso de que no se

quiera imprimir todo el plan de transmisión. Este reporte del plan general de transmisión se lo puede obtener en cualquier instante que se lo requiera.

En la parte inferior de este formulario existe una opción que dice: "Reporte del plan general de transmisión", dentro de ella se puede escoger si se quiere enviar este reporte, ya sea a "Pantalla" de vídeo si es que el objetivo es solo mirar o si se quiere obtener un escrito a través de "Impresora". El botón "Imprimir Reporte", permite enviar dichos resultados a donde se eligió, si es que se escogió como destino la pantalla, el programa llama a una forma llamada "Resultados", que es donde se va a mostrar los resultados del plan de transmisión obtenidos, este procedimiento es muy útil, ya que con ello se puede visualizar el contenido del Formulario B antes de hacerlo imprimir; si se eligió como destino la impresora, será mostrada primeramente la caja de diálogo de impresión en la cual se puede determinar cuales son las páginas que se desea imprimir en el caso de que no se quiera imprimir todo el plan de transmisión. Este reporte del plan general de transmisión se lo puede obtener en cualquier instante que se lo requiera.

2.6.2 MANUAL.

Al pulsar el botón Manual de esta sección, previamente ingresado los parámetros fijados en las otras secciones del Menú Principal, se presentará una pantalla intermedia llamada Ingreso Manual de Parámetros en la cual será necesario ingresar manualmente ciertos parámetros técnicos del enlace, propios del satélite, con el fin de que el programa no los escoja automáticamente, sino que el usuario los fije de acuerdo a su conveniencia con la ayuda de la documentación proporcionada por INTELSAT, esta opción se ha implementado con el propósito de que el diseño de la red se lo pueda hacer de una forma más flexible y no tan rígida como en la forma automática.

Los parámetros que se ingresan manualmente son los siguientes:

- Potencia isotrópica radiada equivalente disponible en el satélite (p.i.r.e. disponible)

- Densidad de flujo de potencia del transpondedor (DFP)
- Figura de mérito del sistema de recepción del satélite (G/T)
- Relación Axial de tensión
- Densidad de flujo de saturación del transpondedor al borde del haz (DFP_{SAT})
- Diferencia entre Backoff de entrada y salida del transpondedor (Dif)
- p.i.r.e. de saturación del transpondedor al borde del haz (p.i.r.e._{SAT})
- Límite de intermodulación del HPA hacia la estación terrena (LIM_{HPA})
- Limite máximo de densidad de p.i.r.e. de intermodulación de TWT del satélite en el borde del haz por portadora (LIM_{TWT}).
- C/I de interferencia de cocanal
- Diferencia hipotética entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz (Dif_{PIRE})
- Límite del reglamento de la UIT
- Temperatura de ruido (T)
- Límite de la p.i.r.e. fuera del eje

Una vez hecho esto se pulsa el botón "Continuar" y se mostrará la pantalla llamada Informe Previo cuya funcionalidad ya que se explicó anteriormente. Aquí se continuará con las iteraciones necesarias hasta obtener el plan de transmisión de igual manera como se procedió al elegir la forma automática. En este caso el programa solamente efectuará los cálculos necesarios para el balance de enlace, porque lo demás datos ya se encuentran fijados.

Ingreso Manual de Parámetros

Instrucciones

B	p.c.c. disponible (dBW)	0.5424	F	LimHPA (dBW/4KHz)	21
	DFF (dBW/m2)	-122.342		LimTWT (dBW/4KHz)	-37
	G/T (dB/K)	8.8		C/I Inf. Co canal (dB)	17
C	Relación Axial de Tensión	1.06	G	LimDeflex General (dB)	20.1
	Temperatura de ruido (°K)	80			
E	DFFtot (dBW/m2)	-97	I	Dif. pin. cresta burda (dB)	4
	Dif. Backoff (dB)	1.8		LimDeflegmento UIT (dBW/m2/4KHz)	-152
	p.i.c. saturación (dB)	33			

Figura 6.16 Ingreso Manual

3.- RESULTADOS.

La forma llamada "Resultados", muestra todos y cada uno de los párrafos del Plan general de transmisión, como dicho plan es bastante extenso se ha decidido presentarlo a través de varias pantallas secuenciales con la ayuda de dos comandos que se hallan ubicados en la parte inferior del formulario que funcionan de la siguiente manera.

Cuando se carga la forma "Resultados", presenta el encabezamiento del plan de transmisión y se muestra una parte del párrafo "A" del mismo, para ir mostrando secuencialmente los demás párrafos se pulsa el botón ">>" (es decir avanzar página), cuando se quiere visualizar una página anterior a la mostrada actualmente se pulsa el botón "<<" (es decir retroceder página), de esta manera se puede visualizar todos los párrafos del Plan general de transmisión. Cuando se está presentando la última pantalla del plan, se deshabilita el botón ">>" y cuando se está presentando la primera pantalla, se deshabilita el botón "<<". Un número en la parte superior izquierda indica el número de la pantalla que esta mostrando. El botón "Regresar" permite volver a la pantalla "Informe Previo", para cualquier

ajuste que se quiera dar a los resultados o para cuando ya se quiera abandonar la aplicación.

FORMULARIO B

PLAN GENERAL DE TRANSMISION-TRANSPONEDORES ALQUILADOS O COMPRADOS

A. Gerente de la sección de Estudios de Operaciones de INTELSAT
Washington, D.C. EE.UU.

DÉ: EMETEL-ECUADOR.

ASUNTO: Plan de transmisión propuesto para acceder a capacidad de segmento espacial de INTELSAT alquilada o comprada.

FECHA: 2/13/97

A. INFORMACIÓN GENERAL

1. País (transmisión)	Ecuador-EE.UU.
(recepción)	Ecuador-EE.UU.
2. Tipo de haz (Tx/Rx)	Pleni/Pleni
3. Banda de frecuencia (Mhz)	6 GHz
(dúplex)	1 GHz
4. Ubicación del satélite	310° de longitud Este
5. Serie de antenas	VII
6. Tipo de Transpondedor	ALQUILADO
7. Número de Transpondedor	12/12
8. Fecha de inicio del servicio	01/01/97
9. Duración del servicio	5 años
10. Número SVO-L	2818

Impresión

Figura 6.17 Resultados

```

N = ABanda / 100 'N=ABanda(KHz)/100(KHz)
If FrecuenciaAsc <= 6000000000# Then
  CuadroUsado = "Cuadro D2"
Else
  CuadroUsado = "Cuadro C1"
End If
recursos = 10 * Log(9000 / (N * 100)) / Log(10)
pire = pire - recursos 'p.i.r.e. para cualquier ancho de banda
DFP = DFP - recursos 'DFP para cualquier ancho de banda
'C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA
Const Pi = 3.141592654 'Define constante
Const VeloLuz = 300000000# 'velocidad de la luz en m/s
If FrecuenciaAsc <= 6000000000# Then
  'Valores recomendados para la banda C
  RelacionAxial = 1.06
Else
  'Valores mínimos recomendados para la banda Ku
  RelacionAxial = 31.6
End If
TemperaturaRuido = 80 'Porque el diámetro es menor a 8 m.
TETA = Chr(248)
EnvolventeLateral = "32 -25 Log" & TETA
Const Rendi = .66 'Rendimiento de la antena
LamdaDes = VeloLuz / FrecuenciaDesc
GananciaRecepcionAntena(M) = 10 * Log(Rendi * (Pi * DiametroAntena(M) / LamdaDes) ^ 2) /
Log(10)
GTAntena(M) = 10 * Log((1 / TemperaturaRuido) * (Rendi * (Pi * DiametroAntena(M) / LamdaDes)
^ 2)) / Log(10)
'D. CARACTERISTICAS DE LA PORTAORA
r(M) = CodiFEC(M)
VelocidadTxAnt(M) = (VelocidadInforAnt(M) + Ch) * (1 / r(M))
If TecnicaModulacion(M) = "BPSK" Then
  ABAsignado(M) = 1.4 * VelocidadTxAnt(M) / 1000#
  e = 1 / 1.2 'E=eficiencia espectral para modulación BPSK
  ABOcupado(M) = VelocidadTxAnt(M) / e / 1000
ElseIf TecnicaModulacion(M) = "QPSK" Then
  ABAsignado(M) = .7 * VelocidadTxAnt(M) / 1000
  e = 1 / .6 'E=eficiencia espectral para modulación QPSK
  ABOcupado(M) = VelocidadTxAnt(M) / e / 1000
Else
  End If
'E. BACKOFF ENTRADA/SALIDA POR PORTADORA PARA CALCULAR
' p.i.r.e. ENLACE DESCENDENTE (CIELO DESPEJADO)
'1. Cálculo del ángulo de elevación
LongitudSatelite = (360 - UbicacionSatelite)
'Radians = Degrees * (Pi / 180) 'Convierte grados a radianes.
Alfa(M) = Cos(LatitudEstacion(M) * Pi / 180) * Cos((LongitudEstacion(M) - LongitudSatelite) * Pi
/ 180)
AnguloAux(M) = (ArcCoseno(Alfa(M))) * 180 / Pi 'En grados
Const Re = 6378 'radio de la tierra en Km.
Const h = 35784 'Altura nominal del satélite en Km.
Beta(M) = (Cos(AnguloAux(M) * Pi / 180) - Re / (Re + h)) / Sin(AnguloAux(M) * Pi / 180)
AnguloElev(M) = Atn(Beta(M)) * 180 / Pi
'2. Calculo del p.i.r.e. de la estación terrena de transmisión
'Valores ingresados el momento de ejecución

```

```

CN(M) = EbNo - 10 * Log(ABOcupado(M) * 1000000# / (VelocidadInforAnt(M) * 1000)) /
Log(10#)
LamdaAsc = VeloLuz / FrecuenciaAsc
d(M) = 35895 * Sqr(1 + .42 * (1 - Cos(AnguloAux(M) * Pi / 180)))
Lfu(M) = 10 * Log((4 * Pi * d(M) * 1000 / LamdaAsc) ^ 2) / Log(10#)
'5. Ganancia de la antena de 1m²
Ganancia1m2 = 20 * Log(FrecuenciaAsc / 1000000000#) / Log(10#) + 21.46
'6. Densidad de flujo de potencia por portadora en el satélite
DFPs(M) = pircu(M) + Ganancia1m2 - Lfu(M) + Meu
'7. Densidad de flujo de saturación del transpondedor al borde del haz
'Valor escogido de tabla 2.11
If SerieSatelites = "VII" Then
  If PasoGanancia = "Elevado" Then
    DFPsat = -87
  Else
    DFPsat = -73
  End If
Else
  If PasoGanancia = "Elevado" Then
    DFPsat = -93
  Else
    DFPsat = -70.5
  End If
End If
'9. Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la estación terrena
DFPsatET = DFPsat - VentajaDiagramaAsc
'10. Backoff de entrada por portadora (BOi)
BOi(M) = DFPS(M) - DFPsatET
'11. Diferencia entre Backoff de entrada y Backoff de salida (Dif)
'Valor obtenido para intelsat VII de 1.8 dB del cuadro D2
If SerieSatelites = "VII" Then
  'Para Satelite VII, 9 MHz, haz Hemi/Hemi, Zonal/Hemi, Global/Hemi
  Dif = 1.8
Else
  'Para Satelite K, 9 MHz, cualquier configuración de haces
  Dif = 4.6
End If
'12. Backoff de salida por portadora
BOo(M) = BOi(M) + Dif
'13. p.i.r.e. de saturación del transpondedor al borde del haz(pireSat)
'Valor obtenido del IESS-410
'Abre la base de datos para uso exclusivo y para que sea solo de lectura
Set Datos = OpenDatabase("C:\NET-VSAT\PIRE.MDB", True, True)
'Abre la tabla que contiene la p.i.r.e.sat
Set Tabla = Datos.OpenTable("pireSat")
'Se posiciona el puntero al inicio de la tabla
Tabla.MoveFirst
If SerieSatelites = "VII" Then
  TipoEnlace = TipoHazAsc & "/" & TipoHazDesc
  'Une las dos tipos de haces en una sola variable
Else
  TipoEnlace = "Cualquiera" & "/" & TipoHazDesc
  'Define el parámetro Cualquiera (Haz Asc.)
End If
I = 1 'I = 10 es el número de filas de la tabla
Do Until I = 10 Or (Tabla("Tipo de haz Asc/Desc") = TipoEnlace)
  Tabla.MoveNext

```

```

I = I + 1
Loop
pireSat = Tabla("piresat")
Tabla.Close
Datos.Close

'14. p.i.r.e. de enlace descendente por portadora al borde del haz(pireD)
pired(M) = pireSat + BOo(M)
'16. p.i.r.e. del enlace descendente hacia la estación terrena más pequeña
pireDesc(M) = pired(M) + VentajaDiagramaDesc
'F. COMPUTOS DE ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES DEGRADADAS)
'1.f C/T del satélite al borde del haz
CTu(M) = pireu(M) + GT + VentajaDiagramaAsc - Lfu(M) - Meu
'2.a Limite de intermodulación de HPA de la estación terrena(LimHPA)
'Este valor es escogido de la tabla 2.18
If SerieSatelites = "VII" And (TipoHazAsc = "Hemi" Or TipoHazAsc = "Zonal") And FrecuenciaAsc =
6000000000# Then
    LimHPA = 21
ElseIf SerieSatelites = "VII" And (TipoHazAsc = "Global" Or TipoHazAsc = "C-Pincel") And
FrecuenciaAsc = 6000000000# Then
    LimHPA = 24
ElseIf SerieSatelites = "VII" And TipoHazAsc = "Ku-Pincel" And FrecuenciaAsc = 14000000000#
Then
    LimHPA = 16
'ElseIf SerieSatelites = "K" And TipoHazAsc = "Ku-Pincel" And FrecuenciaAsc = 14000000000#
Then
ElseIf SerieSatelites = "K" And FrecuenciaAsc = 14000000000# Then
    LimHPA = 10
Else
End If
'2.b. C/T Limite de de intermodulación de HPA por portadora (CTIMHPA)
CTIMHPA(M) = pireu(M) + Meu - LimHPA + 10 * Log(4000) / Log(10#) - 228.6
'3.a Limite máximo de densidad de p.i.r.e. de IM de TWT en el borde del haz (LimTWT)
'Este valor es obtenido de la tabla 2.19
'Busca el valor LimTWT
Set Datos = OpenDatabase("C:\NET-VSAT\PIRE.MDB", True, True)
Set Tabla = Datos.OpenTable("LimTWT")
Tabla.MoveFirst
N = 1 'N = 35 es el número de filas de la tabla
Do Until N = 35 Or ((Tabla("HazEnlaceAsc") = TipoHazAsc) And (Tabla("TranspDescAfectado") =
TipoHazDesc))
    Tabla.MoveNext
    N = N + 1
Loop
'Asigna el valor encontrado a la variable LimTWT
LimTWT = Tabla("LimTWTBordeHaz")
Tabla.Close
Datos.Close
'3.b. C/T de intermodulación de TWT por portadora (CTIMTWT)
CTIMTWT(M) = pired(M) - LimTWT + 10 * Log(4000) / Log(10#) - 228.6
'4.c. Pérdidas de propagación para el enlace descendente(Lfd)
If M = NumeroDeEnlaces Then
    'Es el ángulo de la estación receptora más alejada
    AnguloAuxd(1) = (ArcCoseno(Alfa(2))) * 180 / Pi
    For I = 2 To NumeroDeEnlaces
        AnguloAuxd(I) = (ArcCoseno(Alfa(1))) * 180 / Pi
    Next I

```

```

For I = 1 To NumeroDeEnlaces
'Es la distancia en metros entre la estación terrena de recepción y el satélite
dd(I) = 35895 * Sqr(1 + .42 * (1 - Cos(AnguloAuxd(I) * Pi / 180)))
'Pérdidas de propagación para el enlace descendente
Lfd(I) = 10 * Log((4 * Pi * dd(I) * 1000 / LamdaDes) ^ 2) / Log(10#)
Next I
End If
'4.d. G/T de la estación terrena de recepción más pequeña(GTetpeq)
GTetpeq(M) = GTAntena(M)
'4.f. C/T del enlace descendente (CTd)
'Calcula el C/Td para todos los enlaces
If M = NumeroDeEnlaces Then
'CTd de la estación central con relación a la
'estación más alejada que es la estación 2
CTd(1) = pired(1) + GTetpeq(2) - Lfd(1) - Med
'CTd de las estaciones con respecto a la estación central
For I = 2 To NumeroDeEnlaces
CTd(I) = pired(I) + GTetpeq(1) - Lfd(I) - Med
Next I
End If
'5.a. C/I Interferencia cocanal,total(CI)
'Valor tomado de la tabla 2.20
'Para esto primero abre la base que contiene todas las
'tablas, luego abre la tabla CI-COCANAL donde buscar
Set Datos = OpenDatabase("C:\NET-VSAT\PIRE.MDB", True, False)
Set Tabla = Datos.OpenTable("CI-COCANAL")
Tabla.MoveFirst
'Busca el valor de este parámetro CI si la serie de satélites usados es VII
If SerieSatelites = "VII" Then
Dim J
Do Until J = 17 Or (Tabla("EnlaceAsc") = TipoHazAsc And Tabla("EnlaceDesc") = TipoHazDesc)
Tabla.MoveNext
J = J + 1
Loop
If Tabla("EnlaceAsc") = TipoHazAsc And Tabla("EnlaceDesc") = TipoHazDesc Then
GoTo VALOR_CI
Else
'Si se cumple esta condición, no existe esta combinación de haces
MsgBox "No existe esa interconexión de haces", 16, "¡ Advertencia !"
End If
'Busca el valor de este parámetro CI si la serie de satélites es K
Else
Do Until Tabla("EnlaceDesc") = TipoHazDesc
Tabla.MoveNext
Loop
GoTo VALOR_CI
End If
VALOR_CI: CI = Tabla("C/I")
Tabla.Close 'Cierra la base C/I
Datos.Close 'Cierra la tabla
'5.b. C/T de interferencia de cocanal total(CTcoc)
CTcoc(M) = CI - 228.6 + 10 * Log(ABOcupado(M) * 1000000#) / Log(10#)
'6.a C/T total por portadora(CTtot)
If M = NumeroDeEnlaces Then
'Calculo el C/Ntotal Para cada uno de los enlaces
For I = 1 To NumeroDeEnlaces

```

```

    TCtot(I) = 1 / (10 ^ (CTu(I) / 10)) + 1 / (10 ^ (CTd(I) / 10)) + 1 / (10 ^ (CTIMHPA(I) / 10)) + 1 /
(10 ^ (CTcoc(I) / 10))
    CTtot(I) = 10 * Log(1 / TCtot(I)) / Log(10#)
    '6.c. Ancho de banda de ruido del receptor(ABn)
    ABn(I) = 10 * Log(ABOcupado(I) * 1000000#) / Log(10#)
    '6.d. C/N total
    CNtotal(I) = CTtot(I) + 228.6 - ABn(I)
    If CNtotal(I) < CN(I) Then
        MsgBox "Incremente el valor de la p.i.r.e. de la estación del Enlace" & I & " y vuelva a calcular.", 64,
"Sugerencia"
        Load InformePrevio
        InformePrevio.Show
        Else
        End If
    Next I
End If
'G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE
'5. Conversión del ancho de banda a 40 ó 4KHz (AB4)
AB4(M) = 10 * Log(ABOcupado(M) * 1000 / 4) / Log(10#)
'6. Ganancia máxima de la antena de la estación terrena de transmisión (GTx)
GTx(M) = 10 * Log(Rendi * (Pi * DiametroAntena(M) / LamdaAsc) ^ 2) / Log(10#)
'7. Potencia en el alimentador de la antena (Pf)
Pf(M) = pireu(M) - AB4(M) - GTx(M)
'8. Ganancia de la antena fuera del eje a 3° (Gfe)
Gfe = 32 - 25 * Log(3) / Log(10#)
'9. Densidad de la p.i.r.e. fuera del eje a 3°(DPfe)
DPfe(M) = Pf(M) + Gfe
'10. Límite de la p.i.r.e. fuera del eje
If SerieSatelites = "VII" Then
    'Para estaciones con el satélite Intelsat VII en la banda C
    LimitePireFueraEje = 20.1
Else
    'Para estaciones con el satélite Intelsat K
    LimitePireFueraEje = 27.1
End If
'11. Margen
Margen(M) = LimitePireFueraEje - DPfe(M)

'H. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LOS PRODUCTOS DE INTERMODULACION
' EN EL HPA DE LA ESTACION TERRENA
'I. Densidad máxima de flujo de potencia en la superficie
' terrestre
'2.c. Diferencia hipotética entre p.i.r.e. en cresta y borde del haz (Difpire)
Difpire = 4 'se escoge 4dB
'2.f. Densidad de la p.i.r.e. de enlace descendente por cada 4KHz (Dpired)
Dpired(M) = pired(M) + Difpire - AB4(M)
'2.g. Pérdidas en el trayecto (Lf5)
Dim SenBeta1 As Single, SenBeta2 As Single
Dim Beta1 As Single, Beta2 As Single
SenBeta1 = (-.3022 * Tan(AnguloSupuesto * Pi / 180) + Sqr(4 * (Tan(AnguloSupuesto * Pi / 180)) ^
2 + 3.908672)) / (2 * (Tan(AnguloSupuesto * Pi / 180)) ^ 2 + 2)
SenBeta2 = (-.3022 * Tan(AnguloSupuesto * Pi / 180) - Sqr(4 * (Tan(AnguloSupuesto * Pi / 180)) ^
2 + 3.908672)) / (2 * (Tan(AnguloSupuesto * Pi / 180)) ^ 2 + 2)
Beta1 = Abs(ArcSeno(SenBeta1) * 180 / Pi)
Beta2 = Abs(ArcSeno(SenBeta2) * 180 / Pi)
If Beta1 > Beta2 Then
    DistanciaMaxima = 35895 * Sqr(1 + .42 * (1 - Cos(Beta1 * Pi / 180)))

```

```

Else
  DistanciaMaxima = 35895 * Sqr(1 + .42 * (1 - Cos(Beta2 * Pi / 180)))
End If
Lf5 = 10 * Log((4 * Pi * DistanciaMaxima * 1000# / LamdaDes) ^ 2) / Log(10)
'2.h. Ganancia de la antena de 1m²(G1m²)
G1m2 = 20 * Log(FrecuenciaDesc / 1000000000#) / Log(10#) + 21.46
'2.i. Densidad máxima de flujo de potencia en la superficie terrestre (DFPst)
DFPst(M) = Dpired(M) - Lf5 + G1m2
'2.j. Límite del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT
If FrecuenciaDesc >= 3400000000# And FrecuenciaDesc <= 4200000000# Then
  LimiteReglamento = -152
ElseIf FrecuenciaDesc >= 10700000000# And FrecuenciaDesc <= 11700000000# Then
  LimiteReglamento = -150
ElseIf FrecuenciaDesc >= 11700000000# And FrecuenciaDesc <= 11950000000# Then
  LimiteReglamento = 0 'Ninguno por el momento
ElseIf FrecuenciaDesc >= 12000000000# And FrecuenciaDesc <= 12750000000# Then
  LimiteReglamento = -148
Else
End If
'2.k. Margen de comparación (MargenComparacion)
MargenComparacion(M) = LimiteReglamento - DFPst(M)
If MargenComparacion(M) < 0 Then
  MsgBox "¡La red propuesta sobrepasa los recursos disponibles!", 0 + 48, "Margen"
Else
End If
'J. CALCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL TRANSPONDEDOR
'1. DENSIDAD DE FLUJO DE POTENCIA
'1.b. Factor de activado tiempo que permanece ocupado el canal
FactorActividad = 100 'en porcentaje.
NdB = 10 * Log(NumPortaAsignadas) / Log(10#) 'Se expresa en dB
'1.d. p.i.r.e. total de enlace ascendente por tipo de portadora (pireuTot)
pireuTot(M) = pireu(M) + NdB
'1.h. DFP total en el satélite por tipo de portadora en el borde del haz (DFPtotPort)
DFPtotport(M) = pireu(M) + Ganancia1m2 - VentajaAsc - Lfu(M)
'1.i. DFP total en el satélite (DFPsatelTot)
'Ejecuta este procedimiento cuando ya terminó los
'cálculos previos para todos los enlaces
If M = NumeroDeEnlaces Then
  For I = 1 To NumeroDeEnlaces
    argumento = argumento + 10 ^ (DFPtotport(I) / 10)
  Next I
  DFPsatelTot = 10 * Log(argumento) / Log(10#)
'1.k. Margen (es la diferencia entre DFP y DFPsatelTot)
MargenTot = DFP - DFPsatelTot
If MargenTot < 0 Then
  MsgBox "¡La red propuesta sobrepasa los recursos disponibles!", 0 + 48, "Margen"
End If
End If
piredTot(M) = pired(M) + NdB
'Ejecuta este procedimiento cuando ya terminó los
'cálculos previos para todos los enlaces
If M = NumeroDeEnlaces Then
  For I = 1 To NumeroDeEnlaces
    argumento = argumento + 10 ^ (piredTot(I) / 10)
  Next I
  pireTotal = 10 * Log(argumento) / Log(10#)
'2.f. Margen, es la diferencia entre el pire disponible y el que realmente utiliza.

```

```

DifMargen = pire - pireTotal
If DifMargen < 0 Then
MsgBox "¡La red propuesta sobrepasa los recursos disponibles!", 0 + 48, "Margen"
Else
End If
End If
'3.c. Ancho de banda total por tipo de portadora
ABTotPort(M) = ABAsignado(M) * NumPortaAsignadas
'3.d. AB del satélite total utilizado (ABtot)
ABtot = ABAsignado(1) + ABAsignado(2) + ABAsignado(3) + ABAsignado(4)
'3.e. AB total disponible en el satélite, calculado en B.2
ABandaTot = ABanda / 1000 'Para que este expresado en MHz
'3.f. Margen es la diferencia entre el ancho de banda ocupado y el disponible
MargenABanda = ABandaTot - ABtot
Screen.MousePointer = 0 'Cambia el puntero a la forma normal.
End Sub

```

Sub MANUAL (M As Integer)

```

'*****
'* Realiza los cálculos del balance de enlace en forma Manual, es decir que no
'* escoge del archivo de base de datos pire.mdb, los parámetros técnicos requeridos
'* para efectuar dichos cálculos. Estos parámetros se ingresaron manualmente utilizando
'* la pantalla Ingreso Manual.
'* Realiza las iteraciones necesarias variando la p.i.r.e. de las estaciones hasta obtener
'* un valor tal que nos de como resultados un valor de C/N calculado superior al mínimo
'* requerido.
'* Compara los recursos disponibles del satélite con los utilizados por la red, para no
'* sobrepasarlos.
'* Da una serie de mensajes al usuario, para ayudarlo a hacer las iteraciones y también
'* para avisarle cuando se haya sobrepasado los recursos disponibles del satélite.
'*****

```

```

Screen.MousePointer = 11 'Cambia el puntero a un reloj de arena.

```

'A. INFORMACION GENERAL

```

'estos datos se ingresa desde el menú principal de la aplicación

```

B. RECURSOS DEL TRANSPONDEDOR ALQUILADO O COMPRADO

```

FrecAsc = FrecuenciaAsc / 1000000000#
FrecDesc = FrecuenciaDesc / 1000000000#
Dim Datos As Database, Tabla As Table
N = ABanda / 100 'N=ABanda(KHz)/100(KHz),
If FrecuenciaAsc <= 6000000000# Then
CuadroUsado = "Cuadro D2"
Else
CuadroUsado = "Cuadro C1"
End If

```

'C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA

```

Const Pi = 3.141592654 'Define constante
Const VeloLuz = 300000000# 'velocidad de la luz en m/s
TETA = Chr(248)
EnvolventeLateral = "32 -25 Log" & TETA
Const Rendi = .66 'Rendimiento de la antena
LamdaDes = VeloLuz / FrecuenciaDesc
GananciaRecepcionAntena(M) = 10 * Log(Rendi * (Pi * DiametroAntena(M) / LamdaDes) ^ 2) /
Log(10)

```

$GT_{Antena}(M) = 10 * \text{Log}((1 / \text{TemperaturaRuido}) * (\text{Rendi} * (\text{Pi} * \text{DiametroAntena}(M) / \text{LamdaDes})^2)) / \text{Log}(10)$

'D. CARACTERISTICAS DE LA PORTAORA

$r(M) = \text{CodiFEC}(M)$
 $\text{VelocidadTxAnt}(M) = (\text{VelocidadInforAnt}(M) + \text{Oh}) * (1 / r(M))$
 If $\text{TecnicaModulacion}(M) = \text{"BPSK"}$ Then 'El Ancho de Banda asignado depende de la técnica de modulación
 'ABasignado para modulación BPSK
 $\text{ABAsignado}(M) = 1.4 * \text{VelocidadTxAnt}(M) / 1000\#$
 $e = 1 / 1.2$ 'E=eficiencia espectral para modulación BPSK
 $\text{ABOcupado}(M) = \text{VelocidadTxAnt}(M) / e / 1000$
 Elseif $\text{TecnicaModulacion}(M) = \text{"QPSK"}$ Then
 'ABAsignado pa modulación QPSK
 $\text{ABAsignado}(M) = .7 * \text{VelocidadTxAnt}(M) / 1000$
 $e = 1 / .6$ 'E=eficiencia espectral para modulación QPSK
 $\text{ABOcupado}(M) = \text{VelocidadTxAnt}(M) / e / 1000$
 Else
 End If

'E. BACKOFF ENTRADA/SALIDA POR PORTADORA PARA CALCULAR

' p.i.r.e. ENLACE DESCENDENTE (CIELO DESPEJADO)
 '1. Cálculo del ángulo de elevación
 $\text{LongitudSatelite} = (360 - \text{UbicacionSatelite})$
 'Radians = Degrees * (Pi / 180) ' Convierte grados a radianes.
 $\text{Alfa}(M) = \text{Cos}(\text{LatitudEstacion}(M) * \text{Pi} / 180) * \text{Cos}((\text{LongitudEstacion}(M) - \text{LongitudSatelite}) * \text{Pi} / 180)$
 $\text{AnguloAux}(M) = (\text{ArcCoseno}(\text{Alfa}(M))) * 180 / \text{Pi}$ 'En grados
 $\text{Const Re} = 6378$ 'radio de la tierra en Km.
 $\text{Const h} = 35784$ 'Altura nominal del satélite en Km.
 $\text{Beta}(M) = (\text{Cos}(\text{AnguloAux}(M) * \text{Pi} / 180) - \text{Re} / (\text{Re} + \text{h})) / \text{Sin}(\text{AnguloAux}(M) * \text{Pi} / 180)$
 $\text{AnguloElev}(M) = \text{Atn}(\text{Beta}(M)) * 180 / \text{Pi}$
 '2. Calculo del p.i.r.e. de la estación terrena de transmisión
 'Valores ingresados el momento de ejecución
 $\text{CN}(M) = \text{EbNo} - 10 * \text{Log}(\text{ABOcupado}(M) * 1000000\# / (\text{VelocidadInforAnt}(M) * 1000)) / \text{Log}(10\#)$
 '3. Perdidas de propagación para el enlace ascendente
 'd= distancia entre la ubicación de la estación terrena y el satélite en metros
 $\text{LamdaAsc} = \text{VeloLuz} / \text{FrecuenciaAsc}$
 $d(M) = 35895 * \text{Sqr}(1 + .42 * (1 - \text{Cos}(\text{AnguloAux}(M) * \text{Pi} / 180)))$ 'En Km
 $\text{Lfu}(M) = 10 * \text{Log}((4 * \text{Pi} * d(M) * 1000 / \text{LamdaAsc})^2) / \text{Log}(10\#)$
 'Pérdidas de propagación para el enlace ascendente
 '4. Margen de protección contra errores por lluvia ,etc
 '5. Ganancia de la antena de 1m²
 $\text{Ganancia1m2} = 20 * \text{Log}(\text{FrecuenciaAsc} / 1000000000\#) / \text{Log}(10\#) + 21.46$ 'La FrecuenciaAsc va en GHz
 '6. Densidad de flujo de potencia por portadora en el satélite
 $\text{DFPs}(M) = \text{pireu}(M) + \text{Ganancia1m2} - \text{Lfu}(M) + \text{Meu}$
 '9. Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la estación terrena
 $\text{DFPsatET} = \text{DFPsat} - \text{VentajaDiagramaAsc}$
 '10. Backoff de entrada por portadora (BOi)
 $\text{BOi}(M) = \text{DFPs}(M) - \text{DFPsatET}$
 '12. Backoff de salida por portadora
 $\text{BOo}(M) = \text{BOi}(M) + \text{Dif}$
 '14. p.i.r.e. de enlace descendente por portadora al borde del haz(pireD)
 $\text{pired}(M) = \text{pireSat} + \text{BOo}(M)$
 '16. p.i.r.e. del enlace descendente hacia la estación terrena más pequeña

```

pireDesc(M) = pired(M) + VentajaDiagramaDesc
F. COMPUTOS DE ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES DEGRADADAS)
'1. f C/T del satélite al borde del haz
CTu(M) = pireu(M) + GT + VentajaDiagramaAsc - Lfu(M) - Meu
'2. b. C/T Limite de de intermodulación de HPA por portadora (CTIMHPA)
CTIMHPA(M) = pireu(M) + Meu - LimHPA + 10 * Log(4000) / Log(10#) - 228.6
'3. b. C/T de intermodulación de TWT por portadora (CTIMTWT)
CTIMTWT(M) = pired(M) - LimTWT + 10 * Log(4000) / Log(10#) - 228.6
'4. c. Pérdidas de propagación para el enlace descendente(Lfd)
If M = NumeroDeEnlaces Then
'Es el ángulo de la estación receptora más alejada
AnguloAuxd(1) = (ArcCoseno(Alfa(2))) * 180 / Pi
For I = 2 To NumeroDeEnlaces
AnguloAuxd(I) = (ArcCoseno(Alfa(1))) * 180 / Pi
Next I
For I = 1 To NumeroDeEnlaces
'es la distancia en metros entre la estación terrena de recepción y el satelite
dd(I) = 35895 * Sqr(1 + .42 * (1 - Cos(AnguloAuxd(I) * Pi / 180)))
'Pérdidas de propagación para el enlace descendente
Lfd(I) = 10 * Log((4 * Pi * dd(I) * 1000 / LamdaDes) ^ 2) / Log(10#)
Next I
End If
'4. d. G/T de la estación terrena de recepción más pequeña(GTetpeq)
GTetpeq(M) = GTAntena(M)
'Calcula el C/Td para todos los enlaces
If M = NumeroDeEnlaces Then
'C/Td de la estación central con relación a la
'estación más alejada que es la estación 2
CTd(1) = pired(1) + GTetpeq(2) - Lfd(1) - Med
'C/Td de las estaciones con respecto a la estación central
For I = 2 To NumeroDeEnlaces
CTd(I) = pired(I) + GTetpeq(1) - Lfd(I) - Med
Next I
End If
'5. b. C/T de interferencia de cocanal total(CTcoc)
CTcoc(M) = CI - 228.6 + 10 * Log(ABOcupado(M) * 1000000#) / Log(10#)
'6. a C/T total por portadora(CTtot)
If M = NumeroDeEnlaces Then
'Calculo el C/Ntotal Para cada uno de los enlaces
For I = 1 To NumeroDeEnlaces
TCtot(I) = 1 / (10 ^ (CTu(I) / 10)) + 1 / (10 ^ (CTd(I) / 10)) + 1 / (10 ^ (CTIMHPA(I) / 10)) + 1 /
(10 ^ (CTcoc(I) / 10))
CTtot(I) = 10 * Log(1 / TCtot(I)) / Log(10#)
'6. c. Ancho de banda de ruido del receptor(ABn)
ABn(I) = 10 * Log(ABOcupado(I) * 1000000#) / Log(10#)
'6. d. C/N total
CNtotal(I) = CTtot(I) + 228.6 - ABn(I)
If CNtotal(I) < CN(I) Then
MsgBox "Incremente el valor de la p.i.r.e. de la estación del Enlace" & I & " y vuelva a calcular.", 64,
"Sugerencia"
Load InformePrevio
InformePrevio.Show
Else
End If
Next I
End If
'G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE

```

'5. Conversión del ancho de banda a 40 ó 4KHz (AB4)

$$AB4(M) = 10 * \text{Log}(ABOcupado(M) * 1000 / 4) / \text{Log}(10\#)$$

'6. Ganancia máxima de la antena de la estación terrena de transmisión (GTx)

$$GTx(M) = 10 * \text{Log}(Rendi * (\text{Pi} * \text{DiametroAntena}(M) / \text{LamdaAsc})^2) / \text{Log}(10\#)$$

'7. Potencia en el alimentador de la antena (Pf)

$$Pf(M) = \text{pireu}(M) - AB4(M) - GTx(M)$$

'8. Ganancia de la antena fuera del eje a 3° (Gfe)

$$Gfe = 32 - 25 * \text{Log}(3) / \text{Log}(10\#)$$

'9. Densidad de la p.i.r.e. fuera del eje a 3°(DPfe)

$$DPfe(M) = Pf(M) + Gfe$$

'11. Margen

$$\text{Margen}(M) = \text{LimitePireFueraEje} - DPfe(M)$$

H. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LOS PRODUCTOS DE INTERMODULACION EN EL HPA DE LA ESTACION TERRENA

'En nuestro caso se transmitirá únicamente una portadora a través de HPA de la estación terrena, por lo que no se generarán productos de intermodulación

I. Densidad máxima de flujo de potencia en la superficie

' terrestre

'2.f. Densidad de la p.i.r.e. de enlace descendente cada 4KHz (Dpired)

$$Dpired(M) = \text{pired}(M) + \text{Difpire} - AB4(M)$$

'2.g. Pérdidas en el trayecto (Lf5)

Dim SenBeta1 As Single, SenBeta2 As Single

Dim Beta1 As Single, Beta2 As Single

$$\text{SenBeta1} = (-.3022 * \text{Tan}(\text{AnguloSupuesto} * \text{Pi} / 180) + \text{Sqr}(4 * (\text{Tan}(\text{AnguloSupuesto} * \text{Pi} / 180))^2 + 3.908672)) / (2 * (\text{Tan}(\text{AnguloSupuesto} * \text{Pi} / 180))^2 + 2)$$

$$\text{SenBeta2} = (-.3022 * \text{Tan}(\text{AnguloSupuesto} * \text{Pi} / 180) - \text{Sqr}(4 * (\text{Tan}(\text{AnguloSupuesto} * \text{Pi} / 180))^2 + 3.908672)) / (2 * (\text{Tan}(\text{AnguloSupuesto} * \text{Pi} / 180))^2 + 2)$$

$$\text{Beta1} = \text{Abs}(\text{ArcSeno}(\text{SenBeta1}) * 180 / \text{Pi})$$

$$\text{Beta2} = \text{Abs}(\text{ArcSeno}(\text{SenBeta2}) * 180 / \text{Pi})$$

If Beta1 > Beta2 Then

$$\text{DistanciaMaxima} = 35895 * \text{Sqr}(1 + .42 * (1 - \text{Cos}(\text{Beta1} * \text{Pi} / 180)))$$

Else

$$\text{DistanciaMaxima} = 35895 * \text{Sqr}(1 + .42 * (1 - \text{Cos}(\text{Beta2} * \text{Pi} / 180)))$$

End If

$$Lf5 = 10 * \text{Log}((4 * \text{Pi} * \text{DistanciaMaxima} * 1000\# / \text{LamdaDes})^2) / \text{Log}(10)$$

'2.h. Ganancia de la antena de 1m²(G1m²)

$$G1m2 = 20 * \text{Log}(\text{FrecuenciaDesc} / 1000000000\#) / \text{Log}(10\#) + 21.46$$

'2.i. Densidad máxima de flujo de potencia en la superficie terrestre (DFPst)

$$DFPst(M) = Dpired(M) - Lf5 + G1m2$$

'2.k. Margen de comparación (MargenComparacion)

$$\text{MargenComparacion}(M) = \text{LimiteReglamento} - DFPst(M)$$

If MargenComparacion(M) < 0 Then

MsgBox "¡La red propuesta sobrepasa los recursos disponibles!", 0 + 48, "Margen"

Else

End If

J. CALCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL TRANSPONDEDOR

'1. DENSIDAD DE FLUJO DE POTENCIA

'1.b. Factor de activado tiempo que permanece ocupado el canal

FactorActividad = 100 'en %. A menos que se trate de portadoras SCPC este valor no será del 100%

'1.c. Número de portadoras activas (NumPortaAsignadas)

$$NdB = 10 * \text{Log}(\text{NumPortaAsignadas}) / \text{Log}(10\#) \text{ 'Se expresa en dB para facilitar los cálculos}$$

'1.d. p.i.r.e. total de enlace ascendente por tipo de portadora (pireuTot)

$$\text{pireuTot}(M) = \text{pireu}(M) + NdB$$

'1.h. DFP total en el satélite por tipo de portadora en el borde del haz (DFPtotPort)

```

DFPtotport(M) = pired(M) + GananciaIm2 - VentajaAsc - Lfu(M)
'1.i. DFP total en el satélite (DFPsatelTot)
'Ejecuta este procedimiento cuando ya terminó los
'cálculos previos para todos los enlaces
If M = NumeroDeEnlaces Then
  For I = 1 To NumeroDeEnlaces
    argumento = argumento + 10 ^ (DFPtotport(I) / 10)
  Next I
  DFpsatelTot = 10 * Log(argumento) / Log(10#)
'1.j. DFP total disponible en el satélite (del punto B4)
'1.k. Margen (es la diferencia entre DFP y DFpsatelTot)
  MargenTot = DFP - DFpsatelTot
  If MargenTot < 0 Then
    MsgBox "¡La red propuesta sobrepasa los recursos disponibles!", 0 + 48, "Margen"
  End If
End If
'2.c. p.i.r.e. total de enlace descendente por tipo de portadora en el borde del haz ( piredTot)
piredTot(M) = pired(M) + NdB
'2.d. p.i.r.e. total del satélite usado (pireTotal)
'Ejecuta este procedimiento cuando ya terminó los
'cálculos previos para todos los enlaces
If M = NumeroDeEnlaces Then
  For I = 1 To NumeroDeEnlaces
    argumento = argumento + 10 ^ (piredTot(I) / 10)
  Next I
  pireTotal = 10 * Log(argumento) / Log(10#)
'2.e. p.i.r.e. total disponible del satélite en el borde del haz ( punto B.3)
'2.f. Margen, es la diferencia entre el pire disponible y el que realmente utiliza el enlace
'debe ser > 0 para garantizar que la red propuesta no sobrepasa los recursos disponibles
  DifMargen = pire - pireTotal
  If DifMargen < 0 Then
    MsgBox "¡La red propuesta sobrepasa los recursos disponibles!", 0 + 48, "Margen"
  Else
  End If
End If
'3.c. Ancho de banda total por tipo de portadora
ABTotPort(M) = ABAsignado(M) * NumPortaAsignadas
'3.d. AB del satélite total utilizado (ABtot)
ABtot = ABAsignado(1) + ABAsignado(2) + ABAsignado(3) + ABAsignado(4)
'3.e. AB total disponible en el satélite, calculado en B.2
ABandaTot = ABanda / 1000 'Para que este expresado en MHz
'3.f. Margen es la diferencia entre el ancho de banda ocupado y el ancho de banda disponible
MargenABanda = ABandaTot - ABtot
Screen.MousePointer = 0 ' Cambia el puntero a la forma normal.

```

End Sub

Sub HOJA (Pag)

```

*****
** Permite la impresión en pantalla de los resultados del plan de transmisión en la forma
** llamada Resultados.
** Usa como argumento la variable "Pag", la cual indica que pantalla se está mostrando.
*****

```

'Estas constantes indican el número de cifras

'decimales que se mostrarán

Const CIFRAS2 = "#0.0#"

```

Const CIFRAS4 = "0.#####"
Const CIFRAS5 = "0.#####"
Const CIFRAS6 = "0.#####"
N = NumeroDeEnlaces
Select Case Pag
Case 1
  Resultados.Cls
  Resultados.FontBold = False
  Resultados.Print "Página 1 de 8"
  'Imprime el encabezamiento del plan de transmisión
  Resultados.FontName = "MS Sans Serif"
  Resultados.FontSize = 12
  Resultados.FontBold = True
  Resultados.FontUnderline = True
  Resultados.Print Tab(3); "PLAN GENERAL DE TRANSMISIÓN-TRANSPONEDORES
ALQUILADOS O ", Tab(30); "COMPRADOS"
  Resultados.FontUnderline = False
  Resultados.FontSize = 10
  Resultados.FontBold = False
  Resultados.Print
  Resultados.Print Tab(3); "A."; Tab(7); "Gerente de la sección de Operaciones de
INTELSAT"
  Resultados.Print Tab(7); " Washington, D.C., EE. UU "
  Resultados.Print
  Resultados.Print Tab(3); "DE."; Tab(7); " EMETEL - ECUADOR"
  Resultados.Print
  Resultados.Print Tab(3); "ASUNTO: "; "Plan de transmisión propuesto para acceder a capacidad de
segmento"
  Resultados.Print Tab(12); "espacial de INTELSAT alquilada o comprada."
  Resultados.Print
  Resultados.Print Tab(3); "FECHA."; Tab(12), Date
  'Imprime el párrafo A del plan general de transmisión
  Resultados.FontSize = 12
  Resultados.FontBold = True
  Resultados.Print
  Resultados.Print Tab(3); "A. INFORMACIÓN GENERAL"
  Resultados.FontSize = 10
  Resultados.FontBold = False
  Resultados.Print
  Resultados.Print Tab(3); "1."; Tab(6); "País (transmisión)"; Tab(37); PaísTx; " - "; PaísRx
  Resultados.Print Tab(3); " "; Tab(10); "(recepción)"; Tab(37); PaísTx; " - "; PaísRx
  Resultados.Print Tab(3); "2."; Tab(6); "Tipo de haz ( Tx / Rx )"; Tab(37); TipoHazAsc; "/";
TipoHazDesc
  Resultados.Print Tab(3); "3."; Tab(6); "Banda de frecuencia (asc.)"; Tab(37); CInt(FrecuenciaAsc /
1000000000#); " GHz" 'Obtiene el valor entero del valor de la frecuencia ascendente y descendente
  Resultados.Print Tab(3); " "; Tab(24); "(desc.)"; Tab(37); CInt(FrecuenciaDesc / 1000000000#); "
GHz"
  Resultados.Print Tab(3); "4."; Tab(6); "Ubicación del satélite"; Tab(37); UbicacionSatelite; " ° de
longitud Este"
  Resultados.Print Tab(3); "5."; Tab(6); "Serie de satélites"; Tab(37); SerieSatelites
  Resultados.Print Tab(3); "6."; Tab(6); "Tipo de Transpondedor"; Tab(37); TipoTransponder
  Resultados.Print Tab(3); "7."; Tab(6); "Número de Transpondedor"; Tab(37); NumeroTransponder
  Resultados.Print Tab(3); "8."; Tab(6); "Fecha de inicio del servicio"; Tab(37); FechaInicio
  Resultados.Print Tab(3); "9."; Tab(6); "Duración del servicio"; Tab(37); Duracion; " años"
  Resultados.Print Tab(2); "10."; Tab(6); " Número SVO-L"; Tab(37); NumeroSVOL
Case 2
  Resultados.Cls

```

```

Resultados.Print "Página 2 de 8"
'Imprime el párrafo B del plan general de transmisión
Resultados.FontBold = True
Resultados.FontSize = 12
Resultados.Print Tab(3); "B. RECURSOS DE TRANSPONDEDOR ALQUILADO O COMPRADO"
Resultados.Print Tab(3); " (BORDE DEL HAZ)"
Resultados.Print
Resultados.FontBold = False
Resultados.FontSize = 10
Resultados.Print Tab(3); "1.", Tab(6); "Cuadro Usado en el IEES-410"; Tab(37); CuadroUsado
Resultados.Print Tab(3); "2.", Tab(6); "AB"; Tab(37); ABanda; Tab(50); "KHz"
Resultados.Print Tab(3); "3.", Tab(6); "p.i.r.e."; Tab(37); Format$(pire, "#0.0#"); Tab(50); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "4.", Tab(6); "DFP"; Tab(37); Format$(DFP, "#0.0#"); Tab(50); "dBW/m²"
Resultados.Print Tab(3); "5.", Tab(6); "G/T"; Tab(37); Format$(GT, "#0.0#"); Tab(50); "dB/K"
Resultados.Print Tab(3); "6.", Tab(6); "Paso de ganancia"; Tab(37); PasoGanancia
Resultados.Print Tab(6); "del Transponedor"
'Imprime el párrafo C del plan general de transmisión
Resultados.FontBold = True
Resultados.FontSize = 12
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(4); "C. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN TERRENA "
Resultados.Print Tab(4); "Transmisión"
Resultados.FontName = "MS Sans Serif"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 28); "Enlace" & I;
Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "a.", Tab(6); "Diámetro de la antena";
  For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); DiametroAntena(I);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 27); "metros"
Resultados.Print Tab(3); "b.", Tab(6); "Número de Antenas";
  For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); NumeroAntenas(I);
  Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "c.", Tab(6); "Relación axial de tensión ";
  For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); RelacionAxial;
  Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "d.", Tab(6); "¿Cambio de Polarización?";
  For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); CambioPolarizacion(I);
  Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "e.", Tab(6); "¿Variación de la frecuencia central";
  For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); VariacionFrecuencia(I);
  Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); Tab(6); "de la portadora en AB requerido?";
  For I = 1 To N

```

```

    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30);
    Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "¿Ajuste nivel de portadora?";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); AjusteNivel(I);
    Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "g."; Tab(6); "Seguimiento";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Seguimiento(I);
    Next I
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "h."; Tab(6); "Tipo de antena";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); TipoAntena(I);
    Next I
Resultados.Print
Case 3
Resultados.Cls
Resultados.Print "Página 3 de 8"
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "Recepción"
Resultados.FontBold = False
Resultados.FontSize = 10
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "Diámetro de la antena";
    Resultados.Print Tab(43); DiametroAntena(2);
    For I = 2 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); DiametroAntena(1);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "metros"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Número de Antenas";
    Resultados.Print Tab(43); NumeroAntenas(2);
    For I = 2 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); NumeroAntenas(1);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "Relación axial de tensión ";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); RelacionAxial;
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "¿Cambio de Polarización?";
    Resultados.Print Tab(43); CambioPolarizacion(2);
    For I = 2 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); CambioPolarizacion(1);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "Seguimiento";
    Resultados.Print Tab(43); Seguimiento(2);
    For I = 2 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Seguimiento(1);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "Tipo de antena";

```

```

Resultados.Print Tab(43); TipoAntena(2);
For I = 2 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); TipoAntena(1);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "g."; Tab(6); "G/T para cada tamaño de antena";
Resultados.Print Tab(43); Format$(GTAntena(2), CIFRAS2);
For I = 2 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(GTAntena(1), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB/°K"
Resultados.Print Tab(3); "h."; Tab(6); "Fórmula de la envolvente lateral";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); EnvolventeLateral;
Next I
Resultados.Print Tab(3); "i."; Tab(6); "Ganancia Máxima de la Antena";
Resultados.Print Tab(43); Format$(GananciaRecepcionAntena(2), CIFRAS2);
For I = 2 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(GananciaRecepcionAntena(1), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"

Resultados.Print
'Imprime el párrfo D del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "D. CARACTERISTICAS DE LA PORTADORA"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "1."; Tab(6); "Tipo de Portadora";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); TipoPortadora(I);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "2."; Tab(6); "Enlace e.t. -e.t.";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); DiametroAntena(I); "-."; DiametroAntena(N - I + 1);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "3."; Tab(6); "Técnica de modulación";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); TecnicaModulacion(I);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "4."; Tab(6); "AB asignado por portadora";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABAsignado(I), CIFRAS5);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "MHz"
Resultados.Print Tab(3); "5."; Tab(6); "AB ocupado por portadora";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABOcupado(I), CIFRAS5);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "MHz"
Resultados.Print Tab(3); "6."; Tab(6); "Velocidad de información";
For I = 1 To N

```

```

    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); VelocidadInforAnt(I);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "Kbps"
Resultados.Print Tab(3); "7."; Tab(6); "Velocidad de transmisión";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); VelocidadTxAnt(I);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "Kbps"
Resultados.Print Tab(3); "8."; Tab(6); "Número de canales por portadora";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); NumCanalPort;
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "9."; Tab(6); "Codificación FEC";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); CodiFEC(I);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26);
Resultados.Print Tab(3); "10."; Tab(6); " Bitios Suplementarios(OH)";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); BitiosOH(I);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "Kbps"
Case 4
Resultados.Cls
Resultados.Print "Página 4 de 8"
'Imprime el párrafo E del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "E. BACKOFF ENTRADA/SALIDA POR PORTADORA PARA
CALCULAR"
Resultados.Print Tab(10); "p.i.r.e ENLACE DESCENDENTE(CIELO DESPEJADO)"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "1."; Tab(6); "Angulo de elevación";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(AnguloElev(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "grados"
Resultados.Print Tab(3); "2."; Tab(6); "p.i.r.e. transmisión e.t.";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireu(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "3."; Tab(6); "Pérdidas enlace ascendente";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Lfu(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "4."; Tab(6); "Margen errores lluvia,seguim.,etc.";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Meu, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "5."; Tab(6); "Ganacia antena de 1m² ";
    For I = 1 To N

```

```

    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Ganancia1m2, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBi/m2"
Resultados.Print Tab(3); "6."; Tab(6); "DFP por port. en el satélite";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(DFPs(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/m2"
Resultados.Print Tab(3); "7."; Tab(6); "Densidad flujo de saturación del";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(DFPsat, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/m2"
Resultados.Print Tab(6); "transpondedor (borde del haz)";
Resultados.Print Tab(3); "8."; Tab(6); "Ventaja Diagrama enlace asc.";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(VentajaDiagramaAsc, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "9."; Tab(6); "Densidad de flujo de saturación";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(DFPsatET, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/m2"
Resultados.Print Tab(6); "del transpondedor hacia la e.t.";
Resultados.Print Tab(3); "10."; Tab(6); "Backoff entrada por portadora";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(BOi(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "11."; Tab(6); "Diferencia entre BOo y BOi ";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Dif, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "12."; Tab(6); "Backoff salida por portadora";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(BOo(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "13."; Tab(6); "p.i.r.e. de Saturación del transp.";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireSat, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(6); "al borde del haz"
Resultados.Print Tab(3); "14."; Tab(6); "p.i.r.e. enlace descendente por ";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pired(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(6); "portadora al borde del haz"
Resultados.Print Tab(3); "15."; Tab(6); "Ventaja Diagrama enlace desc.";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(VentajaDiagramaDesc, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"

```

```

Resultados.Print Tab(3); "16."; Tab(6); " p.i.r.e enlace descendente ";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireDesc(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(6); "hacia e.t. más pequeña";
Case 5
Resultados.Cls
Resultados.Print "Página 5 de 8"
Imprime el párrafo F del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "F. COMPUTOS DE ENLACE (CIELO DESPEJADO O CONDICIONES)"
Resultados.Print Tab(3); " DEGRADADAS"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "1. C/T del enlace ascendente,por portadora"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "p.i.r.e.u por portadora";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireu(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Pérdidas de propagación";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Lfu(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "G/T del satélite(borde del haz)";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(GT, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB/°K"
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "Vent. diagrama de enl. asc.";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(VentajaDiagramaAsc, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "Margen errores lluvia,seg,etc.";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Meu, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "C/T enlace ascendente";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CTu(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/°K"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "2. C/T de intermodulación"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "Límite IM HPA hacia e.t.";
  For I= 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(LirnHPA, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Límite IM HPA C/T por portadora";

```

```

For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CTIMHPA(I), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/°K"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "3. C/T de intermodulación TWT del satélite, por portadora"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "Límite IM TWT borde haz por port.";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(LimTWT, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "C/T IM TWT por portadora";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CTIMTWT(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/°K"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "4. C/T de enlace descendente por portadora"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "Angulo de elevación"; Tab(37); Format$(AnguloElev2,
"#0.0#"); Tab(50); Format$(AnguloElev1, "#0.0#"); Tab(60); "grados"
  For I = 1 To N
    'Chequear lo que se va a imprimir
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(AnguloElev(N - I + 1), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "grados"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "p.i.r.e. enlace descendente";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pired(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "Pérdidas de propagación";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Lfd(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
'Chequear lo que se presenta en pantalla
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "G/T e.t. más pequeña";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(GTetpeq(N - I + 1), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB/°K"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "Margen errores lluvia,seg.,etc.";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Med, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "C/T enlace descendente";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CTId(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/°K"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "5. C/T de interferencia de cocanal"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "C/I Interferencia cocanal,total";

```

```

For I = 1 To N
  Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CI, CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "C/T Interferencia cocanal,total";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CTcoc(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/°K"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "6. C/T,C/N y BER totales"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "C/T total por portadora";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CTtot(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/°K"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Constante de Boltzman";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); CteBoltzman;
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/K-Hz"
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "AB ruido receptor";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABn(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB-Hz"
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "C/N total";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(CNtotal(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "BER";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); "<"; BER;
  Next I
Case 6
Resultados.Cls
Resultados.Print "Página 6 de 8"
'Imprime el párrafo G del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "G. DENSIDAD DE LA p.i.r.e. DE LAS EMISIONES FUERA DEL EJE"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "1."; Tab(6); "Tipo de Portadora";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); TipoPortadora(I);
  Next I
Resultados.Print Tab(3); "2."; Tab(6); "Diámetro antena e.t. de transmisión";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); DiametroAntena(I);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "metros"
Resultados.Print Tab(3); "3."; Tab(6); "p.i.r.e. enlace asc.por portadora";
  For I = 1 To N

```

```

Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireu(I), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "4."; Tab(6); "AB ocupado";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABOcupado(I), CIFRAS5);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "MHZ"
Resultados.Print Tab(3); "5."; Tab(6); "Conv.AB a 40 ó 4KHz";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(AB4(I), CIFRAS4);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "6."; Tab(6); "Ganancia máxima de la antena de";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(GTx(I), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBi"
Resultados.Print Tab(6); "la estación terrena de transmisión"
Resultados.Print Tab(3); "7."; Tab(6); "Potencia en aliment.de antena";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Pf(I), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "8."; Tab(6); "Ganancia ant. fuera eje a 3°";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Gfe, "#0.0#");
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBi"
Resultados.Print Tab(3); "9."; Tab(6); "Densidad p.i.r.e. fuera eje a 3°";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(DPfe(I), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "10."; Tab(6); " Límite de la p.i.r.e. fuera del eje";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(LimitePireFueraEje, CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "11."; Tab(6); " Margen";
For I = 1 To N
Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Margen(I), CIFRAS2);
Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print
'Imprime el párrafo I del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "I. DENSIDAD MAXIMA DE FLUJO DE POTENCIA EN LA
SUPERFICIE"
Resultados.Print Tab(5); "TERRESTRE"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "2. Cálculo de la densidad de flujo de potencia en la superficie terrestre"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "p.i.r.e. por port. borde del haz";
For I = 1 To N

```

```

    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireDesc(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Angulo supuesto de llegada";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(AnguloSupuesto, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "grados"
Resultados.Print Tab(3); Tab(6); "a superficie terrestre"
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "Dif. hipot. entre p.i.r.e. en";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Difpire, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); Tab(6); "cresta y borde del haz";
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "AB ocupado";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABOcupado(I), CIFRAS5);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "MHz"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "Conversión a 4KHz";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(AB4(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "Dens. p.i.r.e. en la desc./4KHz";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Dpired(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "g."; Tab(6); "Pérdidas en el trayecto";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Lf5, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "h."; Tab(6); "Ganancia antena 1m2";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(G1m2, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBi/m2"
Resultados.Print Tab(3); "i."; Tab(6); "DFP en superficie terrestre";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(DFPst(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/m2/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "j."; Tab(6); "Límite UIT - R";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(LimiteReglamento, CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/m2/4KHz"
Resultados.Print Tab(3); "k."; Tab(6); "Margen";
    For I = 1 To N
        Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(MargenComparacion(I), CIFRAS2);
    Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Case 7
Resultados.Cls

```

```

Resultados.Print "Página 7 de 8"
'Imprime el párrafo J del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "J. CALCULO DE LOS RECURSOS UTILIZADOS DEL
TRANSPONDEDOR"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "1. Densidad de flujo de potencia total en el satélite"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "p.i.r.e. de Tx de e.t. por port.";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireu(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Factor de actividad";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); FactorActividad;
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "%"
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "Nº de portadoras activas";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(NdB, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "p.i.r.e. total enl.asc. por tipo de port.";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pireuTot(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "Ventaja diagr. enlace asc.";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(VentajaDiagramaAsc, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "Pérdida de trayecto";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Lfu(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dB"
Resultados.Print Tab(3); "g."; Tab(6); "Ganancia antena 1m²";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(Ganancia1m2, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBi/m²"
Resultados.Print Tab(3); "h."; Tab(6); "DFP total en el satélite por tipo de";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(DFPtotport(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW/m²"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(40); "GRAN TOTAL"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "i."; Tab(6); "DFP total en el satélite (B. haz); Tab(50);
Format$(DFPsatelTot, "#0.0#"); Tab(65); "dBW/m²"
Resultados.Print Tab(3); "j."; Tab(6); "DFP total disponible en el satélite"; Tab(50); Format$(DFP,
"#0.0#"); Tab(65); "dBW/m²"

```

```

Resultados.Print Tab(3); "k."; Tab(6); "Margen"; Tab(50); Format$(MargenTot, "#0.0#"); Tab(65),
"dB"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "2. p.i.r.e. del satélite total utilizado"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "p.i.r.e. por port. al borde del haz",
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(pired(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Nº de portadoras activas";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(NdB, CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "p.i.r.e. total enlace des. por tipo ";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(piredTot(I), CIFRAS2);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "dBW"
Resultados.Print Tab(6); "de portadora en borde del haz"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(40); "GRAN TOTAL"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "p.i.r.e. tot. del satélite utilizado"; Tab(50); Format$(pireTotal,
"#0.0##"); Tab(65); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "p.i.r.e. tot. disponible en satélite"; Tab(50); Format$(pire,
"#0.0##"); Tab(65); "dBW"
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "Margen"; Tab(50); Format$(DifMargen, "#0.0#"); Tab(65);
"dBW"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "3. Ancho de banda total utilizado del satélite"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "a."; Tab(6); "AB asignado por portadora";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABAsignado(I), CIFRAS5);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "MHz"
Resultados.Print Tab(3); "b."; Tab(6); "Nº de portadoras asignadas";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(NumPortaAsignadas, "#0");
  Next I
Resultados.Print Tab(3); "c."; Tab(6); "AB total por tipo de portadora";
  For I = 1 To N
    Resultados.Print Tab(I * 13 + 30); Format$(ABTotPort(I), CIFRAS5);
  Next I
Resultados.Print Tab(13 * I + 26); "MHz"
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(40); "GRAN TOTAL"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print Tab(3); "d."; Tab(6); "AB satélite total utilizado"; Tab(50); Format$(ABtot,
"#0.0###"); Tab(65); "MHz"
Resultados.Print Tab(3); "e."; Tab(6); "AB total disponible"; Tab(50); Format$(ABandaTot,
"#0.0###"); Tab(65); "MHz"
Resultados.Print Tab(3); "f."; Tab(6); "Margen"; Tab(50); Format$(MargenABanda, "#0.0###");
Tab(65); "MHz"

```

```

Resultados.Cls
Resultados.Print "Página 8 de 8"
'Imprime el párrafo H del plan general de transmisión
Resultados.FontSize = 12
Resultados.FontBold = True
Resultados.Print Tab(3); "K. COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE CADA ESTACIÓN TERRENA
Y"
Resultados.Print Tab(3); " FECHA APROXIMADA DE INICIACIÓN DE LAS OPERACIONES
CON"
Resultados.Print Tab(3); " LA CAPACIDAD ALQUILADA"
Resultados.FontSize = 10
Resultados.Print
Resultados.Print Tab(3); "Estación"; Tab(14); "Tx,Rx ó"; Tab(23); "Diámetro"; Tab(35); "G/T";
Tab(43); "Long.Este"; Tab(55); "Lat. Norte"; Tab(66); "Fecha.Ini.Oper."
Resultados.Print Tab(14); "Ambas"; Tab(23); "(metros)"; Tab(34); "dB/°K"; Tab(45); "°/M/S";
Tab(57); "°/M/S"; Tab(68); "Mes/Año"
Resultados.FontBold = False
Resultados.Print
If Configuracion = "Estrella" Then
Resultados.Print Tab(3); VSAT(0); "(HUB)"; Tab(17); "ambas"; Tab(28); DiametroAntena(1);
Tab(40); Format(GTAntena(1), "#0.0#"); Tab(50); Format$(Long_Grad_Min_Seg(LongitudEstacion(1)),
CIFRAS2); Tab(64); Format(Lati_Grad_Min_Seg(LatitudEstacion(1)), CIFRAS2); Tab(77); "enero
1997"
End If
For I = 1 To NumeroDeVSAT
Resultados.Print Tab(3); VSAT(I); Tab(17); "ambas"; Tab(28); DiametroAntena(2); Tab(40);
Format(GTAntena(2), "#0.0#"); Tab(50); Format$(Long_Grad_Min_Seg(Longitudes(I)), CIFRAS2);
Tab(64); Format(Lati_Grad_Min_Seg(Latitudes(I)), CIFRAS2); Tab(77); "enero 1997"
Next I
End Select
End Sub

```

Lógica del Programa NET-VSAT.

