

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO
Y CONTROL REMOTO DE TRANSCEPTORES
EN ESTACIONES TERRENAS SATELITALES**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN LA ESPECIALIZACION DE
ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

EDWIN ANIBAL ORBE ESPINOSA

OCTUBRE DE 1999

CERTIFICACION.

Certifico que el presente trabajo de tesis ha sido desarrollado en su totalidad y bajo mi dirección por el señor:

EDWIN ANIBAL ORBE ESPINOSA

A handwritten signature in black ink, appearing to read "E. Nieto", is written over a horizontal dotted line. The signature is enclosed within a rectangular box that is slightly tilted.

Ing. Edwin Nieto
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO.

A todas las personas que directa e indirectamente han hecho posible la elaboración de la presente tesis, un sincero agradecimiento a Freddy y Alex, dos amigos incondicionales que me brindaron apoyo en la realización de la misma y en especial **al Sr. Ing. Edwin Nieto** por su valioso tiempo y colaboración en el desarrollo de la misma.

DEDICATORIA.

A mis padres y hermanos:

Queridos Padres y hermanos que compartieron el día a día de mis estudios en cada una de las etapas de mi vida, vaya para ustedes el testimonio del deber cumplido, con todo cariño les dedico esta tesis, fruto del esfuerzo y dedicación.

EDWIN

INDICE GENERAL

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1	INTRODUCCION.....	1
1.2	SISTEMAS DE UN CANAL POR PORTADORA (SCPC: Single Channel per Carrier).....	5
1.2.1	Descripción del equipamiento.....	8
1.3	TEORIA BASICA DE TRANSMISION.....	15
	- Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE).....	25
	- Densidad de flujo de Potencia. (S).....	25
	- Figura de Mérito (G/T).....	28
	- Ancho de banda asignado por portadora (AB_{asig}).....	29
	- Ancho de banda ocupado (AB_{ocup}).....	30
	- Velocidad de información (V_{inf}).....	30
	- Velocidad de transmisión (V_{tx}).....	30
	- Codificación: Corrección de errores hacia delante (FEC).....	31
1.3.1	Transpondedor Satelital.....	32
	- Angulo de elevación de la estación terrena (e).....	32
	- Ganancia de la antena de 1 m^2 (G_{1m^2}).....	34
	- Densidad de Flujo por portadora en el satélite (S_s).....	34
	- Punto Subsatelital.....	34
	- Ventaja de la ubicación de la estación terrena para el enlace ascendente (V_u) y descendente (V_d).....	34
	- Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la estación terrena ($S_{sat\ e.t.}$).....	34

- Back-off de entrada por portadora (BOi).....	35
- Diferencia entre el back-off de entrada y el de salida del transpondedor	35
- PIRE de saturación del transpondedor al borde del haz. $PIRE_{sat}$	35
- Figura de mérito del satélite (G/T_s).....	36
- Margen de error ascendente (M_{eu}) y descendente (M_{ed}).....	36
- C/T para el enlace ascendente (C/T_u).....	36
- C/T de intermodulación en el HPA de la estación terrena.....	36
- Límite de intermodulación de HPA hacia la estación terrena (lim_{HPA}).....	36
- C/T límite de intermodulación de HPA por portadora (C/T_{IM-HPA}).....	36
- C/T del enlace descendente (C/T_d)	37
- C/T de interferencia total de cocanal (C/T_{coc}).....	37
- C/T total por portadora (C/T_{tot}).....	37
- C/N total.....	37
1.4 Cifra de disponibilidad.....	43

CAPITULO 2. ESTUDIO DEL TRANSCCEPTOR COMO ELEMENTO DE MONITOREO

2.1 INTRODUCCION.....	45
2.2 DESCRIPCION.....	46
- Especificaciones de Sistema.....	48
2.3 TEORIA DE OPERACIÓN.....	53
2.3.1 Monitoreo y Control.....	53
2.3.1.1 Interfaz Remoto.....	56
2.3.2 Oscilador de alta estabilidad.....	57
2.3.3 Oscilador local de IF.....	59

2.3.4	Sintetizador.....	61
2.3.4.1	Operación.....	61
2.3.5	Convertidor de bajada.....	63
2.3.5.1	Operación.....	64
2.3.6	Convertidor de subida.....	65
2.3.6.1	Operación.....	67
2.4	MANTENIMIENTO.....	67
2.4.1	Puntos de prueba y leds indicadores.....	67
2.4.2	Fallas aisladas.....	69
2.5	CARACTERISTICAS DEL TRANSEPTOR TRABAJANDO CON LA OPCION DE 140 MHz.....	70
2.5.1	Oscilador local de IF.....	70
2.5.2	Sintetizador.....	71
2.5.2.1	Operación.....	72
2.5.3	Convertidor de bajada.....	72
2.5.3.1	Operación.....	73
2.5.4	Convertidor de subida.....	73
2.5.4.1	Operación.....	74

CAPITULO 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO

3.1	OBJETIVO DEL SISTEMA DE MONITOREO.....	76
3.2	ANALISIS DEL SISTEMA A MONITOREARSE.....	76
3.2.1	Comunicación Asíncrona de datos.....	77
3.3	DISEÑO DEL CONCENTRAQDOR DE PUERTOS.....	84
3.4	DISEÑO DEL PROGRAMA.....	98

3.4.1 Principales restricciones y limitaciones del sistema.....	98
3.4.2 Descripción del diseño.....	99
3.4.2.1 Diagrama de flujo del programa.....	99
3.4.3 Estructura del Programa.....	101
3.4.3.1 Forma Inicio.....	101
3.4.3.2 Forma Control de acceso.....	102
3.4.3.3 Forma Monitoreo de Transceptores.....	103
3.4.3.4 Forma Transceptor.....	104
3.4.3.5 Forma Tipo de transceptor.....	105
3.4.3.6 Forma EF-DATA.....	106

CAPITULO 4. PRUEBAS Y ANALISIS

4.1 PRUEBAS	110
4.2 ANALISIS ECONOMICO.....	117

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
--	------------

BIBLIOGRAFIA.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION.

Debido al advenimiento de la vida moderna, no podríamos imaginarnos la misma, sin tener acceso de una manera fácil a medios de comunicación confiables, económicos y eficientes. El teléfono, la radio y la televisión son ejemplos cotidianos de sistemas de comunicación. También existen sistemas de comunicación que requieren de una mayor complejidad entre los que se tiene el control de aviones, trenes automáticos y naves espaciales. Los sistemas de comunicación en el Ecuador se realizaban anteriormente a través de la infraestructura de la red telefónica, sistema que no brindaba confiabilidad para la transferencia de información. Debido al crecimiento industrial, se hace necesario la comunicación entre distintos puntos del globo terrestre. Con la nueva tecnología en telecomunicaciones, se ha hecho posible la transmisión de datos con mayor rapidez, confiabilidad y con una disminución en cuanto a costos. Este gran crecimiento en los equipos de telecomunicaciones, involucra una buena estructuración y planeación de los mismos para obtener una buena optimización en cuanto a los recursos disponibles. Los sistemas de comunicación actuales, no sólo sirven para la transferencia de información en negocios, la industria, la banca e información al público, sino también han sido utilizados para el bienestar y la defensa de las naciones.

La proliferación de sistemas de comunicación satelital, ha dado mayores facilidades para poder comunicarse entre puntos dispersamente situados en todo el mundo. Los diferentes tipos de redes y accesos en cuanto a recursos de las mismas ha sido posible debido a la alta flexibilidad para combinar equipos y de esta manera ser enrutados por diferentes medios a sus destinos ya sea a través de multiplexores

(GDC, ACT, NEWBRIDGE, etc.), conmutadores (MOTOROLA, CASCADE, etc), concentradores (HUGUES, V-LAN, etc.), ruteadores (CISCO, RISC, 3COM, MAX, etc.). El empleo de señales eléctricas ha reemplazado casi por completo a todas las demás formas de transmisión de información a largas distancias.

La transmisión de información, requieren que las señales varíen con el tiempo y que estos cambios varíen de manera impredecible. Por consiguiente, un requisito necesario es el empleo de una banda que contiene las frecuencias de las señales, conocida como ancho de banda. El ancho de banda es una medida de la rapidez con que pueden cambiar porciones portadoras de información y por tanto constituye un parámetro importante para el análisis del sistema de comunicación. La comunicación a grandes distancias necesita que se efectúen algunas alteraciones u operaciones en la señal eléctrica que conducirá la información preparada para transmitirse. En la recepción, se realizan las operaciones inversas para restaurar la información. El medio de transmisión es la piedra angular del sistema. Sin él, no existirían las comunicaciones. El medio de comunicación puede incluir el espacio libre o simplemente una línea de transmisión. En cualquiera de los casos se introducen la atenuación, la distorsión, así como también ruido generado en los medios y en los equipos de transmisión y recepción.

Los sistemas fundamentales de comunicación satelital se encuentran conformados por un sistema que consiste de un segmento espacial y un segmento terrestre.

- El segmento espacial consiste de uno o varios satélites incluyendo las estaciones de telemetría y control requeridas para mantener los satélites en sus propias órbitas. El segmento terrestre está compuesto de todas las estaciones terrestres que llevan tráfico. Las comunicaciones satelitales utilizan frecuencias que se encuentran en la banda C (6/4 GHz) o en la banda Ku (14/12 Ghz). El utilizar una determinada frecuencia tiene sus ventajas y sus desventajas frente a la otra. Para el caso de la banda C, la lluvia no afecta en gran medida comparada con la banda Ku siendo en los enlaces más crítica en esta última. En banda Ku se requiere antenas de menor

diámetro frente a las anteriores ya que los satélites cuentan con más potencia y existe menor interferencia de otros servicios como enlaces terrestres; pero estos se ven más afectados por la lluvia.

- El segmento espacial tiene tres componentes básicos: la órbita, el bus y la carga útil. La órbita, se basa en las leyes de Kepler. El bus incluye todos los elementos requeridos para lanzar el satélite y mantenerlo en su propia órbita; entre ellos estarían: la estructura mecánica, el motor de apogeo, el combustible, cohetes para maniobras satelitales en el espacio, paneles o baterías solares, telemetría y sistemas de control de temperatura. La carga útil que consiste de las antenas de comunicación y el paquete electrónico para la transmisión y recepción de las señales.

Básicamente un satélite es un repetidor que se encuentra en órbita sobre la tierra. El concepto de un sistema mundial de comunicaciones por satélite fue presentado por primera vez en un artículo de la revista *Wireless World* de Mayo de 1945 escrito por Arthur C. Clarke. Un párrafo de dicho artículo decía:

“Todos los problemas de comunicaciones se podrían resolver mediante una cadena de estaciones espaciales con un período orbital de 24 horas, lo que exigiría que estuviesen a 42000 Km. del centro de la tierra. Existen varias disposiciones posibles de una cadena de este tipo. Las estaciones estarían ubicadas en el plano ecuatorial de la Tierra y, por ende, vistas por observadores de la tierra, permanecerían siempre fijas en los mismos puntos del cielo. A diferencia de los otros cuerpos celestes nunca tendrían aurora ni ocaso, lo cual facilitaría enormemente el uso de receptores direccionales instalados en la tierra.”

Actualmente, los satélites en órbita cubren una gran parte del mundo haciendo posible la aplicación de varios servicios de comunicación.

La mayoría de los satélites se encuentran en órbitas geoestacionarias (sincrónicas). Estas se encuentran en el plano ecuatorial en donde los satélites viajan con la misma

velocidad angular que la Tierra. Esta órbita geoestacionaria es un recurso limitado el mismo que es administrado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Para poder evitar interferencia entre las diversas redes, los satélites deben mantenerse a una distancia angular mínima correspondiente a 2 grados, lo que nos indica que podemos tener un máximo de 180 satélites. La interferencia también debe evitarse dentro del mismo satélite, ya que se puede transmitir en una determinada polarización y afectar a la otra polarización.

La altitud en donde ocurre esta órbita se determina considerando al tiempo de revolución del satélite coincidente con el tiempo de un día sidéreo ($t_m = 23 \text{ h } 56 \text{ m } 4 \text{ s}$). Si se aplica la ecuación física de atracción entre dos cuerpos cuando están en equilibrio tenemos:

$$h = \left(\frac{m_t \times t_m^2}{(2\pi)^2} \right)^{1/3} - R \quad (\text{ec 1.1})$$

donde:

h : altura del satélite respecto de la corteza terrestre

R : radio de la tierra (6378¹ Km.)

m_t : masa gravitacional de la tierra (398600 Km³ / seg²)

t_m : tiempo de un día sidéreo.

Si reemplazamos los valores, tenemos:

$$h = 35786 \text{ Km.}$$

Este valor nos da la ubicación de la órbita geoestacionaria, y el satélite en la misma se lo observa como un punto fijo en el cielo para un observador ubicado en cualquier lugar de la Tierra.

¹ Tomado de la Física combinada de Robert Resnick y David Halliday

Los satélites de comunicaciones, son un recurso importante y vital para las redes de comunicaciones sobre todo cuando se trata de difundir en una gran cobertura. Casi todos los satélites en la actualidad se encuentran limitados en potencia, aun cuando en los nuevos su limitación se da en ancho de banda; pero, es fundamental no excederse en los niveles de potencia transmitidos. En vista de esto, se hace necesario intercambiar potencia por ancho de banda y viceversa. También hay que tomar en cuenta una buena modulación y codificación, es así que una modulación M-PSK permite reducir el ancho de banda a costa de potencia y los códigos correctores de errores, reducen potencia a costo de ancho de banda.

El segmento terrestre incluye los diferentes tipos de estaciones terrestres los mismos que se encuentran compuestos por los siguientes elementos básicos: la antena de comunicación formada por el reflector parabólico en un amplio rango de dimensiones físicas, el alimentador de la antena, LNA², la unidad de RF (Radio frecuencia) y el modem satelital.

Nos centraremos en el estudio de los enlaces SCPC³ o MCPC⁴ (que es una extensión del SCPC) cuyos métodos de comunicación emplean los transceptores que se verán con mayor detalle en el capítulo siguiente, equipos que se monitorearán por vía remota en el enlace de comunicación satelital a través del canal asincrónico.

1.2 SISTEMAS DE UN CANAL POR PORTADORA. (SCPC Single Channel Per Carrier)

Los servicios por satélite, ha hecho posible la comunicación entre puntos ubicados en distintos lugares del globo terrestre.

SCPC, consiste en la provisión de enlaces por vía satélite con la asignación exclusiva y permanente del servicio para cada par de puntos a ser comunicados. Los

² LNA : (Low Noise Amplifier). Amplificador de bajo ruido.

³ SCPC : (Single Channel Per Carrier). Un canal por portadora.

sistemas SCPC (*Un Canal por Portadora*) requieren del uso de una portadora separada por canal y brindan servicios de comunicación satelital a los clientes dándoles canales dedicados de acuerdo a los requerimientos del usuario. En un sistema SCPC, los datos del usuario son transmitidos al satélite continuamente en una portadora satelital única. Para el empleo de una aplicación full-duplex se requiere de una portadora por cada lado para poder transmitir, dando un equivalente de un circuito de datos de 4 hilos. SCPC obtuvo su nombre desde las tecnologías de transmisión analógicas más antiguas cuando un único canal satelital podía ser llevado por una portadora. Con la tecnología digital de hoy en día, SCPC puede en realidad operar en un modo MCPC con diferentes portadoras de datos multiplexados en un solo agregado digital. Para el caso de los sistemas MCPC, existen múltiples canales en una sola portadora, los mismos que son concentrados a través de multiplexores. Un típico ejemplo de ellos se da cuando se tiene enlaces troncales en los que la información de varios clientes son enviados por un solo modem satelital.

La asignación de canales en el transpondedor del satélite a las estaciones terrenas puede ser fija o variable. En el primer caso llamado sistema de asignación previa, cada intervalo de canal del transpondedor está reservado al uso por una estación determinada (aplicaciones SCPC). En el segundo caso, la asignación es por demanda (DAMA⁵), los intervalos de canal del transpondedor se asignan en distintos momentos a diferentes estaciones terrenas de acuerdo con sus necesidades instantáneas (aplicaciones VSAT⁶)

La tecnología SCPC por tanto, ofrece la disponibilidad del canal en todo el tiempo ya que no comparten su ancho de banda; de hecho, la capacidad no utilizada es desaprovechada. Además, cada portadora tiene un destino preestablecido. En los sistemas SCPC y FDMA⁷, cada señal modulada tiene su propia frecuencia. El gran número de portadoras que tienen que levantarse para este tipo de servicio hace que

⁴ MCPC: (Multiple Channel Per Carrier). Múltiples canales por portadora.

⁵ DAMA : (Demand Assigned Multiple Access). Acceso múltiple asignado por demanda

⁶ VSAT : (Very Small Aperture Terminal). Terminal de pequeña apertura.

⁷ FDMA : (Frequency-division-multiple-access). Acceso múltiple por división de frecuencia.

exista un bajo aprovechamiento de la potencia del satélite. Sin embargo, una adecuada modulación hará que el aprovechamiento de la potencia sea mucho mejor.

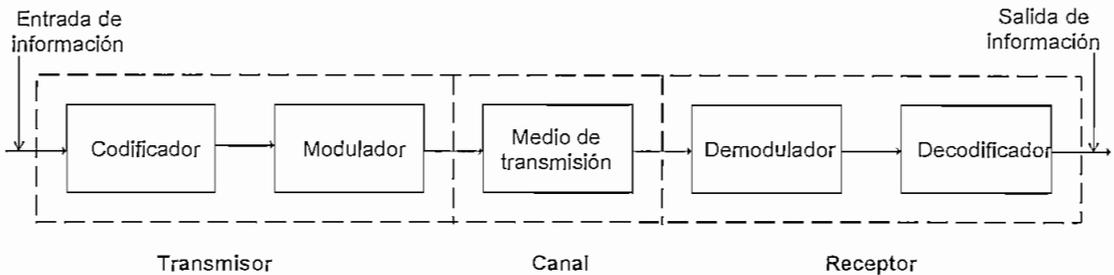


Figura 1.1 Sistema de comunicación

En la Figura 1.1, se muestra las unidades básicas comprendidas en un sistema de comunicación. No todos los sistemas incluyen la totalidad de las operaciones indicadas, aunque siempre deben contar con un medio de transmisión. El codificador elige la mejor forma de la señal para optimizar su detección en la salida. El decodificador efectúa la operación inversa para tomar la mejor decisión, basada en las señales disponibles de que un mensaje dado fue efectivamente enviado. El modulador, produce una señal variable en la salida, que es proporcional, de algún modo, a la señal que aparece en sus terminales de entrada. Las funciones del codificador y del modulador son semejantes en lo que respecta a la preparación de la señal para una transmisión más eficiente. Sin embargo, el proceso de codificación está concebido para optimizar la detección de errores en un mensaje que se está transmitiendo, mientras que el proceso de modulación está diseñado para imprimir la señal de información sobre la onda que se va a transmitir. El demodulador realiza la operación inversa al modulador para restaurar la señal a su forma original. Las líneas discontinuas indican tres subsistemas básicos de un sistema de comunicación. El subsistema central restringe el flujo de información y se llama canal. El canal incluye los efectos del ruido aditivo, la interferencia, la propagación y la distorsión. Es el factor limitante del rendimiento de cualquier sistema de comunicación bien diseñado. El transmisor tiene la función de preparar la información para enviarla de tal forma que pueda superar lo mejor posible las limitaciones originadas por el canal.

El receptor tiene la función de recuperar la información con la menor cantidad de errores posible.

El sistema de comunicación de la Figura 1.1 es capaz de transmitir en un solo sentido y se le denomina *transmisión simplex*. La manera de obtener la comunicación en los dos sentidos utilizando el mismo canal se llama *transmisión semiduplex (half-duplex)* pero la transmisión no es al mismo tiempo. Si la información fluye en las dos direcciones simultáneamente, tenemos una *transmisión duplex completa (full-duplex)*.

El sistema SCPC, permite tener aplicaciones con integración de múltiples servicios como puede ser: servicios de voz, datos, videoconferencias, etc. Este sistema, puede darse de una manera full duplex, como también se podría restringir para que sólo se dé la comunicación en un solo sentido (half-duplex).

El tener una determinada opción, dependerá básicamente de la aplicación del cliente y del costo, ya que este servicio es totalmente transparente, lo que implica que los tiempos de propagación sean menores y con la ventaja de que cualquier equipo del usuario pueda ser conectado sin tener la necesidad de adaptarlo al medio. Este tipo de servicio es recomendado para clientes que tengan una gran demanda de tráfico todo el tiempo, ya que como se dijo anteriormente es un ancho de banda dedicado al cliente y no hay la posibilidad de compartirlo.

La implementación de la estación terrena se ve dimensionada básicamente por la obtención de buenos niveles de potencia de recepción en los dos extremos y una buena relación de señal a ruido, situaciones que se detallarán más adelante.

1.2.1 DESCRIPCION DEL EQUIPAMIENTO.

El equipo común de una estación terrena SCPC se encuentra conformada por los siguientes bloques como puede apreciarse en la Figura 1.2.

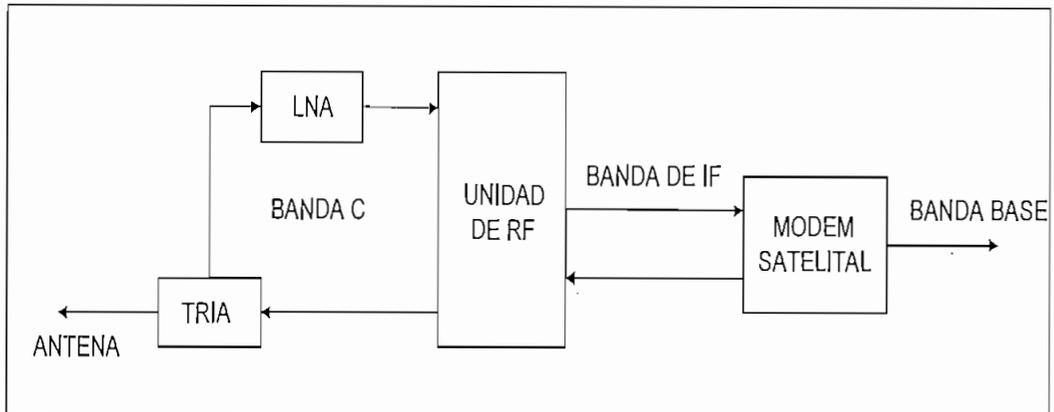


Figura 1.2 Diagrama de bloques de un equipamiento común de una estación terrena SCPC

Los elementos involucrados, se detallan a continuación:

- Antena Parabólica. Las antenas utilizadas varían entre: 1.8, 2.4, 3.8, 7.2 metros de diámetro por mencionar algunos casos.

Las principales características de estas antenas son:

- Iluminador ópticamente descentrado (antenas con offset⁸) para conseguir lóbulos laterales de muy bajo nivel tanto en banda C como en banda Ku y menor bloqueo de la señal.
- Reflector de dos piezas de fibra de vidrio polyester moldeado con alta precisión para el caso de antenas de 2,4 metros.
- Reflector de cuatro piezas de fibra de vidrio polyester moldeado con alta precisión para el caso de antenas de 3,8 metros.
- Para antenas mayores a 7.2 metros el número de piezas de fibra dependerá del proveedor.
- Montaje manual para elevación y azimut de alta precisión.

⁸ Offset . Compensación, desviación, desplazamiento

- Diseñadas para soportar vientos de hasta 210 km/h.
- Diseñadas para ser fácilmente transportadas e instaladas. (Dependiendo del diámetro de la antena).
- Cubren completamente el arco orbital.

Las polarizaciones utilizadas por las antenas pueden ser lineal o circular dependiendo del satélite utilizado, operando dentro de una banda de 3.625 a 4.200 GHz en recepción y una banda de frecuencias de 5.850 a 6.425 GHz para transmisión en banda C. En banda Ku la banda de frecuencias es de 10.95 a 12.72 GHz en recepción y la de transmisión de 14.0 a 14.5 GHz.

El montaje de la antena se lo realiza de una manera manual y se tiene la posibilidad de variar tanto en el azimut como en elevación para el apuntamiento. La cobertura del azimut es de 360 grados con ajuste vernier de 3 grados, mientras que la de elevación es de 0 a 90 grados.

Se expresa en dBi, a la ganancia de una antena con relación a la ganancia de una antena isotrópica. Valores típicos tenemos:

Antena de 2.4m Banda C; Ganancia en Tx: 42 dBi, Ganancia en Rx: 38 dBi.

Antena de 3.8m Banda C; Ganancia en Tx: 46 dBi, Ganancia en Rx: 42 dBi.

- Amplificador de bajo ruido._ Está colocado inmediatamente detrás del circulador o tria que por el iluminador recibe la señal débil proveniente del satélite y que evita que las señales fuertes transmitidas por el amplificador de potencia hacia el satélite usando el mismo iluminador, dañen a los delicados circuitos del LNA⁹. El LNA, con una temperatura de ruido típica entre 30 °K a 70 °K amplificará las señales débiles satelitales y se las entregará a la unidad de RF para su adecuada manipulación.

⁹ LNA : (Low Noise Amplifier). Amplificador de bajo ruido.

- Unidad exterior o cabeza de RF._ Esta unidad convierte las frecuencias que le llegan desde la unidad interior en banda L (950 a 1450 MHz) a frecuencias en banda C (5.9 a 6.4 GHz) y también convierte las provenientes del LNA en banda C a señales en banda L que envía a la unidad interior. Las señales en banda L son transferidas desde y hasta la unidad interior convertidora de RF utilizando un enlace IFL (interfacility link) que consiste de tres cables y hardware asociado para amplificar y distribuir la señal.

La señal recibida del LNA en banda C, es mezclada con una señal de 5150 MHz del oscilador enganchado en fase (PLO¹⁰) y la salida del mezclador es aplicada a un filtro pasabanda en banda L que elimina las frecuencias no deseadas. Esta señal es amplificada y enviada a la unidad interior.

La señal de banda L que debe ser transmitida se aplica a un amplificador de ganancia variable utilizando como parte del control automático de nivel que compensa las pérdidas provocadas por variaciones de la longitud del IFL según las instalaciones.

La señal amplificada se aplica a un mezclador, y la salida resultante en banda C se selecciona con un filtro pasabanda y se amplifica con un amplificador de estado sólido (SSPA¹¹) que utiliza transistores FET¹² de potencia de arseniuro de galio.

La señal transmitida es sensada por un diodo de RF y el voltaje de corriente continua resultante se aplica para controlar el circuito de control de ganancia.

- Unidad interior o convertidor de RF._ Esta unidad está controlada por un microprocesador y permite la selección de las frecuencias de los convertidores de subida y de bajada y monitoreo directamente desde el teclado y display de LCD del panel frontal (si dispone) o desde una computadora controladora externa a través de

¹⁰ PLO : (Phase Loop Oscilator). Oscilador enganchado en fase.

¹¹ SSPA : (Solid State Power Amplifier). Amplificador de potencia de estado sólido.

una interfaz ya sea RS-232 o RS-485. (esto se refiere específicamente a equipos de marca EF-DATA)

Esta unidad, convierte en conjunto con la unidad exterior de RF, la banda C o Ku de entrada desde el satélite, a la frecuencia intermedia de 70 MHz. Realmente la conversión de frecuencias de esta unidad interior es desde y hacia la banda L, terminando la unidad exterior la conversión desde y hacia la banda C o Ku según corresponda. Esta unidad posee un oscilador de 10 MHz para la generación de la frecuencia de referencia que se aplica a todos los módulos que lo requieren.

- Modem Satelital. Esta unidad trabaja con una frecuencia intermedia de 70 MHz para la transmisión y recepción digital de datos a través del satélite. Puede ser utilizado en conexiones full duplex, transmisión solamente o recepción solamente. Se encuentra conformado básicamente por dos partes como son la modulación y la demodulación. La modulación permite adaptar las características de las señales de forma tal que sea posible la radiodifusión, la misma que puede ser transmitida en la amplitud, la fase o la frecuencia de una portadora. En la actualidad la modulación más utilizada en comunicaciones satelitales es la modulación digital de fase (M-PSK). El demodulador, es el encargado de convertir la señal modulada a banda base. Para ello ejecuta una corrección de errores en el flujo de datos con algún algoritmo de decodificación (el mismo usado por el modulador).

El modem para equipos EF-DATA, posee las siguientes facilidades:

- Filtrado digital en banda base.
- Rango de la velocidad de datos y de código programables.
- Potencia de salida programable (-5 a -30 dBm).
- Opciones de reloj.
- Interfaces terrestres seleccionables (V.35, RS232, RS422, G703).
- Varios tipos de modulación y de codificación (QPSK, BPSK).
- Control remoto.

¹² FET : (Field Effect Transistor). Transistor de efecto de campo.

- Operación independientes en transmisión y recepción.

Este tipo de tecnología puede ser implementada de algunas maneras.

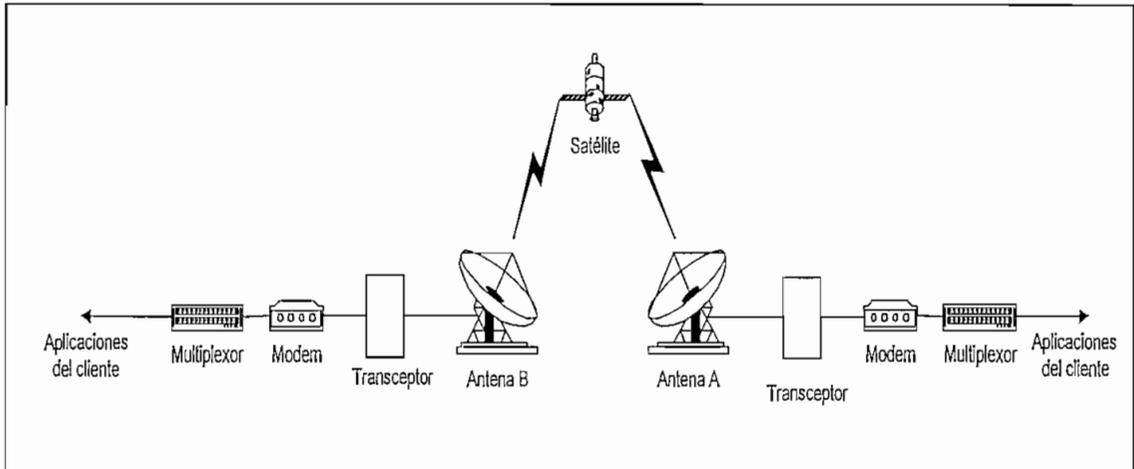


Figura 1.3 Esquema de un enlace punto-punto con tecnología SCPC sin pasar por una estación central.

- Los modems pueden estar localizados directamente donde el usuario terminal (dos extremos), colocándose la aplicación del cliente directamente al modem satelital. En este caso la aplicación del cliente es punto a punto mediante un enlace satelital. La Figura 1.3, muestra un esquema de un enlace punto-punto con tecnología SCPC sin pasar por una estación central.
- Puede ser localizado en un punto central, a través de una antena máster, y ser llevado a la aplicación del cliente por cualquier medio, ya sea por un par de hilos, por fibra óptica, vía radio, etc.; es decir, en este caso se le denomina enlace de última milla.

La Figura 1.4 muestra una configuración típica de un enlace punto-punto con tecnología SCPC pasando por una estación central.

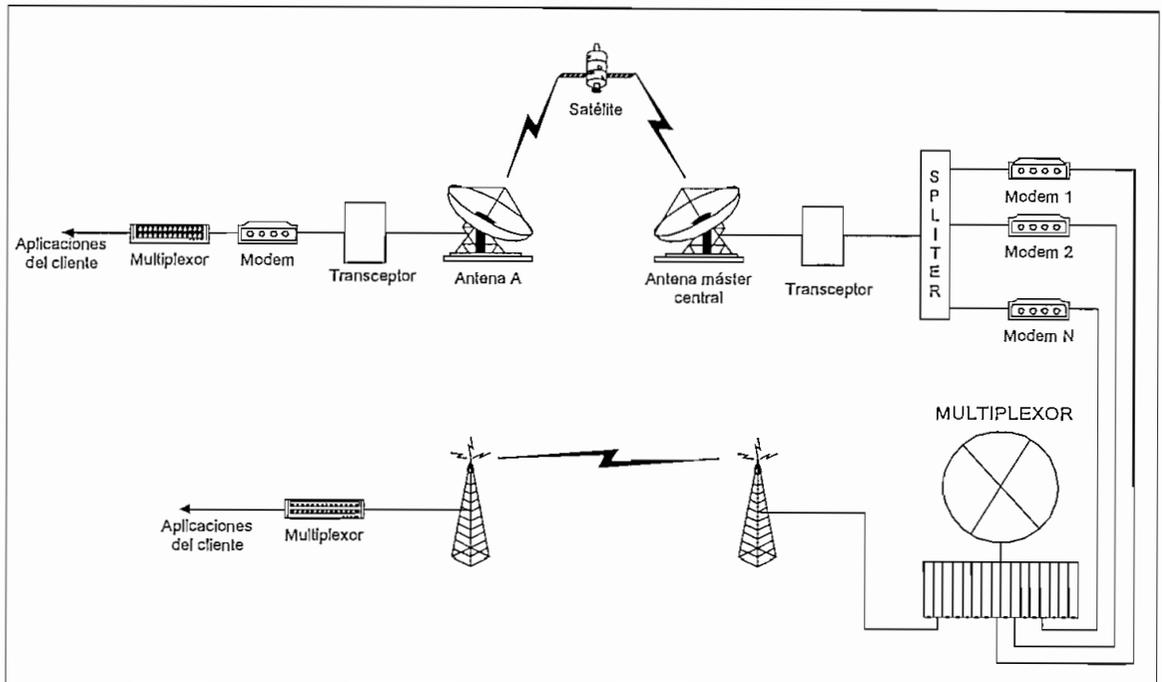


Figura 1.4 Esquema de un enlace punto-punto con tecnología SCPC pasando por una estación central.

Los dos casos tienen ventajas y desventajas. En el primer caso (a) toda la infraestructura se encuentra montada donde el cliente y no existe un control adecuado de la misma, pero se ahorraría en cuanto a la no utilización de un enlace de última milla. En el segundo caso (b) el tener el enlace satelital concentrado en un punto, donde sí existiría personal, se obtiene un mayor control del mismo y se podría monitorear con mayor facilidad el estado del enlace, pero se requiere llegar a donde el cliente por cualquier alternativa de un enlace de última milla. En este caso, si el cliente tiene sus puntos situados en lugares donde se tengan enlaces troncales, se enviaría su información a través de éste con lo que existiría un ahorro en cuanto a la implementación del enlace satelital (compartiría el modem satelital troncal).

Para optar por una u otra solución, se requiere de un análisis previo de las características del cliente, en el que juega un papel importante la ubicación geográfica del mismo.

1.3 Teoría básica de transmisión

En la Figura 1.5, se presenta un modelo típico de una comunicación satelital entre dos puntos, la misma que sirve para el análisis de la potencia de las estaciones. Para consideraciones, la transmisión se realizará desde el sitio A hasta el sitio B.

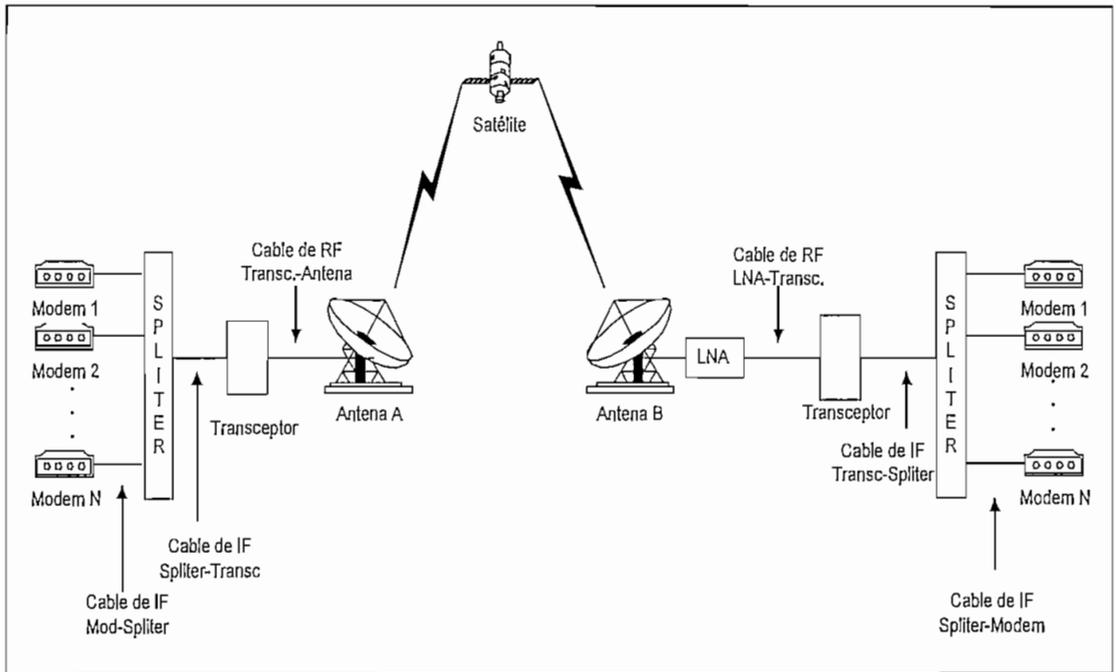


Figura 1.5 Esquema de un enlace punto-punto con tecnología SCPC con los elementos que involucran pérdidas y ganancias en el enlace.

El propósito del análisis de un enlace satelital es el de determinar la calidad de transmisión que puede esperarse para una determinada portadora de señal al viajar de un extremo a otro. Este análisis queda determinado por dos parámetros básicos; el primero es el nivel de recepción de la señal a esperarse y el segundo viene dado por la relación de la portadora con la señal de ruido (llamada comúnmente relación portadora a ruido (C/N)).

Puede notarse que son varios los elementos que causan atenuaciones en la señal como también existen elementos que producen una determinada ganancia. Se va a

nombrar a cada uno con una determinada simbología para ser representados en la fórmula que servirá para encontrar la potencia de recepción en el modem satelital.

1. Potencia de transmisión del modem satelital A (P_{tx})
2. Pérdidas cable de IF de modem A- spliter (α_1)
3. Atenuación en el spliter A (α_2)
4. Pérdidas cable de IF spliter A -transceptor (α_3)
5. Ganancia del transceptor A (G_1)
6. Pérdidas cable de RF transceptor-antena A (α_4)
7. Ganancia de la antena A (G_2)
8. Pérdidas en el espacio libre antena A-transpondedor (α_{els})
9. Pérdidas debido a apuntamiento de la antena A (α_5)
10. Ganancia del transpondedor (G_3)
11. Pérdidas debido a apuntamiento de la antena B (α_6)
12. Pérdidas en el espacio libre transpondedor-antena B (α_{elb})
13. Ganancia de la antena B (G_4)
14. Ganancia del LNA (G_5)
15. Pérdidas cable de RF LNA-transceptor B (α_7)
16. Ganancia del transceptor B (G_6)
17. Pérdidas cable de IF transceptor-spliter B (α_8)
18. Atenuación en el spliter B (α_9)
19. Pérdidas cable de IF spliter-modem (α_{10})
20. Potencia de recepción en el modem B (P_{Rx})

A continuación se presentan los márgenes y valores de cada una de las pérdidas y ganancias de los distintos elementos involucrados.

1. Potencia modem satelital. Rango (-5 a -30) dBm.
2. Pérdidas de cable de IF de modem-spliter. Referirse a la Tabla 1.1 o a la Tabla 1.2

PRODUCTO	Frecuencia 90 MHz. (peor condición)				PRECIO
	50 m. (spliter-antena)		2 m. (modem- spliter)		
	Atenuación	eficiencia	atenuador	eficiencia	
	[dB]	%	[dB]	%	\$/m.
LMR-195	5.0	31.9	0.2	95.5	1.20
LMR-200	4.6	34.6	0.2	95.8	1.30
LMR-240	3.5	44.8	0.1	96.8	1.54
LMR-300	2.8	52.8	0.1	97.5	1.74
LMR-400	1.8	66.4	0.1	98.4	2.00
LMR-500	1.4	72.3	0.1	98.7	3.45
LMR-600	1.1	77.4	0.0	99.0	4.25
LMR-900	0.8	84.0	0.0	99.3	12.00
LMR-1200	0.6	88.0	0.0	99.5	16.00
LMR-1700	0.4	91.2	0.0	99.6	25.60

Tabla 1.1 Atenuación en cables de acuerdo a Times Microwave Systems ¹³

CABLE	ATENUACION EN CABLES COAXIALES [dB/30.48 m (100 pies)]						
	FRECUENCIA [MHz]						
	30	40	50	72 - 76	150 - 170	450 - 460	800 - 950
RG-8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.8	5.2	8.6
RG-58	2.2	3.1	3.5	4.4	6.8	12.0	17.5
Foam LDF 1/2"	0.38	0.45	0.5	0.63	0.97	1.7	2.4
Foam LDF 7/8"	0.20	0.23	0.27	0.33	0.45	0.88	1.38
Foam LDF 1 1/4"	0.15	0.17	0.19	0.24	0.36	0.63	0.94
Foam LDF 1 5/8"	0.11	0.15	0.16	0.19	0.28	0.54	0.85
Pressurized 7/8"	0.2	0.25	0.26	0.32	0.5	0.83	1.22
Pressurized 1 5/8"	0.11	0.14	0.16	0.17	0.25	0.44	0.68
Pressurized 2 1/4"	0.09	0.11	0.12	0.14	0.22	0.38	0.57

Foam: Dieléctrico de baja densidad

Pressurized: Dieléctrico el aire

Tabla 1.2 Atenuación en cables¹⁴¹³ Tomado del Internet. Website: <http://www.timesmicrowave.com/cgi-bin/calculate>¹⁴ Tomado del manual de Allen Telecom Group.

- Atenuación en el spliter. Referirse a la Tabla 1.3
- Pérdidas cable de IF spliter-transceptor. Referirse a la Tabla 1.1 o Tabla 1.2
- Ganancia del transceptor. La ganancia dependerá básicamente del SSPA disponible en el transceptor. La Tabla 1.4 muestra un listado de SSPA¹⁵ con su respectiva ganancia.

3. Atenuación en el splitter. Referirse a la Tabla 1.3
4. Pérdidas cable de IF splitter-transceptor. Referirse a la Tabla 1.1 o Tabla 1.2
5. Ganancia del transceptor. La ganancia dependerá básicamente del SSPA disponible en el transceptor. La Tabla 1.4 muestra un listado de SSPA¹⁵ con su respectiva ganancia.

N° DE VIAS	MODELO	RANGO DE FRECUENCIAS MHz	PERDIDAS dB					
			L		M		V	
			Típ	Máx	Típ	Máx	Típ	Máx
2	ZSCQ-2	55 - 90	0.3	0.7	0.3	0.7	0.3	0.7
3	ZSCQ-3	1 - 200	0.3	0.5	0.4	0.7	0.6	1.0
4	ZBSC-4	10 - 800	0.6	1.0	1.0	1.5	1.6	2.0
4	ZFSC-4	50 - 90	0.3	0.8	0.3	0.8	0.3	0.8
5	ZFSC-5	1 - 300	0.2	0.5	0.6	1.0	1.5	2.0
6	ZFSC-6	1 - 175	0.75	1.0	0.75	1.2	0.8	1.2
8	ZFSC-8	50 - 90	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.3
8	ZFSC-8	0.5 - 175	0.8	1.2	0.8	1.2	1.0	1.6
10	ZFSC-10	0.5 - 100	0.5	0.8	0.4	1.0	0.8	1.5
12	ZFSC-12	1 - 200	0.8	1.2	1.1	1.4	1.3	1.6
16	ZFSC-16	0.1 - 200	0.6	1.5	0.7	1.0	0.9	1.2

L : f_L a $10f_L$

f_L : frecuencia baja de corte.

M: $10f_L$ a $f_U/2$

f_U : frecuencia alta de corte.

U : $f_U/2$ a f_U

Tabla 1.3 Atenuación en splitters.¹⁶

¹⁵ SSPA (Solid State Power Amplifier). Amplificador de estado sólido.

¹⁶ Tomado del catálogo Mini-Circuits. Bibliografía

SSPA	Ganancia del transceptor a 1 dB de compresión
+8 dBm	36 dB
5 W	67 dB
10 W	70 dB
20 W	73 dB
40 W	76 dB

Tabla 1.4 Ganancia del transceptor¹⁷

Tipo -----	Frecuencia [GHz]	Atenuación [dB/100m]	Potencia prom. [W]
LDF1-50	4	29.89	292
	6	37.94	239
LDF2-50	4	25.4	303
	6	32.3	239
LDF4-50	4	17.0	448
	6	21.8	392
EFX2-50	4	26.7	289
	6	34.1	227
FSJ4-50B	4	26.9	394
	6	34.8	306

Tabla 1.5 Atenuación en cables de RF¹⁸

6. Pérdidas cable de RF transceptor-antena. La Tabla 1.5 da un listado de cables de RF con su respectiva atenuación.
7. Ganancia de la antena. Básicamente dependerá del diámetro de la antena. En la Tabla 1.6 se indican algunos tamaños de antena con su respectiva ganancia.
8. Pérdidas espacio libre antena-transpondedor. Estas pérdidas se dan debido a la atenuación que presenta el espacio libre, el mismo que depende básicamente de la frecuencia y de la distancia. Estas pérdidas vienen dadas por la ec. 1.2 , que se la detallará más adelante en el análisis del C/N (relación señal a ruido)

¹⁷ Tomado del manual CST-5000 de EF DATA. Bibliografía.

¹⁸ Tomado del catálogo 37 Andrew. Bibliografía.

ANTENAS				
TAMAÑO [m]	BANDA	GANANCIA Tx [dBi]	GANANCIA Rx [dBi]	G/T*
9.3	C	54.0	51.5	32.4
7.6	C	52.7	49.0	29.7
7.6	Ku	59.4	58.0	36.1
7.3	C	51.8	48.6	30.3
5.6	Ku	57.1	55.7	34.0
4.6	C	48.4	44.3	24.7
4.6	Ku	55.1	53.8	32.0
4.5	C	46.7	44.0	25.0
3.7	C	46.3	42.5	23.6
3.7	Ku	53.3	51.8	30.3
3.6	C	44.5	42.0	22.9
3.6	Ku	52.0	50.7	28.9
2.4	C	41.7	37.6	18.5
2.4	Ku	49.5	47.6	26.3
1.8	C	39.8	35.7	16.5
1.8	Ku	46.6	45.1	23.6

* G/T es considerado usando 2 puertos de polarización lineal para una antena en banda C con un LNA de 30°K y en banda Ku con un LNA de 90°K

Tabla 1.6. Ganancia de antenas para banda C y banda Ku.¹⁹

$$\alpha_{el} = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d \quad (\text{ec 1.2})$$

donde:

f: frecuencia [MHz].

d: distancia [Km].

Para nuestro caso, trabajando en la banda C, el rango de frecuencias de subida está entre (5845 - 6425) MHz y el rango de frecuencias de bajada entre (3620 -

¹⁹ Tomado del catálogo 37 Andrew. Bibliografía.

4200) MHz y teniendo en cuenta que la distancia aproximada de la estación terrena al satélite es de 36000 Km.; entonces, para la peor condición tanto en subida como en bajada se tendría:

$$\begin{aligned} \alpha_{els} &= 32.4 + 20 \log 6425 + 20 \log 36000 \\ &= 32.4 + 76.157 + 91.126 \\ &= 199.683 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{elb} &= 32.4 + 20 \log 4200 + 20 \log 36000 \\ &= 32.4 + 72.465 + 91.126 \\ &= 195.991 \text{ dB} \end{aligned}$$

9. Pérdidas debido a apuntamiento de antena. Se considera 1 dB de atenuación por apuntamiento.
10. Ganancia del transpondedor. Tiene que ver básicamente con el transpondedor que se está trabajando. .
11. Ganancia del LNA. La Tabla 1.7 lista las especificaciones de LNA's para determinados fabricantes.

FRECUENCIA GHz	MODELO	FABRICANTE	TEMPERATURA DE RUIDO (°K)	GANANCIA (dB)
3.625 - 4.2	30622	California Amplifier	30 - 50	50 mín - 55 Típ
3.4 - 4.2	AMFW	Miteq	30 - 60	40 mín - 60 Típ
3.62 - 4.2	CLA	Comtech	31 - 50	60
3.6 - 4.2	JCA34-4052	JCA	30 - 50	40
3.625 - 4.2	LC-4000	Maxtech	30 - 50	50
3.7 - 4.2	LNA-7000	Radioville	30 - 50	50
3.4 - 4.8	RF-3000	Kaman	31 - 45	60

Tabla 1.7 Características de LNAs de algunos fabricantes²⁰

²⁰ Tomado del internet. Bibliografía

Para cálculos de nuestro enlace, tomaremos las condiciones más desfavorables con los adecuados elementos a utilizarse. Esto es:

1. P_{Tx} del modem satelital tomaremos el valor mínimo dado por los modems satelitales de la casa EF DATA que es de -30 dBm.
2. Pérdidas de cables de IF que van del modem al splitter teniendo en cuenta una longitud de 2 metros 0.1 dB
3. Atenuación en el splitter teniendo en cuenta que la frecuencia de salida máxima sería de 90 MHz y analizando la tabla 1.3 , tenemos una atenuación máxima de 1.5 dB.
4. Las pérdidas del cable de IF que va desde el splitter de la estación A hasta el transceptor, teniendo en cuenta una longitud promedio del mismo de 60 m (típico) y utilizando un cable RG-58 dado por la tabla 1.2 sería de 3.5 dB.
5. La ganancia del transceptor teniendo en cuenta que se trataría de una estación máster cuyo SSPA sería de 40 W. Según la tabla 1.4 es de 76 dB.
6. Las pérdidas del cable de RF que va desde el transceptor hasta el alimentador de la antena (feet) considerando una longitud de 5 m y si tomamos de la tabla 1.5 el tipo LDF4-50 es de 1 dB.
7. La ganancia de la antena de transmisión si tomamos como una estación central cuyo diámetro es de 7.3 m y si observamos en la tabla 1.6 es de 51.8 dB.
8. Las pérdidas en el espacio libre desde la estación transmisora hasta el satélite fueron calculadas anteriormente y son de 200 dB aproximadamente.
9. Las pérdidas debido al apuntamiento de la antena transmisora hacia el satélite como se dijo anteriormente se consideran de 1 dB.
10. La ganancia del transpondedor generalmente es de aproximadamente 120 dB.

11. Las pérdidas debido al apuntamiento de la antena receptora hacia el satélite también se las considera de 1 dB.
12. Las pérdidas en el espacio libre de la antena receptora hasta el satélite calculadas anteriormente son de 196 dB aproximadamente.
13. La ganancia de la antena de recepción, encontrándose esta donde el cliente cuyo diámetro es de 2.4 m viendo en la tabla 1.6 es de 37.6 dB.
14. La ganancia del LNA se ha tomado de la tabla 1.7 y se ha tomado un valor de 60 dB.
15. Las pérdidas del cable de RF que va desde el LNA al transceptor de la antena de recepción han sido tomadas con el mismo criterio del ítem 6 e igual a 1 dB.
16. La ganancia del transceptor B (recepción) es de 67 dB, el mismo que se ha tomado de la tabla 1.4 teniendo en cuenta que es una estación pequeña y que por consiguiente tendrá un SSPA de 5 W.
17. Las pérdidas del cable de IF que va desde el transceptor de la antena de recepción hasta el splitter han sido tomadas con el mismo criterio del ítem 4 e igual a 3.5 dB.
18. La atenuación en el splitter en la parte de recepción ha sido tomada con el mismo criterio del ítem 3 e igual a 1.5 dB.
19. Las pérdidas del cable de IF que va del splitter al modem de recepción han sido tomadas con el mismo criterio que en el ítem 2 e igual a 0.1 dB.

Por consiguiente, la potencia recibida por el modem B, sería:

$$P_{Rx} = P_{Tx} - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3 + G_1 - \alpha_4 + G_2 - \alpha_{els} - \alpha_5 + G_3 - \alpha_6 - \alpha_{elb} + G_4 + G_5 - \alpha_7 + G_6 - \alpha_8 - \alpha_9 - \alpha_{10} \quad (\text{ec 1.3})$$

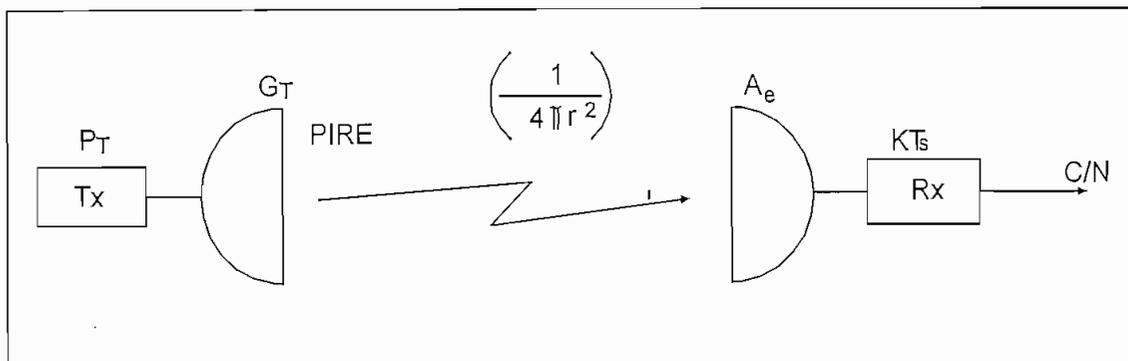
Reemplazando valores tendríamos :

$$P_{Rx} = - 57.8dBW.$$

$$P_{Rx} = - 27.8dBm.$$

Si se ve las especificaciones de los modems satelitales de la casa EF DATA, la potencia de recepción de los mismos está en un rango de - 30 a - 60 dBm. [1]. Si observamos el resultado obtenido anteriormente estamos excedidos en potencia. Esto puede ser compensado con los atenuadores presentes en los transceptores tanto de subida como de bajada para conseguir el nivel de recepción adecuado. (Las especificaciones del transceptor se encuentran en el capítulo 2).

Para el caso de evaluar la relación portadora a ruido, existen varios parámetros que se encuentran involucrados en la misma y que merecen ser nombrados de breve manera. Así:



donde:

- Tx = Transmisor
- Rx = Receptor
- P_T = Potencia de transmisión.
- G_T = Ganancia de transmisión
- A_e = Área efectiva
- K = Constante de Boltzman
- T_s = Temperatura del sistema
- r = Distancia entre transmisor y receptor
- C/N = Relación portadora a ruido
- PIRE = Potencia Isotrópica radiada equivalente

Figura 1.6 Diagrama de un enlace de RF

Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE). Consideremos en la Figura 1.6 una estación transmisora, transmitiendo con una potencia P_T con una cierta ganancia G_T , la potencia isotrópica efectiva radiada (PIRE) por la estación a lo largo del haz principal de la antena es el producto $P_T * G_T$. Para el caso del PIRE disponible en el satélite, para determinados anchos de banda, este valor se encuentra especificado en el documento IEES-410.²¹ (Anexo D)

Densidad de flujo de potencia. (S). A una distancia r desde el transmisor, la densidad de flujo radiada S , a lo largo del eje del haz es:

$$S = \frac{G_T \times P_T}{4\pi r^2} \text{ en W / m}^2 \quad (\text{ec. 1.4})$$

Si el ancho de banda utilizado es de 9, 18, 27, 36, 54 MHz, la densidad de flujo de potencia del transpondedor pueden ser obtenidos de las tablas del IEES-410 (Anexo D). Si el alquiler del ancho de banda es diferente, este debe estar en múltiplos de 100 KHz como puede apreciarse en el Anexo D, IEES-410. En este caso, los recursos del satélite pueden calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$r \text{ dB} = 10 \times \log \left(\frac{9000 \text{ KHz}}{n \times 100 \text{ KHz}} \right) \quad (\text{ec. 1.5})$$

donde n es el número de segmentos de 100 KHz y toma valores enteros de 1, 2, etc.

Este factor, debe substraerse de la PIRE y de la densidad de flujo del alquiler de 9 MHz para obtener la PIRE y la densidad de flujo arrendada. (ver ejemplo en el Anexo D del IEES-410).

Si una antena con una área efectiva A_e , recibe esta densidad de flujo, el nivel de portadora recibida a la salida de la antena es:

²¹ IEES Intelsat Earth Station Standar. Estación terrena estándar Intelsat

$$C = S \times A_e = \frac{P_T \times G_T \times A_e}{4\pi r^2} \quad (\text{ec 1.6})$$

La densidad de potencia de ruido efectiva en este punto viene dada por:

$$N_o = K \times T_s \quad (\text{ec 1.7})$$

donde: $K \equiv$ Constante de Boltzman = 1.38×10^{-23} julios/ $^\circ\text{K}$ ó -228.6 dB/K-Hz.
 $T_s \equiv$ Temperatura de ruido del sistema que es una medida del ruido contribuido por el sistema de recepción por unidad de ancho de banda.

Por tanto, la relación portadora a densidad de ruido C/N_o viene dada por:

$$\frac{C}{N_o} = \frac{P_T \times G_T \times A_e}{4\pi r^2 \times K \times T_s} = \frac{PIRE \times A_e}{(4\pi r^2)(KT_s)} \quad (\text{ec 1.8})$$

El área efectiva A_e de un sistema de recepción puede ser calculado en función de su ganancia y su frecuencia como puede verse en la ec. 1.9

$$A_e = \frac{G_R \times \lambda^2}{4\pi} \quad (\text{ec 1.9})$$

donde:

$G_R \equiv$ Ganancia de energía de la antena de recepción.

$\lambda \equiv$ Longitud de onda

Sustituyendo la ec. 1.9 en la ec. 1.8 , y reordenando los términos tenemos:

$$\frac{C}{N_o} = \left(\frac{\lambda}{4\pi r} \right)^2 (PIRE) \left(\frac{G_R}{T_s} \right) \left(\frac{1}{K} \right) \quad (\text{ec 1.10})$$

El factor $\left(\frac{\lambda}{4\pi r}\right)^2$ es frecuentemente invertido y se define como el factor de pérdidas en el espacio libre, designado como L_s . Sabiendo que $\lambda = \frac{c}{f}$, las pérdidas en el espacio libre pueden ser expresadas como:

$$L_s = \left(\frac{4\pi r f}{c}\right)^2 \quad (\text{ec 1.11})$$

donde $c \equiv$ velocidad de la luz.

El cálculo del enlace es usualmente expresado en dB antes que en forma lineal debido al fácil manejo con logaritmos. Por tanto, la ecuación 1.10 puede expresarse:

$$\begin{aligned} \frac{C}{N_o} dB &= 10 \log\left(\frac{C}{N_o}\right) \\ \frac{C}{N_o} dB &= PIRE - L_s + \left(\frac{G_R}{T_s}\right) + 228.6 \end{aligned} \quad (\text{ec 1.12})$$

donde:

$$PIRE = 10 \log (PIRE) \quad (\text{ec 1.13})$$

$$L_s = 20 \log\left(\frac{4\pi r f}{c}\right) \quad (\text{ec 1.14})$$

$$L_s = 32.45 + 20 \log\left(\frac{r}{Km}\right) + 20 \log\left(\frac{f}{MHz}\right)$$

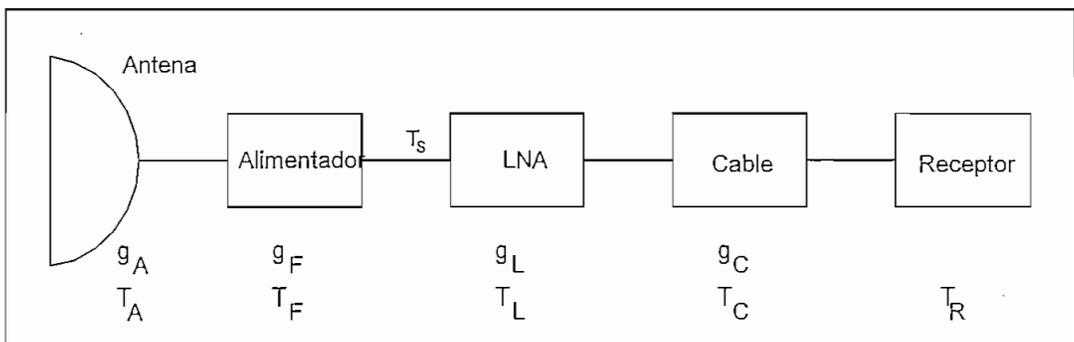
$$\left(\frac{G}{T}\right) = 10 \log\left(\frac{G_R}{T_s}\right) \quad (\text{ec 1.15})$$

$$\begin{aligned} K &= 10 \log (1.38 \times 10^{-23}) \\ &= -228.6 \text{ dB} / K - Hz \end{aligned}$$

Alternativamente, C/N_o puede ser expresado en términos de la densidad de flujo así :

$$\frac{C}{N_o} = S + \frac{G}{T} - 20 \log\left(\frac{f}{GHz}\right) - 21.45 + 228.6 \quad (\text{ec 1.16})$$

Figura de Mérito. (G/T) La importancia del término G_R/T_S que desde hoy lo denominaremos G/T en la ec. 1.10 no puede ser pasada por alto. Nótese que en esta ecuación, para una determinada potencia disponible, teniendo en cuenta que la distancia y la frecuencia están prácticamente fijas para una determinada estación terrena, el único término disponible para controlar la calidad de la señal de recepción es la figura de mérito. Téngase en cuenta que G/T se encuentra relacionada de manera directa con la relación C/N_o . G/T está en función de la ganancia de la antena y de la temperatura de ruido del sistema. Esta última está determinada principalmente por la antena, el LNA y la guía de onda de acople o el cable de RF que va entre el LNA y la antena. Las pérdidas entre la antena y el LNA pueden significar una degradación significativa de G/T. Puesto que la ganancia de la antena está en función directa con el tamaño de la antena, el tratar de conseguir un G/T mayor a costa de obtener mayor ganancia, incrementará el costo total del sistema. Por tanto, un mayor G/T se consigue bajando la temperatura de ruido del sistema; esto se lo consigue usando LNA de menor temperatura de ruido. En la Figura 1.7 puede apreciarse un sistema básico involucrando la temperatura y la ganancia del sistema.



donde:

- $g_{A, F, L, C}$ = ganancias de antena, alimentador, LNA, Cable
 $T_{A, F, L, C, R, S}$ = temperatura de antena, alimentador, LNA, Cable, Receptor, Sistema

Figura 1.7 Diagrama del sistema básico para el cálculo del G/T

Puesto que un enlace satelital en la mayoría de los casos consiste de dos partes como son el enlace de subida y el enlace de bajada, el factor C/N_o debe estar combinado por estos dos para obtener el efecto neto. Si cada una tiene una razón portadora a ruido $(C/N_o)_1$ y $(C/N_o)_2$ respectivamente, la razón C/N_o total sería:

$$\left(\frac{C}{N_o}\right)_{total} = \frac{1}{\frac{1}{\left(\frac{C}{N_o}\right)_1} + \frac{1}{\left(\frac{C}{N_o}\right)_2}} \quad (\text{ec. 1.17})$$

Se debe tener en cuenta que al momento de utilizar la ecuación 1.17 no se lo haga en dB, sino en la forma lineal. El resultado es siempre menor que la menor de las dos razones. Si las dos razones son iguales, el resultado total será 3 dB menos que ellos.

Ancho de banda asignado por portadora. (AB_{asig}). En el caso de los satélites de INTELSAT, para velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps, el ancho de banda asignado viene dado por:

$$AB_{asig}(KHz) = \left[ENT \left(\frac{V_{tx}}{22.5} \right) + 1 \right] \times 22.5 \quad (\text{ec. 1.18})$$

donde:

ENT = Parte entera del valor obtenido

V_{tx} = Velocidad de transmisión en kbps.

El factor 22.5 nos asegura el estándar de la frecuencia central de los osciladores de los equipos de la estación terrena. Cuando la velocidad de transmisión supera los 10 Mbps, el ancho de banda debe ser un múltiplo de 125 KHz.

Para determinar el ancho de banda asignado de una manera aproximada, se puede recurrir a las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} AB_{asig} (KHz) &= 1.4 V_{tx} && \text{para BPSK} \\ AB_{asig} (KHz) &= 0.7 V_{tx} && \text{para QPSK} \end{aligned} \quad (\text{ec. 1.19})$$

Ancho de banda ocupado (AB_{ocup}). Es necesario considerar el concepto de *eficiencia espectral* a la relación entre la velocidad de transmisión y el ancho de banda ocupado. Esta eficiencia viene dado por:

$$E = \frac{V_{tx}}{AB_{ocup}} \quad (\text{ec. 1.20})$$

de donde:
$$AB_{ocup} = \frac{V_{tx}}{E} \quad (\text{ec. 1.21})$$

En la Tabla 1.8 se indica la eficiencia espectral dependiendo del tipo de modulación:

Tipo de modulación	Eficiencia teórica	Eficiencia práctica
BPSK	1	0.7 - 0.8
QPSK	2	1.4 - 1.6

Tabla 1.8. Eficiencia espectral según el tipo de modulación

Velocidad de información. (V_{inf}). Se define únicamente para portadoras digitales y es la velocidad mínima que se necesita para enviar la información completa.

Velocidad de transmisión. (V_{tx}). Es la velocidad a la cual realmente es transmitida la información por el canal de comunicaciones para portadoras digitales y viene dada por:

$$V_{tx} = (V_{inf} + OH) \times \frac{1}{R} \quad (\text{ec. 1.22})$$

donde:

V_{inf} = velocidad de información

OH = velocidad de los bits de encabezamiento (overhead)

R = relación de codificación (k/n)

Los bits de encabezamiento son necesarios para el control de la información. La Tabla 1.9 indica el OH (overhead) de acuerdo a la velocidad de información.

Velocidad de información Kbps	OH Kbps
< 512	0
= 512	34.1
> 512	96

Tabla 1.9._ OH de acuerdo a la velocidad de información

Codificación: Corrección de errores hacia adelante (FEC: Forward Error Correction). En un canal de comunicación, el ruido presente en éste limita la velocidad a la que pueden transmitirse los datos, razón por la cual se ve en la necesidad de codificar los mismos. Es común encontrar este parámetro en el menú de configuración de los modems satelitales. El método consiste en someter a la secuencia de bits, antes de su modulación y transmisión a una codificación mediante la cual se añaden nuevos dígitos para establecer en la secuencia binaria resultante determinadas relaciones que, conocidas y aplicadas en sentido inverso por el decodificador en recepción, permite detectar y corregir cierta parte de errores. Cuando se lee en el panel del modem FEC ½ , esto significa que por cada bit original se transmiten 2 bits codificados; si leemos FEC ¾ por cada 3 bits originales se transmiten 4 bits codificados.

Este proceso digital de la señal permite rebajar la tasa de errores de la transmisión, gracias a la información redundante añadida que relaciona los bits entre sí, reduciendo el daño del ruido impulsivo mediante la distribución de la información de cada bit inicial en varios bits de la corriente codificada. La relación de codificación viene dada por:

$$R = \frac{k}{n} \quad (\text{ec. 1.23})$$

donde:

k = número de bits de información

n = número total de bits transmitidos

Esto indica que por cada n bits enviados, k bits son de información. Entre estas relaciones tenemos: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$.

1.3.1 Transpondedor Satelital

Para comunicaciones satelitales comerciales, la señal de subida es transmitida a una frecuencia aproximada de 6 (Banda Ku: 14) GHz. Esta señal, luego de ser recibida en el satélite, es amplificada, trasladada en frecuencia, filtrada y retransmitida a una frecuencia aproximada de 4 (Banda ku: 11/12) GHz. En un satélite típico existen de 12 a 24 transpondedores asignados con un determinado ancho de banda de frecuencias.

Como los satélites sirven como una estación transmisora/receptora, esta debe estar caracterizada por un G/T en el enlace de subida y por un PIRE para el enlace de bajada. Los valores típicos de G/T para un satélite doméstico están entre $+1$ dB/°K a -6 dB/°K cuyo rango varía dependiendo de la cobertura del satélite en los distintos puntos de la tierra. El PIRE está normalmente especificado en el punto de saturación del amplificador de potencia del transpondedor. El PIRE para un satélite de comunicación típico se encuentra entre 32 a 36 dBW en el área de cobertura principal. El PIRE varía tenuemente con la localización geográfica. La densidad de flujo del enlace de subida requerida en el satélite para saturar el transpondedor es también especificada por curvas de nivel. Los satélites típicos tienen una densidad de flujo de saturación requerida menor que -82 dBW/m² en la mayoría de los países. La intermodulación afecta en gran medida al amplificador del transpondedor cuando operan con múltiples portadoras.

Angulo de elevación de la estación terrena. (e). Toda estación terrena debe ser de fácil manipulación para poder seguir al satélite. El ángulo de elevación está en

función de la posición geográfica de la estación terrena (latitud y longitud) y de la posición del satélite (longitud si está en órbita geoestacionaria) como puede apreciarse en la siguiente ecuación:²²

$$B = \cos^{-1} [\cos La * \cos (Lo - Ls)] \quad (\text{ec. 1.24})$$

donde:

- B = ángulo auxiliar en grados
- La = Latitud de la estación terrena
- Lo = Longitud de la estación terrena
- Ls = Longitud del satélite

de esta forma, el ángulo de elevación viene dado por:

$$e = \tan^{-1} \left(\frac{\cos B - x}{\sin B} \right) \quad (\text{ec. 1.25})$$

en el que:

$$x = \frac{r_e}{r_e + h} \quad (\text{ec.1.26})$$

donde:

- r_e = radio de la Tierra (6378 Km).
- h = altitud nominal del satélite (35786 Km)

entonces $x = 0.1511$

La distancia de la estación terrena hasta el satélite puede ser calculada con la siguiente ecuación:²³

$$d = 35786 [1 + 0.42 (1 - \cos B)]^{1/2} \quad (\text{ec. 1.27})$$

²² APUNTES DE RADIOCOMUNICACIONES ESPACIALES, Ing. Carlos Egas

²³ APUNTES DE RADIOCOMUNICACIONES ESPACIALES, Ing. Carlos Egas

Ganancia de la antena de 1 m² (G_{1m²}). Se toma una antena ideal de 1 m² ya que es ideal para calcular de manera rápida la densidad de flujo de potencia y viene dada por:

$$G_{1m^2} (dBi) = 20 \log \left(\frac{f}{GHz} \right) + 10 \log \left(\frac{c^2}{4\pi} \right) \quad (\text{ec. 1.28})$$

$$G_{1m^2} (dBi) = 20 \log \left(\frac{f}{GHz} \right) + 21.46$$

Densidad de flujo por portadora en el satélite (S_s). Es la densidad de flujo de potencia efectiva que llega al satélite desde la estación terrena de transmisión y viene dada por:

$$S_s (dB / m^2) = PIRE_u (dB) + M_{eu} (dB) + G_{1m^2} (dBi / m^2) - L_{su} (dB) \quad (\text{ec. 1.29})$$

donde:

M_{eu} = margen para compensar errores por lluvia, seguimiento, etc.

Punto subsatelital. Si se traza una línea que una el centro de la tierra con el satélite, el punto de intersección entre la superficie terrestre y esta línea se le conoce con el nombre de punto subsatelital.

Ventaja de la ubicación de la estación terrena para el enlace ascendente (V_u) y descendente (V_d). Una estación terrena ubicada cerca al punto subsatelital, tiene ventaja sobre una estación que se encuentra en el borde del haz. Esta ventaja puede ser de hasta 4.3 dB. Si se desconoce este valor, se recomienda un valor de 0 dB para garantizarnos condiciones críticas.

Densidad de flujo de saturación del transpondedor hacia la estación terrena (S_{sat e.t.}). Si restamos de la densidad de flujo de saturación del transpondedor (valor dado en tablas, Anexo D appendix A) la ventaja de la ubicación de la estación terrena, la densidad de flujo se obtiene así:

$$S_{sat e.t.} (dB / m^2) = S_{sat} (dB / m^2) - V_u (dB) \quad (\text{ec. 1.30})$$

donde:

S_{sat} = Densidad de flujo de saturación del transpondedor.

Back-off de entrada por portadora (BOi). Cuando se trabaja con varias portadoras a la vez, se debe reducir la potencia del nivel de saturación de una sola portadora. Esta reducción se conoce como back-off; por tanto, el back-off de entrada es la diferencia que existe entre la densidad de flujo de potencia por portadora que se tiene en el satélite y la densidad de flujo de saturación del transpondedor, expresado en la siguiente ecuación:

$$BOi(dB) = S_s (dB / m^2) - S_{sat e. t.} (dB / m^2) \quad (\text{ec. 1.31})$$

Diferencia entre el back-off de entrada y el de salida del transpondedor. Esta diferencia determina el punto de funcionamiento del TWTA²⁴ en el transpondedor y viene especificado en la recomendación IESS-410 (Anexo D. IESS-410 appendix D). Esta diferencia depende del satélite, ancho de banda alquilado y de la conexión del haz. Por tanto, para el backoff de salida (BOo) al backoff de entrada se le debe sumar esta diferencia.

PIRE de saturación del transpondedor al borde del haz. $PIRE_{sat}$. Este valor viene especificado en el documento IESS-410 que es propio para cada satélite y nos indica que es la PIRE mínima en una estación terrena con el que se saturaría el transpondedor del satélite.

PIRE del enlace descendente por portadora al borde del haz ($PIRE_d$). Viene dado por la siguiente ecuación:

$$PIRE_d (dB) = PIRE_{sat} (dB) + BOo (dB) \quad (\text{ec. 1.32})$$

²⁴ TWTA. (Traveling Wave Tube Amplifier). Amplificador de ondas progresivas.

Si la estación receptora presenta una ventaja geográfica (V_d), debe ser adherida a la ecuación anterior.

Figura de mérito del satélite (G/T_s). Se encuentra relacionado con la recepción en el satélite. Esta figura de mérito viene especificado en el documento IESS-410 (Anexo D).

Margen de error ascendente (M_{eu}) y descendente (M_{ed}). Debido a errores ocasionados por apuntamiento, condiciones atmosféricas e interferencia se debe dejar un margen, comúnmente este valor es de 1 dB.

C/T para el enlace ascendente (C/T_u). La relación portadora a temperatura de ruido ascendente viene dado por la siguiente expresión :

$$\left(\frac{C}{T}\right)_u (dB/^\circ K) = PIRE_u (dB) + \left(\frac{G}{T}\right)_s (dB/^\circ K) + V_u (dB) - L_s (dB) - M (dB) \quad (\text{ec. 1.33})$$

C/T de intermodulación en el HPA de la estación terrena. Esta intermodulación se produce cuando a través de una estación terrena se transmiten más de una portadora.

Límite de intermodulación de HPA hacia la estación terrena. (lim_{HPA}). Los valores de este límite vienen incluidos en el documento del IESS-410 (Anexo D) y dan los límites permitidos de intermodulación cuando existen varias portadoras.

C/T límite de intermodulación de HPA por portadora. (C/T_{IM-HPA}). Es recomendable ser tomado en cuenta para la realización del cómputo del enlace especialmente cuando se trabaja con múltiples portadoras. El cálculo viene dado por la siguiente ecuación.

$$\left(\frac{C}{T}\right)_{IM-HPA} = PIRE_u (dB) - lim_{HPA} (dB / 4KHz) + 10 \log 4000 (Hz) - 228.6 \quad (\text{ec. 1.34})$$

Para el caso de trabajar con TWTA, la consideración es la misma que para los HPA.

C/T del enlace descendente. (C/T_d). La relación portadora a temperatura de ruido descendente viene dado por la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{T_d} \text{ (dB/}^\circ\text{K)} = PIRE_d + \frac{G}{T_{e.t.}} \text{ (dB/}^\circ\text{K)} - L_{sd} \text{ (dB)} - M_{ed} \text{ (dB)} \quad (\text{ec. 1.35})$$

C/T de interferencia total de cocanal (C/T_{coc}). Para poder optimizar el ancho de banda en los satélites, se utilizan las mismas frecuencias pero con diferentes polarizaciones, esto puede causar interferencia a la portadora de la misma frecuencia en la otra polarización llamándose a esto la interferencia de cocanal, la misma que es calculada con la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{T_{coc}} \text{ (dB/}^\circ\text{K)} = \frac{C}{I} \text{ (dB)} - 228.6 \text{ (dB/}^\circ\text{K} - \text{Hz)} + AB \text{ (dB} - \text{Hz)} \quad (\text{ec. 1.36})$$

Donde C/I (portadora/ruido de interferencia de cocanal) se encuentra en tablas en el documento del IESS-410 (Anexo D).

C/T total por portadora (C/T_{tot}). El recíproco de este valor se obtiene de la suma lineal de los recíprocos de los C/T obtenidos anteriormente, es decir:

$$\frac{1}{C/T_{tot}^*} = \frac{1}{C/T_u^*} + \frac{1}{C/T_d^*} + \frac{1}{C/T_{IM-HPA}^*} + \frac{1}{C/T_{coc}^*} \quad (\text{ec. 1.37})$$

Donde * indica que se trabaje linealmente y no en dB.

C/N total. Este parámetro es muy importante cuando se trata de evaluar la calidad de un enlace, de hecho es por esta relación que se llega a deducir el PIRE de transmisión correcto. El C/N se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{N} (dB) = \frac{C}{T_{tot}} (dB/^\circ K) + 228.6 (dB/^\circ K - Hz) - AB_n (dB - Hz) \quad (\text{ec. 1.38})$$

Dependiendo de las características del equipo, a partir del E_b/N_0 que da la casa del fabricante, con el ancho de banda ocupado y la velocidad de información requerida el C/N puede ser calculado de la siguiente manera:

$$\frac{C}{N} (dB) = \frac{E_b}{N_0} (dB) + 10 \log (V_{inf}) - 10 \log (AB_{ocup}) \quad (\text{ec. 1.39})$$

Ahora, realizaremos un ejemplo de cálculo satelital. Para ello, asumiremos que trabajaremos a una velocidad de transmisión de 32 Kbps, con modulación QPSK $\frac{1}{2}$ y con codificación viterbi.

Para dicho cálculo, a partir del E_b/N_0 dado por el fabricante y de las características del enlace se obtiene el C/N que necesitamos para garantizar un normal funcionamiento del enlace.

Tomando un modem de la marca EF DATA de la serie SDM-300 y observando las características del equipo, tenemos que para un BER^{25} de 10^{-8} se requiere un E_b/N_0 de 6.4 dB; por tanto, de la ec. 1.39 tenemos :

$$\frac{C}{N} (dB) = \frac{E_b}{N_0} - 10 \log AB_{ocup} + 10 \log V_{inf}$$

$$V_{inf} (Kbps) = (V_{inf} + OH) \times \frac{1}{R}$$

como $V_{inf} < 512 Kbps$ entonces $OH = 0$

QPSK $\frac{1}{2}$ entonces $R = 0.5$

²⁵ BER : (Bit error rate) .Tasa de errores de bit.

portanto :

$$\begin{aligned} V_{\text{inf}} &= V_{\text{tx}} \times R \\ &= 16 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

$$AB_{\text{ocup}} = \frac{V_{\text{tx}}}{E}$$

para BPSK entonces $E = 0.8$ entonces:

$$AB_{\text{ocup}} = 40 \text{ KHz.}$$

por tanto:

$$\frac{C}{N} = 6.4 - 10 \log \frac{40}{16}$$

$$\frac{C}{N} = 2.42 \text{ dB}$$

por otro lado:

$$\frac{C}{N} = \frac{C}{T_{\text{total}}} + 228.6 - AB_n$$

$$\text{donde: } AB_n = 10 \log(AB_{\text{ocup}})$$

portanto :

$$\frac{C}{T_{\text{total}}} = -180.6 \text{ dB}$$

Con este valor de C/T , nosotros garantizamos que cumplimos con el C/N que esperamos obtener.

Como sabemos, de la ec. 1.37

$$\frac{1}{C/T_{\text{tot}}^*} = \frac{1}{C/T_u^*} + \frac{1}{C/T_d^*} + \frac{1}{C/T_{\text{IM-HPA}}^*} + \frac{1}{C/T_{\text{COC}}^*}$$

evaluamos cada una de las relaciones C/T y dejamos en función del PIRE_v para luego ser encontrado su valor por iteraciones.

$$\frac{C}{T_u} = PIRE_u + \frac{G}{T_s} + V_u + LS_u - M_{eu}$$

Para nuestro caso, trabajaremos con el satélite Intelsat VII para un haz hemisférico/hemisférico y si observamos en el Anexo D Appendix A del IESS-410 tenemos que G/T_s es -8.5 dB/K.

V_u como se mencionó anteriormente vamos a considerarlo cero para garantizar el enlace en la peor condición.

LS_u que son las pérdidas en el espacio libre de subida y sin cometer mayor error se calculó anteriormente al evaluar la potencia de recepción y su valor aproximado es de 200 dB.

M_{eu} como se mencionó anteriormente asumimos de 1 dB.

Por tanto, reemplazando valores en la ecuación anterior tenemos:

$$\frac{C}{T_u} = PIRE_u - 209.5 \text{ dB}$$

$$\frac{C}{T_d} = PIRE_d - \left(\frac{G}{T}\right)_{e.t.} - LS_d - M_{ed}$$

$$PIRE_d = PIRE_{sat} + BO_o + V_d$$

El $PIRE_{sat}$ viene dado en las tablas del IESS-410 (Anexo D appendix A), cuyo valor es de 33.0 dB. El BO_o viene dado por la ecuación $BO_o = BO_i + Dif.$, donde $Dif = 1.5$ (Anexo D IESS-410 appendix D) y V_d le damos un valor de 0 dB para garantizar la peor condición. Por otro lado, el $BO = S_s - S_{sat}$, donde:

$$S_s = PIRE_u + G_{1m}^2 - LS_u + M_{eu}$$

donde :

$$G_{1m^2} = 20 \log f + 21.46$$

para $f = 6 \text{ GHz}$.

$$G_{1m^2} = 37.0 \text{ dBi}$$

$$S_{\text{sat}} = -87.0 \text{ dB/m}^2 \text{ . (IESS-410 Anexo D appendix A)}$$

$(G/T) = 18.5$ de la Tabla 1.6 de las características de la antena (antena de recepción de 2.4 m). Las pérdidas de bajada en el espacio libre se las calculó para la potencia de recepción y fue igual a 196 dB. M_{ed} también es considerado de 1 dB.

Reemplazando los valores en la ecuación de $(C/T)_d$, tenemos :

$$\frac{C}{T_d} = PIRE_u - 219 \text{ dB/}^\circ K$$

$$\frac{C}{T_{IM - HPA}} = PIRE_u - Lim_{HPA} + 10 \log 4000 - 228.6$$

$$Lim_{HPA} = -37 \text{ dB/4KHz. (ver anexo D. IESS-410, Tabla 2b)}$$

Entonces, reemplazando valores tenemos :

$$\frac{C}{T_{IM - HPA}} = PIRE_u - 155.58$$

$$C/T_{coc} = C/I - 228.6 + 10 \log (AB_{ocup})$$

El C/I si observamos en la tabla 1(a) de las recomendaciones de IESS-410 (Anexo D) es de 17 dB. Por tanto, reemplazando valores en la ecuación anterior tenemos:

$$\frac{C}{T_{coc}} = -165.58 \text{ dB}$$

Por tanto:

$$\frac{1}{C/T_{total}} = \frac{1}{C/T_u} + \frac{1}{C/T_d} + \frac{1}{C/T_{IM - HPA}} + \frac{1}{C/T_{coc}}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{1}{10^{-18.06}} = \frac{1}{10^{(PIRE_u - 209.5)/10}} + \frac{1}{10^{(PIRE_u - 219)/10}} + \frac{1}{10^{(PIRE_u - 155.58)/10}} + \frac{1}{10^{-16.559}}$$

Por iteraciones:

$$PIRE_u = 39 \text{ dBW}$$

Como la antena de transmisión es de 7.3 m, observando la Tabla 1.6 de las características de las antenas, su ganancia es de 51.8 dB. Por consiguiente:

$$P_{rx} = PIRE_u - G_{tx}$$

$$P_{rx} = -12.8 \text{ dBW}$$

$$P_{rx} = -42.8 \text{ dBm}$$

Si nos fijamos en las especificaciones de los modems de la casa EF DATA, su potencia de transmisión está en un rango de -30 a -5 dBm. por lo que tocaría atenuar la señal. Para ello, los transceptores de la misma casa disponen de atenuadores tanto para el enlace de subida (de 0 a 25 dB en pasos de 0.5 dB) como para el de bajada (de 0 a 21 dB en pasos de 0.5 dB).

Para el caso del montaje de la antena, se debe tener en cuenta los parámetros de ubicación del satélite al que se debe apuntar como son su azimut y su elevación (Anexo C). El montaje se realiza primero en forma aproximada con una brújula en mano, para luego con la "frecuencia beacom"²⁶ que es propia de cada satélite y con la ayuda de un analizador de espectros detectar esta portadora e ir apuntando hasta conseguir un máximo de nivel de recepción de la misma. Si no se dispone de un analizador para el caso de un sistema Vsat, se puede realizar con un voltímetro hasta conseguir un mínimo de voltaje.

La Tabla 1.10 indica algunas frecuencias beacom para ciertos satélites.

SATELITE	FRECUENCIA BEACOM [GHz]
PAS I	4.1965 Haz Latino
PAS I	3.7025 Haz Central
PAS III	4.1985
INTELSAT V	3.9475 ; 3.9525
INTELSAT VA, VA	3.9475 ; 3.9480 ; 3.9520 ; 3.9525
INTELSAT VII, VIIA, VIII Y VIIIA	3.9475 ; 3.9480 ; 3.9500 ; 3.9520 ; 3.9525
INTELSAT V, VA, VA(IBS), VI, VII, VIIA, VIII para 11 GHz.	11.198 ; 11.452
INTELSAT VA(IBS), VII, VIIA, VIII y VIIIA para 12 GHz.	11.701 GHz para 11.7 a 11.95 GHz. 12.501 GHz para 12.5 a 12.75 GHz.
INTELSAT K	11.452 ; 11.699

Tabla 1.10._ Frecuencias beacom de algunos transpondedores.

- * Únicamente dos de las cuatro frecuencias beacom en cada satélite pueden ser operadas simultáneamente, una en las frecuencias bajas (3947.5 o 3948.0 MHz) y otra en las frecuencias altas (3952.0 o 3952.5).
- * El acceso de las estaciones de estándar G a los satélites INTELSAT VII, VIIA, VIII y VIIIA deberían utilizar preferentemente la frecuencia beacom pura de 3950 MHz para propósitos de rastreo. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, las estaciones terrenas pueden realizar el rastreo con las otras frecuencias beacom.
- * Para los satélites INTELSAT V, VA y VI, se operará a la vez únicamente con una frecuencia beacom.
- * Mayor información se encuentra en la recomendación IESS 410.

Cifra de Disponibilidad._ La Cifra de Disponibilidad deberá ser un valor que determine con la mayor exactitud y precisión posible la calidad de la red básica o

²⁶ Frecuencia beacom: Frecuencia propia de cada satélite para poder ser localizado

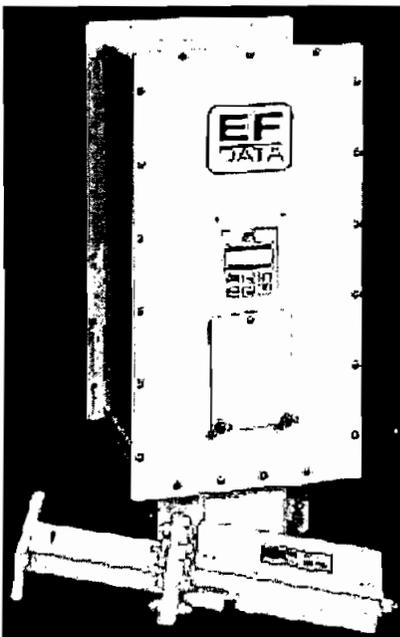
“backbone” sobre la cual se soportan los servicios que la compañía brinda a los clientes. Estarán incluidas en la red básica todos los nodos y sus correspondientes vínculos internodales o troncales que formen la malla sobre la cual es posible evaluar en forma práctica los eventos que muestren el estado de la misma . Al momento de la adquisición de un determinado servicio a través de satélite, teóricamente el arrendatario del servicio dispone del mismo durante todo el tiempo, sin embargo, pueden ocurrir fallas en el satélite como en el equipo de la estación terrena que hacen que la aplicación se quede fuera. La fracción de tiempo durante la cual el servicio está activo con relación al tiempo total que se adquirió el servicio se la conoce como la Cifra de Disponibilidad.

CAPÍTULO 2

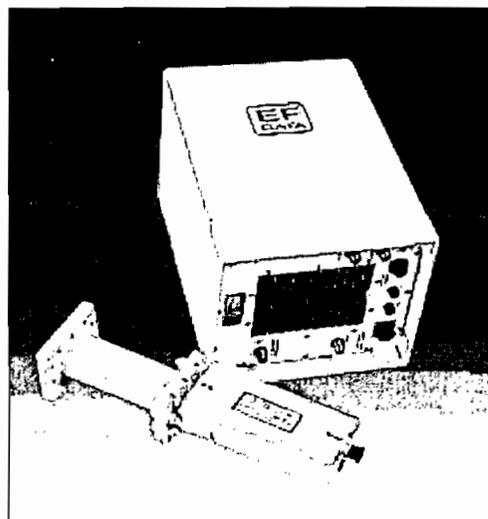
ESTUDIO DEL TRANSECTOR COMO ELEMENTO DE MONITOREO

2.1 INTRODUCCION.

El equipo que se estudiará para su monitoreo es el de la casa EF DATA de la serie 500 ó 505 (sin teclado directo para monitoreo). El terminal, es un transceptor de radiofrecuencia de banda C para ser usado en ambientes exteriores. En la Figura 2.1, se puede apreciar estos dos transceptores.



a) RFT-500



b) RFT-505

Figura 2.1 Presentación física de los transceptores RFT-500 y 505

Para estaciones terrenas de pequeño o mediano tamaño (antenas menores a 7.3 m), la utilización de un transceptor RFT 500 o RFT 505 facilita el montaje.

El transceptor, al utilizarlo en conjunto con un modem de la casa EF DATA es ideal para transmitir señales de hasta 2048 Kbps o con varios modems en forma de múltiples portadoras sobre un ancho de banda de 36 MHz, ya que en transmisión (uplink) el terminal acepta frecuencia intermedia en la banda de los 70 MHz y transmite en la banda de 5.845 a 6.425 GHz y en recepción (downlink), toma la señal del LNA (Low Noise Amplifier) en la banda de 3.620 a 4.200 GHz y la convierte en una señal de frecuencia intermedia en la banda de los 70 MHz.

Los convertidores de frecuencia tanto de subida como de bajada (UP CONVERTER y DOWN CONVERTER) están formados por una conversión dual con sintetizadores individuales para que en el transponder elegido se seleccione independientemente las ventanas de transmisión y recepción (para el RFT 500), mientras que para el RFT 505 usa un único sintetizador.

2.2 DESCRIPCIÓN

El transceptor, RFT 500 o RFT 505, se encuentra conformado por las siguientes partes:

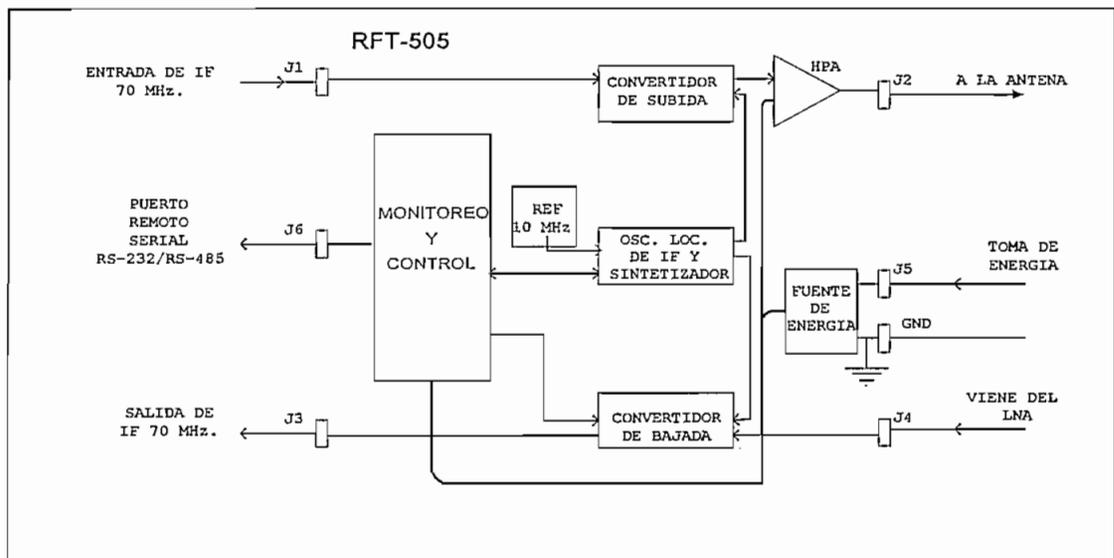
- El chasis de ensamblaje.
- Display con teclado para monitoreo. (para el caso del RFT-500)
- Oscilador de alta estabilidad.
- Tarjeta para el monitoreo y control.
- Sintetizadores.
- Convertidor de subida.

- Convertidor de bajada.
- Fuente de energía.
- HPA (Amplificador de Alta Potencia). El mismo que dependerá de los requerimientos de la estación terrena.

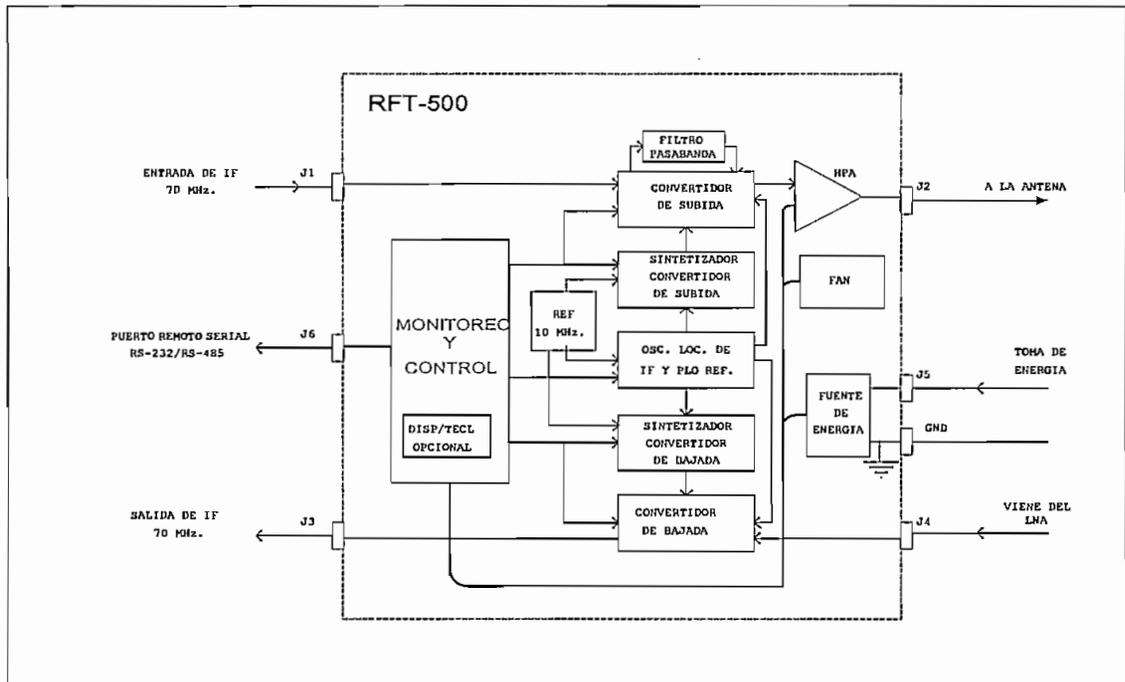
Dispone además de un microprocesador el mismo que cumple con las siguientes funciones:

- Monitoreo en línea.
- Control en la configuración.
- Brindar un control del estado y fallas en el equipo.
- Disponer de un interfaz serial para ser conectado a un terminal o a una computadora.

En la Figura 2.2 , se presenta un diagrama de bloques del transceptor RFT-505 y del transceptor RFT-500 .



a) DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TRANSPONSOR RFT-505



b) DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TRANSCCEPTOR RFT-500

Figura 2.2 Diagrama de bloques de los transceptores RFT-505 y 500

Para un funcionamiento normal del equipo, este presenta algunas especificaciones que deben ser tomadas en cuenta.

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA.

ENTORNO:

Temperatura	- 40 a +55 °C en operación.
	- 50 a +75 °C en reposo.
Humedad	0% a 100% RH
	- 40 a +55 °C
Altitud	0 a 15000 pies en operación
	0 a 50000 pies en reposo

Impedancia de entrada de IF	50 ohmios
Impedancia de salida de IF	50 ohmios
Conexión a tierra	cable #10 AWG
Conector de entrada de IF	TNC hembra (RFT-500); N hembra (RFT-505)
Conector de salida de IF	TNC hembra (RFT-500); N hembra (RFT-505)
Conector de entrada de RF	Tipo N hembra
Conector de salida de RF	Tipo N hembra
Banda de transmisión	5.845 a 6.425 GHz
Banda de recepción	3.620 a 4.200 GHz
Monitoreo y Control	Interfaz RS-232 / RS-485
Monitoreo/Control de señales	Frecuencia de transmisión
	Frecuencia de recepción
	Atenuador del convertidor de subida
	Atenuador del convertidor de bajada
	Encendido/Apagado de RF
	Fallas en el LNA
	Fallas en el SSPA
	Fallas en el convertidor de subida
	Fallas en el convertidor de bajada
	Fallas en el sintetizador de transmisión
	Fallas en el sintetizador de recepción
	Fallas en la fuente de energía de +5/+12 V
	Temperatura del convertidor de subida
	Temperatura del convertidor de bajada
	Temperatura del HPA

- El transceptor, dispone de algunos conectores debidamente identificados para conectar los diferentes cables de entrada y de salida tanto para las señales de RF como para las señales de IF, así como también los conectores para la alimentación de energía y de monitoreo; entre estos podemos mencionar:
 - Entrada de transmisión de IF (TX/IF IN). Viene desde el modem satelital o en algunos casos si se dispone de varios modems, vendría desde el splitter. La impedancia de entrada es de 50 ohmios y la frecuencia está en $70 \text{ MHz} \pm 18 \text{ MHz}$ (opcional $140 \text{ MHz} \pm 36 \text{ MHz}$). El nivel de energía típica está entre - 43 dBm a - 19 dBm dependiendo de la configuración y aplicación del cliente.
 - Salida de Recepción de IF (RX/IF OUT). Viene desde el modem satelital, o en algunos casos si se dispone de varios modems, vendría desde el splitter. La impedancia de salida es de 50 ohmios y la frecuencia está en $70 \text{ MHz} \pm 18 \text{ MHz}$ (opcional $140 \text{ MHz} \pm 36 \text{ MHz}$ para el RFT-505). El punto de compresión de salida de 1 dB es de +17 dBm para el RFT-500 y de + 15 dBm para el RFT-505. La energía de operación de salida nominal es +11 dBm (RFT-500), +9 dBm(RFT-505); (-6 dB desde 1 dB de compresión) a - 25 dBm (RFT-500), - 27 dBm (RFT-505), dependiendo de los requerimientos de ganancia del sistema
 - Salida de transmisión de RF (TX/RF OUT). Tiene una impedancia de salida de 50 ohmios. El rango de frecuencia de salida es de 5.845 a 6.425 GHz. El nivel de energía de salida depende del amplificador de potencia (SSPA) del sistema.
 - Entrada de Recepción de RF (RX/RF IN). Viene desde el LNA y tiene una impedancia de entrada de 50 ohmios. El rango de frecuencia de entrada está entre 3.620 a 4.200 GHz. El rango de señal de entrada, varía entre - 50 dBm y - 25 dBm (RFT-500), -53 a -30 dBm (RFT-505), dependiendo de la ganancia del LNA y de la

antena. El nivel de esta señal, debe ser ajustado de tal manera que se obtenga la señal adecuada en la salida de señal de IF.

- Alimentación de energía. El rango normal de entrada de voltaje es de 90 a 232 VAC y su rango de frecuencia varía entre 47 a 63 Hz. El máximo consumo de energía depende del amplificador de potencia usado en el terminal.

En la Tabla 2.1 se presenta una lista del consumo de potencia máxima para cada SSPA.

SSPA	POTENCIA DE CONSUMO MAXIMA RFT-500	POTENCIA DE CONSUMO MAXIMA RFT-505
+8 dBm	70 W	70 W
5 W	170 W	125 W
10 W	240 W	175 W
20 W	300 W	
40 W	470 W	

Tabla 2.1. _ Consumo de potencia máximo del SSPA

- Control Remoto Serial. Este conector es usado para controlar desde un terminal las funciones de control y monitoreo. Este control puede realizarse ya sea por un interfaz RS-232 o RS-485.

La tabla 2.2, muestra los pines del conector para control desde un terminal.

NOTAS:

1. En el modo RS-232, CTS está unido a RTS.
2. El LNA puede ser energizado desde estos pines como a través del cable de RF dependiendo si tiene toma de energía independiente.
3. El nivel de voltaje flotante es de 5V.

PIN	INTERFACE	INTERFACE	DESCRIPCION
	RS-232	RS-485	
A	GND	-RX/TX	Datos Rx/Tx
B		-RX/TX	Datos Rx/Tx
C		+RX/TX	Datos Rx/Tx
D	CTS	+RX/TX	Clear to Send
E	RD/RX		Receive Data
F	RTS		Ready to Send
G	TD/TX		Transmit Data
H	DSR		Data Set Ready
J		GND	Tierra
K	LNA_PWR		10 V al LNA
L	EXT_PWR		Salida de voltaje, 11 V a la energía del RSU-503 y KP10
M	EXT TWT FLT		Entrada, señal lógica de 0 ó 5 V 5V = falla ; 0V = normal
N	EXT IN_2		Entrada, señal lógica de 0 (normal) 5 V (falla).
P	SPARE		N/C
R	GRD		Tierra
S	SPARE		N/C
T	ALOG TST		Salida de voltaje analógico de prueba
U	UL_NC		Relay de fallas del Uplink, conecta al puerto de comunicación del Uplink con fallas.
V	UL_COM		Relay de fallas del Uplink, comunes
W	UL_NO		Relay de fallas del Uplink, se abre con fallas
X	DL_NC		Relay de fallas del Downlink, conecta al puerto de comunicación del Downlink con fallas
Y	DL_COM		Relay de fallas del Downlink, comunes.
Z	DL_NO		Relay de fallas del Downlink , abierto con fallas.
a	LNA_RTN		Retorno de la energía del LNA.
b	SPARE		
c	SPARE		

Tabla 2.2._ Configuración de pines para controlar el transceptor desde un terminal.

En la Figura 2.3, se aprecia la configuración de pines para el cable de monitoreo desde un terminal, ya sea con interfaz RS-232 o con RS-485.

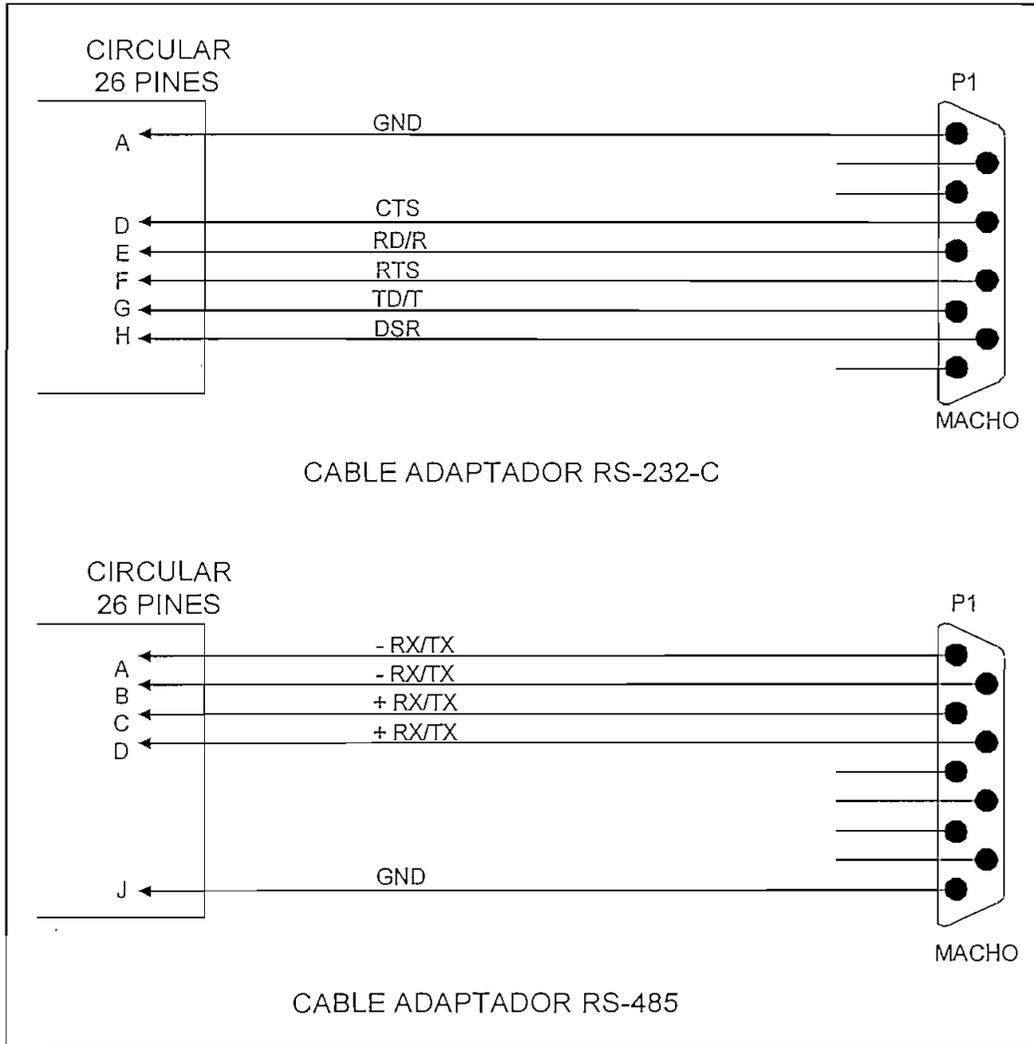


Figura 2.3._ Configuración de pines para monitoreo desde un terminal.

2.3 TEORIA DE OPERACIÓN

2.3.1 Monitoreo y Control. Los transceptores, usan un microcontrolador para ejecutar las funciones de monitoreo y control del terminal. Esta tarjeta está ubicada dentro de

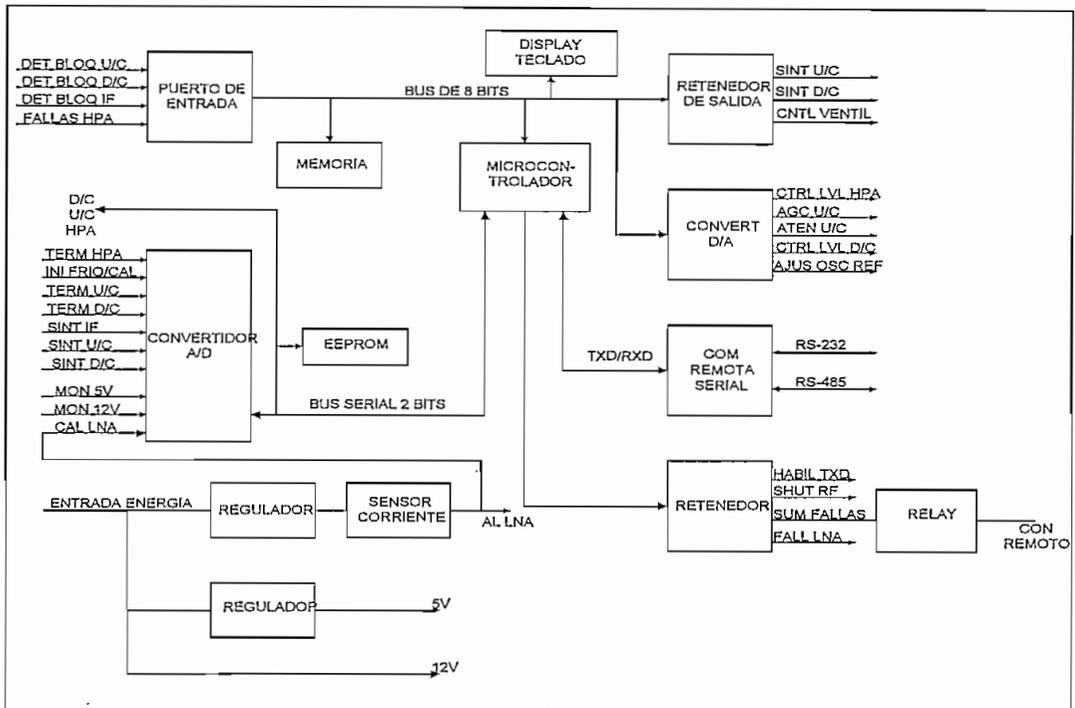
la unidad en la parte superior de todos los otros ensamblajes. Los parámetros de configuración del terminal se encuentran en una memoria EEPROM, la misma que provee un total rescate de la información cuando el transceptor ha sido desenergizado. Todas las funciones del RFT-500 son accesibles a través del teclado y display del panel frontal o por el interfaz de comunicación remota, mientras que para el RFT-505 únicamente puede accederse por el interfaz de comunicación remoto.

La memoria EEPROM en el módulo de monitoreo y control permite retener la información de la configuración por hasta un año cuando ha cesado el suministro de energía. Cuando el suministro de energía ha cesado un buen tiempo, existe una configuración por omisión que se carga desde la raíz de la ROM en el sistema. La Tabla 2.3, muestra las condiciones por omisión del transceptor.

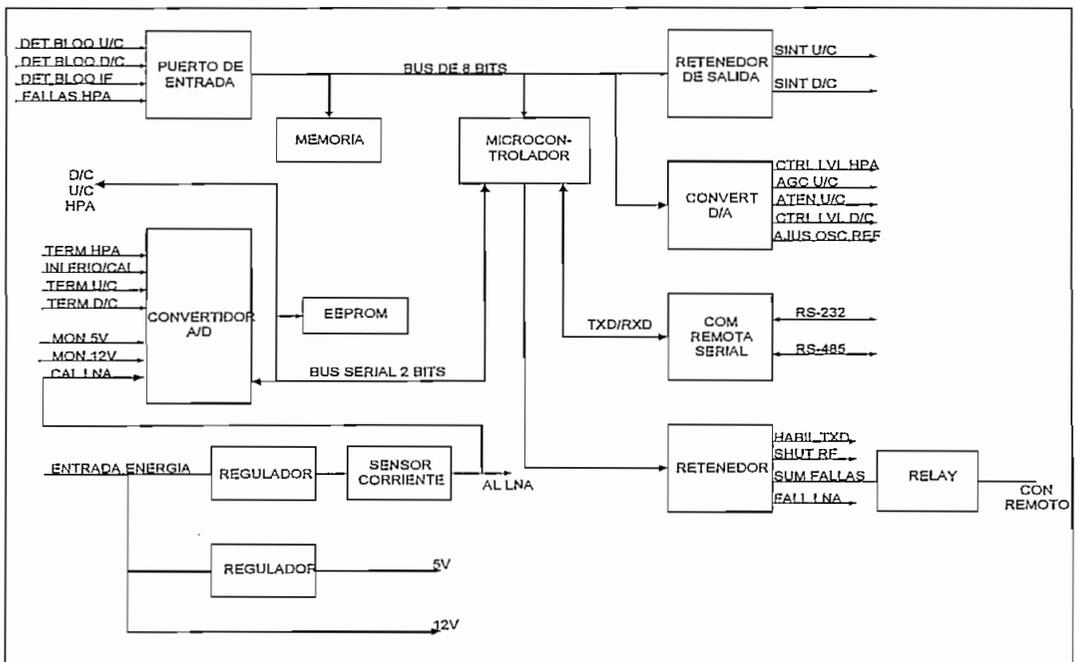
Velocidad en baudios	9600
Paridad	par
Dirección del dispositivo	1
Ganancia del U/C	Mínima
Ganancia del D/C	Mínima
Salida de RF	OFF
Frecuencia del U/C	6135.00 MHz.
Frecuencia del D/C	3925.00 MHz.

Tabla 2.3. Parámetros por omisión en el transceptor.

En la Figura 2.4, puede apreciarse un diagrama de bloques funcional de la tarjeta de Monitoreo y Control para los transceptores.



a) RFT-500



b) RFT-505

Figura 2.4._ Diagrama de bloques de la tarjeta de monitoreo y control.

Esta tarjeta, ejecuta las siguientes operaciones:

- Recibe la frecuencia deseada por el interfaz de control remoto RS-232 ó RS-485 o por el teclado local. Después, la tarjeta almacena los datos , los mismos que son retenidos en el sintetizador de salida.
- Lee los termistores localizados en los convertidores de subida, convertidor de bajada y en el amplificador de alta potencia, los mismos que son desplegados en pantalla.
- Lee los parámetros de la EEPROM del convertidor de subida, convertidor de bajada, y amplificador de alta potencia, y en la EEPROM con un control automático de ganancia de voltaje basados en frecuencia y temperatura calcula para linealizar los respectivos módulos.
- Dependiendo de la temperatura del transceptor, prende o apaga el ventilador.
- Recibe las señales de falla de todos los módulos y los presenta a través del interfaz remoto sea RS-232 o RS-485 al terminal de monitoreo o lo despliega en el display incorporado si lo tiene.
- Censa al LNA y almacena la lectura en la EEPROM y la compara para determinar si existen fallas en él.

2.3.1.1 Interfaz Remoto. Las funciones del transceptor, pueden ser controladas y monitoreadas por un enlace de comunicación vía un interfaz RS-485 o RS-232. El interfaz RS-485 hace posible operar por un enlace de comunicación común con hasta 255 transceptores. En cambio, el interfaz RS-232 se usa para comunicarse con un solo transceptor.

El módulo de monitoreo y control debe ser configurado por hardware en uno de los dos interfaces. En la tarjeta, existen unos puentes etiquetados con JP3 en los que deben puentearse dependiendo del interfaz a seleccionarse como lo indica la Tabla 2.5.

Configuración RS-232	Configuración RS-485
9 - 10	1 - 2
11 - 12	3 - 4
13 - 14	5 - 6
15 - 16	7 - 8

Tabla 2.5._ Configuración de puenteo para el tipo de interfaz.

La tarjeta de monitoreo y control dispone de:

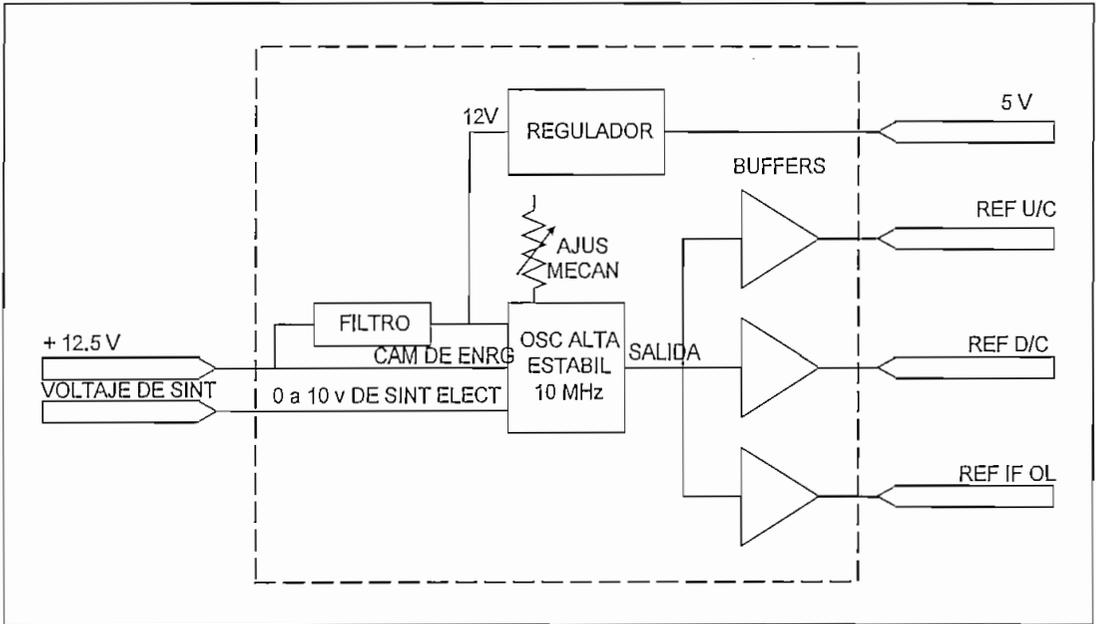
- Un conector DB-9 hembra con interfaz DCE (etiquetado como J1) para acceder al interfaz remoto RS-232 ó RS-485.
- Un conector DB-15 hembra (etiquetado como J2) para el control del relay remoto.
- Un conector DB-37 macho (etiquetado como J3) para control del HPA, Suministro de energía, U/C y D/C.
- Un conector DB-37 hembra (etiquetado como J4) para los sintetizadores del D/C, U/C y LO.
- Un conector Ribbon de 24 pines (etiquetado como J5) para el display y teclado opcional de la unidad para configurar y monitorear el estado del terminal localmente.

2.3.2 Oscilador de alta estabilidad. Este provee un ruido de fase bajo con una fuente de 10 MHz de frecuencia estable para el convertidor de subida, el convertidor de bajada y el sintetizador del oscilador local de frecuencia intermedia.

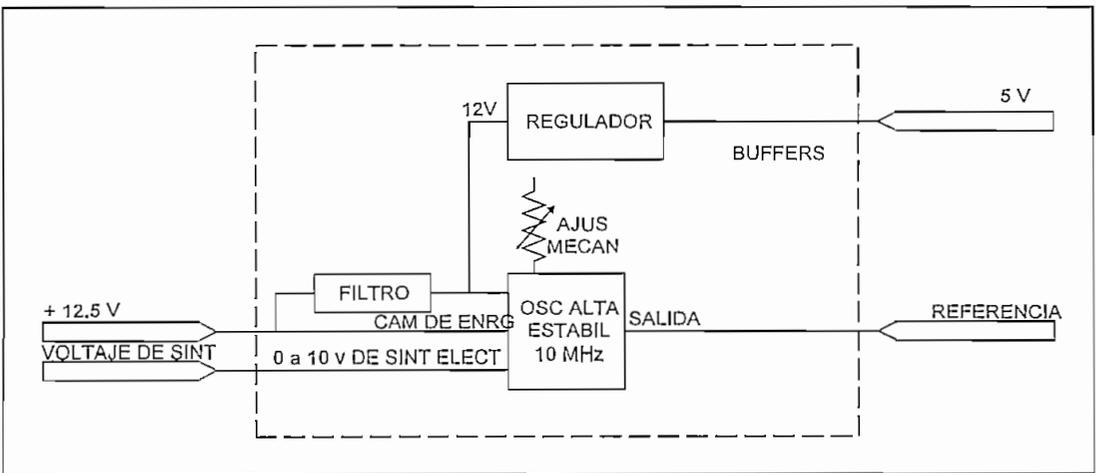
El calentamiento interno, provee una estabilidad adicional y opera directamente desde la fuente de energía de 12 V. Los circuitos electrónicos son regulados por un filtro activo.

La salida de onda sinusoidal es convertida a una onda cuadrada con tecnología CMOS antes que salga al sintetizador.

La Figura 2.5 muestra un diagrama de bloques del oscilador de alta estabilidad para los transeptores.



a) RFT-500



b) RFT-505

Figura 2.5 Diagrama de bloques del oscilador de alta estabilidad.

2.3.3 Oscilador local de IF. El oscilador local de IF (IFLO) contiene:

- Oscilador controlado por voltaje.
- Filtro de laso.
- Una cadena de división de bajada.

La referencia de entrada de 10 MHz. es multiplicada hasta 2120 MHz en tres pasos (2 x 2 x 53), distribuidos en dos sintetizadores. Los 10 MHz de salida son multiplicados por 106 y enviados a los convertidores de subida y de bajada por el oscilador local de IF.

La Tabla 2.6 muestra las especificaciones del oscilador de alta estabilidad.

Frecuencia	10 MHz
Estabilidad de frecuencia	-40 a +70 °C.
Nivel de salida	Voltajes CMOS (+5 V.)
Forma de onda de salida	Onda cuadrada
Voltaje de entrada	12.5 V.
Corriente de entrada	600 mA al prenderlo, 250 mA después de caliente a +25 °C.
Calentamiento	2.5 minutos para ingresar a la tasa de 1×10^{-7} de la frecuencia final a +25 °C.
Ancho de banda de medida del ruido de fase (máxima) a 1 Hz.	
10 Hz.	-120 dBc.
100 Hz.	-150 dBc.
1 KHz.	-160 dBc.
10 KHz.	-165 dBc.
Período	5×10^{-10} /día, 1×10^{-1} /año.
Desviación de frecuencia (mecánica)	A compensarse cada 10 años.
Desviación de frecuencia eléctrica.	$\pm 2 \times 10^{-6}$ mínimo, 0 a 10 VDC.

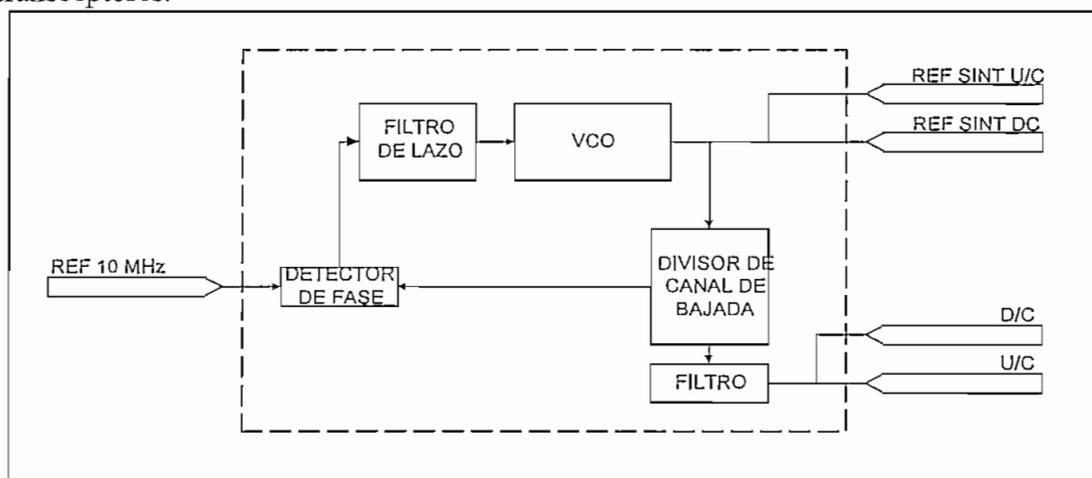
Tabla 2.6 Especificaciones del oscilador de alta estabilidad.

La Tabla 2.7 muestra las especificaciones del oscilador local

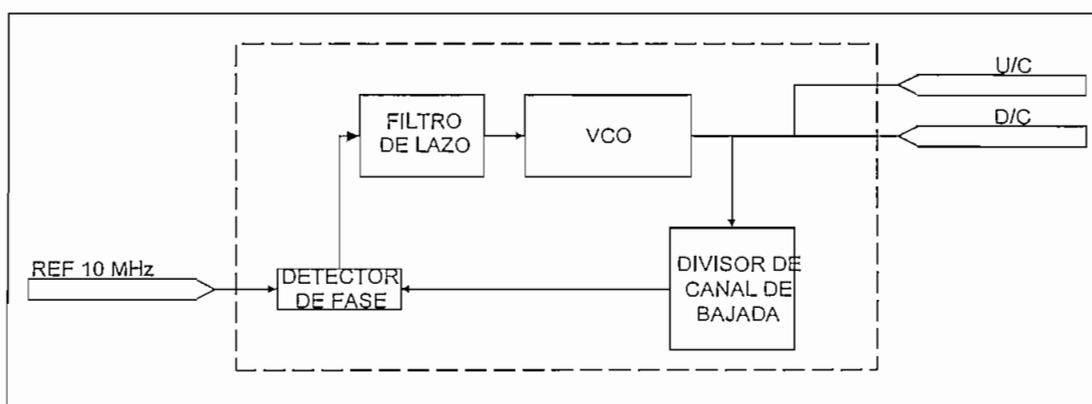
Entrada	Onda cuadrada de 10 MHz. Niveles CMOS.
Salida	1060 MHz ; 2120 MHz
Conectores	SMA
Impedancia de salida	50 ohmios
Nivel de salida	+7 dBm.

Tabla 2.7 Especificaciones del oscilador local de IF.

La Figura 2.6 muestra un diagrama de bloques del oscilador local de IF para los transceptores.



a) RFT-500



b) RFT-505

Figura 2.6. Diagrama de bloques del oscilador local de IF.

2.3.4 Sintetizador. El transceptor RFT-500 utiliza dos sintetizadores.

- Uno para el convertidor de bajada para convertir la señal de entrada de RF a una señal de salida en IF de 70 MHz.
- Otro para el convertidor de subida para convertir los 70 MHz. de entrada a una señal de salida en RF.

El propósito del sintetizador es el de convertir los 10 MHz. de la señal de referencia a una frecuencia variable para ejecutar la conversión. Para el caso del RFT-505 este solamente dispone de un sintetizador por lo que el un convertidor depende del otro.

La Tabla 2.8 muestra las especificaciones del sintetizador.

Entrada de RF	10 MHz de onda cuadrada CMOS, 2120 MHz de referencia desde el IFLO
Salida de RF	Rango de frecuencia del convertidor de subida entre 4715 - 5295 MHz. Rango de frecuencias del convertidor de bajada entre 4610 - 5190 MHz. Como único, su rango está entre 4662.5 - 5242.5 MHz.
Tipo de conector	SMA
Impedancia	50 ohmios
Nivel de entrada	+7 dBm.

Tabla 2.8 Especificaciones del sintetizador.

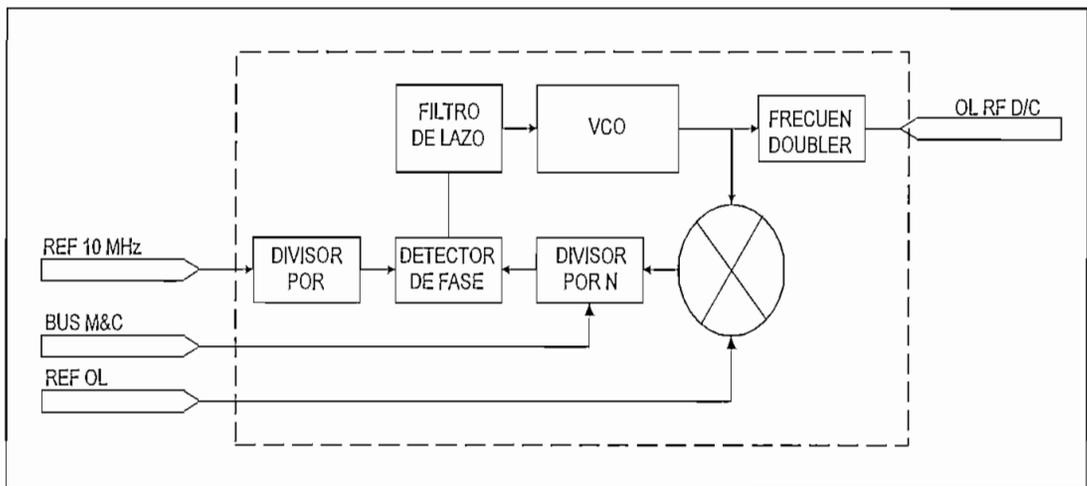
2.3.4.1 Operación. El módulo del sintetizador, multiplica los 10 MHz del reloj de referencia a un reloj variable a través de:

- Osciladores controlados por voltaje (VCOs).
- Filtros de laso.
- Detectores de fase.
- Cadena de división de bajada variable.

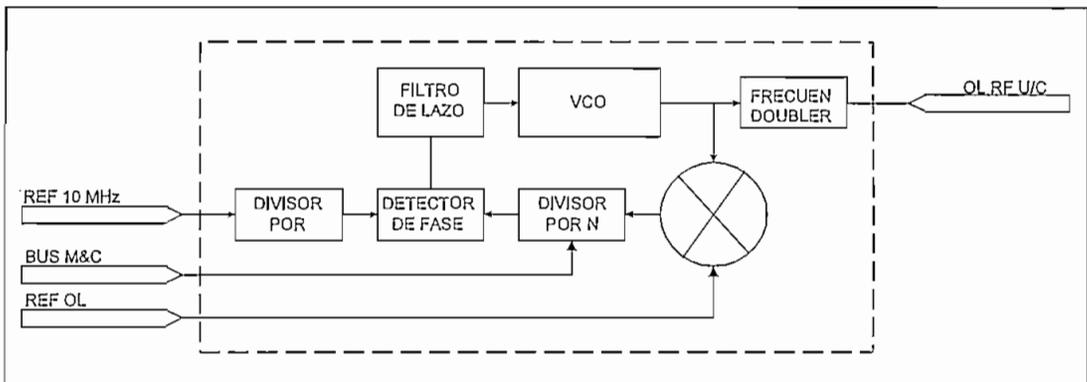
La cadena de división de bajada variable es controlada por la tarjeta de monitoreo y control a través del uso de 14 señales CMOS paralelas. Para el RFT-500, la cadena de división del convertidor de bajada varía desde 150 hasta 380. La cadena de división del convertidor de subida varía desde 222 hasta 422. Una doble frecuencia es entonces aplicada para producir la salida final.

La sintonía de voltaje del VCO es enviada a la tarjeta de monitoreo y control para monitorear la detección de fallas del bloqueo.

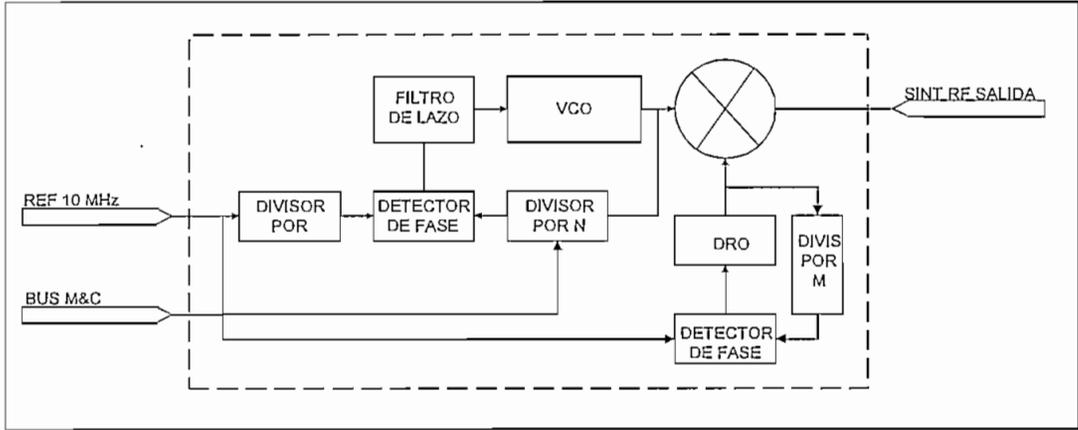
La Figura 2.7 muestra un diagrama de bloques del sintetizador del convertidor de subida y del sintetizador del convertidor de bajada.



a) Sintetizador del convertidor de bajada para el RFT-500



b) Sintetizador del convertidor de subida para el RFT-500



c) Sintetizador para el RFT-505

Figura 2.7 Diagrama de bloques de los sintetizadores.

2.3.5 Convertidor de bajada. La función del convertidor de bajada es convertir la señal de banda C desde el LNA a una señal de 70 MHz para ser usada en el modem. La Figura 2.8 muestra un diagrama de bloques del convertidor de bajada.

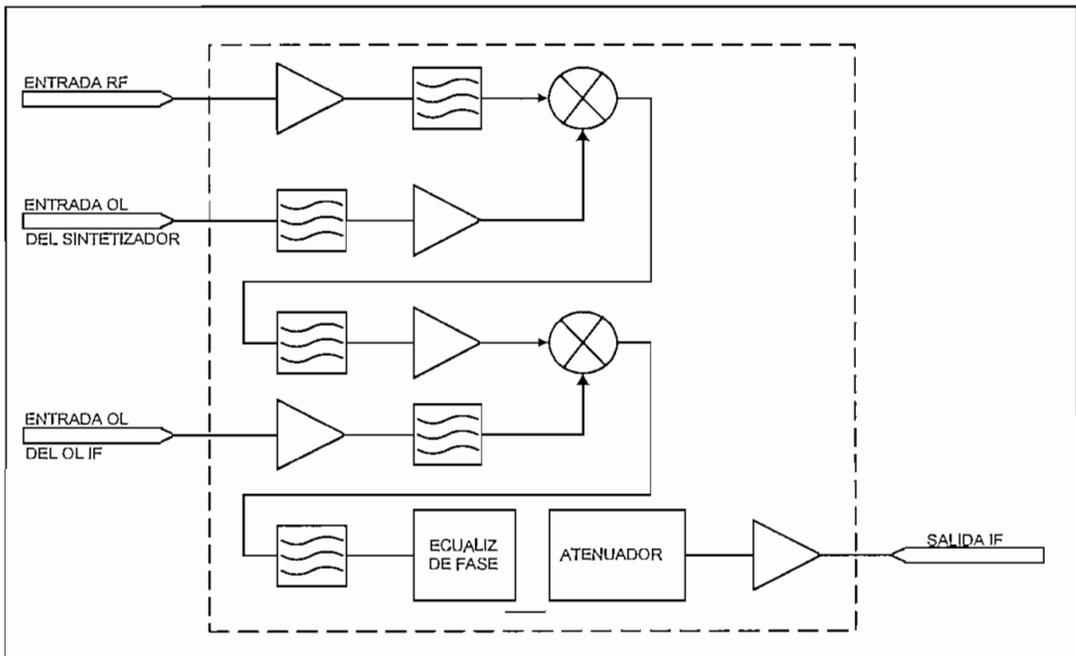


Figura 2.8 Diagrama de bloques del convertidor de bajada.

La Tabla 2.9 muestra las especificaciones del convertidor de bajada.

Frecuencia de entrada	3625 a 4200 MHz
Conector de entrada	SMA hembra
Impedancia de entrada	50 ohmios
Frecuencia de salida	70 MHz \pm 18 MHz
Conector de salida	SMA hembra
Compresión de 1dB.	+17.5 dBm.

Primera entrada del sintetizador de IF	
Frecuencia	4610 a 5195 MHz en pasos de 2.5 MHz
Nivel	+8 dBm
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Segunda entrada del oscilador local de IF	
Frecuencia	1060 MHz.
Nivel	+8 dBm.
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Tabla 2.9 Especificaciones del convertidor de bajada.

2.3.5.1 Operación. El convertidor de bajada utiliza un proceso de conversión dual para convertir desde una frecuencia de entrada de RF en la banda de 3620 a 4200 MHz a una señal de salida en banda base de 70 MHz en IF.

La primera conversión requiere de una frecuencia en el sintetizador de bajada para ser mezclada con la entrada en RF. La tarjeta de monitoreo y control controla la selección de frecuencia del sintetizador del convertidor de bajada. La banda de

frecuencias de salida del sintetizador del convertidor de bajada va desde 4610 hasta 5190 MHz, en pasos de 2.5 MHz.

La salida del primer mezclador está en una frecuencia de 990 MHz. La salida de los 990 MHz es aplicada al segundo mezclador el cual se mezcla con una frecuencia de entrada de un oscilador local de IF de 1060 MHz desde el módulo del oscilador local de IF. La salida del segundo mezclador es la señal deseada en banda base a 70 MHz.

La tarjeta de monitoreo y control interpola el factor de compensación de datos del convertidor de bajada que es almacenado dentro de la memoria EEPROM. Estos datos permiten a la tarjeta de monitoreo y control comandar y compensar la energía de salida del convertidor de bajada asegurando los niveles de salida adecuados sobre el rango de frecuencias. La tarjeta de monitoreo y control también suministra la energía DC para el LNA, el cual es inyectado dentro del conector de entrada de RF.

2.3.6 Convertidor de subida. La función del convertidor de subida es convertir la señal usada en IF de 70 MHz en el modem satelital a una señal en banda C para ser enviada a la antena.

La Tabla 2.10, muestra las especificaciones del convertidor de subida.

Frecuencia de entrada	70 MHz \pm 18 MHz
Conector de entrada	SMA hembra
Impedancia de entrada	50 ohmios
Frecuencia de salida	5925 a 6425 MHz
Conector de salida	SMA hembra
Compresión de 1 dB	+ 10 dBm

Primera entrada del oscilador local	
Frecuencia	1060 MHz
Nivel	+ 8 dBm
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Segunda entrada del sintetizador de IF	
Frecuencia	4715 a 5295 MHz, en pasos de 2.5 MHz
Nivel	+ 8 dBm.
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Tabla 2.10 Especificaciones del convertidor de subida.

La Figura 2.9 muestra un diagrama de bloques funcional del convertidor de subida.

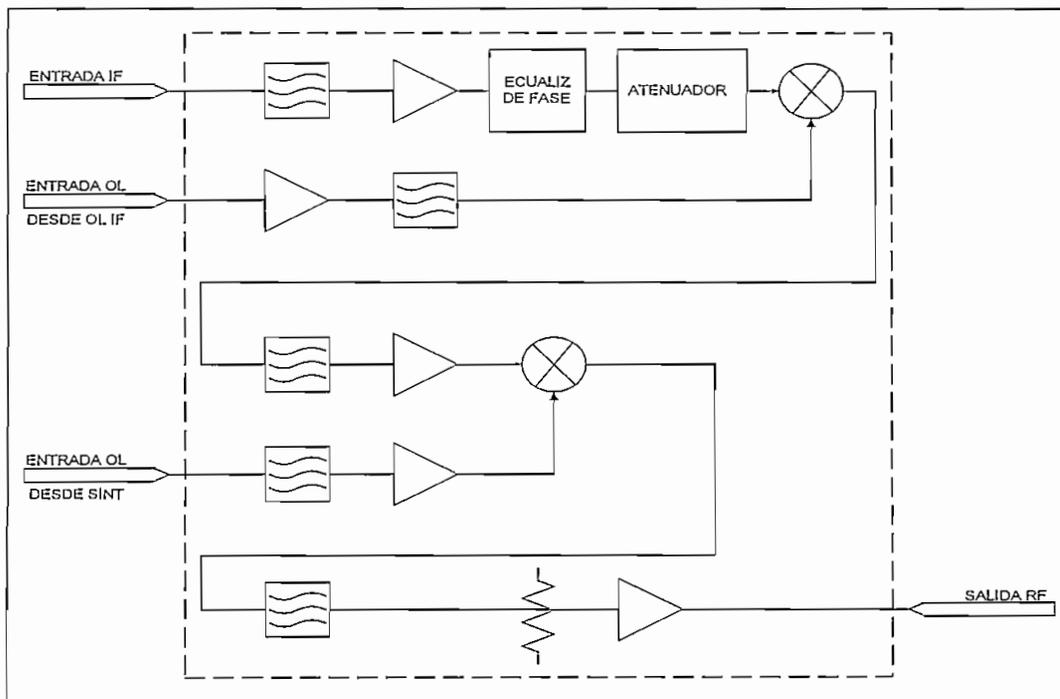


Figura 2.9 Diagrama de bloques del convertidor de subida

2.3.6.1 Operación. El convertidor de subida utiliza un proceso de conversión dual para convertir desde una señal en banda base de 70 MHz a una señal de salida en la banda de frecuencias de RF.

La primera conversión requiere de una frecuencia de entrada de 1060 MHz del oscilador local de IF desde el módulo IFLO. La salida del primer proceso de mezcla está en una frecuencia de 1130 MHz. La salida de 1130 MHz es aplicada al segundo mezclador el cual se mezcla con la frecuencia de entrada del sintetizador. La tarjeta de monitoreo y control controla la selección de frecuencia del sintetizador del convertidor de subida. La banda de frecuencias de salida del sintetizador del convertidor de subida va desde 4715 hasta 5295 MHz., en pasos de 2.5 MHz. La salida del segundo mezclador está en la banda de frecuencias de RF deseada que va desde 5845 hasta 6425 MHz.

La tarjeta de monitoreo y control interpola el factor de compensación de datos del convertidor de subida que son almacenados dentro de la memoria EEPROM. Estos datos, permiten a la tarjeta de monitoreo y control comandar y compensar la potencia de salida del convertidor de subida asegurando los niveles de energía de salida adecuados. La tarjeta de monitoreo y control también controla el atenuador del convertidor de subida.

2.4. Mantenimiento

2.4.1 Puntos de prueba y leds indicadores. Los puntos de prueba y los leds indicadores se encuentran en la tarjeta de monitoreo y control para un breve diagnóstico.

La Tabla 2.11, muestra un listado de los leds y sus funciones, mientras que la Tabla 2.12, lista todos los puntos de prueba en la tarjeta de monitoreo y control.

NOMBRE	COLOR	DESCRIPCION
Falla en el HPA	Rojo	Cuando está iluminado, indica que el HPA presenta falla, la misma que no permitirá que se prenda la transmisión del transceptor.
LD IF	Rojo	Cuando está iluminado, indica que el oscilador local se encuentra fuera de enganche y por tanto no se prenderá la transmisión del transceptor.
LD UC	Rojo	Cuando está iluminado, indica que el oscilador local del convertidor de subida está fuera de enganche y por tanto no se prenderá la transmisión del transceptor.
LD DC	Rojo	Cuando está iluminado, indica que el oscilador local del convertidor de bajada está fuera de enganche y por tanto no se prenderá la transmisión del transceptor.
Falla en el LNA	Rojo	Cuando está iluminado, indica que el LNA presenta falla o el LNA no ha sido calibrado.
RF ON	Amarillo	Cuando está iluminado, indica que el HPA está prendido.
12.5 V.	Verde	Cuando está iluminado, indica que la fuente de 12.5 V. está aplicada a la tarjeta.
5 V.	Verde	Cuando está iluminado, indica que la fuente de 5 V. está aplicada a la tarjeta.

Tabla 2.11 Leds indicadores del transceptor.

PUNTOS DE PRUEBA	DESCRIPCION
Punto de prueba 3	Es la entrada de voltaje de energía de 12.5 V.
Punto de prueba 6	Voltaje de AGC del convertidor de bajada (0 a 4 V.)
Punto de prueba 7	Voltaje del atenuador del convertidor de subida (0 a 4 V.)
Punto de prueba 8	Voltaje de AGC del HPA (0 a 4 V.)
Punto de prueba 9	Voltaje de AGC del convertidor de subida (0 a 4 V.)

Tabla 2.12 Puntos de prueba para monitoreo y control.

2.4.2 Fallas aisladas. Una vez que el transceptor esté listo para operar, el chequeo puede ser realizado por el monitoreo de las fallas del terminal sea remotamente o por el teclado opcional de la unidad. Las fallas del sistema son reportadas en el menú de fallas.

La Tabla 2.13 muestra un listado para problemas aislados y de esta manera tomar una decisión adecuada.

FALLA	POSIBLE PROBLEMA Y ACCION A TOMARSE
+ 5 V.	Falla en el suministro de energía de +5 V. Indica que el suministro de energía de +5 V. en la tarjeta de monitoreo y control está más bajo o más alto que lo normal. La variación de nivel permitido es de $\pm 5\%$. Chequear un posible corto en la línea de +5 V. o existe una falla de conexión en P3 en la tarjeta de monitoreo y control.
+ 12 V.	Falla en el suministro de energía de +12 V. Indica que el suministro de energía de +12 V. está más bajo o más alto que lo normal. Chequear un posible corto en la línea de +12 V. o existe una falla de conexión entre uno de los módulos internos.
HPA	Falla en el Amplificador de Alta Potencia. Chequear el conector P12. Si es aceptable cambie el HPA. No se debe intentar abrir el HPA.
LNA	Falla en el Amplificador de bajo ruido. Chequear el cable de RF que va al LNA. Si es aceptable, reemplace el LNA.
U/C LOCK	Falla en el bloqueo del convertidor de subida. Chequee las conexiones en P4, P7 y P8. También chequee todos los conectores coaxiales de RF en el sintetizador del convertidor de subida y la tarjeta del convertidor de subida antes de reemplazar los módulos. Sí el problema ha sido corregido el transmisor puede ser vuelto a prender.
U/C TUN	Falla en la sintonía del convertidor de subida. Chequee las conexiones en P4, P7 y P8. También chequear todos los conectores coaxiales de RF en el sintetizador del convertidor de subida y en la tarjeta del convertidor de subida antes de reemplazar los módulos. Sí el problema ha sido corregido el transmisor puede ser vuelto a prender.

D/C LOCK	Falla en el bloqueo del convertidor de bajada. Chequee las conexiones en P10, P11 y P4. También chequear todos los conectores coaxiales de RF en el sintetizador del convertidor de bajada y el convertidor de bajada antes de reemplazar los módulos. Sí el problema es corregido el transmisor puede ser vuelto a prender.
D/C TUN	Falla en la sintonía del convertidor de bajada. Chequear las conexiones en P10, P11 y P4. También chequear todos los conectores coaxiales de RF en el sintetizador del convertidor de bajada y el convertidor de bajada antes de reemplazar los módulos. Sí el problema es corregido el transmisor puede ser vuelto a prender.
IF LOCK	Falla en el bloqueo de IF. Chequear las conexiones en P9 y P4 y todos los conectores coaxiales de RF en el módulo del oscilador local de IF. Si todas las conexiones están bien, reemplace el módulo del oscilador local de IF. Sí el problema es corregido el transmisor puede ser vuelto a prender.
IF TUN	Falla en la sintonía de IF. Chequear las conexiones en P9 y P4 y todos los conectores coaxiales de RF en el módulo del oscilador local de IF. Si todas las conexiones están bien reemplace el módulo del oscilador local de IF. Si el problema es corregido el transmisor puede ser vuelto a prender.

Tabla 2.13 Problemas aislados en el equipo.

2.5 Características del transceptor trabajando con la opción de 140 MHz en IF (Únicamente para el RFT-500). El transceptor, presenta la opción de trabajar a una frecuencia de IF de 140 MHz. en el cual el usuario puede disponer del doble del ancho de banda, permitiendo un rango de 140 ± 36 MHz. En este modo de operación el transceptor presenta las siguientes características :

2.5.1.Oscilador local de IF. El oscilador local de IF (IFLO) contiene:

- Oscilador controlado por voltaje.
- Filtro de laso.
- Una cadena de división de bajada.

El oscilador local de frecuencia intermedia provee una frecuencia fija de 1112.5 MHz tanto al convertidor de subida como al convertidor de bajada. El ajuste del

voltaje de realimentación es enviado a la tarjeta de monitoreo y control donde es monitoreado junto con el detector de fallas.

La Tabla 2.14 muestra las especificaciones del oscilador local a 1112.5 MHz.

Entrada	Onda cuadrada de 10 MHz. Niveles CMOS.
Salida	1112.5 MHz
Conectores	SMA
Impedancia de salida	50 ohmios
Nivel de salida	+7 dBm.

Tabla 2.14 Especificaciones del oscilador local a 1112.5 MHz.

2.5.2 Sintetizador. El transceptor a 140 MHz en IF., requiere de un solo sintetizador con dos salidas:

- Una para el convertidor de bajada para convertir la señal de entrada de RF a una señal de salida en IF de 140 MHz y
- Otra para el convertidor de subida para convertir los 140 MHz de entrada a una señal de salida en RF.

El propósito del sintetizador es el de convertir los 10 MHz de la señal de referencia a una frecuencia variable para ejecutar la conversión.

La Tabla 2.15 muestra las especificaciones del sintetizador.

Entrada de RF	10 MHz de onda cuadrada CMOS.
Tipo de conector	SMA
Impedancia	50 ohmios
Nivel de entrada	+7 dBm.
Salida de RF	Rango de frecuencias desde 4592.5 hasta 5172.5 MHz.
Tipo de conector	SMA
Impedancia	50 ohmios
Nivel	+7 dBm.

Tabla 2.15 Especificaciones del sintetizador.

2.5.2.1 Operación. El módulo del sintetizador, multiplica los 10 MHz del reloj de referencia a un reloj variable con el uso de un oscilador controlado por voltaje, filtro de laso, detector de fase, y una cadena de división de bajada variable.

La cadena de división de bajada variable es controlada por la tarjeta de monitoreo y control a través del uso de 3 señales seriales. Una frecuencia triple es entonces aplicada para producir la salida final. La sintonía de voltaje del VCO es enviada a la tarjeta de monitoreo y control para monitorear la detección de fallas.

2.5.3 Convertidor de bajada. La función del convertidor de bajada es convertir la señal de banda C desde el LNA a una señal de 140 MHz para ser usada en el modem.

La Tabla 2.16 muestra las especificaciones del convertidor de bajada.

General	
Frecuencia de entrada	3620 a 4200 MHz.
Conector de entrada	SMA hembra
Impedancia de entrada	50 ohmios
Frecuencia de salida	140 MHz \pm 36 MHz
Conector de salida	SMA hembra
Compresión de 1dB.	+17.5 dBm.

Entrada del sintetizador de IF	
Frecuencia	4592.5 a 5172.5 MHz. En pasos de 2.5 MHz.
Nivel	+8 dBm.
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Entrada del oscilador local de IF	
Frecuencia	1112.5 MHz.
Nivel	+8 dBm.
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Tabla 2.16 Especificaciones del convertidor de bajada.

2.5.3.1 Operación. El convertidor de bajada utiliza un proceso de conversión dual para convertir desde una frecuencia de entrada de RF en la banda desde 3620 hasta 4200 MHz a una señal de salida en banda base de 140 MHz en IF.

La primera conversión requiere de una frecuencia de entrada en el sintetizador del convertidor de bajada para ser mezclada con la entrada en RF. La tarjeta de monitoreo y control controla la selección de frecuencia del sintetizador del convertidor de bajada. La banda de frecuencias de salida del sintetizador del convertidor de bajada va desde 4592.5 hasta 5172.5 MHz, en pasos de 2.5 MHz.

La salida del primer mezclador está en una frecuencia de 972.5 MHz. La salida de los 972.5 MHz es aplicada al segundo mezclador el cual se mezcla con una frecuencia de entrada de un oscilador local de IF de 1112.5 MHz desde el módulo del oscilador local de IF. La salida del segundo mezclador es la señal deseada en banda base a 140 MHz en IF.

2.5.4 Convertidor de subida. La función del convertidor de subida es convertir la señal usada en IF de 140 MHz en el modem satelital a una señal en banda C para ser enviada a la antena.

La Tabla 2.17, muestra las especificaciones del convertidor de subida.

General	
Frecuencia de entrada	140 MHz \pm 36 MHz
Conector de entrada	SMA hembra
Impedancia de entrada	50 ohmios
Frecuencia de salida	5845 a 6425 MHz
Conector de salida	SMA hembra
Compresión de 1 dB.	+ 10 dBm

Entrada del oscilador local de RF	
Frecuencia	1112.5 MHz.
Nivel	+ 8 dBm
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Entrada del sintetizador de RF	
Frecuencia	4592.5 a 5172.5 MHz, en pasos de 2.5 MHz.
Nivel	+ 8 dBm.
Conector	SMA hembra
Pérdidas de retorno	14 dB
Impedancia	50 ohmios

Tabla 2.17 Especificaciones del convertidor de subida.

2.5.4.1 Operación. El convertidor de subida utiliza un proceso de conversión dual para convertir desde una señal en banda base de 140 MHz a una señal de salida en la banda de frecuencia s de RF.

La primera conversión requiere de una frecuencia de entrada de 1112.5 MHz del módulo del oscilador local de IF. La salida del primer proceso de mezcla está en una

frecuencia de 1252.5 MHz. La salida de 1252.5 MHz es aplicada al segundo mezclador el cual se mezcla con la frecuencia de entrada del sintetizador.

La tarjeta de monitoreo y control controla la selección de frecuencia del sintetizador del convertidor de subida. La banda de frecuencias de salida del sintetizador del convertidor de subida va desde 4592.5 hasta 5172.5 MHz, en pasos de 2.5 MHz. La frecuencia de salida del segundo mezclador es la frecuencia deseada en RF en la banda de 5845 a 6425 MHz.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO

3.1 Objetivo del sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo tiene como principal objetivo el diagnosticar el estado de funcionamiento de los diferentes puntos remotos. Para lo cual se contará con un concentrador de puertos para poder tener acceso a monitoreo desde una computadora a dichos puntos sin tener que manipular el cableado.

3.2 Análisis del sistema a monitorearse

El sistema a monitorearse se presenta bajo una topología estrella como puede verse en la Figura 3.1.

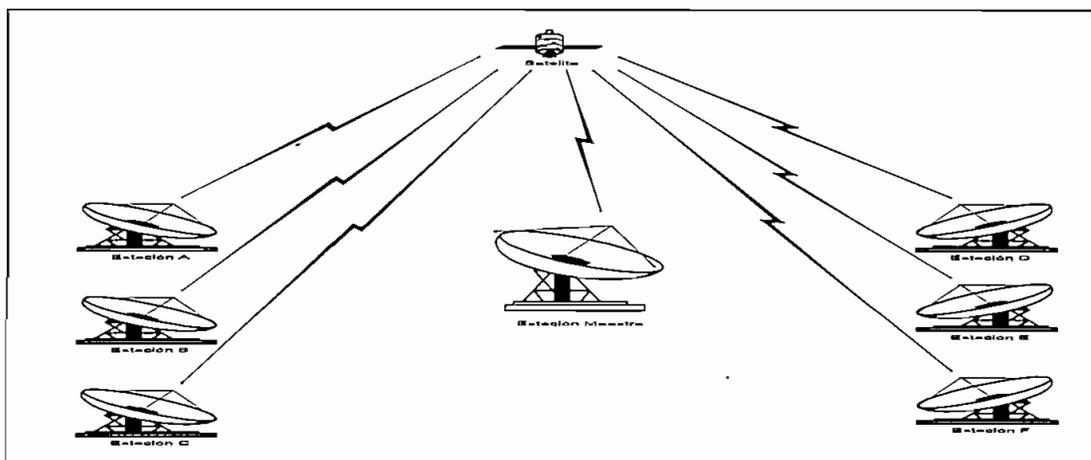


Figura 3.1 Topología del sistema de monitoreo

Como puede apreciarse, todas las estaciones remotas son controladas desde una estación central denominada estación maestra.

Para realizar dicho monitoreo, como se mencionó en el capítulo 2, este puede hacerse por un enlace de comunicación serial ya sea desde un interfaz RS-232 ó desde un interfaz RS-485. Los comandos y datos son transferidos a través del enlace como una cadena de caracteres ASCII. Esta comunicación remota se da de una manera dúplex y dicha comunicación es iniciada por un controlador o terminal remoto.

3.2.1 Comunicación Asincrónica de datos

La estructura de caracteres estándar para la comunicación de datos asincrónica consiste de 10 elementos de señal que tienen igual intervalo de tiempo: el primer elemento de inicio es un cero "0" seguido de 7 bits de datos, un bit de paridad del carácter y un elemento de parada "1". El intervalo entre caracteres (el intervalo de tiempo entre el elemento de parada y el de comienzo del siguiente elemento de inicio) puede ser de cualquier longitud y es del mismo sentido como el del elemento de parada que es "1". Esta estructura puede apreciarse en la Figura 3.2.

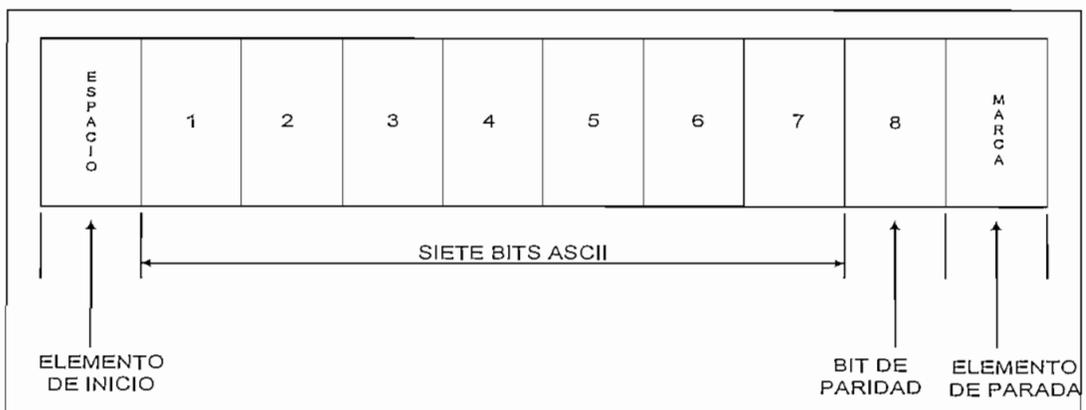


Figura 3.2 Estructura de intervalo de carácter estándar para transmisión asincrónica.

El estándar del carácter de paridad para comunicación de datos asincrónico es par sobre los 8 bits (siete bits ASCII y un bit de paridad).

Algunas configuraciones de comunicación no pueden operar satisfactoriamente con el elemento de parada especificado en la estructura de carácter asincrónico. Si éste es el caso, un elemento de parada de dos intervalos de tiempo serían necesarios. Esta estructura es usada con el fin de proveer un realce donde los caracteres regeneradores son empleados y su uso requerirá previo convenio entre usuarios.

La paridad impar se usa para transmisión de caracteres de mensaje tanto en transmisión asincrónica como en sincrónica. La paridad par se usa para la transmisión de caracteres de control para control de canales y coordinación.

La secuencia estándar de transmisión de los bits para un carácter ASCII es desde el bit menos significativo al bit más significativo.

La estructura del mensaje de los datos que son transferidos desde y hacia el transceptor usa un formato que requiere de 11 bits por carácter. Esta estructura puede ser bajo una de las dos siguientes configuraciones como puede apreciarse en la Tabla 3.1

Bit de inicio	1	1
Bits de información	7	8
Bit de paridad	1	Ninguno
Bits de parada	2	2

Tabla 3.1 Formato de estructura de mensaje del Transceptor

La transmisión de la información se la realizará a través del canal asincrónico del que disponen los modems satelitales de la misma casa de los transceptores, los mismos

que presentan la posibilidad de manipular los parámetros de transmisión, velocidad, paridad y bit de parada desde el panel frontal del modem.

La opción del canal asincrónico en el modem satelital está disponible a través del mismo interfaz físico por el que viajan los datos de la aplicación. Para ello, es necesario cambiar el interfaz físico (normalmente es un conector DB-25 ó Winchester) por un interfaz cuyo conector es de 50 pines, en el que viene incluido la tarjeta para la utilización del canal asincrónico. Para que pueda interactuar dicho interfaz con el cliente se requiere de un cable en Y que dispone de un conector DB-25 para el canal asincrónico y de un conector winchester para el canal de datos del cliente. El canal de supervisión es mezclado sobre el canal de datos y todo transmitido con una velocidad de 16/15 del canal principal. Los interfaces disponibles para el canal asincrónico son el EIA-485 ó el EIA-232, los mismos que pueden ser seleccionados desde el panel frontal del modem.

Los parámetros de configuración para el canal asincrónico del modem satelital pueden apreciarse en la Tabla 3.2

Velocidad	110 a 38400 bps
Bits de datos	5 a 8
Paridad	Par, impar o ninguna
Bits de parada	1 ó 2

Tabla 3.2 Parámetros manipulables del canal asincrónico.

La combinación de todos estos parámetros, junto a la velocidad de transmisión del canal de datos, limita la máxima velocidad en baudios permitida. La velocidad de los datos enviados por el canal asincrónico puede ser controlado por el operador, con una velocidad máxima limitada a 1.875% de la velocidad de datos del canal sincrónico.

La Tabla 3.3 muestra la velocidad máxima a la que se puede tener acceso a través del canal asincrónico de acuerdo a la velocidad del canal de comunicaciones.

VELOCIDAD DE DATOS bps	MAX. VELOC. CANAL ASINCRÓNICO baudios
$V \leq 15.999$	150
$V \leq 31.999$	300
$V \leq 63.999$	600
$V \leq 127.999$	1200
$V \leq 255.999$	2400
$V \leq 511.999$	4800
$V \leq 1'023.999$	9600
$V \leq 2'047.999$	19200
$V \leq 2'048.999$	38400

Tabla 3.3 Relación entre la velocidad del canal y la velocidad máxima del canal asincrónico

En la Figura 3.3, se aprecia un diagrama de bloques de como sería controlado dicho monitoreo.

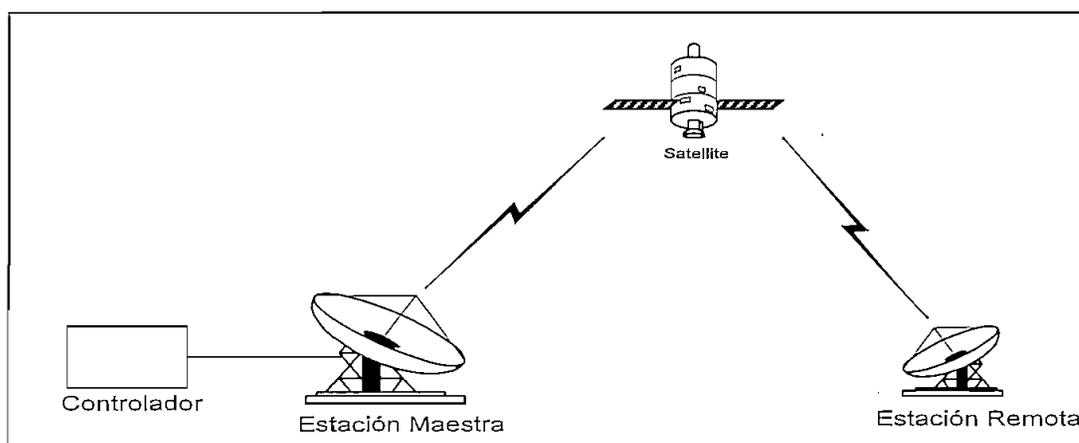


Figura 3.3 Diagrama de bloques del sistema de monitoreo

Para nuestro caso, se ha decidido realizar dicho monitoreo con el interfaz RS-232 en vista de la disponibilidad de equipos con los que cuenta la empresa. En la Figura 3.4 se presenta el diagrama general de los elementos involucrados para la realización de dicho monitoreo en el que se puede apreciar perfectamente los canales independientes de los datos del cliente con el canal asincrónico de monitoreo.

Si observamos en la Figura 3.4, en el lado donde se encuentra la estación maestra, los modems satelitales se encuentran concentrados a través del splitter. De dichos modems, dependiendo de la configuración de cada cliente, los canales de datos son enrutados a un multiplexor, a un switch, directamente pegados a un modem de radio microonda o a un modem de fibra para que llegue la información a su destino. Mientras tanto, el canal asincrónico de cada modem satelital, es llevado al concentrador de puertos, que se construirá con la finalidad de realizar dicho monitoreo.

Como se mencionó anteriormente, dependiendo de la velocidad del canal de transmisión de cada modem, se deberá tener colocada la velocidad del canal asincrónico en cada uno de ellos por lo que para lograr la comunicación entre el controlador y el transceptor remoto de cada cliente, se debe disponer de estos datos para la configuración previa en el controlador. Se debe tener en cuenta que debido a la estructura del mensaje permitido por el transceptor, en el modem satelital se debe colocar únicamente una de las dos configuraciones permitidas (bits de información, paridad y parada) ya que de no ser así no se logrará establecer la comunicación de monitoreo entre el transceptor y el controlador.

Una vez que se ha seleccionado en el concentrador de puertos un cliente a monitorearse desde el controlador a través del canal asincrónico viajan los datos por el enlace satelital los mismos que son recibidos por el transceptor que envía la respuesta al controlador.

Los datos de monitoreo cuando salen del controlador viajan a través de la portadora de transmisión de la estación maestra en el enlace satelital, mientras que cuando los

datos son enviados por el transceptor del cliente estos viajan por la portadora de recepción de la estación maestra.

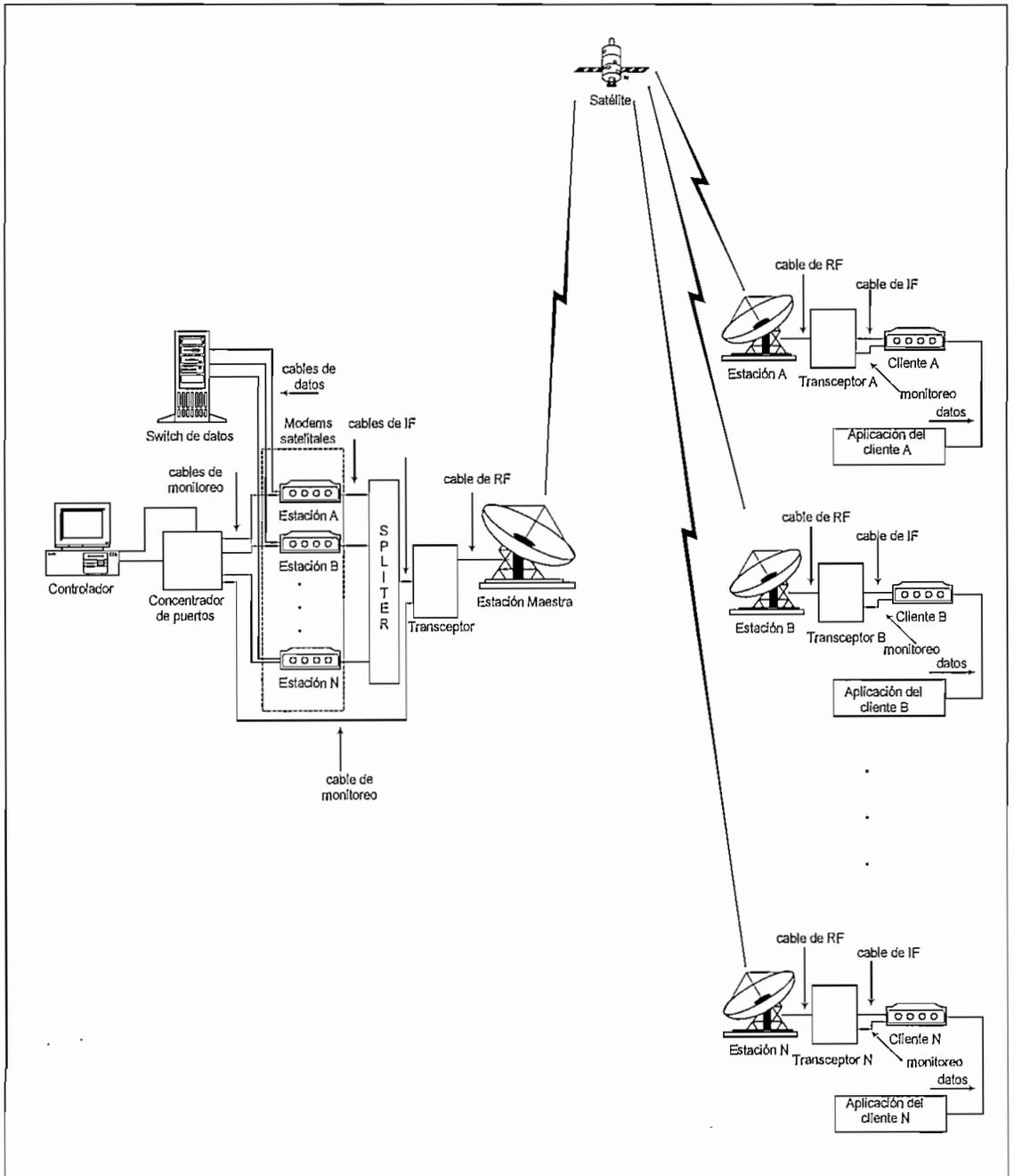


Figura 3.4 Diagrama general de los elementos involucrados para el monitoreo

Como puede apreciarse en la Figura 3.4 existe la presencia de un concentrador de puertos para tener la posibilidad de monitorear varias estaciones remotas, el mismo que será manipulado desde el controlador. En la Figura 3.5 puede apreciarse un diagrama global del concentrador de puertos.

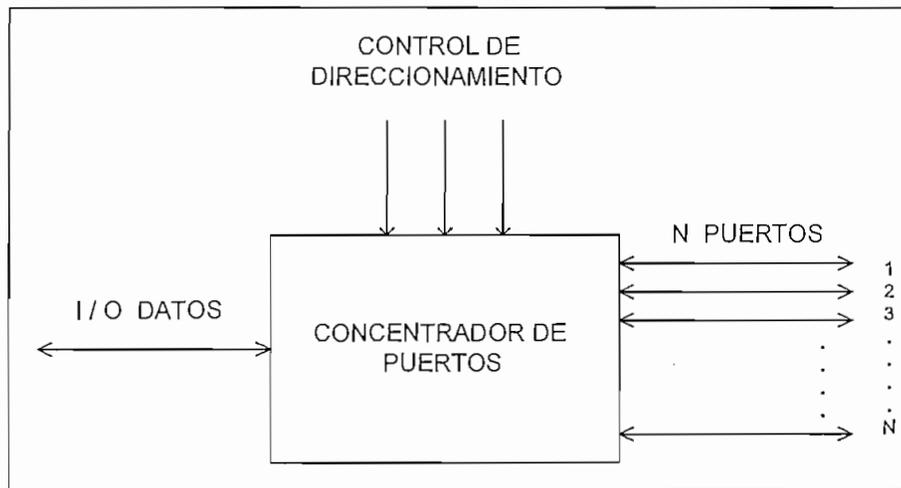
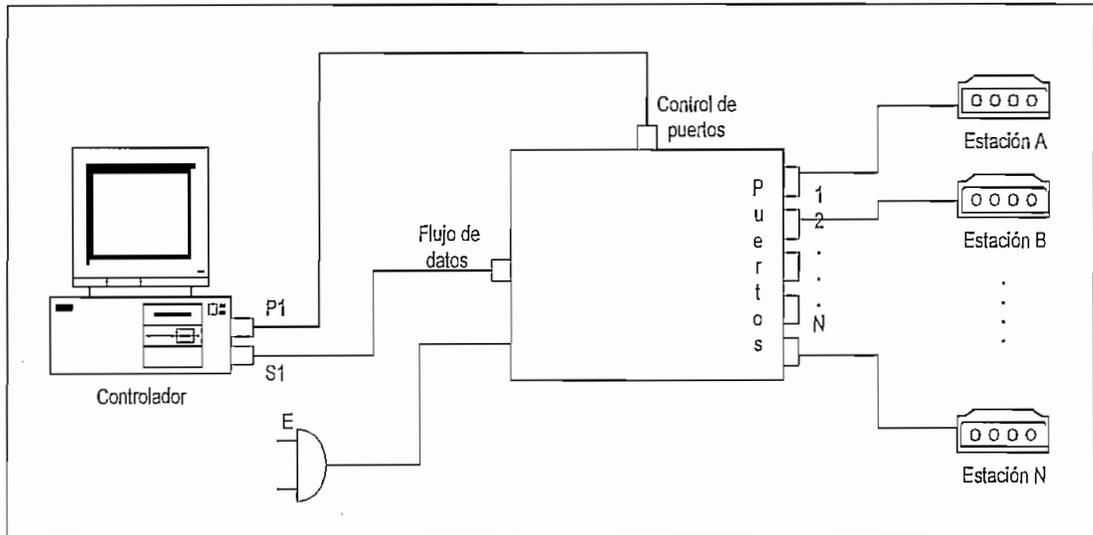


Figura 3.5 Diagrama general del concentrador de puertos

Dependiendo del sentido del flujo de datos (controlador-transceptor ó transceptor-controlador), podemos observar que el concentrador de puertos se comportaría a manera de un mux/demux.

Para tener el control total del concentrador de puertos desde una computadora convencional se han utilizado el puerto serial y el puerto paralelo. El primero será utilizado para el flujo de información desde el controlador al transceptor remoto o viceversa, mientras que el segundo nos sirve para tener el direccionamiento de los distintos puertos del concentrador a los que se encuentran conectados los canales asincrónicos de los modems satelitales.

En la Figura 3.6 se presenta un bosquejo de la manera en la que se conectarían los puertos serial y paralelo de la computadora y los canales asincrónicos de los modems satelitales al concentrador de puertos.



donde:

P1: Puerto Paralelo

S1: Puerto Serial

E : Toma de energía

Figura 3.6 Diagrama general del concentrador de puertos

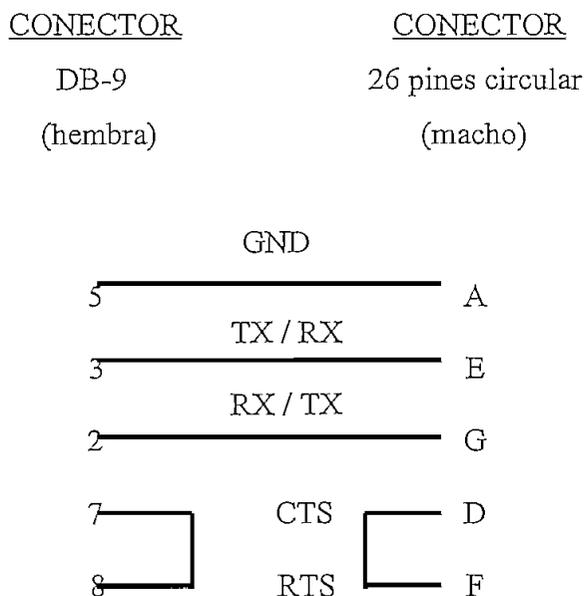
3.3 Diseño del concentrador de puertos

Para la realización de dicho diseño, se realizaron diferentes pruebas en laboratorio para determinar el cableado y pines a utilizarse para dicho monitoreo. En el manual del transceptor puede verse la configuración del cable que se requeriría para tener la posibilidad de observar a través de una computadora los parámetros con los que se encuentra el transceptor.

El cable se halla conformado por un conector de 26 pines circular para embonar en el transceptor y un conector DB-9 para conectar en un puerto serial de la computadora. La distribución de los pines puede apreciarse en la Figura 2.3 ya sea para el interfaz RS-232 como para el RS-485. Como puede verse en dicha figura, para un interfaz RS-232 se requiere de un cable de 6 hilos; sin embargo, al trabajar

con el canal asincrónico, los únicos pines que se requieren son los de transmisión, recepción y de tierra.

Para el caso de las señales de Handshake¹, se debe realizar un puente entre el pin D (CTS: clear to send) y el pin F (RTS: Request to send) en el conector de 26 pines circular mientras que en el conector DB-9 se realiza entre los pines 7 (CTS) y el 8 (RTS) para de esta manera generar un spoofing² consiguiendo de esta forma engañarle al equipo de que la contraparte está respondiendo el pedido para que se establezca la comunicación. Para nuestro caso, el monitoreo lo realizaremos con el interfaz RS-232 y por tanto los pines que se requieren para conseguir el objetivo son como se muestran a continuación:



¹ Handshake._ Señales de control que intercambian los equipos para el establecimiento, transferencia y liberación de la comunicación.

² Spoofing._ Engaño que se le hace a un equipo.

Si es el caso en el que la computadora tenga en el puerto serial un conector DB-25, simplemente se debe tener presente la equivalencia de pines entre el conector DB-9 y el conector DB-25, por lo que el cableado para el monitoreo sería el siguiente:

<u>CONECTOR</u>		<u>CONECTOR</u>
DB-25		26 pines circular
(hembra)		(macho)
	GND	
7	TX / RX	A
2	RX / TX	E
3		G
4	CTS	D
5	RTS	F

Con esta configuración, se puede llevar a cabo un monitoreo local desde una computadora como puede verse en la Figura 3.7.

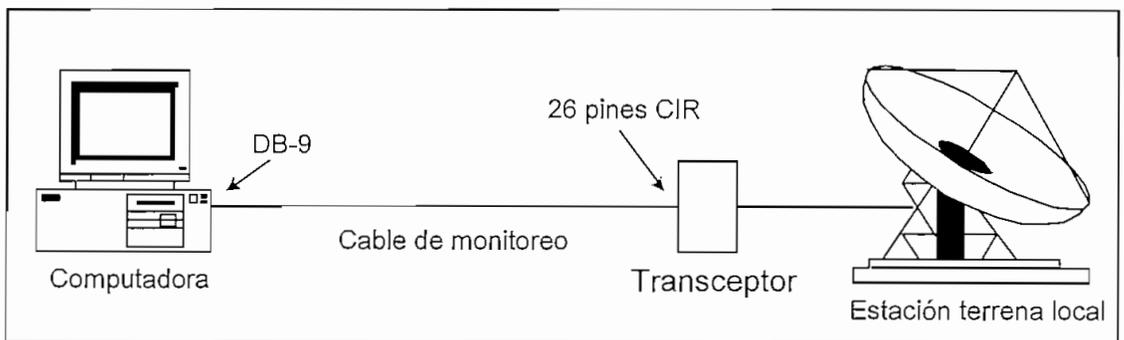


Figura 3.7 Monitoreo de una estación local

Para el caso de un monitoreo desde un sitio remoto, se requiere utilizar un medio físico por el cual se pueda enviar la información desde la computadora al transceptor y viceversa. Para nuestro caso, el medio físico que he utilizado es un

canal asincrónico. En la Figura 3.8. se muestra la conexión que se requiere realizar para poder utilizar el canal asincrónico del que disponen los modems satelitales para el monitoreo de un transceptor.

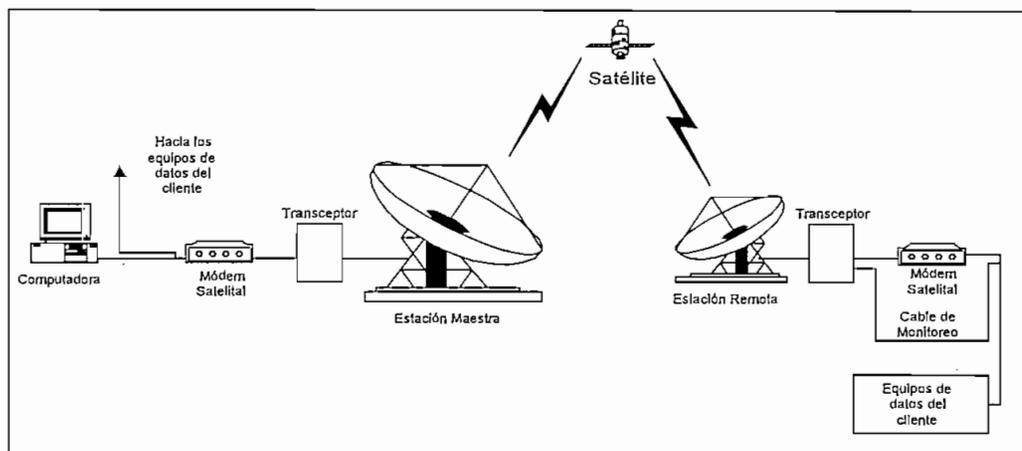


Figura 3.8 Monitoreo de una Estación Remota desde una Estación Central a través de un canal asincrónico

En la Figura 3.9 puede apreciarse los diferentes cables que son necesarios para poder llevar a cabo el monitoreo de los transceptores de varias estaciones remotas. Para el monitoreo, se requiere de un cable que va de la computadora al concentrador de puertos, otro que va del concentrador de puertos al modem satelital y otro que va del modem satelital al transceptor. Además se requiere de un cable que está conectado entre el puerto paralelo de la computadora y el concentrador de puertos, que sirve para tener control en el direccionamiento de los puertos.

Los conectores para dichos cables son: de la computadora al concentrador de puertos se requiere un conector DB-9 (DB-25 macho) hembra para el puerto serial de la computadora y un conector DB-9 hembra para el concentrador de puertos. Del concentrador de puertos al modem satelital se requiere un conector DB-9 macho para el concentrador y un conector DB-25 macho para el modem y para el cable que va del modem satelital al transceptor se requiere un conector DB-25 macho para el modem satelital y un conector de 26 pines circular macho para el transceptor.

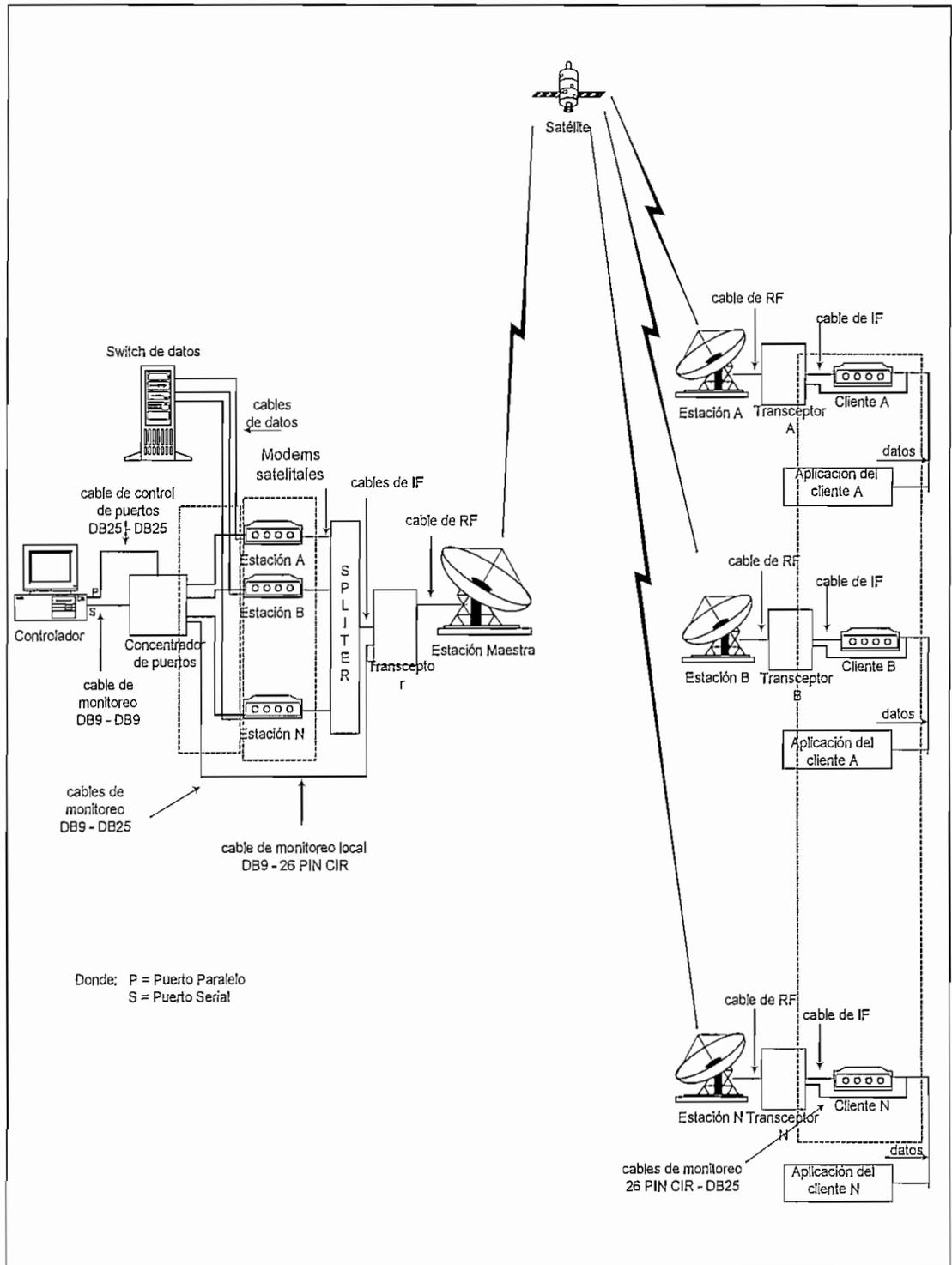


Figura 3.9 Cables necesarios para el monitoreo de varias estaciones remotas

Estos cables se requieren para el manejo de los datos a transferirse desde y hacia la computadora hasta o desde el transceptor. Mientras que para el control del puerto a direccionarse como se mencionó anteriormente se necesita un cable DB-25 macho para el puerto paralelo de la computadora y un conector DB-25 macho para el concentrador. (cable punto-punto)

Para poder determinar cual sería la configuración de todos los cables, se tomó de base el cable de monitoreo remoto y con la ayuda de un osciloscopio se analizó la forma de onda que genera el puerto serial de la computadora y que envía al transceptor. La forma de onda generada por este puerto puede apreciarse en la Figura 3.10

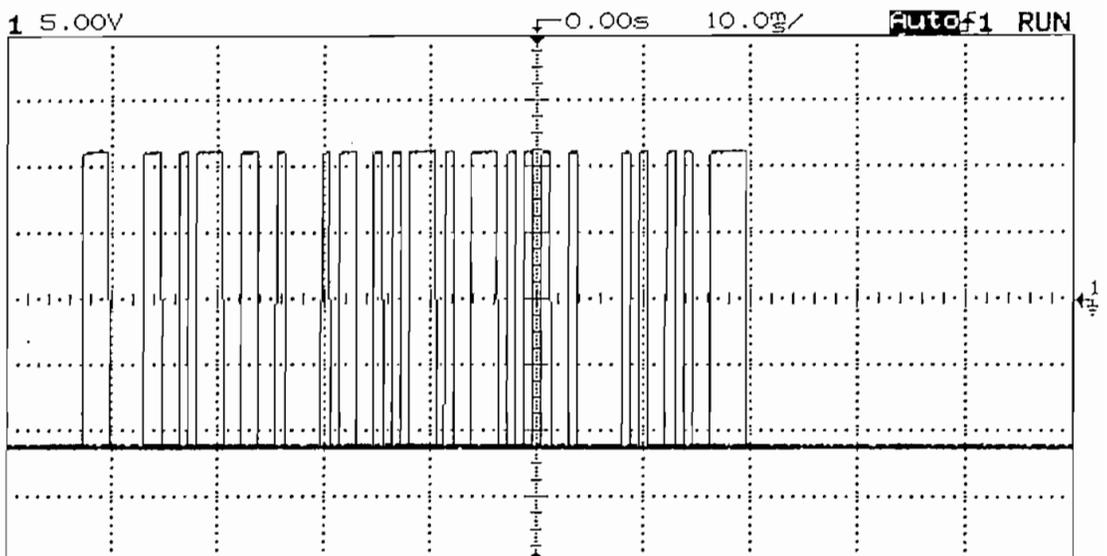
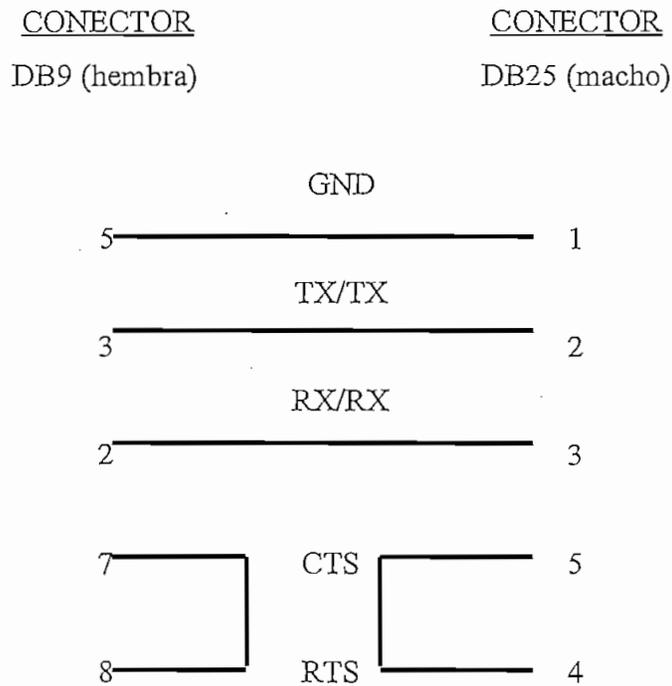


Figura 3.10 Forma de onda generada por el puerto serial del PC.

Esta figura está presente en el pin 3 del conector DB-9 que corresponde al pin de transmisión, la misma que debe llegar al pin E del conector circular de 26 pines que es el pin de recepción.

Para poder tener dicho monitoreo, se trabajó primeramente sin tener en cuenta el concentrador de puertos por lo que se requerirían apenas dos cables: de la computadora al modem y del modem al transceptor.

Para conectar la computadora al canal asincrónico del modem satelital, teniendo en cuenta que el modem siempre es un DCE³, se requerirá de un cable directo razón por la cual el cable que va desde la computadora al modem presenta la siguiente configuración:



Una vez construido el cable con esta configuración se procedió a conectarlo entre la computadora y el modem, y con la ayuda del osciloscopio se observó en el otro modem satelital (modem que estaría donde el cliente) en el canal asincrónico que por el pin 3 del DB25 se obtenía la misma forma de onda como puede notarse en la Figura 3.11.

³ DCE. (Data Circuit Equipment). Equipo de circuito de datos

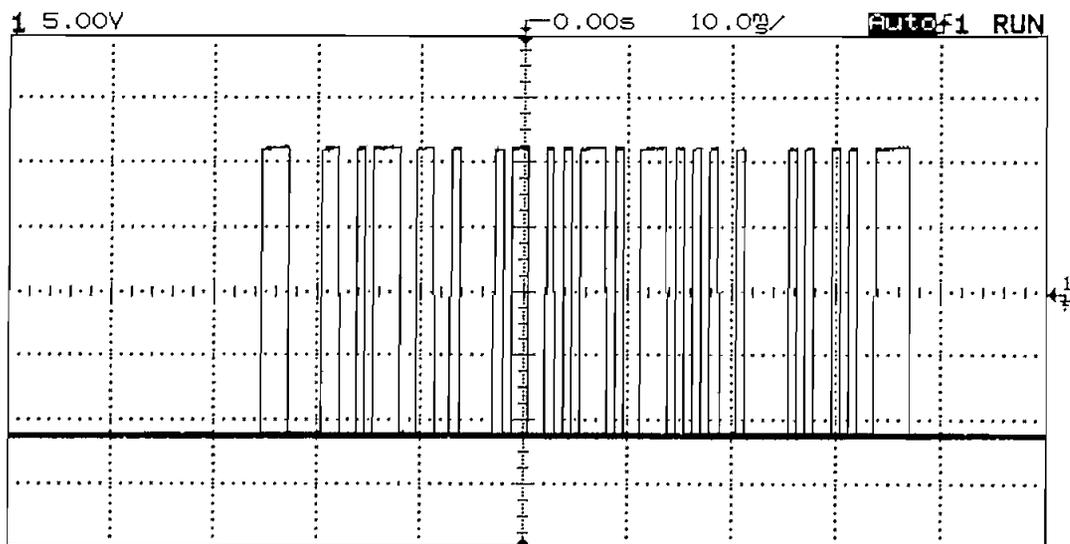
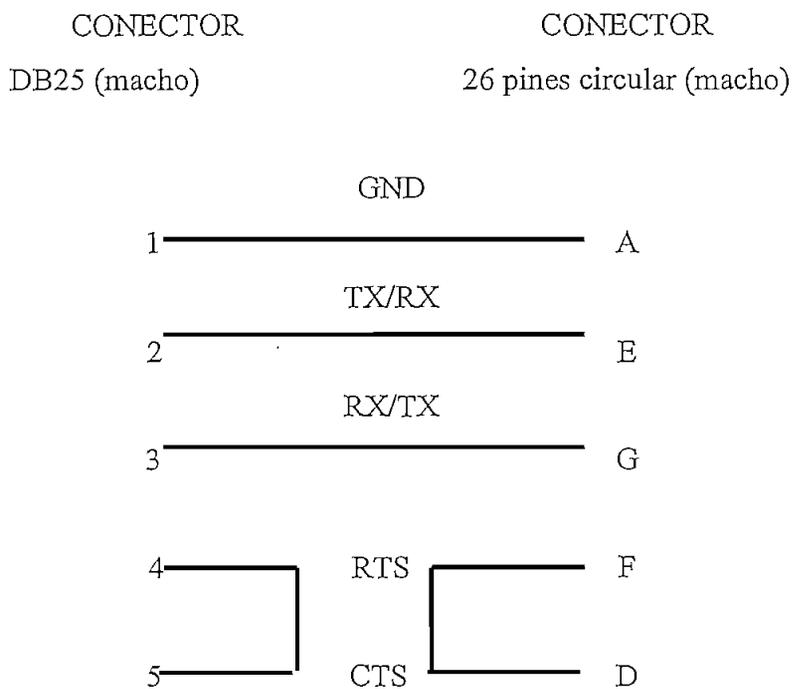


Figura 3.11 Forma de onda a la salida del modem satelital.

Una vez conocido por que pin salía la forma de onda deseada se procedió a realizar el otro cable teniendo en cuenta que la misma debía llegar al pin E del conector de 26 pines. Por tanto, la configuración del cable que va desde el modem satelital al transceptor es la siguiente:



La configuración de este cable nos muestra que es un cable cruzado ya que estamos conectando un DCE contra otro DCE.

Conocida la configuración de este cable, se conectó todo esperándose obtener el diálogo entre el transceptor y la computadora. Para que se genere dicho diálogo, el canal asincrónico debe estar configurado bajo los mismos parámetros que estaría el software de monitoreo , esto es:

Bit de inicio

Bits de información

Bit de paridad

Bit de parada.

Cuando se utiliza el software para monitoreo desde una computadora local, puede apreciarse que éste para que pueda conversar con el transceptor debe presentar los mismos parámetros de configuración del puerto serial con los parámetros colocados en el transceptor. Para ello, se debe conocer de antemano cuales son los parámetros que están colocados en el mismo.

El formato de los caracteres ASCII requiere de 11 bits por carácter. Por tanto, se pueden tener las dos posibilidades indicadas en la Tabla 3.1

El intercambio de información se da a través de comandos y respuestas. Los comandos son enviados desde la computadora y las respuestas son enviadas desde el transceptor.

Para la manipulación de los puertos, se hizo necesario la construcción de un concentrador de puertos, el mismo que se encuentra conformado por los siguientes elementos:

Mux/demux de 1 a 8 (CD4051BM)

diodos zener (ECG135A)

leds (ECG3010)
driver de BCD a 7 segmentos (SN74LS47)
display de 7 segmentos (ánodo común)
regulador de voltaje (ECG 960)
transistores NPN (2N3904)
resistencias
capacitores
conectores DB-9
conector DB-25

Los datos técnicos de los integrados se encuentran en el Anexo G.

En la Figura 3.12 se presenta la circuitería del concentrador de puertos. Para el caso en el que se desee transmitir datos desde la computadora a una estación determinada, a través del demux se selecciona a la estación a monitorearse, mientras que si la información viene desde la estación monitoreada esta ingresa al controlador a través del mux.

Los diodos zener fueron utilizados para limitar las señales a 5 voltios, ya que las señales que salen por el puerto serial por los estándares del interfaz RS-232, estos varían entre -25 a -3 voltios para "1" lógico y 3 a 25 voltios para "0" lógico, los mismos que podrían dañar los circuitos integrados.

Las resistencias se implementaron para conseguir los niveles adecuados en los diodos zener. El regulador de voltaje es el encargado de suministrar la energía a los integrados utilizados, los LED's⁴, nos sirven para visualizar si existen datos de transmisión desde la computadora y para ver si se encuentra recibiendo datos. El display, nos indica el puerto que se está monitoreando.

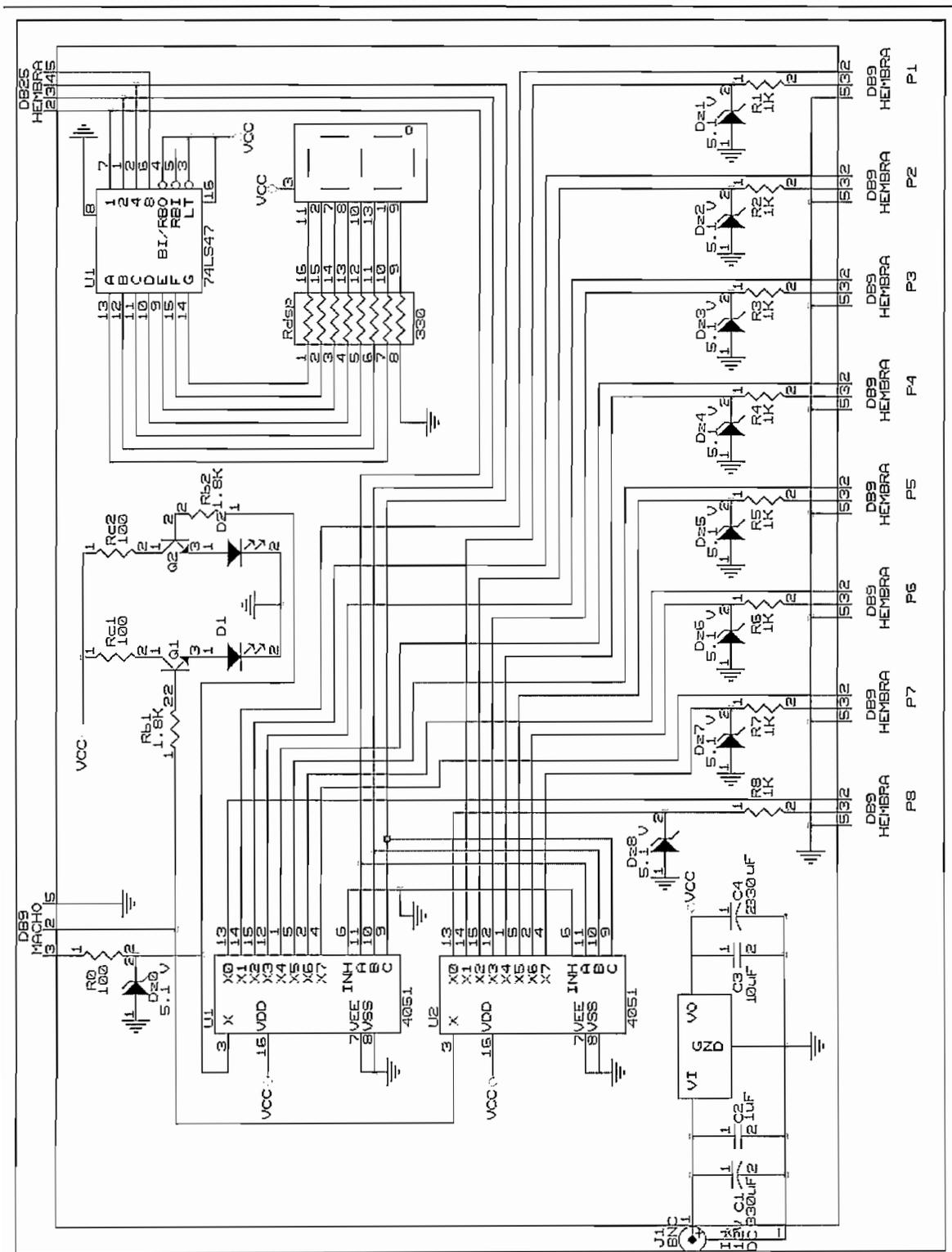


Figura 3.12 Diagrama circuital del concentrador de puertos

⁴LED (Light Emisor Diode). Diodo emisor de luz.

Los criterios de diseño, fueron realizados bajo las siguientes consideraciones:

Para el caso de los datos a transmitirse desde el puerto serial, las señales de voltaje de salida están entre -7.5 V y 7.5 V . Estos datos para ser manipulados a través de los integrados y polarizando los mismos con $V_{CC} = 5\text{ V}$ y $V_{EE} = 0\text{ V}$ requirió convertirlos a señales de 0 V y 5 V .

Para ello con la ayuda de un diodo zener se limitó el voltaje bajo la siguiente implementación. El circuito que se indica en la Figura 3.13 se utilizará para limitar el voltaje.

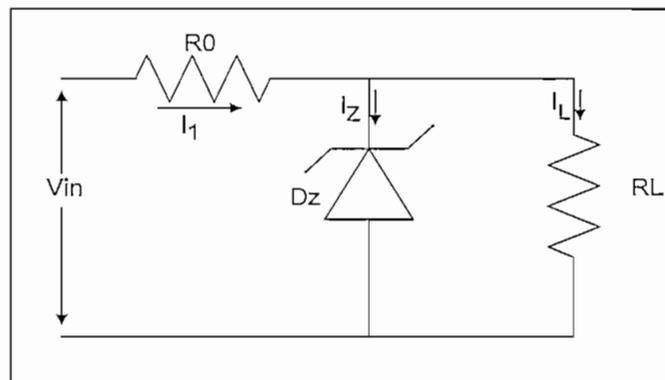


Figura 3.13

DATOS:

$$V_{in} = -7.5\text{ V a } 7.5\text{ V}$$

$$R_0 = \frac{V_{in_{max}} - V_Z}{I_Z + I_L}$$

$$V_Z = 5.1\text{ V}$$

$$R_0 = \frac{7.5 - 5.1}{0.02 + .0005} \left[\frac{V}{A} \right]$$

$$P_{DZ} = 1\text{ W}$$

$$R_0 = 117.07\ \Omega$$

$$I_{TZ} = 20\text{ mA}$$

entonces

$$R_0 = 100\ \Omega$$

$$R_L = 10\text{ k}\ \Omega$$

Potencia $\frac{1}{4}$ watio.

Para el caso de la señal de entrada desde el modem satelital se realizó la regulación del voltaje con la misma consideración según la Figura 3.13 obteniéndose:

DATOS:

$$V_{in} = -12 \text{ V a } 12 \text{ V}$$

$$R_{1-8} = \frac{V_{in_{max}} - V_Z}{I_Z + I_L}$$

$$V_Z = 5.1 \text{ V}$$

$$R_{1-8} = \frac{12 - 5.1}{0.01 + .0005} \left[\frac{\text{V}}{\text{A}} \right]$$

$$P_{DZ} = 1 \text{ W}$$

$$R_{1-8} = 1 \text{ K}\Omega$$

$$I_{TZ} = 10 \text{ mA}$$

entonces

$$R_{1-8} = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_L = 10 \text{ k}\Omega$$

Potencia $\frac{1}{4}$ vatio.

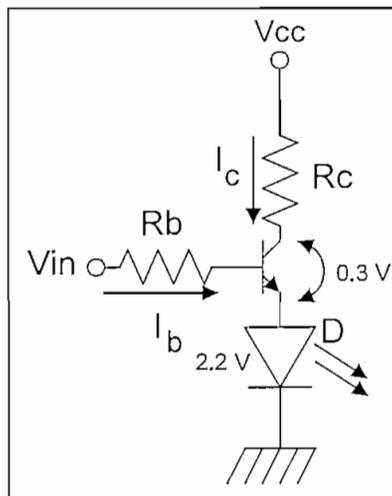


Figura 3.14

Para los diodos emisores de luz (LED's), se diseñó un amplificador de corriente para alcanzar la corriente deseada. Esto se realizó bajo la configuración mostrada en la Figura 3.14.

DATOS:

$$V_{CC} = 5 \text{ V.}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_C}{I_C}$$

$$I_C = 30 \text{ mA.}$$

$$R_C = \frac{5 - 2.5}{0.03} \left[\frac{V}{A} \right]$$

$$\beta = 200$$

$$R_C = 83.33 \ \Omega$$

entonces

$$R_C = 100 \ \Omega$$

Potencia $\frac{1}{4}$ watio.

por tanto:

$$I_C = \frac{2.5}{100} \left[\frac{V}{\Omega} \right]$$

$$I_C = 25 \text{ mA}$$

$$I_B \gg \frac{I_C}{\beta_{min}}$$

entonces

$$I_B = 15 \frac{I_C}{\beta_{min}}$$

$$I_B = 15 \times \frac{25}{200}$$

$$I_B = 1.875 \text{ mA}$$

por tanto

$$R_B = \frac{4 - 0.7}{0.001875} \left[\frac{V}{A} \right]$$

$$R_B = 1.76 \text{ K}\Omega$$

entonces

$$R_B = 1.8 \text{ K}\Omega$$

Potencia $\frac{1}{4}$ watio.

Para el caso de la fuente regulada de voltaje, se tomaron los capacitores recomendados por el fabricante.

Para las resistencias del display de 7 segmentos, se consideró que la corriente que circularía por cada segmento es de 15 mA, y por tanto la resistencia es de:

$$R_{Display} = \frac{5}{0.015} \left[\frac{V}{A} \right]$$

$$R_{Display} = 333.33 \quad \Omega$$

entonces $R_{Display} = 330 \quad \Omega$

Potencia $\frac{1}{4}$ vatio

3.4 Diseño del Programa

Las funciones principales de este sistema son:

- Monitoreo en línea de los niveles de atenuación y frecuencias
- Monitoreo en línea de alarmas
- Monitoreo en línea de temperatura
- Cambio de algunos parámetros en el transceptor (atenuaciones, frecuencias)

3.4.1 Principales restricciones y limitaciones del sistema

El sistema de monitoreo cuenta con algunas limitaciones que deben tenerse presente. Por cuestiones de transmisión, en el momento que no se disponga del canal satelital es imposible entrar al monitoreo. Sin embargo, se puede activar o desactivarle por software el transceptor remoto siempre y cuando se disponga del camino de ida. Otro problema se da si se cambia la frecuencia de subida o de bajada ya que en el caso de los RFT-505 la frecuencia de subida tiene 2225 MHz más sobre

la frecuencia de bajada y al cambiar de frecuencia se pierde el enlace. En el caso de los RFT-500 al tener independencia de los sintetizadores se puede cambiar la frecuencia de subida del transceptor remoto sin alterarse la frecuencia de bajada y por tanto no se pierde la comunicación en el sentido hacia el sitio remoto.

3.4.2 Descripción del Diseño

3.4.2.1 Diagrama de flujo del Programa

El diagrama de flujo para el sistema de monitoreo se presenta en la Figura 3.15. En dicho diagrama se observa el flujo general del sistema. Este diagrama presenta al usuario un enfoque de como actúa el programa y las diferentes opciones que puede elegir el usuario para interactuar con un determinado punto remoto.

Para el caso, se ha decidido realizar el sistema con tres herramientas en particular que son:

- i. Microsoft Visual Basic
- ii. Microsoft Access
- iii. Sistema de ayuda de Windows

Resumiendo algunas cualidades de estas herramientas se pueden mencionar:

Microsoft Visual Basic es un lenguaje de programación para desarrollo de aplicaciones bajo Windows.

Microsoft Access es un programa que nos permite el manejo de bases de datos para una aplicación mediana.

Sistema de Ayuda de Windows nos permite crear archivos de ayuda .HLP el mismo que puede contener texto y gráficos. Para usuarios que ya han trabajado en un ambiente de Windows, este ambiente se les hace muy familiar ya que utiliza el mismo sistema de ayuda.

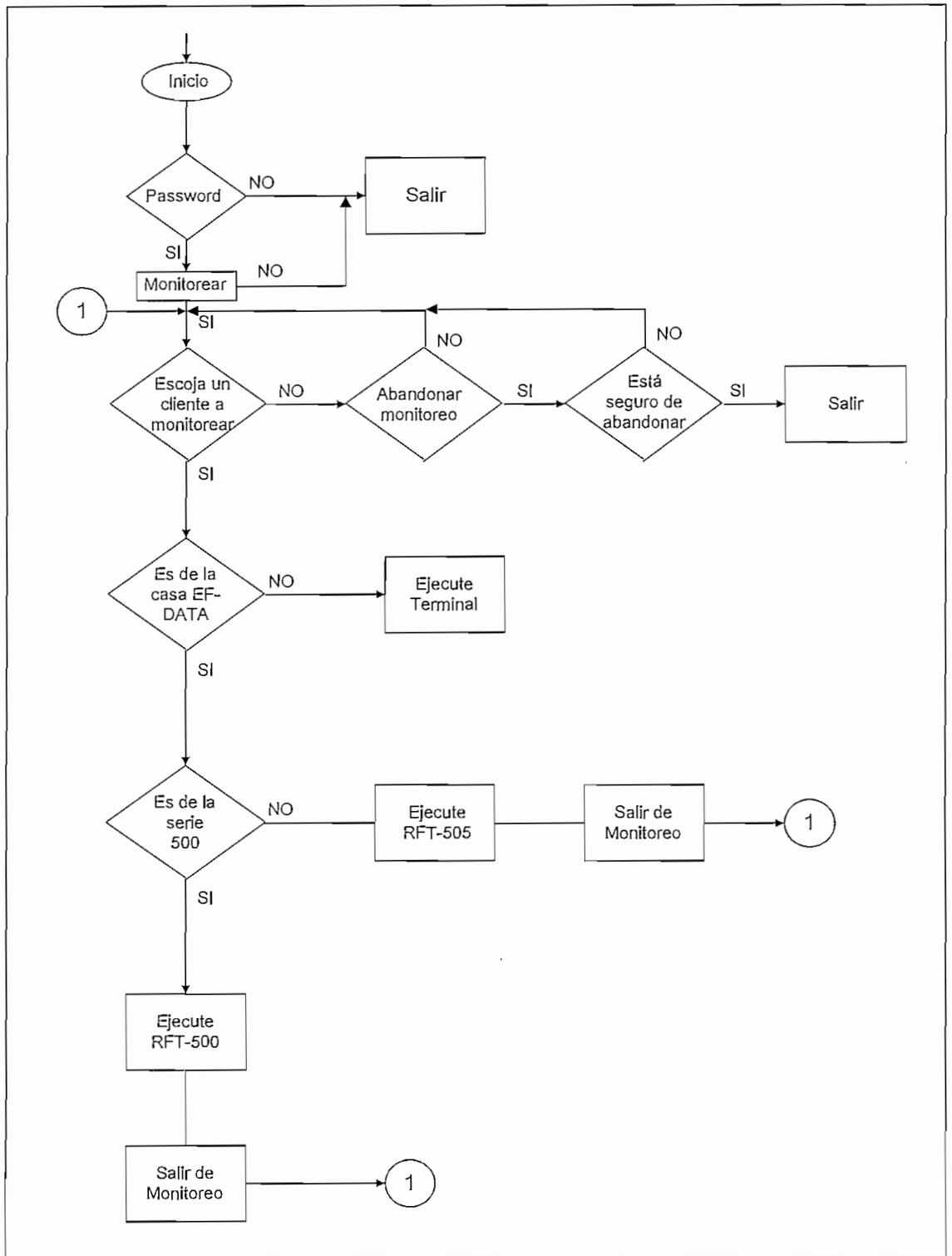


Figura 3.15 Diagrama de flujo del sistema de monitoreo

El programa se presenta de una forma tal que el monitoreo sea seguro y amigable para cualquier persona dando facilidades de consulta.

A continuación se presentan las diferentes formas que se encuentran presentes en este programa:

3.4.3 Estructura del Programa

El programa está conformado a manera de varias ventanas a través de las cuales la persona que desea monitorear un determinado cliente, tenga opciones de acuerdo al tipo de transceptor que esté en el sitio remoto.

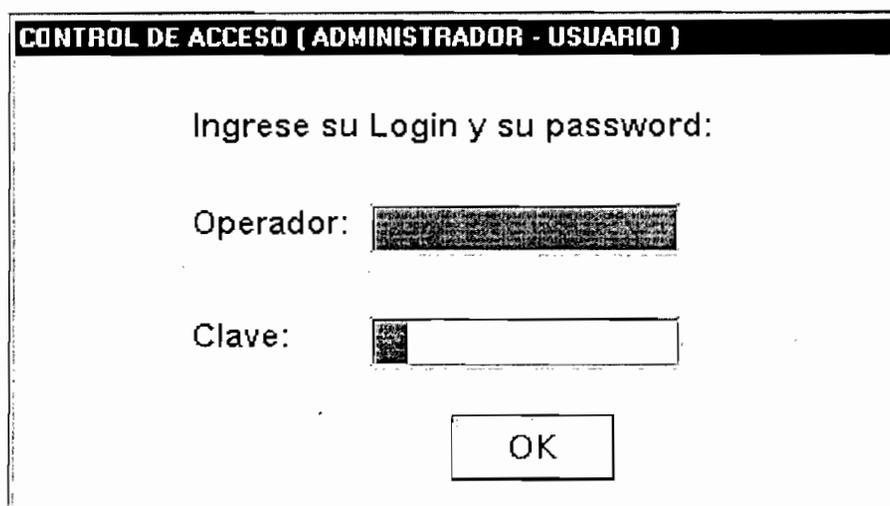
3.4.3.1 Forma de Inicio



Simplemente es una introducción hacia el programa de monitoreo en sí, el mismo que aparece al inicio del arranque del programa por un poco tiempo.

Nombre de la forma: Inicio

3.4.3.2 Forma Control de acceso



CONTROL DE ACCESO (ADMINISTRADOR - USUARIO)

Ingrese su Login y su password:

Operador:

Clave:

OK

Es la forma que nos permite o autoriza el ingreso al monitoreo, para que personal no autorizado no pueda ingresar y pueda causar algún tipo de conflicto. Para ello, el o los administradores pueden autorizar y crear nuevos usuarios ya sea simplemente para monitorear o en modo privilegiado.

Nombre de la forma: FormCLAVE

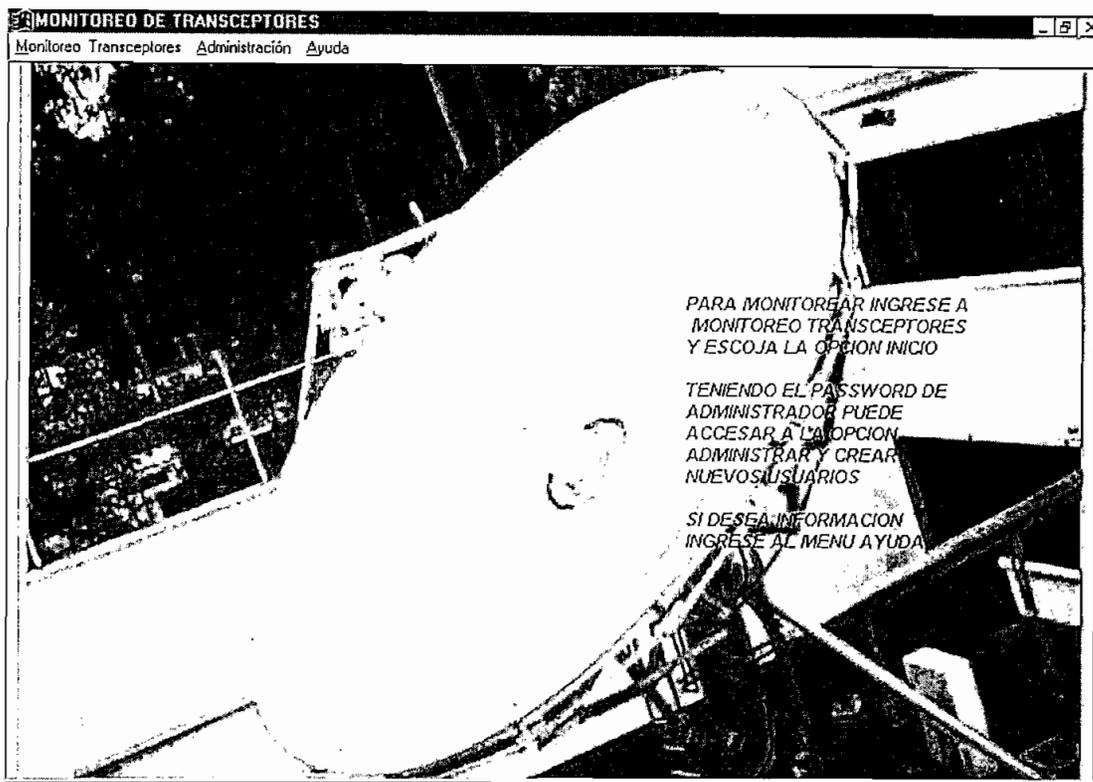
FormCLAVE(load)

Permite verificación de usuarios.

OK

Verifica el tipo de usuario y deniega el ingreso a usuarios no autorizados. Si el usuario está autorizado, permite ingresar al menú de procesos.

3.4.3.3 Forma Monitoreo de transeptores



En esta forma, tenemos una ayuda de cómo utilizar el programa de monitoreo y a la vez si se es un usuario en modo privilegiado, puede cargar nuevos usuarios en cualquier modo.

Nombre de la forma: MDIFormMENU

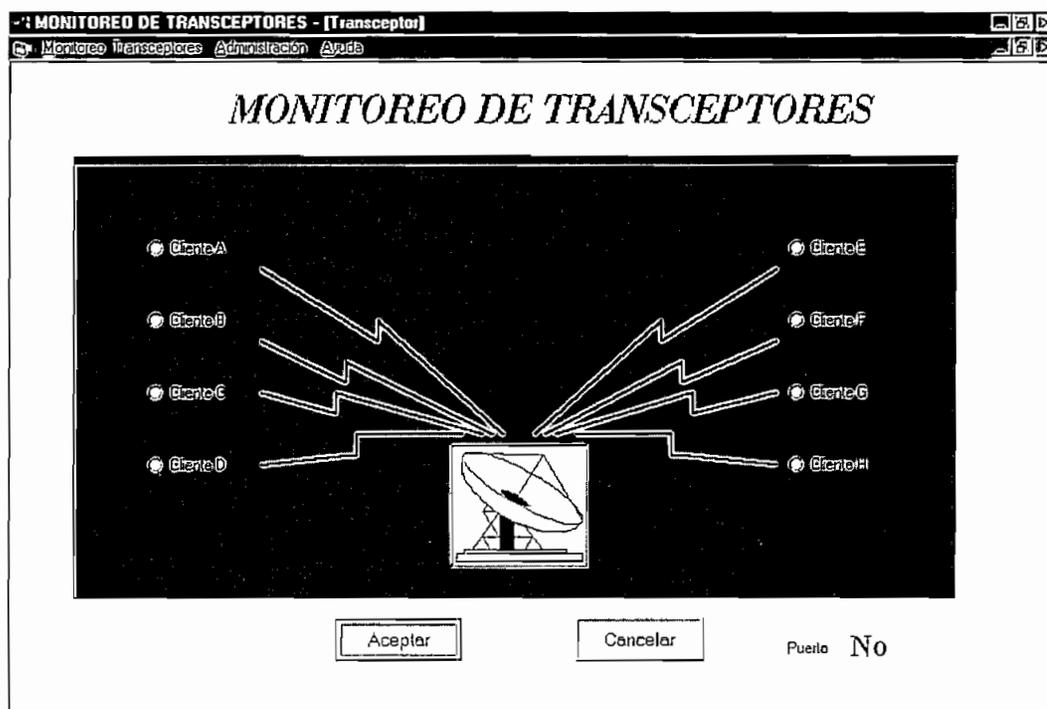
Monitoreo de Transeptores Da la posibilidad al usuario de ingresar al monitoreo de los transeptores o a salir del programa de monitoreo. Si se ingresa al monitoreo nos lleva a la ventana transeptor.

Administración Permite administrar los usuarios que pueden hacer uso del programa en cualesquiera de los dos modos

Ayuda

Nos da una ayuda de cómo utilizar el programa de monitoreo, así como también un tópico referente al desarrollo de la tesis.

3.4.3.4 Forma Transceptor



Es la forma principal del programa de monitoreo. En esta forma se presenta básicamente el nombre de todos los clientes que pueden ser monitoreados y a la vez nos indica el número del puerto al que se encuentra conectado dicho cliente.

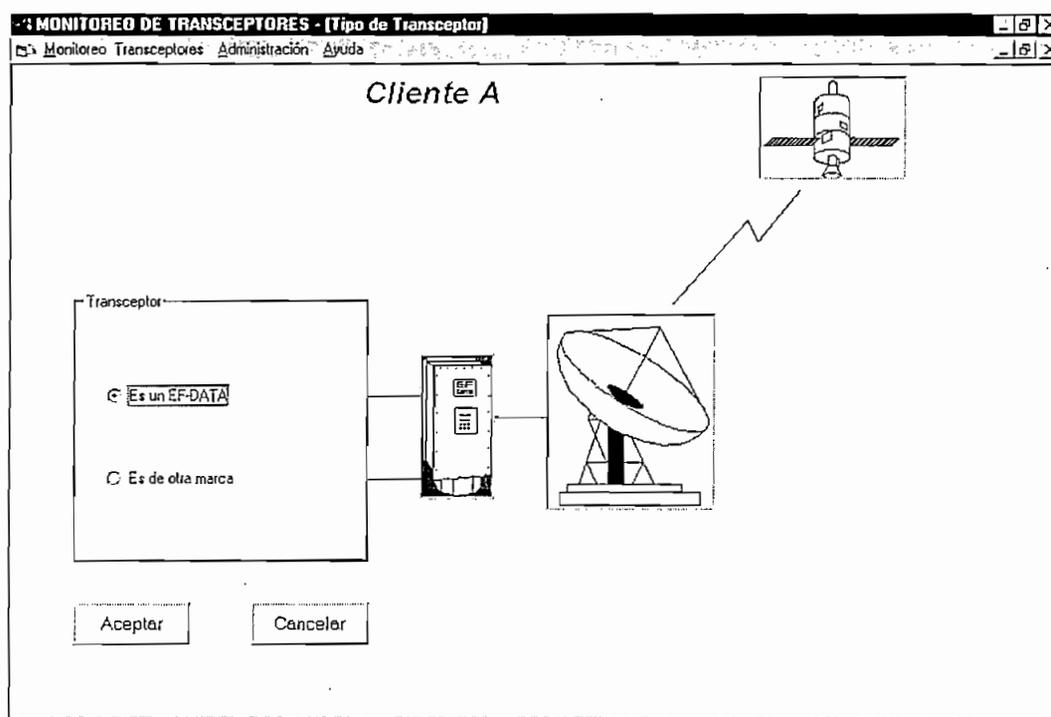
Los clientes se encuentran enmarcados en una trama y con la opción de escoger a través de un botón **Aceptar**. Si se desea abandonar el monitoreo existe el botón **Cancelar** el mismo que al ser presionado realiza una pregunta de confirmación ya que se pudo haber presionado por equivocación.

Si no se ha escogido ningún cliente y se presiona aceptar, el programa genera un aviso de que no se ha escogido un cliente a monitorearse.

Nombre de la forma: Transceptor

Frm_Trecp (load)	Carga los clientes a monitorearse
Aceptar (click)	Escoge el cliente seleccionado y envía a la otra forma.
Cancelar (click)	Da la opción al usuario para que pueda salirse de monitoreo.

3.4.3.5 Forma Tipo de Transceptor



Una vez que se ha escogido un determinado cliente a monitorearse, el sistema lo envía a esta forma en el que se genera la interrogante de sí el transceptor a monitorearse es de la casa EF-DATA o si es de otra casa. Si se toma la opción primera el programa nos envía a una nueva forma que se explicará más adelante. Si la opción es la segunda, el sistema nos envía al terminal de windows que lo utilizan algunas casas como CODAN. La aceptación de una determinada opción es de la misma manera que en la forma anterior a través de un botón **Aceptar**.

Además, esta forma contiene un botón **Cancelar** por si se equivocó en el escogimiento del cliente a monitorearse por lo que le retorna a la forma anterior.

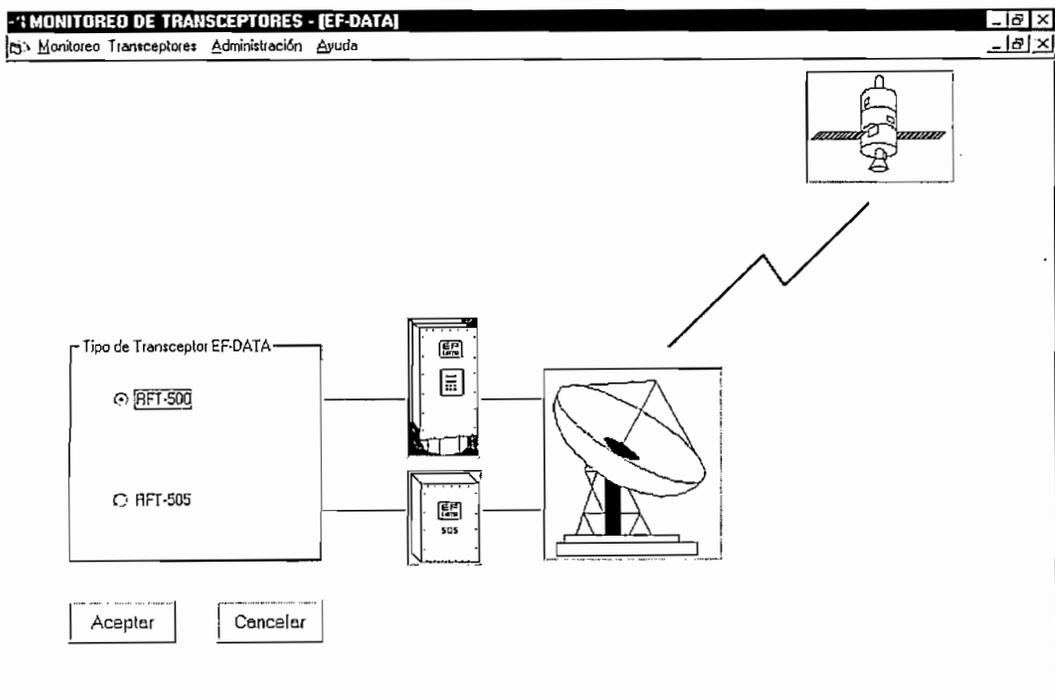
Nombre de la forma: Tipo_trcp

Frm_Tipo (load) Carga el cliente a monitorearse y le guía al usuario a que escoja el tipo de transceptor.

Aceptar (click) Una vez seleccionado el tipo de transceptor carga una nueva forma si se escoge la serie EF-DATA o ejecuta el modo terminal de Windows para otro tipo de transceptores, ejemplo CODAN.

Cancelar (click) Si no se escogió el cliente deseado nos retorna a la forma anterior para seleccionar al cliente adecuado.

3.4.3.6 Forma EF_DATA



Si en la forma anterior se escogió que el transceptor es de la casa EF-DATA, el programa envía a esta nueva forma ya que existen dos tipos de transceptores en la Banda C a monitorearse los de la serie RFT-500 y los de la serie RFT-505. El escogimiento se da a través de una trama con la confirmación del botón **Aceptar**. Esta forma además contiene un botón **Cancelar** que permite regresar a la forma anterior si existió alguna equivocación al escoger el tipo de transceptor.

Nombre de la forma: Clase

Frm_Clase (load)	Carga el escogimiento para que el usuario pueda decidir si el transceptor a monitorearse es de la serie RFT-500 o RFT-505.
Aceptar (click)	Dependiendo la serie que se haya escogido invoca al programa referente a cada uno.
Cancelar (click)	Si el tipo de transceptor a monitorearse no era de la casa EF-DATA, le retorna a la forma anterior.

Una vez escogido el tipo de transceptor (RFT-500 o RFT-505), el software invoca al programa que es de la casa del fabricante para realizar el respectivo monitoreo, el mismo que presenta la siguiente pantalla:

```
EF DATA - System Monitor Program
Initial Setup
Use last values for program initialization (Yes or No):? n
Monitor a (1) Redundant System or (2) Single RFT-500:? 2
Enter RFT-500 address (1 to 255):?
Enter Communication Port to be used (COM1,COM2,COM3,COM4):? com2
Enter communication port Baud Rate (19200,9600,4800,2400,1200,600,300):? 9600
Enter communication port parity (EVEN,ODD,NONE):?
If your computer is equipped with a Liquid Crystal
Display (LCD) Enter 2, else Return:?
Ensure System is ON and connected to COM2. Hit <ENTER> to continue
```

Como puede apreciarse, en esta pantalla se tiene la opción de utilizar los últimos parámetros almacenados para el control del monitoreo con la opción “Yes” ó colocar los parámetros de acuerdo con los parámetros que se necesite con la opción “No”. Sí es esta la opción tomada, el programa pregunta al usuario las opciones como:

- Es un sistema redundante o un solo transceptor? “2” (Normalmente es uno ya que en la mayoría de los casos no se cuenta con redundancia)
- Entre dirección de la estación remota. Este parámetro para nuestro caso no se le toma en cuenta ya que sirve únicamente cuando se utiliza el interfaz RS-485.
- Puerto a monitorear. Nos pregunta por que puerto de la computadora se va realizar dicho monitoreo.
- Velocidad de la comunicación. Nos pregunta a que velocidad a través del puerto se va a monitorear.
- Paridad de la comunicación. Con que paridad se va a realizar el monitoreo.
- Si la computadora está equipada con un LCD⁴ se debe presionar “2” caso contrario presionar “ENTER”.

Si el usuario no tiene un conocimiento previo de que parámetros colocar puede ingresar con las condiciones por “omisión” y el programa tiene una opción para realizar un “poleo” del puerto de comunicaciones con todas las probabilidades. Una vez ingresado estos parámetros aparece por un instante la siguiente pantalla e ingresa luego a la pantalla principal de monitoreo.



⁴ LCD (Liquid Crystal Display). Display de Cristal Líquido

SINGLE RFT-500 CONFIGURATION - STATUS SCREEN			
Not In Use	UNIT A: No Communication	Not In Use	
<p>REDUNDANT CONTROLLER NOT IN USE</p>	<p>OPERATING STATUS</p> <p>UCF = XXXX.X RF = XXX UCA = XX DCF = XXXX.X DCA = XX SEL = XXXX</p> <p>MAINTENANCE STATUS</p> <p>UCT = +XX C DCT = +XX C HPT = +XX C TUV = XX.X U TBU = XX.X U TIV = XX.X U</p> <p>*Polling*</p>	<p>FAULT STATUS</p> <p>RST = XXX UL = XXX DL = XXX PS5 = XXX P12 = XXX HPA = XXX LNA = XXX ULD = XXX UTM = XXX DLD = XXX DTM = XXX ILD = XXX ITM = XXX</p>	
	<p>RFT-500, UNIT B NOT IN USE</p>		
	<p><F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program</p>		

En el Anexo E se presenta el manejo del programa de monitoreo para los transceptores de la casa EF-DATA.

En el Anexo F se presenta desglosado el programa realizado para dicho monitoreo.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y ANALISIS

4.1 Pruebas

En la Figura 4.1 puede apreciarse las vistas del equipo que maneja los diferentes puertos para el monitoreo de los transceptores.

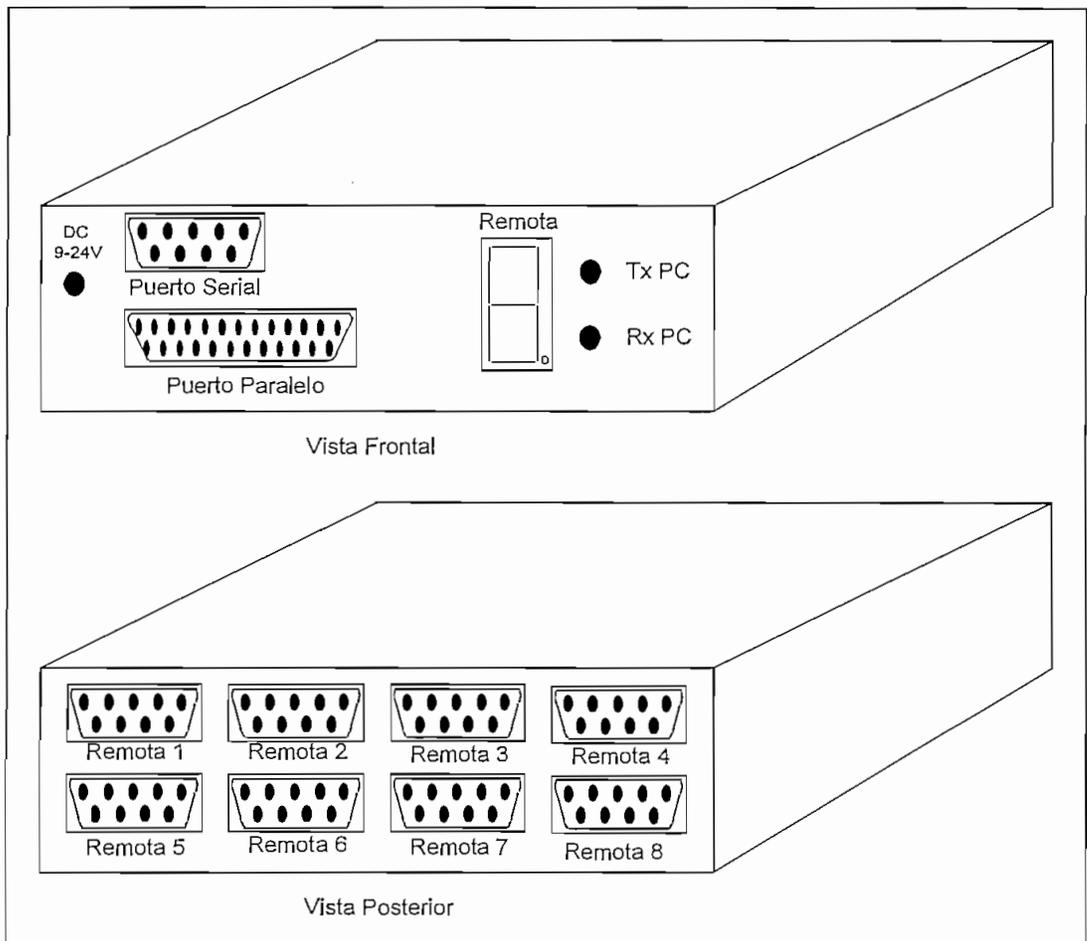


Figura 4.1 Concentrador de puertos

Las dimensiones del concentrador de puertos son de 21 cm de largo x 15 cm de ancho y 5 cm de alto. En la Figura 4.2 podemos ver el diagrama de la placa que se construyó para el concentrador de puertos.

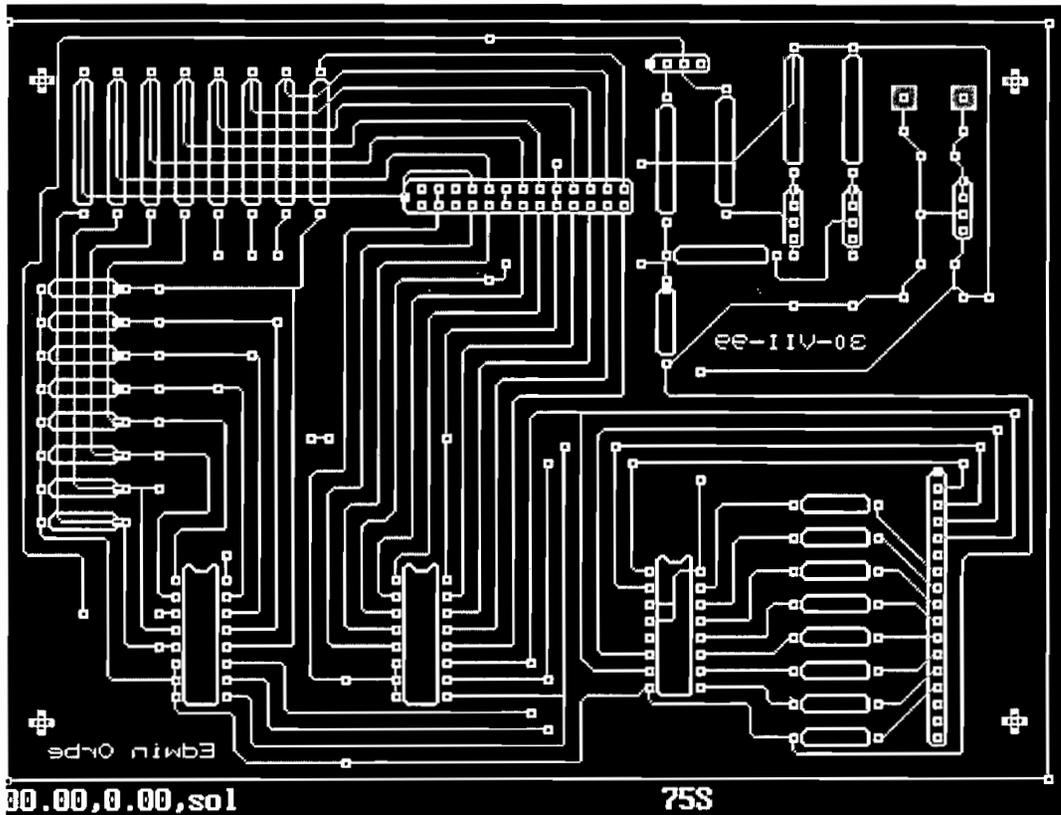
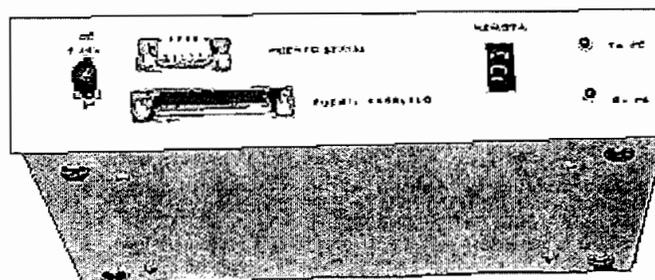
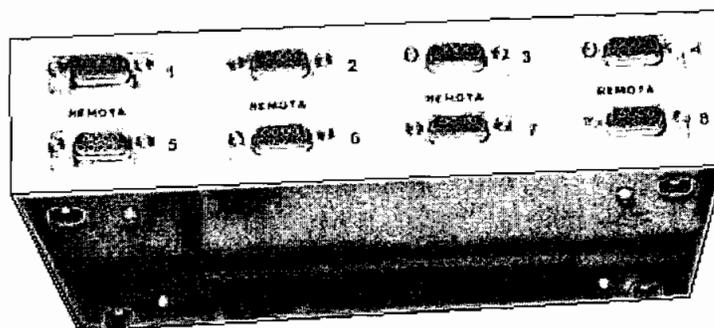


Figura 4.2 Placa circuital del concentrador de puertos

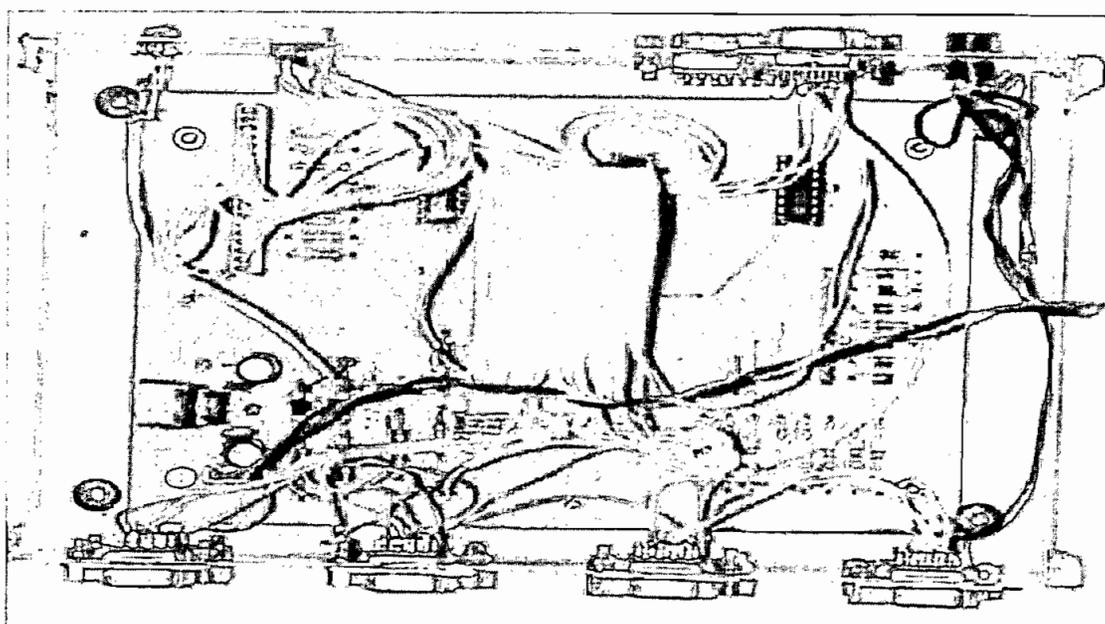
En la Figura 4.3, se presenta las vistas del concentrador de puertos, así como también la parte interna del mismo, una vez que se armó el concentrador.



a) Vista Frontal



b) Vista Posterior



c) Vista interior del concentrador de puertos

Figura 4.3 Vistas del concentrador de puertos

Una vez armado el concentrador de puertos para el monitoreo de los transceptores, se procedió a realizar diferentes pruebas para verificar el normal funcionamiento del mismo. Primeramente se revisó en los distintos puntos de prueba que se obtengan los parámetros a esperarse como el caso de polarización de los integrados, y puntos de referencia de tierra. Además, se verificó que el concentrador de puertos conmute

a los diferentes puertos de entrada y salida, así como los leds indicadores y el display de 7 segmentos.

Luego se realizó un monitoreo local de los transceptores conectando directamente el transceptor al concentrador de puertos, con lo que se verificó el normal funcionamiento del concentrador. Además se monitorearon localmente otros equipos que para su monitoreo utilizan el terminal o el hyperterminal como el caso de ruteadores o switches.

Seguidamente, bajo la conexión de modems satelitales back to back¹ como puede apreciarse en la Figura 4.4 se realizaron pruebas para verificar el normal funcionamiento del canal asincrónico de los modems satelitales.

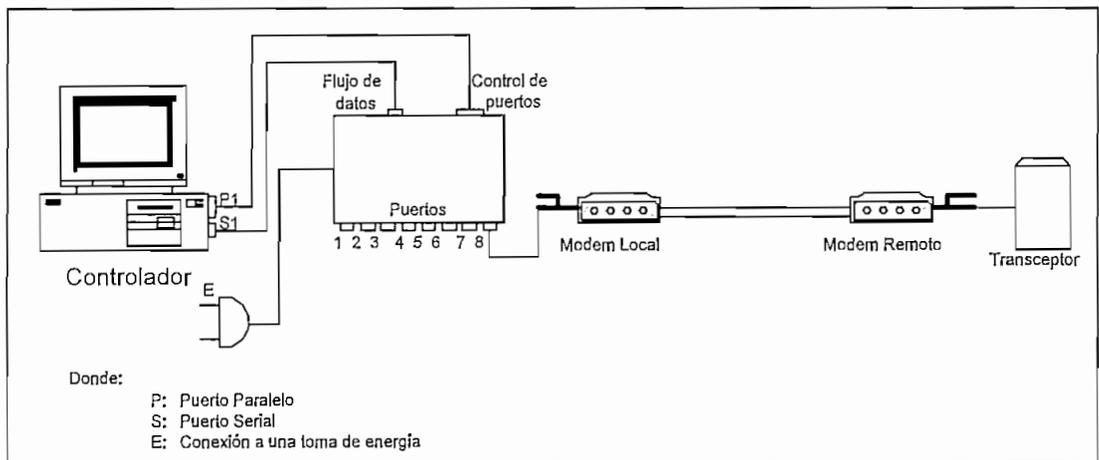


Figura 4.4 Conexión a través de modems back to back.

Bajo dicha conexión se probó la conmutación de los diferentes puertos así como también pudo visualizarse el normal funcionamiento del display de 7 segmentos. Para ello, con la utilización del software implementado, escogiendo cada uno de los diferentes clientes el programa a través del puerto paralelo conmuta al puerto especificado. Para tener la certeza de que los datos enviados desde la computadora

¹ Back to back. Conectados mutuamente

al transceptor sean los correctos para que éste pueda leerlos y a la vez responderlos se realizó una conexión previa sin pasar a través del conmutador de puertos, comprobando que en efecto los parámetros colocados en el canal asincrónico del modem satelital se encuentren con los mismos parámetros a los colocados en el transceptor.

En la Figura 4.5, puede apreciarse el establecimiento de la conexión a través del canal asincrónico. Esto se puede notar ya que en UNIT A cuando no existe conexión aparece No Communication y cuando se ha establecido la conexión nos muestra el tipo de transceptor monitoreado con su respectivo software.

SINGLE RPT-500 CONFIGURATION - STATUS SCREEN		
Not In Use	UNIT A: RPT-500 SW_2.15	Not In Use
REDUNDANT CONTROLLER NOT IN USE	OPERATING STATUS	FAULT STATUS
	UCF = 5945.0	RST = OK*
	RF = OFF	UL = OK
	UCA = 15.0	DL = OK
	DCF = 3720.0	PSS = OK
	DCA = 12.5	P12 = OK
	SEL = NONE	MPA = OK
		LNA = OK
	MAINTENANCE STATUS	ULD = OK
	UCT = 28 C	UTM = OK
	DCT = 27 C	DLD = OK
	HPT = 26 C	DIM = OK
	TUV = 5.7 V	ILD = OK
	TDV = 4.7 V	ITM = OK
	TIV = 7.8 V	
	Polling	
	RFT-500, UNIT B	NOT IN USE
<F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program		

Figura 4.5 Establecimiento de conexión a través del canal asincrónico satelital

Para ver si se tenía control del transceptor se probó cambiando algunos parámetros del mismo, obteniéndose resultados positivos como puede apreciarse en la Figura 4.6.

Una vez realizadas estas pruebas con este tipo de conexión se probó ahora con una antena realizando una simulación de que el transceptor monitoreado se encontraba donde el cliente, este tipo de prueba se hizo como se puede apreciar en la Figura 4.7

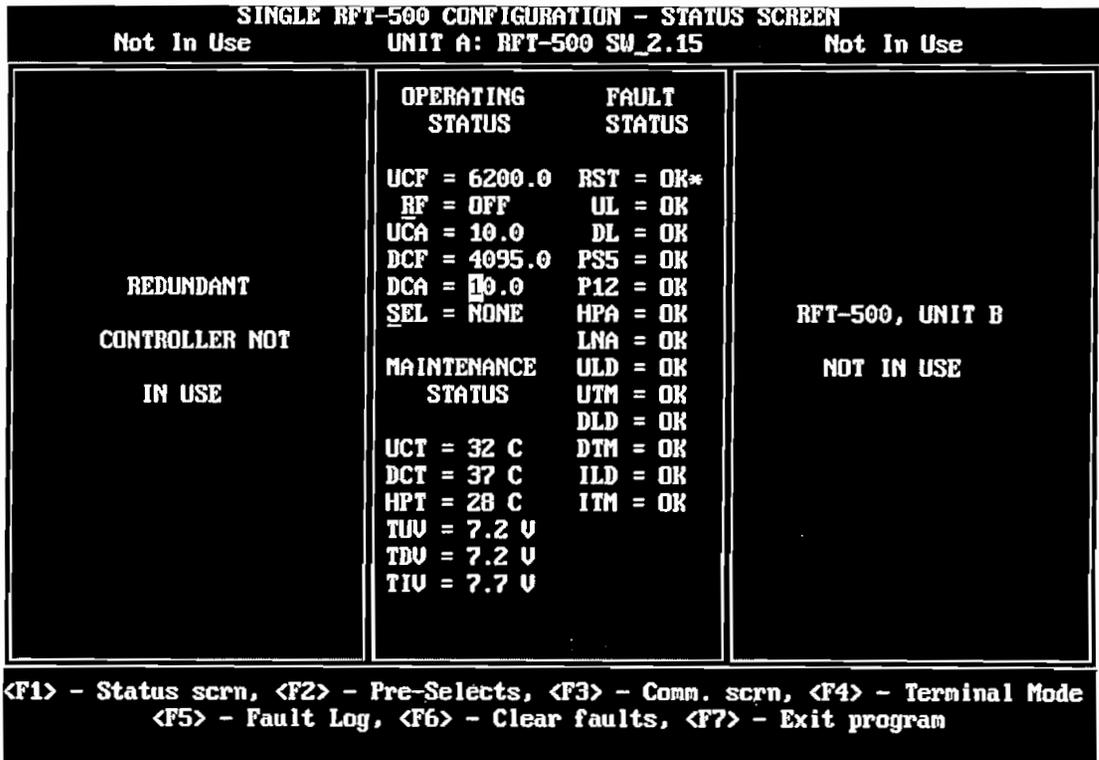


Figura 4.6 Cambio de parámetros en el transceptor

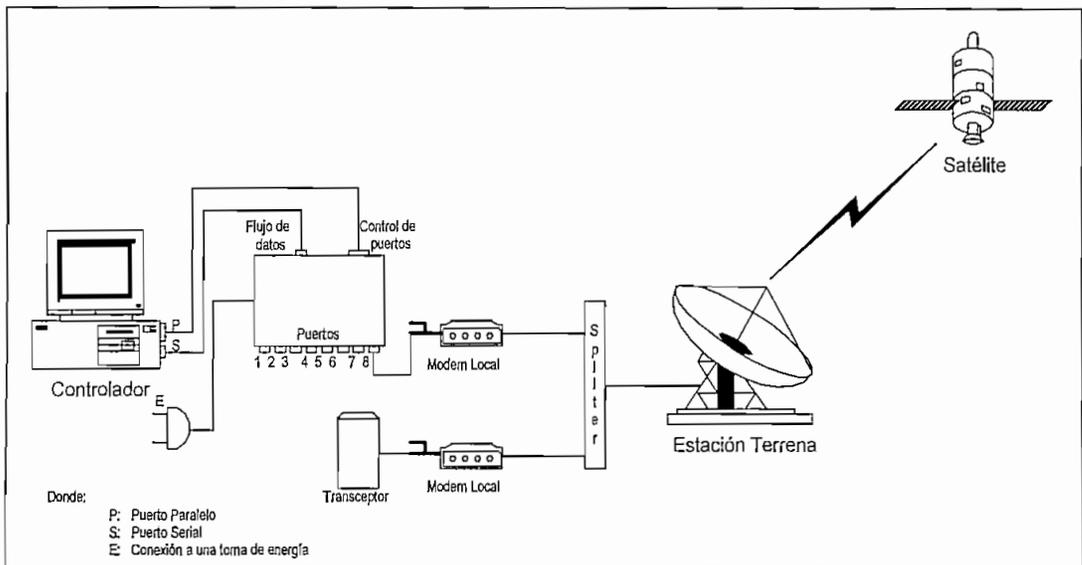


Figura 4.7 Conexión a través de una estación terrena

A través de esta conexión llegamos a obtener un monitoreo más real ya que a través de la estación terrena vamos hacia el satélite y llegamos al otro modem satelital con la única diferencia que estamos llegando a través de la misma antena.

Seguidamente se realizaron las mismas pruebas que en la conexión back to back de los modems obteniéndose los mismos resultados.

Por último, se realizó la prueba final con la utilización de dos estaciones terrenas satelitales con la conexión como se muestra en la Figura 4.8

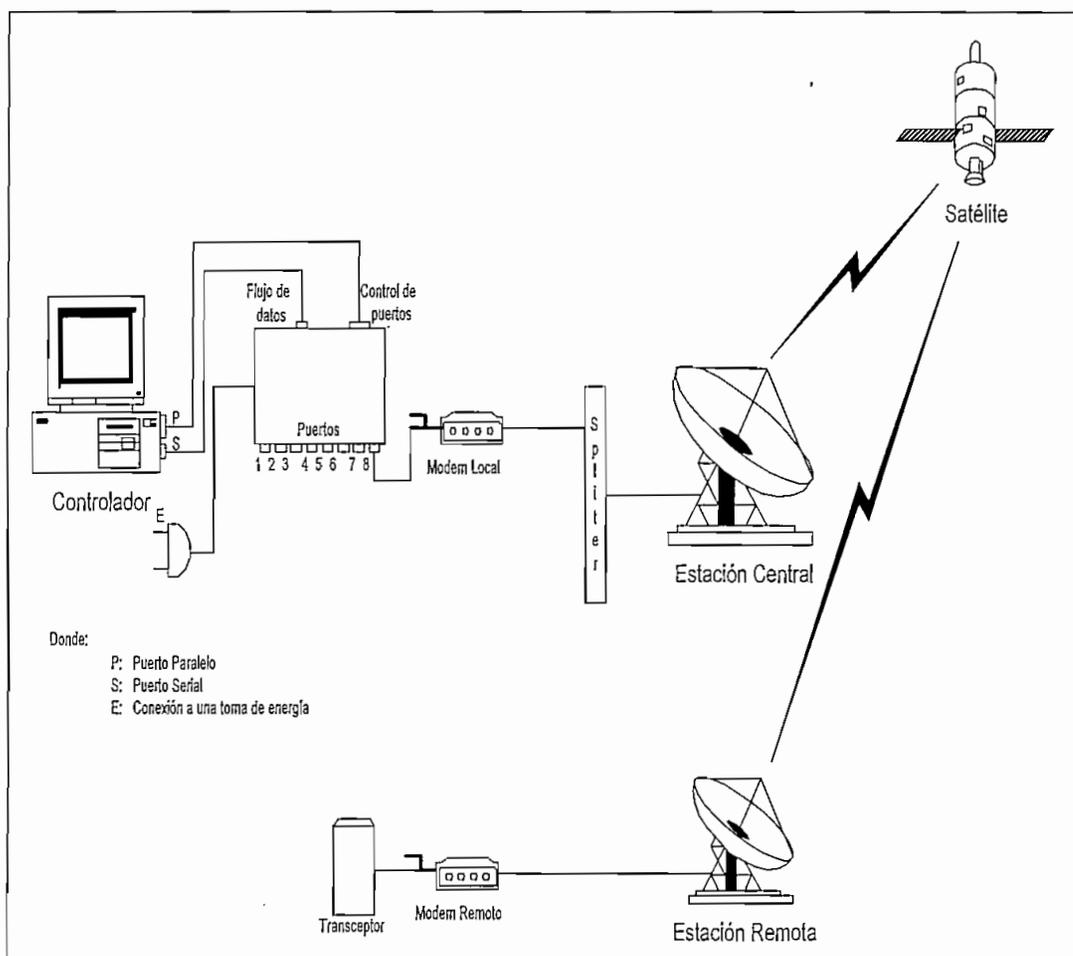


Figura 4.8 Conexión a través de dos estaciones terrenas satelitales.

A través de esta conexión se realizaron las pruebas de conmutación de puertos y cambio de parámetros obteniéndose resultados satisfactorios como los de la Figura 4.6. Además, con esta última conexión pudo comprobarse que se puede desactivar por software al transceptor y hacer que éste no transmita la portadora y sin embargo se pueda luego habilitar el mismo para tener establecido nuevamente el enlace.

4.2 Análisis económico

Para realizar cualquier inversión de capital, toda empresa lo hace con la perspectiva de obtener en el futuro una rentabilidad.

En la realización de dicho monitoreo, se debe tener en cuenta todos los puntos que involucra la implementación del mismo. La parte principal del montaje se encuentra en la disposición del concentrador de puertos con el que se monitorearía cualesquiera de los puntos remotos. Otra de las partes claves para la realización de dicho monitoreo es la disposición del canal asincrónico del modem satelital, el mismo que normalmente no viene incluido en el modem sino más bien se debe solicitar al proveedor. Por último, se requeriría disponer de los distintos cables para la interconexión de los diferentes equipos.

Cabe notar que el canal asincrónico que se ha utilizado viaja a través del mismo enlace satelital, razón por la cual no implica ningún costo adicional del enlace físico, el mismo que si fuese implementado a través de un modem de línea implicaría nuevos costos como la utilización de la red pública de telefonía para efectuar la llamada entre el punto remoto y la estación central, y además, implicaría la inversión de los modems de línea; esto sería teniendo en cuenta que en dichos puntos remotos se tenga una total accesibilidad a una línea telefónica cosa que en la parte práctica no se da ya que se tienen puntos remotos en el que no se dispone de dicha comunicación.

Para el análisis del costo del proyecto, se ha tomado los parámetros teniendo en cuenta el monitoreo para ocho estaciones remotas.

Para el estudio económico se considerará costos de los diferentes elementos que involucran la realización del proyecto. Para evaluar los costos de una manera más real, se ha tomado como unidad monetaria al dólar americano en vista de la situación económica por la que atraviesa el país y, ya que como sabemos es una unidad que se la toma para toda transacción de compras. La Tabla 4.1 muestra los costos que involucra su implementación.

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
CONCENTRADOR DE PUERTOS	1	150	150
TARJETA PARA CANAL ASINCRONICO	16	759.6	12153.6
SOFTWARE PAR MONITOREO	1	1065	1065
CABLE DE 2 PARES (ROLLO DE 305 m)	2	61	122
CONECTORES CIRCULAR DE 26 PINES	8	150	1200
CONECTORES DB - 25	18	0.5	9
CONECTORES DB - 9	10	0.5	5
CONSTRUCCION DE CABLES	18	5	90
TOTAL			14794.6

Tabla 4.1 Costos de la implementación del proyecto

El cable de dos pares se le ha considerado tomando en cuenta un promedio del cable entre el tranceptor y la antena de 60 m, y entre el modem y el concentrador de puertos de 15 m.

Como puede verse, el costo total del proyecto asciende a 14794.6 USD, lo que implicaría un costo promedio por estación remota de 1849.325 USD.

Esta inversión se vería recuperada a mediano plazo, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Un mantenimiento debido a una degradación del enlace o pérdida de portadora, dependiendo de la situación geográfica desde donde se debería desplazar el personal en promedio cuesta 250 USD.
2. La indisponibilidad del cliente de tener su enlace operativo es penalizado a través de su cifra de disponibilidad, tiempo que se ve afectado hasta que el personal se desplace al sitio remoto. Su penalización depende del abono mensual del cliente y el porcentaje es proporcional al tiempo que estuvo fuera. Por ejemplo si el porcentaje ofrecido por el proveedor es del 99.6% y si la cifra de disponibilidad es del 96%, asumiendo que el cliente factura 5000 USD, la penalización vendría dada por:

$$100\% \longrightarrow 30 \text{ días} \left| \frac{24h}{1 \text{ día}} \right| = 720 \text{ horas}$$

$$99.6\% \longrightarrow \frac{99.6 * 720}{100} = 717.12 \text{ horas}$$

$$96\% \longrightarrow \frac{96 * 720}{100} = 691.2 \text{ horas}$$

$$\text{horas fuera de servicio: } 717.12 - 691.2 = 25.92$$

$$\begin{array}{l} \text{entonces:} \quad 720 \text{ horas} \longrightarrow 5000 \text{ USD} \\ \quad \quad \quad 25.92 \text{ horas} \longrightarrow 180 \text{ USD} \end{array}$$

3. El recurso humano. Al tener que desplazarse personal al sitio remoto, implica que se debe disponer del mismo para realizar el trabajo.
4. El desplazamiento de personal al sitio remoto implica costos en el desplazamiento alimentación y estadía del mismo.
5. Se puede tener una idea clara del elemento que se encuentra con problema, lo que implica que el personal se desplace con el equipo necesario sin tener que llevar equipo innecesario con los riesgos que implica de robos, daños en la transportación del equipo, etc.

Si tenemos en cuenta todos estos puntos, podemos apreciar que la inversión del proyecto es justificable.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La utilización del canal asincrónico a través del enlace satelital con modem EF-DATA permite ahorrar costos de ancho de banda, ya que si no se tuviera esta opción necesitaríamos colocar un multiplexor que permita el monitoreo remoto y teniendo en cuenta el número de estaciones remotas el costo de la implementación sería elevado.
- El equipo que permite el monitoreo a varias estaciones remotas (concentrador de puertos) es diseñado y desarrollado con la finalidad de ser aplicado con cualquier marca de equipos, no necesariamente EF-DATA.
- La poca disponibilidad de interfaces RS-485 en las computadoras orienta a que la aplicación del monitoreo remoto de transeptores se realice bajo el interface RS-232 asincrónico.
- El canal asincrónico de monitoreo va junto con el canal sincrónico en la misma portadora de transmisión que levanta el modem por tal motivo es importante tener en cuenta que si el enlace falla, el monitoreo remoto también falla. Es primordial que la conexión entre las dos partes (matriz y remota) se mantenga en buenas condiciones para que el monitoreo de los transeptores no sea afectado.

- La velocidad de monitoreo dependerá exclusivamente de la velocidad del canal sincrónico. Este parámetro hay que tomar en cuenta puesto que el transceptor acepta desde un valor mínimo (150 bps). Si no se diseña el canal asincrónico a la misma velocidad tanto en el modem como en el transceptor obviamente no se podrá tener el monitoreo remoto.
- El costo de la implementación del proyecto es mínimo, tomando en cuenta el diseño básico del switch y del software. No es comparable con el costo que representaría movilizar a la gente técnica al lugar remoto para cambiar algún parámetro.
- El sistema de monitoreo cuenta con algunas limitaciones que se deben tener presentes. Por motivos de transmisión, en el momento que no se disponga del canal satelital es imposible entrar al monitoreo. Sin embargo, se puede activar o desactivarle por software el transceptor remoto siempre y cuando se disponga del camino de ida. Otro problema se da si se cambia la frecuencia de subida o de bajada, ya que en el caso de los RFT-505 la frecuencia de subida tiene 2225 MHz más sobre la frecuencia de bajada y al cambiar de frecuencia se pierde el enlace. En el caso de los RFT-500 al tener independencia de los sintetizadores se puede cambiar la frecuencia de subida del transceptor remoto sin que se cambie la frecuencia de bajada y no se pierda la comunicación en el sentido hacia el sitio remoto.
- Debido a que el programa utiliza el mismo software que utiliza la casa de los transceptores EF-DATA, puede parecer para el usuario un ambiente poco amigable, pero al tener el manual del usuario incluido en el programa hace que dicho monitoreo no sea complicado al utilizarle.
- El sistema de Monitoreo de Transceptores, por sus características, brinda facilidades de uso para toda persona familiarizada con el entorno informático Microsoft Windows, puesto que el Monitoreo de Transceptores ha sido diseñado con el mismo

formato de presentación de la gran mayoría de programas comerciales (íconos, ayudas, menús, botones de comando, etc.). Por supuesto, el potencial total del programa será aprovechado por el usuario que además del manejo de Windows, posea además ciertos conocimientos de enlaces satelitales; sin embargo, este programa también puede ser utilizado con fines didácticos.

- El dejar abierta la posibilidad del manejo del puerto serial a través del hyperterminal, nos brinda la opción de poder monitorear otros equipos que utilicen a este como la herramienta de monitoreo, cabe mencionar que entre los elementos que se encontrarían en este caso serían los transceptores de la marca CODAN, switches MOTOROLA, ruteadores como CISCO, multiplexores NETPERFORMER, etc. ; razón por la cual en este aspecto se presenta versátil para este tipo de monitoreo. Simplemente se debe tener presente el colocar los parámetros adecuados en la comunicación para que pueda interactuar el puerto serial con el equipo que se encuentre conectado al concentrador de puertos.
- El factor costos de la implementación de dicho monitoreo, se ve reflejado directamente, ya que si por algún motivo se apaga (por software) el transceptor y deja de transmitir su portadora, el personal no tiene que desplazarse a realizar un mantenimiento a dicha localidad, teniendo en cuenta el factor tiempo que representaría ir hasta el sitio remoto más aun si la distancia es grande. Además indirectamente existe un ahorro ya que al garantizar al cliente una determinada cifra de disponibilidad y de no cumplirla se penaliza con un porcentaje del contrato establecido dependiendo del tiempo que estuvo fuera de servicio.
- Para el caso en el que se tenga un nodo con redundancia, el programa del monitoreo resulta suficientemente útil, ya que a través de un switch puede conmutarse del transceptor o modem con falla al sistema de backup con lo que una caída en un nodo no sería tan severa al disponer de este tipo de monitoreo.

- El desarrollo del programa tuvo ciertas dificultades ya que la programación orientada a los puertos requirieron un considerable esfuerzo para su aprendizaje y utilización ya que son pocos los programas que interactúan con puertos y la información requerida fue difícil.
- Mucha de la información recopilada fue obtenida de la red mundial de Internet por lo que se recomienda esta fuente de consulta como un pilar básico y fundamental para cualquier tipo de trabajo e investigación.
- El sistema básico de conmutación, limita la posibilidad de monitorear hasta ocho estaciones remotas, pero si se requiere monitorear más allá de estos se puede recomendar el uso de otro concentrador de puertos conectados a través de otro puerto serial de comunicaciones (La mayoría de computadoras tienen la posibilidad de poseer dos puertos seriales). La conmutación para que el puerto paralelo trabaje para un determinado concentrador podría realizarse de manera manual colocando un switch de dos posiciones.
- El programa brinda un punto de partida para que en el futuro puedan hacerse desarrollos en otros tipos de monitoreo en el que sea un papel importante la utilización de los dos puertos de comunicación.
- Para los usuarios inexpertos, se recomienda el uso del manual del usuario o jugar un poco con la ayuda disponible en el mismo programa.

BIBLIOGRAFIA

1. F. G. Strembler,
INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE COMUNICACION,
Tercera Edición 1990.
2. Dr. Kamilo Feher,
DIGITAL COMMUNICATIONS
Satellite/Earth Station Engineering, 1981.
3. Robert Resnick y David Halliday,
FISICA COMBINADA,
Editorial Continental México, Abril 1987
4. Lucía Gordillo,
TESIS DE GRADO,
Escuela Politécnica Nacional, 1995.
5. Sofía Carvajal,
TESIS DE GRADO,
Escuela Politécnica Nacional, 1996.
6. Oscar Díaz,
TESIS DE GRADO,
Escuela Politécnica Nacional, 1997.
7. Carlos Egas,
APUNTES DE RADIOCOMUNICACIONES ESPACIALES,
Escuela Politécnica Nacional, 1994.

8. EF DATA.
C-BAND SATELLITE TERMINAL,
Installation and Operation Manual, 1995.

9. EF-DATA.
SATELLITE MODEM,
Instalation and Operation Manual, 1996

10. Andrew.
CATALOG 37,
Systems planning/Product Specifications/Service, 1997.

11. Belden,
MASTER CATALOG,
1995.

12. RF/IF Designer's Handbook,
MINI-CIRCUITS,
1993.

13. Cornell Garry,
MANUAL DE VISUAL BASIC 5.0,
Primera Edición.

14. Allen Telecom Group

15. CMOS Data Book,
NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION

16. <http://www.cdradios.com/30622.htm>
17. <http://www.mitec.com>
18. <http://www.comtechcom.com>
19. <http://jcatech.com/lna3.htm>
20. <http://www.maxtech-sat.com/cat-lna.htm>
21. <http://www.radioville.com/lna7000.html>
22. <http://comets.ksc.com/kaman/statcoll/3000cbn.html>
23. <http://www.geocities.com/SiliconValleyFoothills/2105/jacinto1.htm>
24. http://www.protel.com/library/psd_ti.htm
25. <http://mvxg1.fis.utovrm.it/tvsat/satellit.html>
26. <http://www.timesmicrowave.com/cgi-bin/calculate>

ANEXOS

ANEXO A

MONITOREO DESDE EL PANEL FRONTAL DEL TRANSCCEPTOR EF-DATA

A.1. OPERACION:

La operación del transceptor, puede realizarse desde un terminal o desde un “KIT-PAD¹” que puede adquirírsele al mismo distribuidor de los transceptores. En el caso del RFT-500, como una opción puede disponerse de un teclado incorporado en el mismo.

Hay que tomar en cuenta que en el caso de estos transceptores, cuando se realiza un cambio en las frecuencias, automáticamente la salida de RF se apaga por lo que se requiere que se la vuelva a prender.

A.1.1.PANEL FRONTAL. Viene con la serie RFT-500 de manera opcional, y sirve de interfaz para la operación de un usuario local. Este display puede apreciarse en la Figura A.1

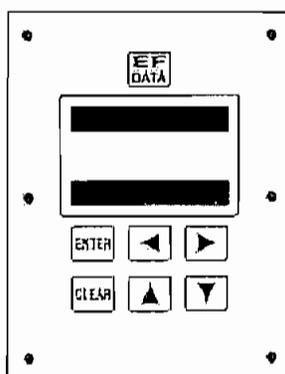


Figura A.1 Display para monitoreo local

¹ KIT PAD: Equipo que sirve para un monitoreo local de los transceptores.

Este panel, consta de un display de 16 caracteres desplegados en 2 líneas de Display de Cristal Líquido (LCD)² y 6 teclas para funciones específicas. Cada tecla tiene su propia función lógica como se detalla en la Tabla A.1

ENTER	Esta tecla se usa para seleccionar la función desplegada o ejecutar un cambio a la configuración final.
CLEAR	Usada para regresarse de una selección o para cancelar una configuración cambiada mientras no se haya ejecutado ENTER. CLEAR retorna el display a la selección previa.
← y →	Estas teclas se usan para moverse a la siguiente selección o mover el cursor
↑ y ↓	Estas teclas se usan principalmente para cambiar la configuración de los datos (números) pero a veces se usa para moverse de una sección a otra.

Tabla A.1 Asignación de teclas en el panel frontal

Desde este panel se puede acceder a todas las funciones.

La unidad RFT-500 responde con un tono cuando se presiona una tecla. Un solo tono indica que la tecla presionada fue válida y que la acción fue tomada. Un doble tono indica que la tecla presionada no es válida y por tanto la acción no fue tomada.

El control del panel de la unidad presenta una estructura a manera de árbol. Cuando se conecta a la energía el transceptor, en la primera línea del display aparece el número del modelo del terminal. En la segunda línea muestra el número de versión del “firmware” implementado en el terminal.

² LCD : (Liquid Crystal Display). Display de cristal líquido.

El nivel principal del menú del sistema es el menú SELECT al cual se accesa presionando una de las teclas con flecha. Dentro de este menú pueden ser seleccionadas las siguientes categorías:

- Función de Configuración.
- Función de Monitoreo.
- Función de Fallas.

Presionando [→] o [←] se puede mover de una selección a otra. Cuando la función deseada se muestre en la segunda línea, puede accederse dentro de este menú presionando la tecla [ENTER].

En las Figuras, A.2, A.3 y A.4, se muestra el menú del RFT-500 ó RFT-505 para la versión 2.4 con sus respectivos niveles a manera de árbol.

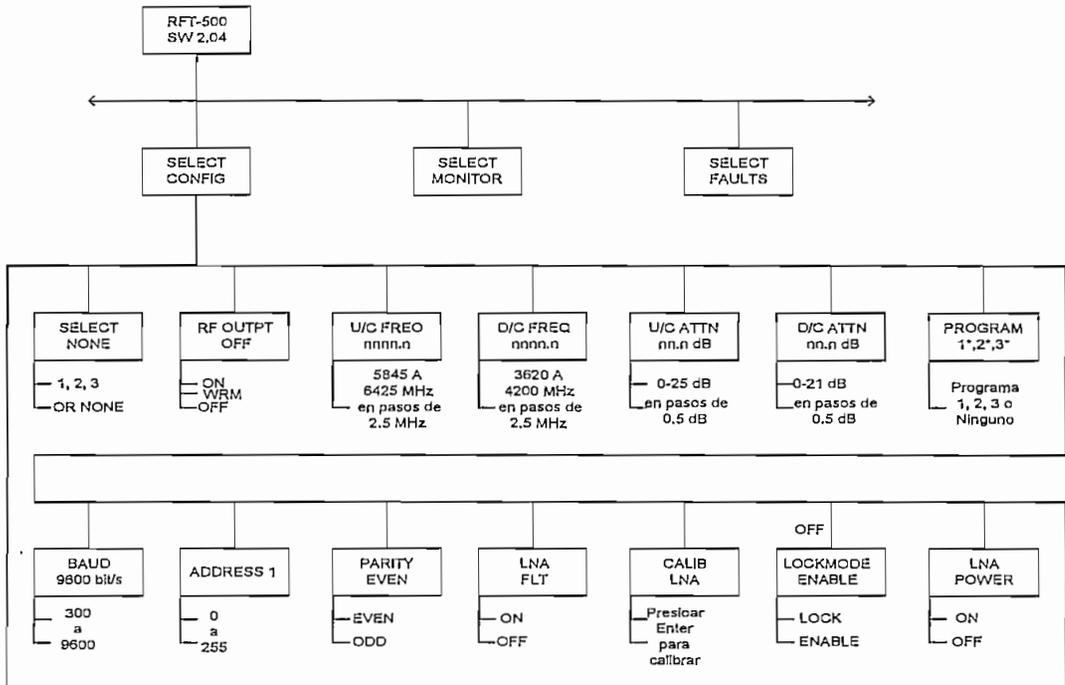


Figura A.2 Menú de Configuración

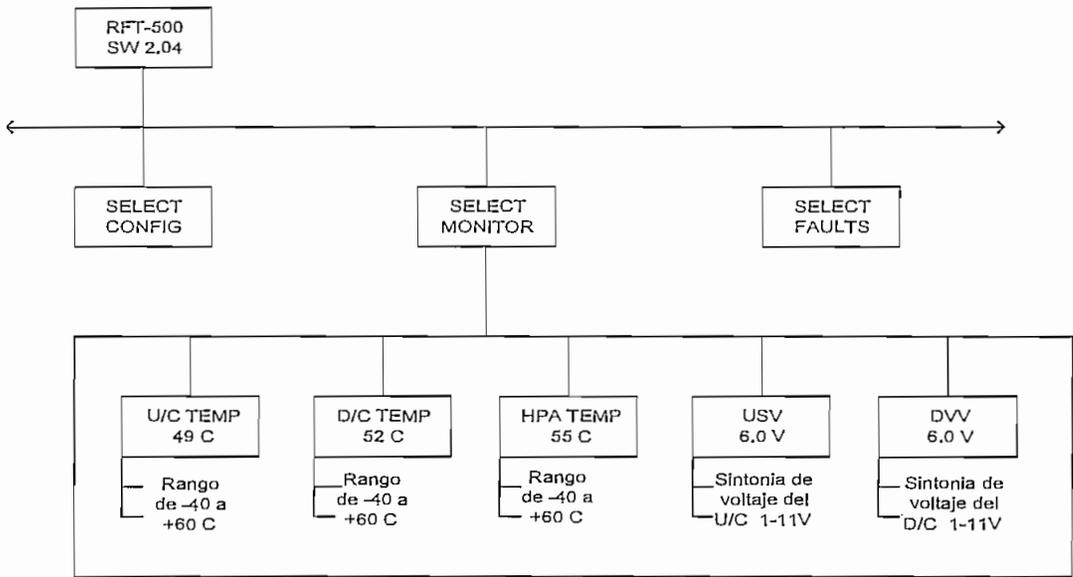


Figura A.3 Menú Monitor

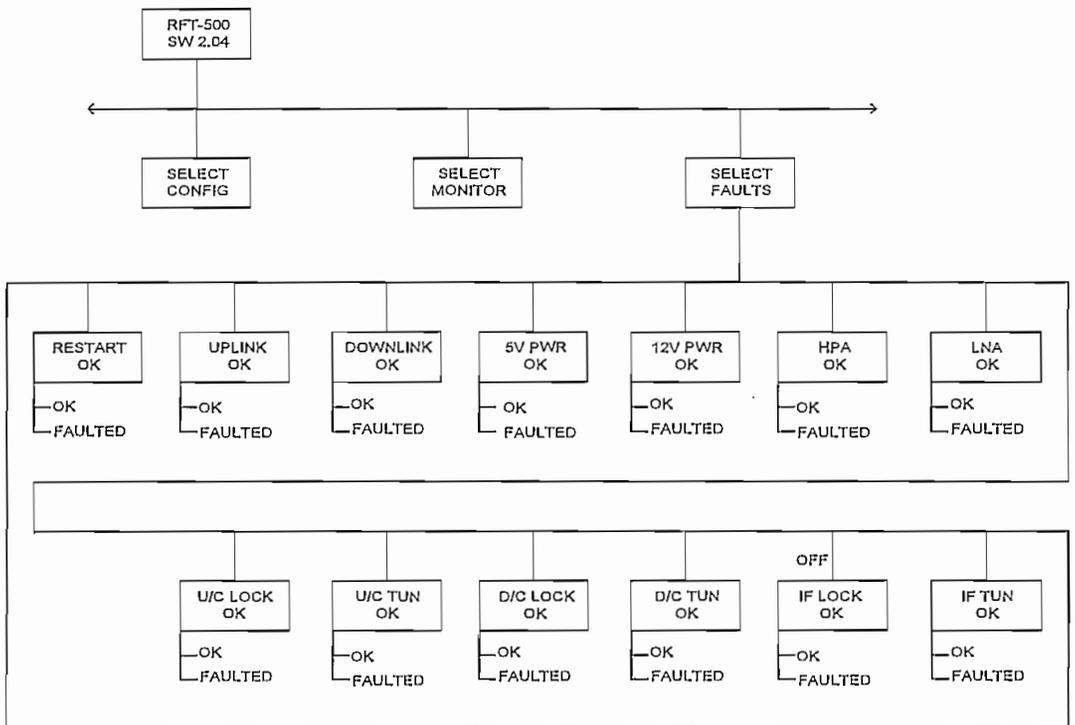


Figura A.4 Menú de Fallas

A.1.1.1 Menú de Configuración. La configuración del RFT-500, puede ser observada y/o cambiada entrando a este menú desde el panel opcional que se encuentra en la unidad. Para el caso de los RFT-505, la visualización y/o el cambio de los parámetros se lo realiza ya sea desde un PC o desde un “KIT PAD” que cumple con esta finalidad. Para el caso del control desde un PC, se mencionará más adelante.

Una vez dentro de este menú, nos podemos mover a cualquiera de los parámetros con las teclas [←] o [→]. Para cambiar un parámetro de la configuración, presionamos [ENTER] en el parámetro deseado. Luego, el cursor parpadea en el dato a cambiarse y haciendo uso de las teclas [↑], [↓], [→] y [←] colocamos el valor deseado en el mismo. Cuando el display muestre el parámetro deseado, presionamos [ENTER] para que tome efecto el cambio. Si se presiona la tecla [CLEAR] antes de presionar [ENTER], el cambio no toma efecto y el parámetro tomara el dato que poseía antes del cambio.

La Tabla A.2, describe el detalle de cada parámetro en el menú de configuración.

A.1.1.2 Menú de monitoreo. Cada función de monitoreo es desplegada en tiempo real. En la Tabla A.3, se muestra los parámetros a monitorearse.

U/C Temp	Monitorea la temperatura del convertidor de subida. Su rango va desde -40 hasta +90 °C.
D/C Temp	Monitorea la temperatura del convertidor de bajada. Su rango va desde -40 hasta +90 °C.
HPA Temp	Monitorea la temperatura del HPA. Su rango va desde -40 hasta 90 °C.
TUV	Monitorea la sintonía de voltaje para el sintetizador del convertidor de subida. Su rango va desde 1V hasta 11V.
TDV	Monitorea la sintonía de voltaje para el sintetizador del convertidor de bajada. Su rango va desde 1V hasta 11V.
TIV	Monitorea la sintonía de voltaje para el IFLO. Su rango va desde 1V hasta 11V.

Tabla A.3._ Menú de Monitoreo

SELECT	Selecciona una de las tres configuraciones pregrabadas. Antes de esto, se debe guardar los parámetros de configuración en el menú PROGRAM.
RF_OUTPUT	Realiza el prendido y apagado de la salida de la unidad de RF por software para que pueda transmitir sus portadoras.
UC_FREQ	Coloca la frecuencia del convertidor de subida entre 5845 y 6425 MHz, en pasos de 2,5 MHz.
DC_FREQ	Coloca la frecuencia del convertidor de bajada entre 3620 y 4200 MHz, en pasos de 2,5 MHz.
U/C ATTN	Coloca la atenuación de energía de salida del convertidor de subida desde 0 hasta 25 dB, en pasos de 0,5 dB.
D/C ATTN	Coloca la atenuación de energía de entrada del convertidor de bajada desde 0 hasta 31 dB, en pasos de 0,5 dB.
PROGRAM	Almacena o limpia las frecuencias y atenuaciones actuales en uno de los tres pregrabados de selección. En la pantalla aparecerá 1* , 2* , ó 3*. Con las teclas [←] ó [→] nos movemos al programa deseado. Al entrar, el cursor titilará en uno de los *s y presionando [↑] ó [↓] podemos pasar de ON a OFF o viceversa. Si el * está en ON y presionamos [ENTER], se clearará los parámetros almacenados en este. Si el * está en OFF y presionamos [ENTER] se almacenará los parámetros actuales de atenuación y frecuencias en la localización de grabado.
ADDRESS	Programa la dirección remota del terminal.
BAUD	Programa la velocidad en baudios del terminal. Esta velocidad está entre 300 y 9600 bps con velocidades predefinidas.
PARITY	Programa el bit de paridad Par o Impar
LNA FLT	Habilita o deshabilita el monitoreo de fallas del LNA. Cuando está en ON reportará las fallas en el panel frontal en el menú de fallas. Cuando está en OFF todas las fallas del LNA serán ocultados en el panel.
CALIB LNA	Sirve para calibrar el LNA. Si se presiona [ENTER] se ejecutará una conversión analógica a digital del actual LNA y el valor es almacenado en la EEPROM. En operación normal, si el LNA se desvía en un 30% del valor, se generará una alarma en el menú de fallas.
LOCK MODE	Si el sistema es ubicado en modo de bloqueo, los parámetros no pueden ser cambiados. Esto, sirve para prevenir cambios accidentales por personal no autorizado. El modo debe cambiarse a enable para poder realizar cambios en la configuración.

Tabla A.2 Menú de Configuración.

A.1.1.3 Menú de fallas Despliegan el estado de fallas actual de la unidad. Este es mostrado con OK cuando no existe falla y con FLT cuando existe una falla. En la tabla A.4, se muestra las fallas a monitorearse.

+5 VOLT	Falla en el suministro de energía de +5V. En este estado el transceptor no activará la salida de RF (RF OUTPUT OFF).
+12 VOLT	Falla en el suministro de energía de +12V. En este estado el transceptor no activará la salida de RF (RF OUTPUT OFF).
HPA	Falla en el HPA . Usualmente indica que el HPA no está presente o no está operando. En este estado el transceptor no activará la salida de RF (RF OUTPUT OFF).
LNA	Falla en el LNA. Usualmente indica que el LNA no está presente o que ha fallado. En este estado el transceptor no activará la salida de RF (RF OUTPUT OFF).
U/C LOCK	Falla en el bloqueo del convertidor de subida. Esta falla apagará el transceptor. (RF OUTPUT OFF).
U/C TUN	Falla en la sintonía del convertidor de subida
D/C LOCK	Falla en el bloqueo del convertidor de bajada. Esta falla no apagará el transceptor.
D/C TUN	Falla en la sintonía del convertidor de bajada.
IF LOCK	Falla en el bloqueo del sintetizador de IF. Esta falla apagará el transceptor.
IF TUN	Falla en la sintonía de IF.

Tabla A.4. Menú de Fallas.

ANEXO B

MANEJO DEL TRANSECTOR A TRAVES DE COMANDOS

B.1 Generalidades.

El control remoto y el estado de la información del transceptor, son transferidos por un enlace de comunicación serial ya sea por un interfaz RS-232 o RS-485.

Los comandos y datos son transferidos a través del enlace de comunicación como caracteres ASCII.

El enlace de comunicación remota es operado en modo half-duplex. La comunicación en el enlace remoto es iniciada por un controlador o terminal remoto.

El transceptor, nunca transmite datos en el enlace a menos que haya sido enviado un comando.

B.1.1 Estructura del mensaje.

El formato de caracteres ASCII a usarse, requiere de 11bits/caracter.

- 1 bit de inicio.
- 7 bits de información
- 1 bit de paridad (par /impar)
- 2 bits de parada.

El mensaje es enviado a manera de comandos y respuestas. Los comandos son mensajes que son transferidos al transceptor, mientras que las respuestas son los mensajes que retornan desde el transceptor en respuesta a un comando.

La estructura general del mensaje es:

- Caracter de inicio.
- Dirección del dispositivo.
- Comando/Respuesta.
- Caracter de fin de mensaje.

B.1.1.1 Caracter de inicio. Un único caracter precede a todo el mensaje transmitido en el enlace remoto. Este caracter es:

“<” para comandos.

“>” para respuestas.

B.1.1.2 Dirección del dispositivo. La dirección del dispositivo es la dirección del transceptor que responde a un determinado comando (valido para interfaz RS-485)

La dirección válida para los transceptores va de 1 a 3 caracteres de largo cuyo rango está entre 1 y 255. La dirección 0 está reservada como una dirección global el cual simultáneamente direcciona a todos los dispositivos en un enlace de comunicación dado. Los dispositivos no reconocen los comandos globales.

Cada transceptor que se encuentra conectado a un enlace de comunicación común remoto debe tener su propia dirección. La dirección es seleccionable por software y debe estar entre 1 y 255.

Nota: “add” es usado para indicar una dirección valida del transceptor entre 1 y 255

B.1.1.3 Comandos/Respuestas. La parte de comandos/respuestas del mensaje, tiene una secuencia de caracteres de longitud variable, los cuales llevan los datos de los comandos y las respuestas.

Si el controlador recibe una dirección del mensaje que no concuerda con el protocolo o no puede ser implementado, se envía como respuesta un mensaje de no reconocimiento. Estos mensajes pueden ser:

- >add/?ER1_PARITY ERROR “cr”lf’]
Mensaje de error por paridad errónea.
- >add/?ER2_INVALID PARAMETER “cr”lf’]
Mensaje de error por un comando reconocido el cual no puede ser implementado o tiene parámetros que están fuera de rango.
- >add/?ER3_UNRECOGNIZABLE COMMAND “cr”lf’]
Mensaje de error por un comando no reconocido o está mal la sintaxis del comando.
- >add/?ER4_CONTROLLER IN LOCK MODE “cr”lf’]
El transceptor esta en modo de bloqueo. Debe estar habilitado este modo primero.
- >add/?ER5_NOT SUPPORTED BY HARDWARE “cr”lf’]
El comando es un comando valido, sin embargo, no es soportado por la configuración de hardware actual.

B.1.1.4 Caracter final. Cada mensaje es terminado con un solo caracter el cual señala la terminación del mensaje.

- “cr” caracter de retorno para comandos.
- “]” para respuestas.

Cada uno de los parámetros tiene su propio comando ya sea para cambio de algún parámetro o simplemente para monitoreo. A continuación, en la Tabla B.1 se detallan los comandos y respuestas utilizados.

PARAMETRO	COMANDO	RESPUESTA	ESTADO	RANGO
Frecuencia U/C	<add/UCF_nnnn.n	>add/UCF_nnnn.n	<add/UCF	5845.0 a 6425.0 en pasos de 2.5 MHz
Frecuencia D/C	<add/DCF_nnnn.n	>add/DCF_nnnn.n	<add/DCF	3620.0 a 4200.0 en pasos de 2.5 MHz
Salida RF	<add/RF_xxx	>add/RF_xxx	<add/RF_	ON, WRM, OFF
Atenuador U/C	<add/UCA_nn.n	>add/UCA_nn.n	<add/UCA_	0.0 a 25.0 en pasos de 0.5 dB
Atenuador D/C	<add/DCA_nn.n	>add/DCA_nn.n	<add/DCA_	0.0 a 21.0 en pasos de 0.5 dB
Configuración preseleada	<add/SEL_n	>add/SEL_n	<add/SEL_	1, 2, 3
Conf. Preseleada programada	<add/PGM_n	>add/PGM_n	<add/PGM_	1, 2, 3
Borrada de conf. Preseleada programada	<add/CPGM_n	>add/CPGM_n	<add/CPGM_	1, 2, 3
Modo de bloqueo	<add/LM_xx	>add/LM_xx	<add/LM_	LK = bloqueo EN = habilitado
Selección de direc. RS-232	<add/AS_xxx	>add/AS_xxx	<add/AS_	1 a 255
Selec. Paridad RS-232	<add/PS_xx	>add/PS_xx	<add/PS_	OD = impar EV = par NO = ninguno
Calibrac. LNA	<add/CLNA_	>add/CLNA_		
Habilitar fallas LNA	<add/LFE_xxx	>add/LFE_xxx	<add/LFE_	On / Off
Habilitar fallas externas	<add/XFE_xxx	>add/XFE_xxx	<add/XFE_	On / Off
Habilitar energía al LNA	<add/LPE_xxx	>add/LPE_xxx	<add/LPE_	On / Off
Modo de switcheo redundante	<add/RSW_xxxxx	>add/RSW_xxxxx	<add/RSW_	Indep Dep
Estado de configuración	<add/OS_	>add/OS_		
Estado de fallas	<add/FS_	>add/FS_		
Estado de fallas actuales	<add/SF_	>add/SF_xx		OK FLT
Estado de mantenimiento	<add/MS_	>add/MS_	<add/	

Tabla B.1 Comandos y Respuestas para monitoreo y control

ANEXO C

UBICACION DEL SEGMENTO ESPACIAL

SATELITE	LONGITUD
Satélite EXPRESS 6 / GORIZONT 24	80,0 Este
Satélite THAICOM 2/3	78,4 Este
Satélite APSTAR 2R:	76,5 Este
Satélite PANAMSAT PAS-4:	68,4 Este
Satélite INTELSAT 704:	66,0 Este
Satélite INTELSAT 602:	63,0 Este
Satélite INTELSAT 801:	62,0 Este
Satélite INTELSAT 604:	60,0 Este
Satélite INTELSAT 703:	57,0 Este
Satélite GORIZONT 17:	53,0 Este
Satélite INTELSAT 804:	44,0 Este
Satélite TÜRKSAT 1C:	42,0 Este
Satélite GORIZONT 31:	40,5 Este
Satélite GALS 1+2 / TDF-2:	36,0 Este
Satélite TÜRKSAT 1B:	31,0 Este
Satélite ARABSAT 2B:	30,5 Este
Satélite DFS KOPERNIKUS 2:	28,5 Este
Satélite ARABSAT 2A:	26,0 Este
Satélite EUTELSAT I-F4:	25,5 Este
Satélite DFS KOPERNIKUS 1:	23,5 Este
Satélite EUTELSAT I-F5:	21,5 Este
Satélite ASTRA 1D:	19,2 Este
Satélite ASTRA 1C:	19,2 Este
Satélite ASTRA 1A:	19,2 Este
Satélite ASTRA 1B:	19,2 Este
Satélite ASTRA 1E:	19,2 Este
Satélite ASTRA 1F:	19,2 Este
Satélite ASTRA 1G:	19,2 Este
Satélite EUTELSAT II F3:	16,0 Este
Satélite EUTELSAT II F1:	13,0 Este
Satélite HOT BIRD 1:	13,0 Este
Satélite HOT BIRD 2:	13,0 Este
Satélite HOT BIRD 3:	13,0 Este

SATELITE	LONGITUD	
Satélite HOT BIRD 4 (planned):	13,0	Este
Satélite EUTELSAT II F2:	10,0	Este
Satélite EUTELSAT II F4 M:	7,0	Este
Satélite SIRIUS 1:	6,0	Este
Satélite SIRIUS 3 (planned):	5,0	Este
Satélite SIRIUS 2:	4,8	Este
Satélite TELECOM 2C:	3,0	Este
Satélite TV-SAT:	0,6	Oeste
Satélite THOR 1:	0,8	Oeste
Satélite THOR 2:	0,8	Oeste
Satélite INTELSAT 707:	1,0	Oeste
Satélite AMOS:	4,0	Oeste
Satélite TELECOM 2B / 2D:	5,0	Oeste
Satélite TELECOM 2A:	8,0	Oeste
Satélite GORIZONT 26:	11,5	Oeste
Satélite EXPRESS 2:	14,0	Oeste
Satélite INMARSAT:	15,5	Oeste
Satélite LUCH 1 (Inclined Orbit):	16,0	Oeste
Satélite INTELSAT 705:	18,0	Oeste
Satélite INTELSAT 803:	21,3	Oeste
Satélite INTELSAT K:	21,5	Oeste
Satélite INTELSAT 603:	24,5	Oeste
Satélite INTELSAT 605:	27,5	Oeste
Satélite INTELSAT 515:	29,0	Oeste
Satélite HISPASAT 1A/1B:	30,5	Oeste
Satélite INTELSAT 506:	32,5	Oeste
Satélite INTELSAT 601:	34,5	Oeste
Satélite ORION-1:	37,5	Oeste
Satélite INTELSAT 502:	40,5	Oeste
Satélite TDRSS A 41:	41,0	Oeste
Satélite PANAMSAT PAS-3-R:	43,0	Oeste
Satélite PANAMSAT 1:	45,0	Oeste
Satélite TDRSS-6:	46,0	Oeste
Satélite INTELSAT 705:	50,0	Oeste
Satélite INTELSAT 706:	53,0	Oeste
Satélite PANAMSAT 5:	58,0	Oeste

Tomado del Internet

<http://mvxg11.fis.utovrm.it/tvsat/satellit.html>

ANEXO D

IESS-410

**INTELSAT SPACE SEGMENT LEASED TRANSPONDER
DEFINITIONS AND ASSOCIATED OPERATING CONDITIONS**

INTELSAT SPACE SEGMENT LEASED TRANSPONDER DEFINITIONS

AND ASSOCIATED OPERATING CONDITIONS

1.0 INTRODUCTION

1.1 Earth Station Access

The space segment resources identified in this document are utilized through fractional or full transponder leases which are accessed by earth stations qualifying as Standard G or Z* earth stations. Earth stations approved in categories of Standard A, B, C, D, E, F, H and K which are qualified to access space segment capacity appropriate to Standard G, will retain their original classification as well as automatically assume the Standard G (IESS-601) classification.

Standard G is used with international and domestic leased services.

Procedures to be followed in applying for a lease and then accessing the leased space segment are available from INTELSAT.

2.0 LEASED TRANSPONDER DEFINITIONS

2.1 Non-Preemptible Leases

A non-preemptible lease supports any type of service, without restriction, on a domestic, regional, or international basis. Non-preemptible leases are available in any bandwidth from 100 kHz up to a full transponder in integer multiples of 100 kHz.

2.2 Preemptible Leases

Preemptible leases may be used to provide any international or domestic service except international public switched telephony services and IBS. The preemptible lease may be used to provide service for Broadcast and Private Networks. Preemptible leases are available in any bandwidth from 100 kHz up to a full transponder in integer multiples of 100 kHz.

* With the approval of IESS-601 (Rev. 4), the Standard Z classification was discontinued. Earth stations previously approved as Standard Z will retain this designation, but will be considered as indistinguishable from a Standard G.

2.2.1 Long-Term Preemptible Leases

Long-term preemptible leases are from 1 to 10 years. The capacity that can be used for long-term preemptible leases is limited. Refer to the INTELSAT Service Manual for the limitation of this type of lease.

2.2.2 Short-Term Preemptible Leases

In each ocean region, unused capacity on all satellites will be available for the provision of short-term preemptible leases of less than one year, subject to INTELSAT Management's assessment of the operational implications of each lease allocation.

2.3 Leased Transponder Resources

An overview of INTELSAT's full transponder resources is provided, for reference purposes, in Appendix A. Specific definitions for standard bandwidth units such as 9 MHz, 18 MHz, 36 MHz, etc., as well as definitions for full transponder leases are provided in the following Appendices:

<u>Appendix</u>	<u>Satellite</u>
B	INTELSAT V, VA, VA(IBS), and VI
C	INTELSAT K
D	INTELSAT VII
E	INTELSAT VIIA
F	INTELSAT VIII
G	INTELSAT VIIIA

Lease Definitions for all other bandwidths are described in the following Sections 2.3.1 and 2.3.2.

2.3.1 Multicarrier Operation

Preemptible and non-preemptible leases are offered for any bandwidth from 100 kHz* up to a full transponder for integer multiples of 100 kHz. The resources for the 9 MHz leases are provided in Appendices B, C, D, E, F and G as examples. However, resources for other bandwidths can be calculated by scaling the 9 MHz resources using the following factor:

$$r = 10 \times \log_{10} \frac{9000 \text{ kHz}}{n \times 100 \text{ kHz}}, \text{ dB}$$

where: n = number of 100 kHz lease segments desired, and n = 1, 2, ...,
The factor r is subtracted from the 9 MHz lease flux density and e.i.r.p. to obtain the flux density, and e.i.r.p. of the lease. The G/T value is the same for all leases.

Example 1: 300 kHz Lease

For a 300 kHz lease, n = 3 and:

$$r = 10 \times \log_{10} \frac{9000 \text{ kHz}}{3 \times 100 \text{ kHz}} = 14.8 \text{ dB}$$

If the lease is for a hemispheric up/hemispheric down beam of an INTELSAT VII (F1-F3), the resources can be calculated as follows:

From Table 2, Appendix D:

1. e.i.r.p. resource for 9 MHz = 19.0 dBW
2. Flux density resource for 9 MHz = -88.8 dBW/m² (lowest gain)
3. G/T = -7.5 dB/K (hemispheric 2)

Therefore, the resources for the 300 kHz lease are:

1. e.i.r.p. resource = 19.0 - 14.8 = 4.2 dBW
2. Flux density = -88.8 - 14.8 = -103.6 dBW/m²
3. G/T = -7.5 dB/K

* Prior to IESS-410 (Rev. 2A), only Intelnet services were offered in 100 kHz increments below 9 MHz.

Example 2: 30 MHz Lease (Multicarrier Operation)

For a 30 MHz lease, $n = 300$ and:

$$r = 10 \times \log_{10} \frac{9000 \text{ kHz}}{300 \times 100 \text{ kHz}} = -5.2 \text{ dB}$$

If the lease is for a hemispheric up/hemispheric down beam of an INTELSAT VII (F1-F3), the resources can be calculated as follows:

From Table 2, Appendix D:

1. e.i.r.p. resource for 9 MHz = 19.0 dBW
2. Flux density resource for 9 MHz = -88.8 dBW/m² (lowest gain)
3. G/T = -7.5 dB/K (hemispheric 2)

Therefore, the resources for the 30 MHz lease are:

1. e.i.r.p. = 19.0 + 5.2 = 24.2 dBW
2. Flux density = -88.8 + 5.2 = -83.6 dBW/m²
3. G/T = -7.5 dB/K

2.3.2. Single Carrier Operation (≥ 18 MHz)

Leases with bandwidths greater than 18 MHz which operate a single carrier per leased bandwidth may qualify for resources which are higher than the resources calculated based on the multicarrier operation and described in Section 2.3.1. The available resources in this case depends on factors such as other lease(s) assigned to the rest of the transponder, the type of carriers in the lease, the leased bandwidth, etc. The resources for these leases will be considered, upon request, on a case-by-case basis by INTELSAT.

2.4 Intelnet Leases

In some portions of the Appendices to this module, reference is made to Intelnet. Prior to the release of Revision 2A of IESS-410, Intelnet was the only service offered in bandwidth increments of 100 kHz up to 9 MHz. This bandwidth limitation no longer exists (see Sections 2.1 and 2.2).

2.5 Operation of a Digital TV Carrier and an Analog TV Carrier in the Same Transponder (Two Carriers Per Transponder Operation)

The two carrier per transponder resources shown in Appendices B, C, D, E, F and G considers a special case when only two large carriers occupy the entire transponder. In this case the transponder is operated closer to saturation than is achievable with multicarrier operation. If one of the carriers is digital TV and the other carrier is analog TV, then the analog carrier may suffer degradation due to interference from the digital carrier. Special transmission planning is likely to be needed in this case (e.g., reducing the digital carrier's level compared to the analog carrier level). With this carrier configuration, the full e.i.r.p. resources of the leased bandwidth will not necessarily be available and will require a case-by-case review of the transmission plans for both carriers, and possibly field tests, before the plan(s) can be approved.

3.0 OPERATING CONDITIONS

3.1 Transmission and Frequency Plans

- Due to the potential for mutual interference between co-channel transponders on
- INTELSAT satellites, adjacent satellite interference from INTELSAT satellites or
- other satellite networks and the need to ensure compliance with the applicable
- transponder lease definitions, it is necessary that transmission and frequency plans be
- submitted to INTELSAT for approval prior to accessing the space segment.

Transmission and frequency plans should be provided to INTELSAT well in advance of their expected operational date in order to allow sufficient time to take into account any changes which may become necessary. They will be evaluated and approved in a timely manner. Procedures to be followed in submitting these plans are available in SSOG-600 which can be obtained from the INTELSAT Operations Division. A personal computer program called LST is available from the INTELSAT Conference Services Division upon request. LST is a transmission plan design aid.

3.1.1 Power Flux Density (PFD) at the Earth's Surface

- INTELSAT's review of the transmission plan will also include an evaluation to
- ensure compliance with ITU Radio Regulation Article 28 dealing with the
- power-flux density limits at the earth's surface. In general, most transmission plans will be able to meet this limit, however, special attention is needed for configurations involving beam patterns directed towards the edge of the earth (low elevation angles)

and transponders operating near saturation with one or two carriers. Under these circumstances it may be important that an energy dispersal waveform be applied with sufficient spreading to meet the PFD limit.

3.2 Ability to Vary a Carrier's Power and Frequency

- An integral part of the lease transmission and frequency plan must be the ability to
 - vary carrier power and center frequency whenever the co-frequency transponder
 - carrier assignments or intersystem coordination constraints require it.
- Due to the probability that very large networks will exist for some applications, INTELSAT will make its best effort to minimize changes of frequency.

3.3 Guardbands for Fractional Transponder Leases

- If the leased bandwidth (allotment size) is less than the bandwidth of the transponder
- in which the lessee is assigned, then a minimum guardband at each edge of the
- leased bandwidth shall be made available which is equal to 5 percent of the
- bandwidth of the carrier adjacent to that band edge or 2 kHz, whichever is larger. If
- the lease is assigned to a transponder such that it falls at either edge of it, then the
- guard band is only required for the edge of the leased bandwidth which is adjacent to
- the remainder of the transponder.

In the special case of 24 MHz leases, where only three large carriers (each having an available bandwidth of about 17.5 MHz) are assigned to a 72 MHz transponder, the carrier frequency assignments will be planned such that a guardband of about 1 MHz will be available between adjacent carriers without reducing the 17.5 MHz allocated bandwidth. (If the 17.5 MHz carriers are television carriers with audio subcarriers, then different subcarrier frequencies should be used to avoid crosstalk interference among the subcarriers).

3.4 Transponder Gain Step Selection

The following sections describe transponder gain steps for each satellite series. Questions regarding the status of a particular transponder's gain step should be addressed to the AOR, IOR, or POR TOCC (Technical and Operational Control Center) within the INTELSAT Operations Division.

3.4.1 INTELSAT V, VA, VA(IBS) and VI

A decision concerning the transponder gain step to be used will depend upon the User's requirements and the availability of INTELSAT resources. It is anticipated, based on experience, that most leases will operate in the high gain mode. In the case of fractional transponder leases, INTELSAT will determine the gain step setting.

The lease definition tables show the flux density values for the low gain and the high gain modes. In the case of the INTELSAT VA(IBS) leases the flux density values shown for the high gain mode may, in certain specific operational configurations* , be reduced (e.g. -72.0 becomes -79.5 dBW/m²) by the following values for use with the extra high gain mode:

- a) 7.5 dB for all hemispheric beam transponders (6/4 GHz)
- b) 7.0 dB for all Ku-Band transponders (14/11 or 14/12 GHz)

3.4.2 INTELSAT K, VII, VIIA, VIII and VIIIA

Gain steps for INTELSAT K, VII, VIIA, VIII and VIIIA are different from INTELSAT V/VA and VI because they cover a large range (≥ 14 dB) in small steps (≤ 2.0 dB). The INTELSAT V, VA, VA(IBS), and VI, at Ku-band and C-band, only have a few gain steps. The following operating conditions for INTELSAT K, VII, VIIA, VIII and VIIIA gain step selection apply :

- a) The decision concerning the appropriate transponder gain step will depend upon the User's requirements and the availability of INTELSAT's resources.
- b) There may be limitations regarding which gain step is selected. This will depend on the transmission plan and gain step being used in the co-frequency transponder. Guidance on the appropriate gain step will be provided when the lessee's transmission plan is submitted to INTELSAT for review and approval.

3.5 Co-channel Interference

Co-channel interference between carriers occupying co-frequency transponders on the same satellite will need to be treated in the lessee's transmission plan. In some cases

* In the case of INTELSAT VA(IBS), if the full connectivity mode of operation is used, it is anticipated that hemi/spot channel 3-4 will be operated in the extra high gain mode. All other hemispheric and spot beam channels will, therefore, only be able to operate in either the high gain mode or extra high gain mode.

there will be mutual interference between the lessee and other leases and in other cases between the lessee and other INTELSAT services including those modulation techniques defined in the IESS-300 series.

During the frequency plan review process INTELSAT will endeavor to minimize the level of co-channel interference through appropriate techniques such as carrier frequency interleaving, adjusting power levels, and assignment of carrier center frequency. In general, under clear sky conditions and equal power levels, it is intended that the total level of co-channel interference into, or from, a lease will not decrease the total link C/N of a given carrier by more than the amount indicated below:

$$C/N \text{ (dB) total with interference} = C/N \text{ (dB) total without interference} \oplus X \text{ (dB)}$$

Where: X is given in Table 1, and \oplus means the power addition of two C/N values as calculated from the formula:

$$C(\text{dB}) = A(\text{dB}) \oplus B(\text{dB}) = 10 \log \{1/[(10^{0.1A})^{-1} + (10^{0.1B})^{-1}]\}$$

3.6 Transponder Intermodulation e.i.r.p. Density Limits

Intermodulation products formed in the satellite transponder amplifier will fall within the frequency band (on the downlink) of the transponder assigned to the lessee and/or will fall within the frequency band of an adjacent transponder(s). The limits shown in Table 2 have been derived to govern the intermodulation levels which cannot be exceeded for frequency bands outside the leased bandwidth (i.e. adjacent transponder(s) and/or unleased portion of the transponder).

Intermodulation products falling under the leased bandwidth itself are the responsibility of the lessee.

These criteria apply in all cases unless INTELSAT can confirm that the leased transponder service does not create unacceptable levels of interference into other INTELSAT services.

- For those transponders which are adjacent to the satellite beacons, frequency plans with two or more carriers will be limited to carrier frequency assignments which will not cause intermodulation products to interfere with the beacons.

3.7 Possible Limitation on the Use of Split Channel 5-6 of INTELSAT VII, VILA, and VIII

INTELSAT VII, VILA and VIII hemispheric, zone and Ku-Spot transponders in slot 5-6 are split by the input multiplexer into two 34 MHz transponders. However, the output multiplexer does not split the transponders and has a bandwidth of 72 MHz. Due to the multipath or adjacent channel interference, approximately the upper 4 MHz of transponder slot 5 and the lower 4 MHz of transponder slot 6 may not be available for assignment of small carriers with bandwidths less than 8 MHz. Lessees who intend to use the entire bandwidth of these transponders for assignment of small carriers need to consult with INTELSAT with respect to the limitations which may exist.

3.8 Adjacent Satellite Interference (ASI)

In the transmission planning process, Users should consider allocating a portion of the total noise budget to ASI. ASI presently exists with 3° satellite spacing. With INTELSAT's plans to operate some of its satellites with 2° spacing, ASI planning becomes an even more important consideration.

The level of ASI experienced by a lease is dependent upon the transponder connectivity of the interfering satellite, the antenna discrimination of the interfering uplink transmitting antenna towards the desired satellite, the receiving earth station antenna discrimination towards the adjacent satellite, the beam isolation between the interfering and the desired satellites antenna coverages at the receiving earth station location, and the relative e.i.r.p. density of the desired and interfering carriers.

During the frequency plan review process, INTELSAT will endeavor to minimize the level of ASI through appropriate techniques such as frequency interleaving, adjustment of power levels, the assignment of carrier center frequencies and the use of energy dispersal on TV-FM carriers.

Users operating in Ku-band Spot beams should indicate in their submitted plans the present and anticipated receive earth station antenna diameters and their geographic distribution. This information will enable INTELSAT to assess ASI levels in the case of overlapping Spot beams.

The guidelines in the following paragraphs are provided for Users to estimate the level of ASI that may be experienced.

3.8.1 Leases with Receive Earth Station Antennas Larger Than 4 m at C-Band and 1.2 m at Ku-Band

All leased transmission types, except TV/FM, are recommended by the ITU to allocate 15% of their total noise to aggregate ASI when operating with INTELSAT V and VI satellites and 20% of their total noise to aggregate ASI when operating with other satellites. The aggregate ASI allocation for TV/FM transmissions is 10% of the total noise (Rec. ITU-R S.483-2). A 20% aggregate ASI noise budget corresponds to a 6% single-entry ASI level when all adjacent satellites are evenly spaced.

3.8.2 Leases with Receive Earth Station Antennas Smaller than 4 m at C-Band and 1.2 m at Ku-Band

In the case of links with receive earth station antennas in this size category, uplink ASI will be insignificant compared with the downlink ASI since, for such cases, INTELSAT will attempt to frequency plan the adjacent INTELSAT satellite such that the interfering carriers are transmitted by large earth station antennas. The uplink off-axis emissions of large interfering antennas will generally be less than the maximum permitted by Rec. ITU-R S.524-4.

Links with earth station antennas in this size category may, however, experience downlink ASI levels in excess of the recommended values given in Section 3.8.1. In this case, ASI may be assessed using the methodology discussed below.

Table 3 shows the downlink e.i.r.p. density which should be assumed in the ASI calculations for the adjacent satellite. The e.i.r.p. density values given in Table 3 assume the transponders are operating with the multicarrier input/output backoffs as given in the lease definitions tables and that the transponders are operating simultaneously in a bandwidth and power-limited condition. This is equivalent to assuming that the transponder power is uniformly distributed over the full transponder bandwidth.

The User should contact INTELSAT, if necessary, to determine which INTELSAT satellite and which beam may potentially cause ASI. For each adjacent satellite which may potentially cause ASI, the following calculations need to be performed to calculate the single entry ASI:

$$(C/I)_{\text{ASI}} = \text{Lease carrier e.i.r.p. density at beam edge (dBW/4 kHz)} - \text{Adjacent satellite 1 e.i.r.p. density at beam edge (dBW/4 kHz)} + \text{Rx antenna discrimination in the direction of adjacent satellite 1}$$

$(C/I)_{ASI2} =$ Lease carrier e.i.r.p. density at beam edge (dBW/4 kHz) - Adjacent satellite 2 e.i.r.p. density at beam edge (dBW/4 kHz) + Rx antenna discrimination in the direction of adjacent satellite 2

$$(C/I)_{ASI, total} = (C/I)_{ASI1} \oplus (C/I)_{ASI2}$$

Where \oplus denotes dB addition, $A \oplus B = -10 \text{ Log}_{10} (10^{-(A/10)} + 10^{-(B/10)})$

$$\% \text{ ASI of Total Noise Budget} = 100 \times 10^{[(C/N)_{Req} - (C/I)_{ASI, total}]/10}$$

Where: $(C/N)_{Req}$ is the required clear-sky carrier power-to-noise power ratio.

If the % ASI computed from the two adjacent satellites exceeds 26% of the total noise,* INTELSAT should be consulted for guidance. INTELSAT will consider such transmissions on a case-by-case basis to determine if alternatives exist to reduce the level of ASI for such leases.

If the ASI contribution from the two adjacent satellites is less than the recommended values given in Section 3.8.1, a total aggregate ASI level equal to the recommended value should be used for planning purposes. For those leases with % ASI values falling in the range given by:

$$\text{recommended value} < \text{ASI} \leq 37\%$$

the ASI values computed based on the above formulas should be used for planning purposes.

4.0 SATELLITE ANTENNA PATTERN ADVANTAGE

During lease operation, earth stations within but not at the edge of the respective satellite beam contour will benefit from a satellite antenna pattern advantage. The flux density, e.i.r.p., and receiving system sensitivity values shown in Appendices B, C, D, E, F and G may be corrected by the amount of antenna pattern advantage for the

* Lease carriers experiencing a downlink ASI level of 26% from the two adjacent satellites will have an aggregate ASI level (uplink + downlink) of approximately 37%. This represents a 1 dB increase above the 20% aggregate ASI level recommended by the ITU. This ASI level has been selected as an upper bound value for small earth stations operating in the INTELSAT system to consider in their transmission planning before contacting INTELSAT.

TABLE 1(a)
 VALUE OF "X" FOR USE WITH CO-CHANNEL
INTERFERENCE CALCULATIONS (SECTION 3.5)
 (INTELSAT V, VA, VI, VII, VIIA, VIII and VIIIA)

Beam Connection		Value of X in dB (1),(2)						
<u>Uplink</u>	<u>Downlink</u>	<u>V</u>	<u>VA</u>	<u>VI</u>	<u>VII</u>	<u>VIIA</u>	<u>VIII</u>	<u>VIIIA</u>
Global	Global	-	23.0	23.0	23.0	23.0	24.0	-
Global	C-Spot	-	22.0	-	21.0	21.0	-	-
Global	Hemi	-	-	-	20.0	20.0	22.0	-
C Spot	C-Spot	-	-	-	20.0	20.0	-	-
C-Spot	Global	-	-	-	22.0	22.0	-	-
C-Spot	Hemi	-	-	-	19.0	19.0	-	-
Hemi	Hemi	19.0	19.0	17.0	17.0	17.0	18.5	20.8
Hemi	Global	-	-	-	19.0	19.0	19.5	-
Hemi	Ku-Spot	22.0	22.0	20.0	20.0	18.5	20.0	24.1
Hemi	Zone/C-Spot	19.0	19.0	17.0	18.0	18.0	18.5	-
Zone	Hemi	19.0	19.0	17.0	18.0	18.0	20.0	-
Zone	Zone	19.0	19.0	17.0	19.0	19.0	20.0	-
Zone	Ku-Spot	22.0	22.0	20.0	21.0	20.0	22.5	-
Ku Spot	Ku-Spot	30.0	30.0	30.0	27.0	20.5	29.0	-
Ku-Spot	Hemi	22.0	22.0	20.0	20.0	19.0	22.5	23.6
Ku-Spot	Zone	22.0	22.0	20.0	21.0	19.5	22.5	-
Ku Spot	Global	-	-	-	-	24.0	25.5	-
Ku-Spot	C-Spot	-	-	-	-	22.5	-	-
Global	Ku-Spot	-	-	-	-	-	25.5	-

NOTES:

- (1) Assumes a polarization discrimination of at least 27.3 dB for the C-Band earth stations. Antennas with polarization discrimination less than 27.3 dB should consult INTELSAT for applicable values of "X".
- (2) Assumes a separation between the spot beams of at least 8.0° (in spacecraft coordinates) for INTELSAT V, VA, and VI, separation of at least 9.5° for INTELSAT VII and VIIA and a separation of at least 7.2° for INTELSAT VIII and VIIIA. A case-by-case analysis is necessary if separations less than the values mentioned above are used. For INTELSAT VII(F3-F5) the spot 3 polarization can be switched by ground command between vertical and horizontal. In this case the isolation between Spot 3 and Spot 1 or Spot 2, when the beams are co-polar, can be less than 30 dB even with beam separations of greater than 9.5°.

TABLE 2(b)
TRANSPONDER INTERMODULATION e.i.r.p. DENSITY LIMITS
 (INTELSAT K, VII, VIIA, VIII and VIIIA)

Uplink	Downlink Xponder Impacted by Intermod Products	Transponder up/down Frequency (GHz)	Satellite	Beam Edge Limit (dBW/4 kHz)
Any	EU or NA	14/11 or 14/12	K	-16.5
Any	SA	14/11 or 14/12	K	-18.5
Any	NA + SA (1)	14/11 or 14/12	K	-20.8
Any	C-Spot	6/4	VII/VIIA	-26.7/-27.8 (4), (5)
C-Spot	Hemi	6/4	VII/VIIA	-28.0 (4)
Any	Global	6/4	VII/VIIA	-37.0 (4), (6)
Global-Hemi	Global	6/4	VIII	-32.0 (4)
Global	Hemi	6/4	VII/VIIA	-34.0 (4), (7)
Hemi-Zone	Hemi-Zone	6/4	VII/VIIA	-37.0 (4), (11)
Any	Hemi-Zone	6/4 or 14/4	VIII	-30.0 (2), (4), (11)
Any	Hemi	6/4 or 14/4	VIIIA	-24.0 (13)
Any Spot	Hemi-Zone	14/4	VII/VIIA	-33.0 (4)
Any Spot	Spot 1	14/11 or 14/12	VII	-18.6 (2),(3),(4)
Any Spot	Spot 2	14/11 or 14/12	VII	-19.5 (2),(3), (4)
Any Spot	Enhanced Spot 2	14/11 or 14/12	VII	-20.8 (2), (4)
Any Spot	Spot 3	14/11 or 14/12	VII	-18.0 (2), (3), (4)
Hemi-Zone	Spot 1	6/11 or 6/12	VII	-16.6 (2), (3), (4)
Hemi-Zone	Spot 2	6/11 or 6/12	VII	-17.5 (2), (3), (4)
Hemi-Zone	Enhanced Spot 2	6/11 or 6/12	VII	-17.9 (2),(4)
Hemi-Zone	Spot 3	6/11 or 6/12	VII	-16.0 (2),(3), (4)
Any Spot	Spot 1/1X	14/11 or 14/12	VIIA	-16.0 (2),(4), (8),(10)
Any Spot	Spot 2/2X	14/11 or 14/12	VIIA	-16.0 (2), (4), (8),(10)
Any Spot	Spot 3	14/11 or 14/12	VIIA	-20.0 (2), (4), (8),(9),(10)
Any Spot	Enhanced Spot 2	14/11 or 14/12	VIIA	-17.8 (2), (4), (8),(10)
Any Spot	Any Spot	14/11 or 14/12	VIII	-17.0 (2), (10)
Hemi/Zone	Spot 1/1X	6/11 or 6/12	VIIA	-14.5 (2), (4), (8),(10)
Hemi/Zone	Spot 2/2X	6/11 or 6/12	VIIA	-14.5 (2), (4), (8),(10)
Hemi/Zone	Spot 3	6/11 or 6/12	VIIA	-18.5 (2), (4), (8),(9),(10)
Hemi/Zone	Enhanced Spot 2	6/11 or 6/12	VIIA	-16.3 (2), (4), (8),(10)
Hemi/Zone	Any Spot	6/11 or 6/12	VIII	-14.5 (2)
Any	Spot 1	6/12 or 14/12	VIIIA(805)	-13.3
Any	Spot 1	6/12 or 14/12	VIIIA(806)	-15.0 (14)
Spot 3	Global	14/4	VIIA	-28.0 (4)
Spot 3	C-Spot	14/4	VIIA	-24.0 (4)
Any Spot	Global	14/4	VIII	-26.0 (4)
Global	Any Spot	6/11 or 6/12	VIII	-8.6 (2),(12)

NOTES TO TABLE 2(b)

- 1) Applies when either the North and South American beams or all three beams are combined.
- 2) The limits correspond to the inner contour. If the limit is met for the inner contour, then it will also be met for the outer contour.
- 3) The limits are based on the operation with 35 W TWTAs. If 50 W TWTAs are used the limits increase by 1.5 dB (e.g., -33.0 becomes -31.5).
- 4) Since some beams can be connected on a transponder-by-transponder basis, INTELSAT should be contacted to determine the appropriate adjacent transponder downlink beam connection.
- 5) The limit applies to C-Spot channel 9B (INTELSAT VII) or C-Spot channel 9B (INTELSAT VIIA), for other channels the limit is as follows:

	Limit (dBW/4 kHz)				
	<u>9A</u>	<u>9B</u>	<u>10A or B</u>	<u>11A or B</u>	<u>12A or B</u>
VII	-24.5	-26.7	-27.7	-27.7	-24.7
VIIA	-25.8	-27.8	-24.9	-24.9	-24.9

- 6) The limit applies to Global channel 9B, for other channels the limit is as follows:

	Limit (dBW/4 kHz)				
	<u>9A</u>	<u>9B</u>	<u>10A or B</u>	<u>11A or B</u>	<u>12A or B</u>
VII	-34.5	-37.0	-37.0	-37.0	-34.0
VIIA	-33.0	-37.0	-34.0	-34.0	-34.0

- 7) This limit also applies to the Hemi-Zone up/Hemi-Zone down channel 9.
- 8) Corresponds to the "Normal Power" mode, if high power is used the limit increases by 2.5 dB.
- 9) The limit is based on the operation with the 49 W TWTAs. If 73 W TWTAs are used the limit increases by 1.7 dB.
- 10) The limit applies to 72 MHz transponders. For direct Ku-band with 112 MHz bandwidth the limit is 2 dB lower than the values in the table.
- 11) The limit for Hemi-Zone/Hemi-Zone channel 9 is 3 dB higher. For example, the limit for INTELSAT VIII is -27 dBW/4 kHz (-30 dBW/4 kHz + 3 dB).
- 12) The limit applies to the case which a number of carriers occupy the transponder. When a few (i.e., less than 3) carriers occupy the transponder, intermodulation noise is negligible.
- 13) The limit applies to the 72 MHz transponder. For the 36 MHz transponder, the limit is -21.0 dBW/4 kHz.
- 14) This limit applies to INTELSAT 806 72 MHz transponder. For INTELSAT 806, 36 MHz (cross-strapped) transponders, the limit is -12.0 dBW/4 kHz.

TABLE 1 - INTELSAT V, VA, VA(1BS), VI, VII, VIIA, VIII, VIIIA AND K SATELLITE PARAMETER SUMMARY

Beam Connection Uplink/Downlink	Satellite	Bandwidth (MHz)	Saturation e.i.r.p. (dBW)	Extra High (dBW/m ² ± 2 dB)	Saturation Flux Density High (19)	Low (20)	G/T (dB/K)	Comments and Notes
Global/Global	V(F1-F4)	36	23.5	-82.5	-75.0	-67.5	-18.6	All Channels Except 7-8
Global/Global	V & VA(F5-F15)	36	23.5	-85.1	-77.6	-70.1	-16.0	All Channels Except 7-8
Global/Global	VI(F1-F5)	36	26.5	-82.1	-77.6	-70.1	-14.0	All Channels Except 1'-2'(1)
Global/Global	VII(F1-F5 & F9)	36	26.0 to 29.0	-87.0	to	-73.0	-12.0	(20),(21)
Global/Global	VIIA (F6-F8)	36	26.0 to 29.0	-87.0	to	-73.0	-12.0	(20),(37)
Global/Global	V(F1-F4)	72	26.5	-79.5	-72.0	-64.5	-18.6	Channel 7-8
Global/Global	V & VA(F5-F15)	72	26.5	-82.1	-74.6	-67.1	-16.0	Channel 7-8
Pseudo Global	VI(F1-F5)	72	31.0	-78.8	-74.3	-63.8	-12.4	Channel 1'-2' (15)
Global/Global	VIII	36	29.0	-89.0	to	-67.0	-12.0	All Channels (52)
Hemi/Hemi	V(F1-F4)	72	29.0	-79.5	-72.0	-64.5	-11.6	All Channels Except 9
Hemi/Hemi	V(F5-F9)	72	29.0	-82.1	-74.6	-67.1	-9.0	All Channels Except 9
Hemi/Hemi	VA(F10-F15)	72	29.0	-84.1	-76.6	-67.1	-9.0	All Channels Except 9 (2)
Hemi/Hemi	VI(F1-F5)	72	31.0	-82.1	-77.6	-67.1	-9.2	All Channels Except 9 (3)
Hemi/Hemi	VII(F1-F5 & F9)	72	33.0	-87.0	to	-73.0	-8.5 or -7.5	(20),(22),(23),(24),(25),(26)
Hemi/Hemi	VIIA(F6-F8)	72	33.0	-87.0	to	-73.0	-8.7 or -7.5	(20),(22),(38),(39),(26)
Hemi/Hemi	V(F1-F4)	36	26.0	-82.5	-75.0	-67.5	-11.6	Channel 9
Hemi/Hemi	V & VA(F5-F15)	36	26.0	-85.1	-77.6	-70.1	-9.0	Channel 9
Hemi/Hemi	VI(F1-F5)	36	28.0	-82.1	-77.6	-70.1	-9.2	Channel 9 (3)
Hemi/Hemi	VII(F1-F5 & F9)	36	33.0	-87.0	to	-73.0	-8.5 or -7.5	(20),(22),(23),(24),(25)
Hemi/Hemi	VIIA(F6-F8)	36	33.0	-87.0	to	-73.0	-8.7 or -7.5	(20),(22),(38),(39)
Hemi/Hemi	VIII	72	36.0	-90.5	to	-68.5	-8.0	Inner (26),(52)
Hemi/Hemi	VIII	72	34.5	-89.0	to	-67.0	-8.0	Outer (26),(52)
Hemi/Hemi	VIII	36	36.0	-90.5	to	-68.5	-8.0	Inner
Hemi/Hemi	VIII	36	34.5	-89.0	to	-67.0	-8.0	Outer
Hemi/Hemi	VIIIA (805 & 806)	36	37.5	-89.0	to	-70	-8.0	
Hemi/Hemi	VIIIA (805 & 806)	72	37.5	-89.0	to	-70	-8.0	

NOTES TO TABLE 1

1. The e.i.r.p. for channel 9 is 3 dB less (i.e. 23.5 dBW).
2. INTELSAT VA(F13-F15) saturation flux density values for channels 3-4 and 7-8 are 0.8 dB less sensitive (e.g. -76.6 becomes -75.8 dBW/m²) than the other channels in all gain steps.
3. The G/T values for all channels including channel 9 decreases to -9.5 dB/K in the low gain mode.
4. The G/T for Zone 1(NW) and Zone 3(NE) is -2 dB/K whereas for Zone 2(SW) and Zone 4(SE) is -7 dB/K.
5. In the low gain mode the G/T of Zone 1(NW) and Zone 3(NE) decreases to -3 dB/K while that of Zone 2(SW) and Zone 4(SE) decreases to -7.5 dB/K.
6. INTELSAT VI SSPAs operate with the Zone 1 and Zone 3 beams and each have an additional 2.5 dB gain step which can be switched "in" and "out" by ground command. When this gain step is switched "out" then all flux density values decrease by 2.5 dB (e.g. -77.6 becomes -80.1).
7. The available bandwidth for channel (7-12) is 241 MHz.
8. The saturation e.i.r.p. for channel (9-12) is 3 dB higher, but it applies to a 150 MHz lease instead of a 72 MHz lease.
9. All values of RF flux density are ±2.0 dB except for the West Spot Outer beam of INTELSAT VI(F1-F5) which is ± 4.25 dB.
10. The available bandwidth for channel (9-12) is 150 MHz.
11. The saturation flux density of channel (7-12) is 0.8 dB less sensitive (e.g. -72.0 becomes -71.2 dBW/m²) than the indicated values for all gain steps.
12. "High" power refers to the mode of operation wherein the primary and redundant K-band West Spot TWTA's are operated in parallel. It is possible to select this mode of operation independently for each of the K-band west spot channels. It is also possible to operate these paralleled TWTA's with the K-band East Spot beam when the K-band payload is configured in the Inverted Business Service Mode. In the inverted mode the high power capability is available in the east beam.
13. The satellite transmit frequencies are 11.70 to 11.95 GHz. It is also possible to operate at 12.50 to 12.75 GHz using the Inverted Business Mode (see note 12). For the satellite e.i.r.p. available at this frequency band refer to Appendix B.
14. The satellite transmit frequencies are 12.50 to 12.75 GHz. It is also possible to operate at 11.70 to 11.95 GHz using the Inverted Business Mode (see note 12). For the satellite e.i.r.p.s available at this frequency band refer to Appendix B.

TABLE 1 - INTELSAT V, VA, VA(1BS), VI, VII, VIIA, VIII, VIIIA AND K SATELLITE PARAMETER SUMMARY

(continued)

15. On INTELSAT VI it is possible to electrically connect the west and east hemispheric beam transponders in channel 1'-2' to form one transponder. With this configuration a carrier transmitted in the uplink of either the east or west hemispheric beams will be simultaneously transmitted, on the downlink, in both the east and west hemispheric beams. This mode of operation of channel 1'-2' is called Pseudo Global. The receive polarization is LHCP and transmit polarization is RHCP. The flux density values are ± 2.2 dB. The G/T for the low gain mode decreases to -12.7 dB/K.
16. Any beam = N. American or European beams. When the North American and European beams are combined in the uplink the saturation flux density becomes -89.7 dBW/m² for the highest gain and -67.2 dBW/m² for the lowest gain and the G/T becomes -0.3 dB/K.
17. The flux density values shown are for the highest and lowest gain settings. INTELSAT K has 16 gain steps and all gain step attenuators are 1.5 dB. (See Table 1, Appendix C.)
18. In the downlink, when the North American and European coverages are combined, the e.i.r.p. for each coverage is 47.0 dBW which is the same as the uncombined coverages. This is because in both cases two separate TWTAs are used.
19. The flux density values for INTELSAT K do not have ± 2 dB margin because it is assumed gain changes over the life of the satellite can be compensated for by an appropriate 1.5 dB gain step selection.
20. For INTELSAT VII, VIIA, and VIII satellites, a range of flux density values are available. The values shown in this table are the lowest and the highest saturation flux densities. (See Table 12, Appendix D for INTELSAT VII and Table 14, Appendix E for INTELSAT VIIA and Table 8 Appendix F for INTELSAT VIII).
21. The e.i.r.p. of global beam transponders are as follows:

9A	9B	10A or B	11A or B	12A or B
e.i.r.p. (dBW)	28.5	26.0	26.0	29.0
22. Hemispheric 1 = West Hemi in normal altitude and east Hemi in inverted mode.
 Hemispheric 2 = East Hemi in normal altitude and west Hemi in inverted mode.
23. For INTELSAT VII (F4-F5) the e.i.r.p. of hemispheric beam 1 is 32.8 dBW and the e.i.r.p. of hemispheric beam 2 is 32.3 dBW.
24. The G/T of hemispheric beam 1 is -8.5 dB/K and the G/T of hemispheric beam 2 is -7.5 dB/K.

TABLE I - INTELSAT V, VA, VA(BS), VI, VII, VIIA, VIII, VIIIA AND K SATELLITE PARAMETER SUMMARY

(continued)

25. For INTELSAT VII (F4-F5) the G/T of hemispheric beam 1 is -8.7 dB/K. This change is for IOR coverage requirements in an inverted mode, but applies to the spacecraft for all orbital locations.
26. The uplink receive of transponder slot 5-6 is split into two segments each with a usable bandwidth of 34 MHz.
27. ZA = Zone A = Zone Alpha (Northwest in the normal attitude), ZB = Zone B = Zone Beta (Northeast in the normal attitude), ZC = Zone C = Zone Gamma (Southwest in the normal attitude), ZD = Zone D = Zone Delta (Southeast in the normal attitude)
28. On the uplink a zone receiver can be connected to either one of the coverages of a set (e.g., ZA or ZD) or to the combination of the two coverages (e.g., ZA and ZD) for all channels together in the transponder set.
29. The G/T of the Zone transponders are as follows:
- | <u>G/T (dB/K)</u> | <u>Zone A</u> | <u>Zone B</u> | <u>Zone C</u> | <u>Zone D</u> | <u>Zone A + D</u> | <u>Zone B + C</u> |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|
| VII(F1-F3) | -5.5 | -4.0 | -4.0 | -4.5 | -9.0 | -7.5 |
| VII(F4-F5 & F9) | -6.0 | -4.1 | -4.2 | -4.8 | -9.2 | -7.7 |
| VIIIA(F6-F8) | -6.0 | -4.1 | -4.2 | -4.8 | -9.2 | -7.7 |
30. For INTELSAT VII(F4-F5 & F9) the e.i.r.p. of ZA or ZB = 32.9 dBW and the e.i.r.p. of ZC = 32.7 dBW.
31. The e.i.r.p. of C-Band spot beams are as follows:
- | <u>e.i.r.p. (dBW)</u> | <u>9A</u> | <u>9B</u> | <u>10A or B</u> | <u>11A or B</u> | <u>12A or B</u> |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 36.5 | 34.3 | 33.3 | 33.3 | 36.3 |

TABLE 2. INTELSAT VII HEMI UP/HEMI DOWN, ZONE UP/HEMI DOWN, C SPOT UP/HEMI DOWN, and GLOBAL UP/HEMI DOWN (6/4 GHz)

	<u>Hemi/Hemi</u>	<u>Zone/Hemi</u>	<u>Notes</u>	<u>Hemi/Hemi</u> (Channel 9)	<u>Zone/Hemi</u> (Channel 9)	<u>Global/Hemi</u> (Channel 9)	<u>Notes</u>	<u>C-Spot/Hemi</u> (Channel 9)	<u>Notes</u>
A. 9 MHz ALLOTMENT (for INTELNET leases see section 2.4)									
• Available Bandwidth (MHz)	9	9		9	9	9		9	
• e.i.r.p. Available from the Satellite (dBW)	19.0(B)	19.0(B)	(A1)	22.0(B)	22.0(B)	22.0(B)	(A1)	23.5(B)	(H1)
Operating Flux Density (dBW/m²)									
• Highest Gain (C)	-102.8	-102.8	(A1)	-99.8	-99.8	-99.8	(A1)	-97.7	(H1)
• Lowest Gain (C)	-88.8	-88.8	(A1)	-85.8	-85.8	-85.8	(A1)	-83.7	(H1)
• Receiving System Sensitivity (dB/K)	-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)		-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)	-12.0		-5.0	
B. 18 MHz ALLOTMENT									
• Available Bandwidth (MHz)	18	18		18	18	18		18	
• e.i.r.p. Available from the Satellite (dBW)	22.0(B)	22.0(B)	(A1)	25.0(B)	25.0(B)	25.0(B)	(A2a)	26.5(B)	(H2a)
	-	-		27.5(B)	27.5(B)	27.5(B)	(A2b)	27.5(B)	(H2b)
	-	-		27.5(B)	27.5(B)	27.5(B)	(A2c)	27.5(B)	(H2c)
Operating Flux Density (dBW/m²)									
• Highest Gain (C)	-99.8	-99.8	(A1)	-96.8	-96.8	-96.8	(A2a)	-94.7	(H2a)
	-	-		-93.4	-93.4	-93.4	(A2b)	-93.0	(H2b)
	-	-		-93.3	-93.3	-93.3	(A2c)	-93.3	(H2c)
• Lowest Gain (C)	-85.8	-85.8	(A1)	-82.8	-82.8	-82.8	(A2a)	-80.7	(H2a)
	-	-		-79.4	-79.4	-79.4	(A2b)	-79.0	(H2b)
	-	-		-79.3	-79.3	-79.3	(A2c)	-79.3	(H2c)
• Receiving System Sensitivity (dB/K)	-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)		-7.5 to -8.7 (D),(E),(G)	-4.0 to -9.2 (G)	-12.0		-5.0	

TABLE 2. INTELSAT VII HEMI UP/HEMI DOWN, ZONE UP/HEMI DOWN, C-SPOT UP/HEMI DOWN, and GLOBAL UP/HEMI DOWN (6/4 GHz)

(continued)

	<u>Hemi/Hemi</u>	<u>Zone/Hemi</u>	<u>Notes</u>	<u>Hemi/Hemi</u> (Channel 9)	<u>Zone/Hemi</u> (Channel 9)	<u>Global/Hemi</u> (Channel 9)	<u>C-Spot/Hemi</u> (Channel 9)
C. 24 MHz ALLOTMENT							
• Available Bandwidth (MHz)	24	24					
• e.i.r.p. Available from the Satellite (dBW)	23.2(B) 26.0(B) 26.0(B)	23.2(B) 26.0(B) 26.0(B)	(A3a) (A3b) (A3c)				
• Operating Flux Density(dBW/m ²)							
Highest Gain (C)	-98.6 -95.6 -93.8	-98.6 -95.6 -93.8	(A3a) (A3b) (A3c)				
Lowest Gain (C)	-84.6 -81.6 -79.8	-84.6 -81.6 -79.8	(A3a) (A3b) (A3c)				
• Receiving System Sensitivity (dB/K)	-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)					

-----NOT AVAILABLE-----

TABLE 2. INTELSAT VII HEMI UP/HEMI DOWN, ZONE UP/HEMI DOWN, C-SPOT UP/HEMI DOWN, and GLOBAL UP/HEMI DOWN (6/4 GHz)

(continued)

	Hemi/Hemi (Channel 9)	Zone/Hemi	Notes	Hemi/Hemi (Channel 9)	Zone/Hemi (Channel 9)	Global/Hemi (Channel 9)	C-Spot/Hemi (Channel 9)
D. 36 MHz ALLOTMENT							
• Available Bandwidth (MHz)	36	36		36	36	36	36
• e.i.r.p. Available from the Satellite (dBW)	25.0(B) 27.5(B) 27.5(B)	25.0(B) 27.5(B) 27.5(B)	(A2a) (A2b) (A2c)	33.0(B)	33.0(B)	33.0(B)	33.0(B)
• Operating Flux Density(dBW/m ²)							
Highest Gain (C)	-96.8 -93.4 -93.3	-96.8 -93.4 -93.3	(A2a) (A2b) (A2c)	-87.0	-87.0	-87.0	-87.0
Lowest Gain (C)	-82.8 -79.4 -79.3	-82.8 -79.4 -79.3	(A2a) (A2b) (A2c)	-73.0	-73.0	-73.0	-73.0
• Receiving System Sensitivity (dB/K)	-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)		-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)	-12.0	-5.0
E. 72 MHz ALLOTMENT							
• Available Bandwidth (MHz)	72	72					
• e.i.r.p. Available from the Satellite (dBW)	33.0(B)	33.0(B)					
• Saturation Flux Density(dBW/m ²)							
Highest Gain (C)	-87.0	-87.0					
Lowest Gain (C)	-73.0	-73.0					
• Receiving System Sensitivity (dB/K)	-7.5 to -8.7 (D),(E),(F)	-4.0 to -9.2 (G)					
							-----NOT AVAILABLE-----

NOTES TO TABLE 2

(A)	Notes for fractional transponder leases (hemi/hemi, zone/hemi, and global/hemi):	Total Transponder Back-off (dB)		Comments
		Input	Output	
1.	9 MHz or less (36 MHz Transponders), 18 MHz or Less (72 MHz Transponders) Single or Multicarrier Operation	-6.8	-5.0	Single or multicarrier operation of 9 MHz leases (36 MHz Transponders) or 18 MHz leases (72 MHz Transponders) and INTELNET leases.
2.	18 MHz G/H or F/H(Ch. 9) or Z/H(Ch. 9) 36 MHz (hemi/hemi & zone/hemi)			
a.	Multicarrier Operation	-6.8	-5.0	Multicarrier operation of the lease (and entire transponder).
b.	Single Carrier Operation	-4.8	-3.6	Single Carrier operation is assumed in the leased portion of the transponder and multicarrier operation in the portion not subject to lease.
c.	Single Carrier Operation (two carriers per transponder)	-3.3	-2.5	When only two carriers occupy the same transponder.
3.	24 MHz (hemi/hemi & zone/hemi)			
a.	Multicarrier Operation	-6.8	-5.0	Multicarrier operation of the lease (and entire transponder).
b.	Single Carrier Operation (two carriers per transponder)	-5.6	-4.0	Assumes the lease operates a single carrier and the entire transponder is assigned only two large carriers (each having an available bandwidth of not more than 24 MHz) each of the two carriers is given one-third of the transponders bandwidth and one-half of its e.i.r.p.
c.	Single Carrier Operation (three carriers per transponder)	-2.0	-2.2	Assumes the lease operates a single carrier and the entire transponder is assigned only three large carriers (each having an available bandwidth of about 17.5 MHz) which are spaced in the transponder for minimum intermodulation distortion. Each of the three carriers is given 17.5 MHz of transponders bandwidth and one-third of its e.i.r.p.
(B)	For INTELSAT VII (F4-F5) the e.i.r.p. of hemispheric 1 is 32.8 dBW and the e.i.r.p. of hemispheric 2 is 32.3 dBW.			
(C)	The flux densities shown in this table are for the lowest and the highest gain steps. See Table 12 for all available flux densities and their associated gain steps.			
(D)	Hemispheric 1 = West hemi in normal attitude and east hemi in inverted attitude. Hemispheric 2 = East hemi in normal attitude and west hemi in inverted attitude.			
(E)	The G/T of hemispheric beam 1 is -8.5 dB/K and the G/T of hemispheric beam 2 is -7.5 dB/K.			
(F)	For INTELSAT VII (F4-F5) the G/T of hemispheric beam 1 is -8.7 dB/K. This change is for IOR coverage requirements in an inverted mode, but applies to the spacecraft for all orbital locations.			

NOTES TO TABLE 2

(continued)

(G) The G/T of the Zone beam transponders are as follows:

<u>G/T (dB/K)</u>	<u>Zone A</u>	<u>Zone B</u>	<u>Zone C</u>	<u>Zone D</u>	<u>Zone A + D</u>	<u>Zone B + C</u>
VII (F1-F3)	-5.5	-4.0	-4.0	-4.5	-9.0	-7.5
VII (F4-F5)	-6.0	-4.1	-4.2	-4.8	-9.2	-7.7

ZA = Zone A = Zone Alpha (Northwest in the normal attitude), ZB = Zone Beta (Northeast in the normal attitude),
 ZC = Zone C = Zone Gamma (Southwest in the normal attitude), ZD = Zone Delta (Southeast in the normal attitude).

On the uplink a zone receiver can be connected to either one of the coverages of a set (e.g., ZA or ZD) or to the combination of the two coverages (e.g., ZA and ZD) for all channels together in the transponder set.

(H) Notes for fractional transponder leases (c-spot/hemi):

	<u>Allotment</u>	<u>Total Transponder Back-off (dB)</u>		<u>Comments</u>
		<u>Input</u>	<u>Output</u>	
1.	9 MHz or less	-4.7	-3.5	Single or Multicarrier of 9 MHz lease and INTELNET leases.
2.	18 MHz			
	a. Multicarrier Operation	-4.7	-3.5	Multicarrier operation of the lease (and entire transponder)
	b. Single Carrier Operation	-3.8	-3.0	Single Carrier operation is assumed in the leased portion of the transponder and multicarrier operation in the portion not subject to lease.
	c. Single Carrier Operation (two carriers per transponder)	-3.3	-2.5	When only two carriers occupy the same transponder.

Appendix D to
IESS-410 (Rev. 5)
Page D-48

TABLE 12. SPECIFIED SATURATION FLUX DENSITY AND ASSOCIATED GAIN STEPS FOR INTELSAT VII

I. C-Band to C-Band Transponders

II. C-Band to Ku-Band Transponders

Gain Step	Saturation Flux Density (dBW/m ²)
4	-87.0
5	-86.0
6	-85.0
7	-84.0
8	-83.0
9	-82.0
10	-81.0
11	-80.0
12	-79.0
13	-78.0
14	-77.0
15	-76.0
16	-75.0
17	-74.0
18	-73.0

Gain Step	Saturation Flux Density (dBW/m ²)
7	-87.0
8	-86.0
9	-85.0
10	-84.0
11	-83.0
12	-82.0
13	-81.0
14	-80.0
15	-79.0
16	-78.0
17	-77.0
18	-76.0
19	-75.0
20	-74.0
21	-73.0

III. Ku-Band to Ku-Band Transponders

IV. Ku-Band to C-Band Transponders

Gain Step	Saturation Flux Density (dBW/m ²)	
	<u>Outer</u>	<u>Inner</u>
7	-87.0	-90.0
8	-86.0	-89.0
9	-85.0	-88.0
10	-84.0	-87.0
11	-83.0	-86.0
12	-82.0	-85.0
13	-81.0	-84.0
14	-80.0	-83.0
15	-79.0	-82.0
16	-78.0	-81.0
17	-77.0	-80.0
18	-76.0	-79.0
19	-75.0	-78.0
20	-74.0	-77.0
21	-73.0	-76.0

Gain Step	Saturation Flux Density (dBW/m ²)	
	<u>Outer</u>	<u>Inner</u>
4	-87.0	-90.0
5	-86.0	-89.0
6	-85.0	-88.0
7	-84.0	-87.0
8	-83.0	-86.0
9	-82.0	-85.0
10	-81.0	-84.0
11	-80.0	-83.0
12	-79.0	-82.0
13	-78.0	-81.0
14	-77.0	-80.0
15	-76.0	-79.0
16	-75.0	-78.0
17	-74.0	-77.0
18	-73.0	-76.0

NOTES:

- 1) The gain change between adjacent steps is specified not to exceed 1.5 dB. The actual values are expected to be 1.0 dB (± 0.5 dB). Although the gain step attenuation from one step to the adjacent step could vary from 0.5 dB to 1.5 dB, the exact value for each step will be known for each transponder. Since the gain change between adjacent steps can be from 0.5 dB to 1.5 dB, the desired saturation flux density level can only be achieved within ± 0.75 dB.
- 2) Gain steps 0 to 4 for C-Band downlinks (SSPAs) and 0 to 7 for Ku-Band downlinks are allocated for "headroom" for compensation of possible satellite gain variation over the spacecraft lifetime.

ANEXO E

MANEJO DEL PROGRAMA DE MONITOREO PARA LOS TRANSCPTORES DE LA CASA EF-DATA

E.1 Introducción

Para utilizar **MSat**, se necesitará al menos, tener cargado en su computadora Microsoft Windows 95 (OSR1/OSR2) o posterior, ya que **MSat** se ha desarrollado en una plataforma de 32 bits. Si su computadora trabaja con versiones Windows 3.x **MSat** no podrá ser instalado. En la Tabla E.1 se presentan los requerimientos para que pueda funcionar adecuadamente el programa.

SISTEMA MINIMO	SISTEMA RECOMENDADO
Procesador 80486/100 MHz	Procesador Pentium o superior
16 MB de RAM	32 MB de RAM o más
20 MB espacio libre en disco	40 MB espacio libre en disco
Monitor VGA.	Monitor SVGA.

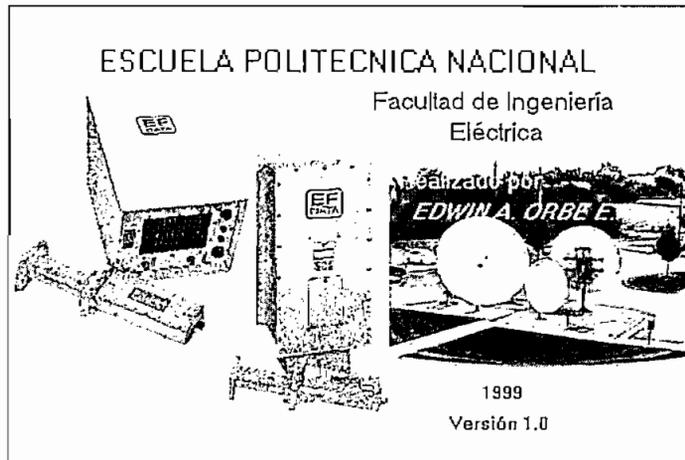
Tabla E.1 Requerimientos del sistema para la instalación de **MSat**

E.2 Instalación de **MSat**

La instalación de **MSat** se presenta de una manera sencilla. En el set de discos instaladores, se debe escoger el Disco 1, observar su contenido, ejecutar el programa Setup y seguir todas las indicaciones. Una vez que el programa **MSat** ha sido instalado, en el sector de *Programas* del menú *Inicio* podrá ser visualizado.

E.3 Manejo del programa

Para utilizar el programa de monitoreo, hacer click en el ícono **MSat** o ejecutar el archivo **MSat.exe** con el cual el usuario puede ingresar al mismo. Lo primero en verse será la pantalla de bienvenida y presentación del programa:



esta pantalla aparecerá unos segundos (aproximadamente 5 segundos), luego del cual aparecerá la pantalla para el control de acceso.

CONTROL DE ACCESO (ADMINISTRADOR - USUARIO)

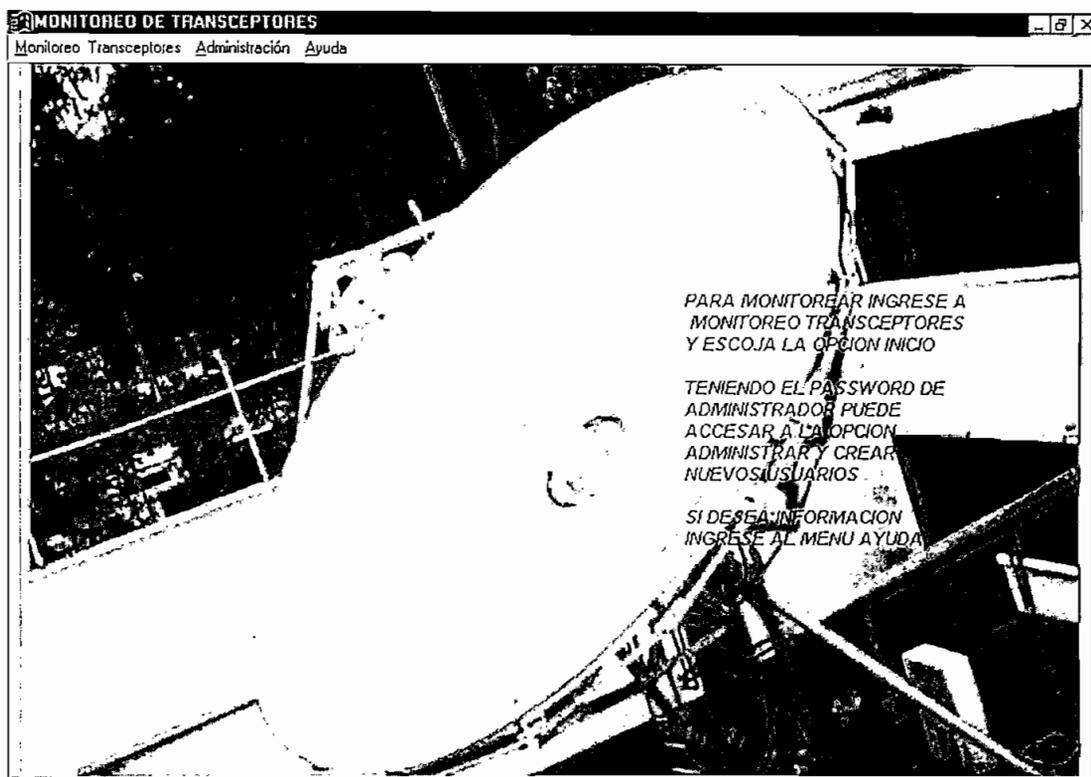
Ingrese su Login y su password:

Operador:

Clave:

OK

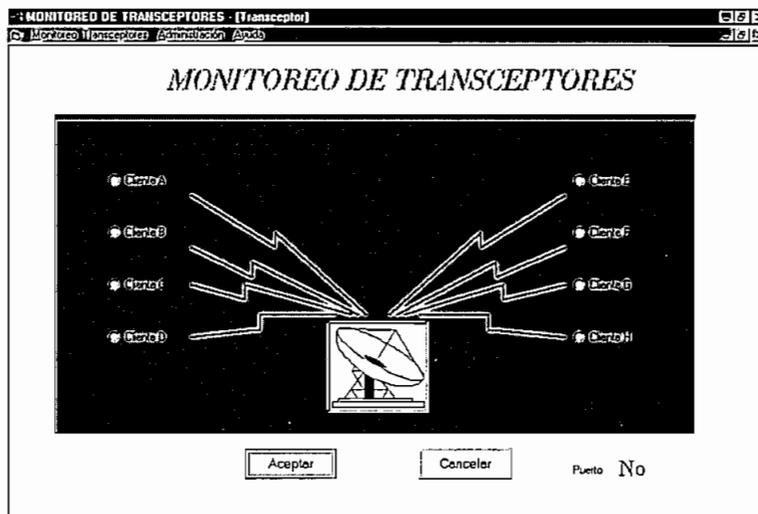
En esta pantalla, se tiene dos cajas de texto los cuales solicitan el nombre del usuario o "login" y su clave de acceso o "password", los mismos que son proporcionados por el administrador, quien asigna el perfil del mismo. Ingresado la clave correcta el programa le envía a la siguiente pantalla:



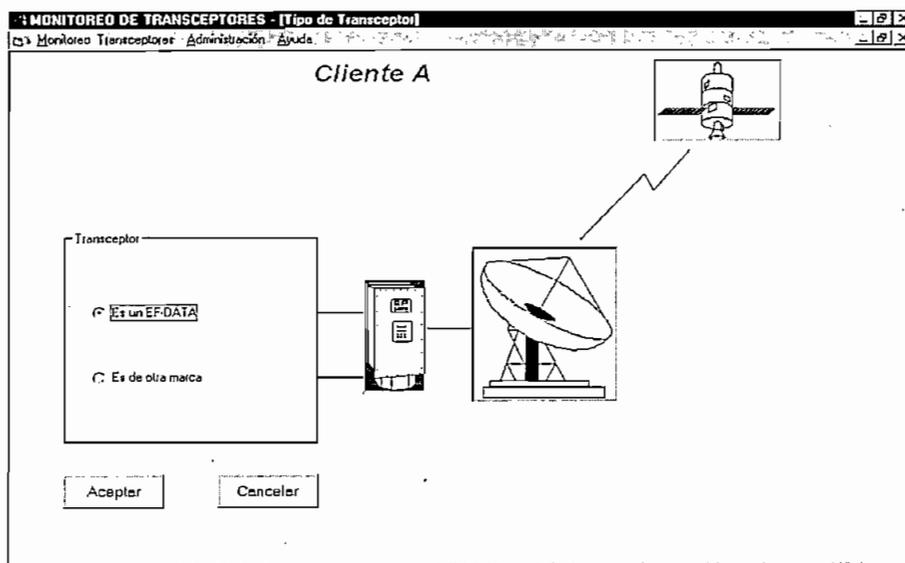
En esta pantalla, como puede apreciarse, se dispone de tres opciones:

- Monitoreo Transceptores. Por este menú, ingresamos a monitorear un determinado equipo. Si este no es el caso, también nos da la opción de salir del programa de monitoreo aún cuando también puede hacerse cerrando la ventana por los botones de control de ventana de todo programa de windows.
- Administración. Únicamente está activo si se tiene password de administración, caso contrario se presenta inactivo. Si se dispone de un password de administrador, a través de este menú pueden crearse nuevos usuarios.
- Ayuda. A través de este menú, puede accesarse a la ayuda del monitoreo, como también ver algunos parámetros de comunicaciones satelitales.

Ingresados por *Inicio* a través del menú: *Monitoreo transceptores* llegamos a la pantalla principal del monitoreo como se ve en la siguiente figura:

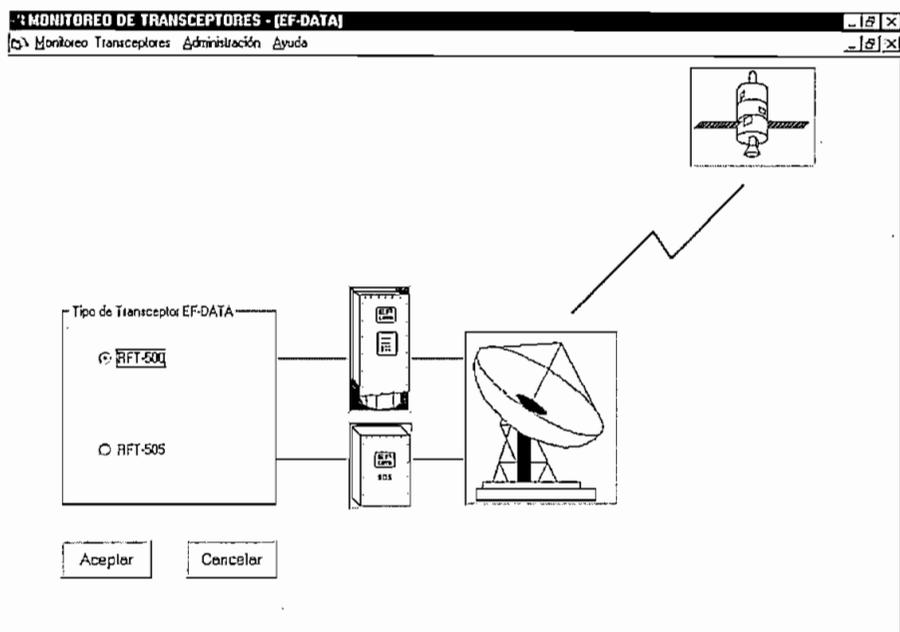


En esta pantalla, escoja el cliente a monitorearse y apruebe con el botón **Aceptar**. Si no escoge ningún cliente el programa le da una señal de aviso. Si desea abandonar el monitoreo puede hacerlo presionando el botón **Cancelar**, dando una afirmación si en efecto desea hacerlo. Si escoge un cliente el programa le envía a la siguiente pantalla:



El programa es desarrollado para el monitoreo de los transceptores de la casa EF-DATA, sin embargo, brinda la posibilidad de monitorear cualquier otro dispositivo

que utilice el hyperterminal para tal propósito. Escoja la opción con el botón **Aceptar**. Si se equivoca de cliente, deshaga la opción con el botón **Cancelar** para escoger otro cliente. Con la opción “Es de otra marca” el programa invoca al hyperterminal. Si escoge “Es un EF-DATA” el programa le envía a la siguiente pantalla:



Para nuestro caso, usaremos el programa para el monitoreo de transceptores de la serie RFT-500 o RFT-505 , los mismos que trabajan en la banda C (5845 a 6425 GHz para transmisión y 3620 a 4200 GHz para recepción). Si existe una equivocación en el tipo de equipo a monitorearse presione el botón **Cancelar** para regresar a la opción anterior. Temiendo el conocimiento del transceptor a monitorearse escoja la opción adecuada presionando el botón **Aceptar** con lo que se invoca al programa propio del fabricante para el monitoreo.

E.4 Programa de monitoreo para transeptores EF-DATA

Debe tenses en cuenta que el software del programa esta basado en DOS, razón por la cual no es soportado en ambiente Windows. Una vez ingresado a dicho programa, este presenta la siguiente pantalla:

```
EF DATA - System Monitor Program

Initial Setup

Use last values for program initialization (Yes or No):? n

Monitor a (1) Redundant System or (2) Single RFT-500:? 2
Enter RFT-500 address (1 to 255):?
Enter Communication Port to be used (COM1,COM2,COM3,COM4):? com2
Enter communication port Baud Rate (19200,9600,4800,2400,1200,600,300):? 9600
Enter communication port parity (EVEN,ODD,NONE):?
If your computer is equipped with a Liquid Crystal
Display (LCD) Enter 2, else Return:?
Ensure System is ON and connected to COM2. Hit <ENTER> to continue
```

En esta pantalla tiene la opción de utilizar los últimos parámetros almacenados para el control del monitoreo con la opción “Yes” ó colocar los parámetros de acuerdo con los parámetros que se necesite con la opción “No”. Sí es esta la opción tomada, el programa pregunta al usuario:

- Es un sistema redundante o un solo transeptor? “2” (Normalmente es uno ya que en la mayoría de los casos no se cuenta con redundancia)
- Entre dirección de la estación remota. Este parámetro para nuestro caso no se le toma en cuenta ya que sirve únicamente cuando se utiliza el interfaz RS-485.
- Puerto a monitorear. Nos pregunta por que puerto de la computadora se va realizar dicho monitoreo.
- Velocidad de la comunicación. Nos pregunta a que velocidad a través del puerto se va a monitorear.
- Paridad de la comunicación. Cual paridad va a utilizar.

- Si la computadora está equipada con un LCD se debe presionar "2" caso contrario presionar "ENTER".

Si el usuario no tiene un conocimiento previo de que parámetros colocar puede ingresar con las condiciones por "omisión" y el programa tiene una opción para realizar un "poleo" del puerto de comunicaciones con todas las probabilidades. Además si no se presiona alguna tecla, después de 30 segundos, el programa carga automáticamente la última configuración. Una vez ingresado estos parámetros aparece por un instante la siguiente pantalla e ingresa luego a la pantalla principal de monitoreo.



E.4.1 Pantalla de Estado

SINGLE RFT-500 CONFIGURATION - STATUS SCREEN		
Not In Use	UNIT A: No Communication	Not In Use
REDUNDANT CONTROLLER NOT IN USE	OPERATING STATUS	FAULT STATUS
	UCF = XXX.X	RST = XXX
	RF = XXX	UL = XXX
	UCA = XX	DL = XXX
	DCF = XXX.X	PS5 = XXX
	DCA = XX	P12 = XXX
	SEL = XXXX	HFA = XXX
		LNA = XXX
	MAINTENANCE STATUS	ULD = XXX
		UTM = XXX
		DLD = XXX
	UCT = +XX C	DTM = XXX
	DCT = +XX C	ILD = XXX
	HPT = +XX C	ITM = XXX
TUV = XX.X U		
TDV = XX.X U		
TIV = XX.X U		
	Polling	
		RFT-500, UNIT B NOT IN USE
<F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program		

Esta pantalla, brinda el estado, operación y fallas del equipo a monitorearse. Los parámetros que son únicamente de estado son desplegados en texto blanco, siempre y cuando no existan fallas; sí es este el caso, el texto aparecerá en rojo. Los parámetros controlables por el operador son mostrados en amarillo. Con la tecla [F1] puede verse esta pantalla sí se encuentra en otra pantalla.

Para cambiar parámetros en esta pantalla, puede moverse con las teclas [↑], [↓] hasta el lugar deseado, coloque el nuevo dato a través del teclado o para items seleccionados cuya primera letra se encuentra subrayada utilice la barra espaciadora. Después de haber hecho el cambio el color de las letras cambia a blanco. Para transmitir el comando al equipo seleccionado, presione ENTER. Si el comando es aceptado el color del texto cambia a amarillo. Si el dato no es válido el programa envía un mensaje “ERR” en rojo de falla y retorna al valor original. Si el transceptor se encuentra en modo de bloqueo el programa muestra “LOCK” en rojo. Si esto ocurre, deshabilite el modo de bloqueo y vuelva a intentarlo.

Para cancelar el cambio de un parámetro antes de presionar ENTER presione la tecla ESC.

E.4.1.1 Información de fallas

El estado para cada parámetro puede ser:

ESTADO	COLOR TEXTO	DESCRIPCION
OK	Blanco	El parámetro se encuentra sin falla y no ha fallado desde la última clareada de alarmas
OK*	Blanco	El parámetro se encuentra sin falla pero presentó alguna falla en algún momento
FLT	Rojo	El parámetro se encuentra con falla

E.4.2 Pantalla de preselección

SINGLE RFT-500 CONFIGURATION - PRE-SELECT SCREEN		
Not In Use	UNIT A: No Communication	Not In Use
REDUNDANT CONTROLLER NOT IN USE	PRE-SELECT #1 PROG/CLR = JD UCF = XXXX.X UCA = XX DCF = XXXX.X DCA = XX	RFT-500, UNIT B NOT IN USE
	PRE-SELECT #2 PROG/CLR = NO UCF = XXXX.X UCA = XX DCF = XXXX.X DCA = XX	
	PRE-SELECT #3 PROG/CLR = NO UCF = XXXX.X UCA = XX DCF = XXXX.X DCA = XX	
<F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program		

Provee configuraciones que han sido previamente grabadas. Se dispone de 3 configuraciones pregrabadas. Para almacenar nuevos valores simplemente se deben introducir los valores como en la pantalla anterior. Los parámetros a ser almacenados son: Las frecuencias de subida y de bajada, y las atenuaciones de subida y de bajada.

Para programar en cualquiera de los tres registros siga los siguientes pasos:

1. Presione [**↑**], [**↓**] para seleccionar el registro deseado.
2. Ejecute uno de los siguientes pasos:
 - a) Escriba PROG y presione ENTER
 - b) Presione la barra espaciadora hasta que aparezca PROG y presione ENTER

La configuración de las actuales frecuencias y atenuaciones se almacenarán en el registro deseado.

Para clarear cualquiera de los registros en lugar del paso 2 anterior realizar:

- a) Escriba CLEAR y presione ENTER.
- b) Presione la barra espaciadora hasta que aparezca CLR y presione ENTER.

Presione [F2] para acceder a esta pantalla.

E.4.3 Pantalla Utilidades/Comunicaciones

SINGLE RFT-500 CONFIGURATION - COMM/UTIL SCREEN		
Not In Use	UNIT A: No Communication	Not In Use
REDUNDANT CONTROLLER NOT IN USE	COMMUNICATION SETUP Address = 0 Baud Rate = 9600 Parity = EV Acquire Comm? = NO	RFT-500, UNIT B NOT IN USE
	UTILITY FUNCTIONS LOCK = XX RFJ = XXX RSM = XXX LFE = XXX LPE = XXX CLNA = NO XFE = XXX	
<F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program		

Esta pantalla se encuentra dividida en 2 secciones:

- Sistema de configuración
- Funciones de utilidad

Todos los parámetros de esta pantalla son controlados por el usuario. Presione [F3] para acceder a esta pantalla.

E.4.3.1 Sección Sistema de configuración

Muestra la dirección, velocidad y paridad actual del transceptor. En un sistema no redundante muestra el enlace de comunicación entre la computadora y el transceptor.

Para un sistema redundante, la columna izquierda muestra los parámetros de comunicación entre la computadora y el switch para la redundancia; mientras que las otras 2 columnas proveen los parámetros de comunicación para el enlace entre el switch y los dos transceptores. Cada uno de los dos enlaces de comunicación pueden ser configurados independientemente.

“Acquire Comm” se usa para establecer un enlace de comunicación (poleo de todas las posibilidades de configuración) cuando uno o todos los parámetros del enlace son desconocidos.

Este trabajo se demora aproximadamente 21 minutos en realizar todas las combinaciones; pero puede demorarse menos tiempo. Sin embargo, si el enlace de comunicación no está funcionando adecuadamente por falla en el hardware o en el cableado el programa muestra “FAILED”.

Para realizar “Acquire Comm”:

1. Presione [↑], [↓] para seleccionar el enlace deseado.
2. Ejecute uno de los siguientes pasos:
 - a) Escriba “YES” y presione ENTER.
 - b) Presione la barra espaciadora hasta que aparezca “YES” y presione ENTER.

El programa muestra titilando “WORKING” mientras realiza el poleo.

E.4.3.2 Sección Funciones de Utilidad.

Facilita algunas funciones al usuario.

LOCK: Habilita el modo de bloqueo para salvo guardar cambios no deseados. Para ello coloque "LK". Para habilitar los cambios coloque "EN".

RFJ: Reference Frequency Adjust (10 MHz). Sirve para realizar un ajuste de la frecuencia de referencia.

LFE: LNA Fault Enable. Habilita o deshabilita las fallas en el LNA.

CLNA: Calibrated LNA. Permite una calibración del LNA.

XFE: External Fault Enable. Permite la habilitación de fallas externas.

E.4.4 Pantalla de Modo terminal

Permite al usuario la comunicación directa con el equipo usando comandos/respuestas a través del interfaz serial. (Anexo B). Presione [F4] para acceder a esta pantalla.

E.4.4.1 Cambios de velocidad y paridad.

Para cambiar la velocidad del enlace entre el transceptor y la computadora:

1. Presione [ALT] + [B]
2. Presione [↑], [↓] para seleccionar la velocidad deseada.
3. Presione ENTER

Para cambiar la paridad:

1. Presione [ALT] + [P]
2. Presione [↑], [↓] para seleccionar la paridad deseada.
3. Presione ENTER

E.4.4.2 Definición de teclas/macros

El programa permite almacenar hasta 10 diferentes configuraciones con la característica Key defs./macros. Para ello, presione [ALT] +[K] y siga las instrucciones de la pantalla el almacenamiento se lo hace presionando [ALT] + una de las teclas numéricas 0 a 9.

E.4.5 Almacenamiento de Alarmas.

SINGLE RFT-500 CONFIGURATION - CURRENT FAULT LOG				
Total number of stored faults = 3				
Fault #	Date	Time	Equipment	Fault
3	07/16/98	02:18:17	Unit A	LNA: Low Noise Amplifier fault
2	07/16/98	02:18:16	Unit A	DL: Downlink Fault
1	07/16/98	02:18:15	Unit A	RST: Unit experienced a Restart
<F8> - clear SELECTED fault data. Up Arrow - select next entry. <F9> - clear ALL stored fault data. Dn Arrow - select previous entry.				
<F1> - Status scrn, <F2> - Pre-Selects, <F3> - Comm. scrn, <F4> - Terminal Mode <F5> - Fault Log, <F6> - Clear faults, <F7> - Exit program				

Nos despliega las alarmas que han transcurrido en el transceptor. La misma pantalla presenta varias opciones para clarear las alarmas. Para ingresar a esta pantalla, presione [F5].

ANEXO F

SOFTWARE PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO DE TRANSCÉPTORES EN ESTACIONES TERRENAS SATELITALES A TRAVÉS DE CANAL ASINCRÓNICO SATELITAL

FORM INICIO (frm_INI.frm)

```
Private Sub Form_Load()  
    Tiempo1.Interval = 4000  
    Load Inicio  
    Inicio.Show  
    Eti_Inicio1.Caption = "ESCUELA POLITECNICA NACIONAL"  
    Eti_Inicio2.Caption = "Facultad de Ingeniería Eléctrica"  
    Eti_Inicio3.Caption = "Realizado por"  
    Eti_Inicio4.Caption = "EDWIN A. ORBE E."  
    Eti_Inicio5.Caption = "1999"  
    Eti_Inicio6.Caption = "Versión 1.0"  
End Sub
```

```
Private Sub Tiempo1_Timer()  
    FormCLAVE.Show  
    Unload Me  
    Unload Inicio  
End Sub
```

FORM CLAVE (formCLAVE.frm)

```
Private Sub Command1_Click()  
    Dim Mensaje, Estilo, Titulo, AYUDA, Ctxt, Respuesta, MiCadena  
    Dim mibase As Database  
    Dim tabla As Recordset  
    Set mibase = OpenDatabase(App.Path & "\T1.mdb")  
    Set tabla = mibase.OpenRecordset("CLAVE")  
    BANDERA = 0  
    tres = 0  
tabla.MoveFirst  
    Text1.SetFocus  
Do While Not tabla.EOF  
    If Text1.Text = tabla.Fields("USUARIO") Then
```

```
If Text2.Text = tabla.Fields("CLAVE") Then
    MDIFormMENU.PROCESOS.Enabled = True
    MDIFormMENU.ADMINISTRACION.Enabled = False
    MDIFormMENU.AYUDA.Enabled = True
    If tabla.Fields("tipo") = 2 Then
        MDIFormMENU.PROCESOS.Enabled = True
        MDIFormMENU.AYUDA.Enabled = True
        MDIFormMENU.ADMINISTRACION.Enabled = True
    End If
    Unload Me
    BANDERA = 1
    Exit Do
Else
    tabla.MoveNext
End If
Else
    tabla.MoveNext
End If
Loop
If BANDERA = 0 Then
    Mensaje = "Operador no autorizado. Intentar nuevamente"
    Estilo = vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2
    Titulo = "Error de Acceso"
    AYUDA = "DEMO.HLP"
    Ctxt = 1000
    Respuesta = MsgBox(Mensaje, Estilo, Titulo, AYUDA, Ctxt)
    If Respuesta = vbYes Then
        FormCLAVE.Show
        Text1.Text = ""
        Text2.Text = ""
        Text1.SetFocus
    Else
        Text1.Text = ""
        Text2.Text = ""
        mibase.Close
    End
End If
End If
mibase.Close
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Me.Move (Screen.Width - Me.Width) / 2, (Screen.Height - Me.Height) / 2
    Data1.DatabaseName = App.Path & "\t1.mdb"
End Sub
```

FORM ABOUT (formABOUT.frm)

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
Unload Me
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
Me.Move (Screen.Width - Me.Width) / 2, (Screen.Height - Me.Height) / 2
```

```
End Sub
```

FORM USUARIO (FormUSUARIO.frm)

```
Private Sub bAceptar_Click()
```

```
DataUSUARIOS.Recordset.Update
```

```
FrameCONTROL2.Enabled = True
```

```
FrameUSUARIOS.Enabled = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub bBorrar_Click()
```

```
If (Not DataUSUARIOS.Recordset.EOF) And (Not DataUSUARIOS.Recordset.BOF) Then
```

```
Respuesta = MsgBox("El registro será eliminado, está seguro?", vbYesNo + vbExclamation + vbDefaultButton2, "Borrar  
Registro")
```

```
If Rcspuesta = vbYes Then
```

```
DataUSUARIOS.Recordset.Delete
```

```
DataUSUARIOS.Recordset.MoveNext
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub bCancelar_Click()
```

```
DataUSUARIOS.Recordset.CancelUpdate
```

```
FrameCONTROL2.Enabled = True
```

```
FrameUSUARIOS.Enabled = False
```

```
DataUSUARIOS.Enabled = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub bEditar_Click()
```

```
if (Not DataUSUARIOS.Recordset.EOF) And (Not DataUSUARIOS.Recordset.BOF) Then
```

```
Edit = MsgBox("El registro será modificado, está seguro?", vbYesNo + vbQuestion, "Edición")
```

```
If Edit = vbYes Then
```

```
FrameUSUARIOS.Enabled = True
```

```
Text1.SetFocus
```

```
DataUSUARIOS.Recordset.Edit
```

```
FrameCONTROL2.Enabled = False
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub bNuevo_Click()
```

```
FrameUSUARIOS.Enabled = True
FrameCONTROL2.Enabled = False
Text1.SetFocus
DataUSUARIOS.Recordset.AddNew
End Sub

Private Sub bSalir_Click()
    Unload Me
    Unload Inicio
End Sub

Private Sub bTerminar_Click()
    FrameCONTROL2.Visible = False
    FrameUSUARIOS.Enabled = False
End Sub

Private Sub Form_Load()
    FrameUSUARIOS.Enabled = False
    FrameCONTROL2.Enabled = True
    DataUSUARIOS.DatabaseName = App.Path & "\t1.mdb"
End Sub
```

MDI FORM MENU (form\MENU.frm)

```
Dim area
Private Sub About_Click()
    Dim frmX As New FormABOUT
    frmX.Show vbModal
    Set frmX = Nothing
End Sub

Private Sub contenido_Click()
    CommonDialog1.HelpFile = App.Path & "\Sistema.hlp"
    CommonDialog1.HelpCommand = cdlHelpIndex
    CommonDialog1.ShowHelp
End Sub

Private Sub HLMONITRANS_Click()
    CommonDialog1.HelpFile = App.Path & "\Sistema.hlp"
    CommonDialog1.HelpCommand = cdlHelpPartialKey
    CommonDialog1.ShowHelp
End Sub

Private Sub MDIForm_Load()
    area = 16
    MDIFormMENU.PROCESOS.Enabled = False
    MDIFormMENU.ADMINISTRACION.Enabled = False
```

```
MDIFormMENU.AYUDA.Enabled = False
End Sub
```

```
Private Sub MONITOREO_Click()
    Load Transceptor
    Transceptor.Show
End Sub
```

```
Private Sub ss_Click()
    End
End Sub
```

```
Private Sub USUARIOS_Click()
    FormUSUARIO.Show
End Sub
```

FORM TRANSCEPTOR (frm TRCP.frm)

```
Private Sub Option6_Click()
End Sub
```

```
Private Sub Aceptar_Click()
    Dim Npuerto, Impre As String
```

```
    If Cliente_A.Value = False And Cliente_B.Value = False And Cliente_C.Value = False And Cliente_D.Value = False And
        Cliente_E.Value = False And Cliente_F.Value = False And Cliente_G.Value = False And Cliente_H.Value = False Then
        Mensaje = "ESCOJA UN CLIENTE A MONITOREAR "
        Estilo = vbOKOnly + vbExclamation
        Titulo = "MONITOREO"
        Respuesta = MsgBox(Mensaje, Estilo, Titulo)
```

```
    Else
```

```
    End If
```

```
    If Cliente_A.Value = True Or Cliente_B.Value = True Or Cliente_C.Value = True Or Cliente_D.Value = True Or
        Cliente_E.Value = True Or Cliente_F.Value = True Or Cliente_G.Value = True Or Cliente_H.Value = True Then
        If Cliente_A.Value = True Then
```

```
            Npuerto.Caption = "1"
            Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
            Npuerto.Caption = ""
            Tipo_Trcp.Titulo2.Caption = "Cliente A"
```

```
        Else
```

```
            If Cliente_B.Value = True Then
                Npuerto.Caption = "2"
                Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
                Npuerto.Caption = ""
                Tipo_Trcp.Titulo2.Caption = "Cliente B"
```

```
            Else
```

```
If Cliente_C.Value = True Then
    Npuerto.Caption = "3"
    Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
    Npuerto.Caption = ""
    Tipo_Trec.Titulo2.Caption = "Cliente C"
Else
    If Cliente_D.Value = True Then
        Npuerto.Caption = "4"
        Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
        Npuerto.Caption = ""
        Tipo_Trec.Titulo2.Caption = "Cliente D"
    Else
        End If
    End If
End If
End If
If Cliente_E.Value = True Then
    Npuerto.Caption = "5"
    Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
    Npuerto.Caption = ""
    Tipo_Trec.Titulo2.Caption = "Cliente E"
Else
    If Cliente_F.Value = True Then
        Npuerto.Caption = "6"
        Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
        Npuerto.Caption = ""
        Tipo_Trec.Titulo2.Caption = "Cliente F"
    Else
        If Cliente_G.Value = True Then
            Npuerto.Caption = "7"
            Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
            Npuerto.Caption = ""
            Tipo_Trec.Titulo2.Caption = "Cliente G"
        Else
            If Cliente_H.Value = True Then
                Npuerto.Caption = "8"
                Ioport1.Value = Val(Npuerto.Caption)
                Npuerto.Caption = ""
                Tipo_Trec.Titulo2.Caption = "Cliente H"
            Else
                End If
            End If
        End If
    End If
End If
Load Tipo_Trec
Tipo_Trec.Show
Else
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cancelar_Click()
```

```
Cancelar1 = " DESEA ABANDONAR EL MONITOREO ?"
```

```
Estilo1 = vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2
```

```
Titulo1 = "SALIR DEL MONITOREO"
```

```
Respuesta1 = MsgBox(Cancelar1, Estilo1, Titulo1)
```

```
If Respuesta1 = vbYes Then
```

```
Cancelar2 = " ESTA SEGURO QUE DESEA SALIR DEL MONITOREO?"
```

```
Estilo2 = vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2
```

```
Titulo2 = "SALIR DEL MONITOREO"
```

```
Respuesta2 = MsgBox(Cancelar2, Estilo2, Titulo2)
```

```
If Respuesta2 = vbYes Then
```

```
Unload Transceptor
```

```
Else
```

```
Titulo1 = "MONITOREO DE TRANSCEPTORES"
```

```
End If
```

```
Else
```

```
Titulo1 = "MONITOREO DE TRANSCEPTORES"
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_A_Click()
```

```
nclie.Caption = "1"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_B_Click()
```

```
nclie.Caption = "2"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_C_Click()
```

```
nclie.Caption = "3"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_D_Click()
```

```
nclie.Caption = "4"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_E_Click()
```

```
nclie.Caption = "5"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_F_Click()
```

```
nclie.Caption = "6"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_G_Click()
```

```
nclie.Caption = "7"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Cliente_H_Click()
```

```
nclie.Caption = "8"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Cliente_A.Value = False
```

```
    Cliente_B.Value = False
```

```
    Cliente_C.Value = False
```

```
    Cliente_D.Value = False
```

```
    Cliente_E.Value = False
```

```
    Cliente_F.Value = False
```

```
    Cliente_G.Value = False
```

```
    Cliente_H.Value = False
```

```
    Tiempo2.Interval = 800
```

```
    For i = 0 To 7
```

```
        Lin1(i).BorderColor = &HFFFFFF
```

```
        Lin2(i).BorderColor = &HFFFFFF
```

```
        Lin3(i).BorderColor = &HFFFFFF
```

```
    Next i
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Tiempo2_Timer()
```

```
    For i = 0 To 7
```

```
        Lin1(i).BorderColor = &HFF0000
```

```
        Lin2(i).BorderColor = &HFF0000
```

```
        Lin3(i).BorderColor = &HFF0000
```

```
    Tiempo3.Interval = 800
```

```
    Next i
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Tiempo3_Timer()
```

```
    Tiempo2.Interval = 1500
```

```
    For i = 0 To 7
```

```
        Lin1(i).BorderColor = &HFFFFFF
```

```
        Lin2(i).BorderColor = &HFFFFFF
```

```
        Lin3(i).BorderColor = &HFFFFFF
```

```
    Next i
```

```
End Sub
```

FRM TIPO TRCP (frm TIPO.frm)

```
Private Sub Aceptar2_Click()
```

```
If Efdata.Value = False And Marca.Value = False Then
    Mensaje3 = " ESCOJA UNA OPCION"
    Estilo3 = vbOKOnly + vbExclamation
    Titulo3 = "Tipo de Transeptor"
    Respuesta3 = MsgBox(Mensaje3, Estilo3, Titulo3)
Else
    If Efdata.Value = True Then
        Load Clase
        Clase.Show
    Else
        termin = Shell(App.Path & "\Hyperterminal\Hypertm.exe", 3)
        AppActivate termin, True
        Unload Tipo_Trcp
    End If
End If
End Sub
```

```
Private Sub Cancelar2_Click()
    Unload Tipo_Trcp
    Transeptor.WindowState = 2
    Transeptor.Show
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
    Efdata.Value = False
    Marca.Value = False
End Sub
```

FORM CLASE (frmCLASE.frm)

```
Private Sub Aceptar3_Click()
    If rft_500.Value = True Then
        Unload Clase
        rft500 = Shell(App.Path & "\Ef-Data\cst_mc.exe", 3)
    Else
        Unload Clase
        rft505 = Shell(App.Path & "\Ef-Data\cst_mc5.exe", 3)
    End If
End Sub
Private Sub Cancelar3_Click()
    Unload Clase
    Load Tipo_Trcp
    Tipo_Trcp.Show
End Sub
```

ANEXO G

DATOS TECNICOS DE INTEGRADOS



CD4051BM/CD4051BC Single 8-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer
CD4052BM/CD4052BC Dual 4-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer
CD4053BM/CD4053BC Triple 2-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer

General Description

These analog multiplexers/demultiplexers are digitally controlled analog switches having low "ON" impedance and very low "OFF" leakage currents. Control of analog signals up to 15V_{pp} can be achieved by digital signal amplitudes of 3-15V. For example, if V_{DD} = 5V, V_{SS} = 0V and V_{EE} = -5V, analog signals from -5V to +5V can be controlled by digital inputs of 0-5V. The multiplexer circuits dissipate extremely low quiescent power over the full V_{DD} - V_{SS} and V_{DD} - V_{EE} supply-voltage ranges, independent of the logic state of the control signals. When a logical "1" is present at the inhibit input terminal all channels are "OFF".

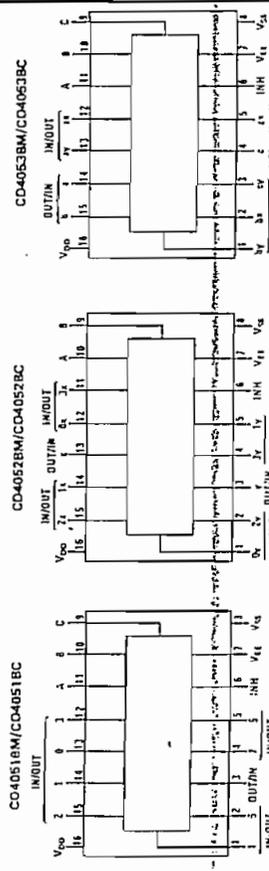
CD4051BM/CD4051BC is a single 8-channel multiplexer having three binary control inputs, A, B, and C, and an inhibit input. The three binary signals select 1 of 8 channels to be turned "ON", and connect the input to the output. CD4052BM/CD4052BC is a differential 4-channel multiplexer having two binary control inputs, A and B, and an inhibit input. The two binary input signals select 1 of 4 pairs of channels to be turned on and connect the differential analog inputs to the differential outputs.

CD4053BM/CD4053BC is a triple 2-channel multiplexer having three separate digital control inputs, A, B, and C, and an inhibit input. Each control input selects one of a pair of channels which are connected in a single-pole double-throw configuration.

Features

- Wide range of digital and analog signal levels: digital 3-15V, analog to 15V_{pp}
- Low "ON" resistance: 80Ω (typ.) over entire 15V_{pp} signal-input range for V_{DD} - V_{EE} = 15V
- High "OFF" resistance: channel leakage of ±10pA (typ.) at V_{DD} - V_{EE} = 10V
- Logic level conversion for digital addressing signals of 3-15V (V_{DD} - V_{SS} = 3-15V) to switch analog signals to 15V_{pp} (V_{DD} - V_{EE} = 15V)
- Matched switch characteristics: ΔR_{ON} = 5Ω (typ.) for V_{DD} - V_{EE} = 15V
- Very low quiescent power dissipation under all digital control input and supply conditions: 1μW (typ.) at V_{DD} - V_{SS} = V_{DD} - V_{EE} = 10V
- Binary address decoding on chip

Connection Diagrams



Maximum Ratings

Apply Voltage: -0.5 Vdc to +18Vdc
 Input Voltage: -0.5 Vdc to V_{DD} + 0.5 Vdc
 Temperature Range: -65°C to +150°C
 Dissipation: 500mW
 Temperature (solid-state, 10 seconds): 300°C

Recommended Operating Conditions

V_{DD} DC Supply Voltage: -5 Vdc to +15 Vdc
 Input Voltage: 0V to V_{DD} Vdc
 Operating Temperature Range: -55°C to +125°C
 CD4051BM, CD4052BM, CD4053BM: -10°C to +85°C
 CD4051BC, CD4052BC, CD4053BC

Electrical Characteristics (Note 2)

Parameter	Conditions	Min	Max	Typ	Max	Min	Max	Units
Quiescent Device Current	V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V	0	0	0	5	0	5	μA
ON Resistance (Peak)	R _L = 10 kΩ; Any channel selected	0	300	270	2500	0	3500	Ω
OFF Resistance (Peak)	R _L = 10 kΩ; Any channel selected	0	310	120	400	0	580	Ω
Channel Leakage Current	V _{DD} = 5V, V _{EE} = -5V or V _{DD} = 10V, V _{EE} = 0V	0	320	30	280	0	400	Ω
Channel Leakage Current	V _{DD} = 7.5V, V _{EE} = -7.5V or V _{DD} = 15V, V _{EE} = 0V	0	0	0	0	0	0	Ω
Channel Leakage Current	V _{DD} = 2.5V, V _{EE} = -2.5V or V _{DD} = 5V, V _{EE} = 0V	0	0	0	0	0	0	Ω
Channel Leakage Current	V _{DD} = 5V, V _{EE} = -5V or V _{DD} = 10V, V _{EE} = 0V	0	0	10	0	0	0	Ω
Channel Leakage Current	V _{DD} = 7.5V, V _{EE} = -7.5V or V _{DD} = 15V, V _{EE} = 0V	0	0	5	0	0	0	Ω

OFF Channel Leakage Current, any channel "OFF"

V _{DD} = 7.5V, V _{EE} = -7.5V, I/O = 0V	±50	±0.01	±50	±500	nA
Inhibit = 7.5V, V _{DD} = 7.5V, V _{EE} = -7.5V, CD4051	±200	±0.08	±200	±2000	nA
O/I = 0V, CD4052	±200	±0.04	±200	±2000	nA
I/O = ±7.5V, CD4053	±200	±0.02	±200	±2000	nA

Low Level Input Voltage

V_{EE} = V_{SS}, R_L = 1kΩ to V_{SS}
 I_{IS} < 2μA on all OFF channels

VIS = V _{DD} thru 1kΩ	1.5	1.5	1.5	1.5	V
V _{DD} = 5V	3.0	3.0	3.0	3.0	V
V _{DD} = 10V	4.0	4.0	4.0	4.0	V
V _{DD} = 15V	3.5	3.5	3.5	3.5	V
V _{DD} = 5	7	7	7	7	V
V _{DD} = 10	11	11	11	11	V
V _{DD} = 15	0.1	0.1	0.1	0.1	V

High Level Input Voltage

V_{DD} = 15V, V_{EE} = 0V
 V_{DD} = 15V, V_{EE} = 0V
 I_{IN} = 15V

V _{DD} = 5	0.1	0.1	0.1	0.1	V
V _{DD} = 10	0.1	0.1	0.1	0.1	V
V _{DD} = 15	0.1	0.1	0.1	0.1	V

Input Current

V _{DD} = 15V, V _{EE} = 0V	0.1	0.1	0.1	0.1	μA
V _{DD} = 15V, V _{EE} = 0V	0.1	0.1	0.1	0.1	μA
I _{IN} = 15V	0.1	0.1	0.1	0.1	μA

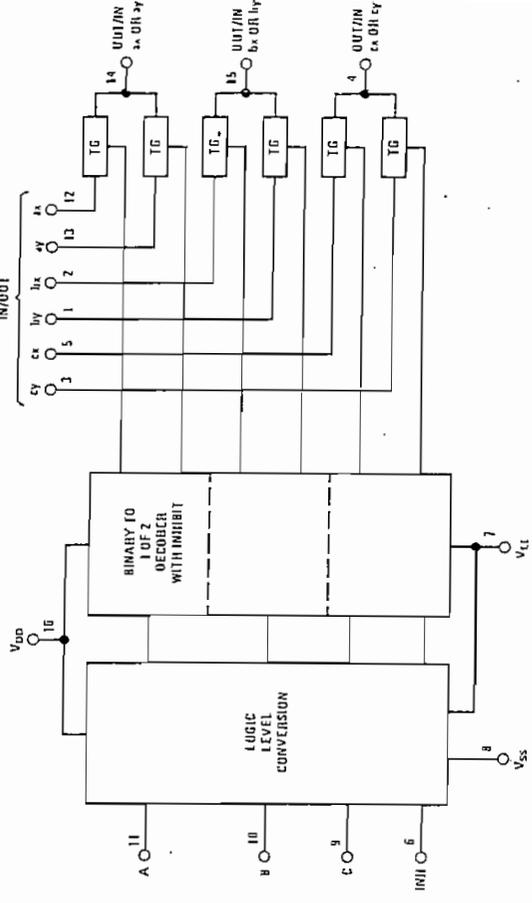
Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
IPZL, IPZL	VEE = VSS = 0V RL = 1 kΩ CL = 50 pF		600	1200	ns
IPHZ, IPLZ	VEE = VSS = 0V RL = 1 kΩ CL = 50 pF		225	450	ns
CIN			210	420	ns
COUT			100	200	ns
CIOS			75	150	ns
CpD			5	7.5	pF
			10	15	pF
CD4051	VEE = VSS = 0V	10V	30		pF
CD4052		10V	15		pF
CD4053		10V	8		pF
Signal Inputs (VIS) and Outputs (VOS)					
Sine Wave Response (Distortion)	RL = 10 kΩ fIS = 1 kHz VIS = 5 Vp-p VEE = VSI = 0V		0.04		%
Frequency Response, Channel "ON" (Sine Wave Input)	RL = 1 kΩ, VEE = VSS = 0V, VIS = 5 Vp-p, 20 log10 VOS/VIS = -3 dB		40		MHz
Feedthrough, Channel "OFF"	RL = 1 kΩ, VEE = VSS = 0V, VIS = 5 Vp-p, 20 log10 VOS/VIS = -40 dB		10		MHz
Crosstalk Between Any Two Channels (Frequency at 40 dB)	RL = 1 kΩ, VEE = VSS = 0V, VIS(A) = 5 Vp-p, 20 log10 VOS(B)/VIS(A) = -40 dB (Note 3)		3		MHz
IPHL, IPLH	VEE = VSS = 0V CL = 50 pF	5V	25	55	ns
		10V	15	35	ns
		15V	10	25	ns
Control Inputs, A, B, C and Inhibit					
Control Input to Signal Crosstalk	VEE = VSS = 0V, RL = 10 kΩ at both ends of channel. Input Square-Wave Amplitude = 10V	10V	65		mV (peak)
IPHL, IPLH	VEE = VSS = 0V CL = 50 pF	5V	500	1000	ns
		10V	180	360	ns
		15V	120	240	ns

Max 3: A, B are two arbitrary channels with A turned "ON" and B "OFF".

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Quiescent Device Current	VDD = 5V VDD = 10V VDD = 15V	20		150	μA
		40		300	μA
		80		600	μA
Inputs (VIS) and Outputs (VOS)					
"ON" Resistance (Peak for VEE < VIS < VDD)	VDD = 2.5V, VEE = -2.5V, or VDD = 5V, VEE = 0V	2100	270	3200	Ω
	VDD = 5V, VEE = -5V, or VDD = 10V, VEE = 0V	330	120	520	Ω
	VDD = 7.5V, VEE = -7.5V, or VDD = 15V, VEE = 0V	230	80	360	Ω
Δ "ON" Resistance Between Any Two Channels	RL = 10 kΩ (any channel selected)		10		Ω
	VDD = 2.5V, VEE = -2.5V, or VDD = 5V, VEE = 0V		10		Ω
	VDD = 5V, VEE = -5V, or VDD = 10V, VEE = 0V		5		Ω
	VDD = 7.5V, VEE = -7.5V, or VDD = 15V, VEE = 0V		10.01		Ω
"OFF" Channel Leakage Current, any channel "OFF"	VDD = 7.5V, VEE = -7.5V, O/I = ±7.5V, I/O = 0V	±150		±500	nA
	Inhibit = 7.5V, CD4051	±200		±2000	nA
	VDD = 7.5V, VEE = -7.5V, O/I = 0V	±200		±2000	nA
	I/O = ±7.5V, CD4053	±200		±2000	nA
of Inputs A, B, C and Inhibit					
Low Level Input Voltage	VEE = VSS, RL = 1 kΩ to VSS fIS < 2 μA on all OFF Channels VIS = VDD thru 1kΩ	1.5	1.5	1.5	V
	VDD = 5V	3.0	3.0	3.0	V
	VDD = 10V	4.0	4.0	4.0	V
	VDD = 15V				V
High Level Input Voltage	VDD = 5	3.5	3.5	3.5	V
	VDD = 10	7	7	7	V
	VDD = 15	11	11	11	V
Input Current	VDD = 15V, VEE = 0V VIN = 0V	-0.1	-10-5	-1.0	μA
	VDD = 15V, VEE = 0V VIN = 15V	0.1	10-5	1.0	μA

"Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature" they are not meant to imply that the device should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual operation.

All voltages measured with respect to VSS unless otherwise specified.

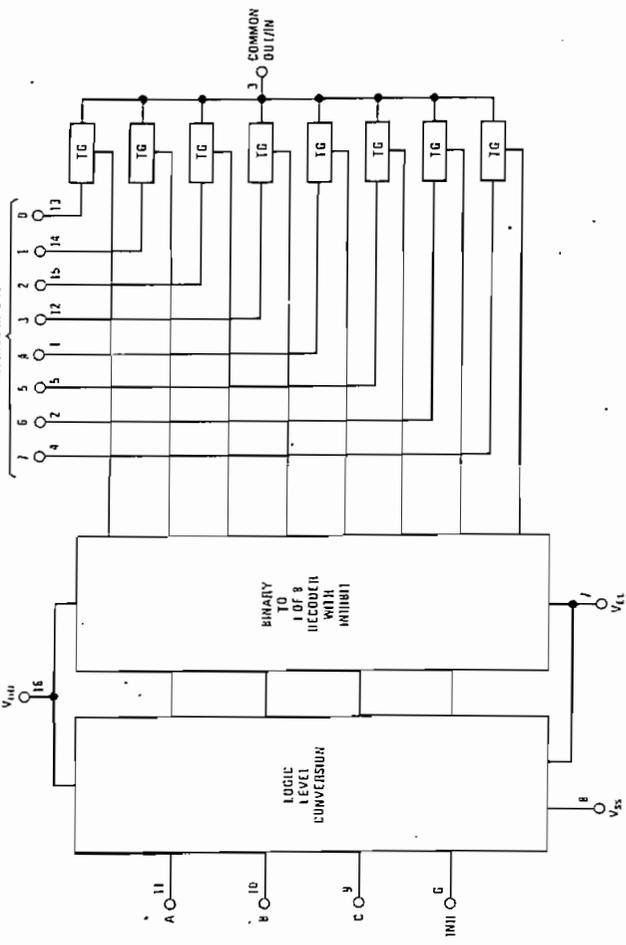


CD4053BM/CD4053BC

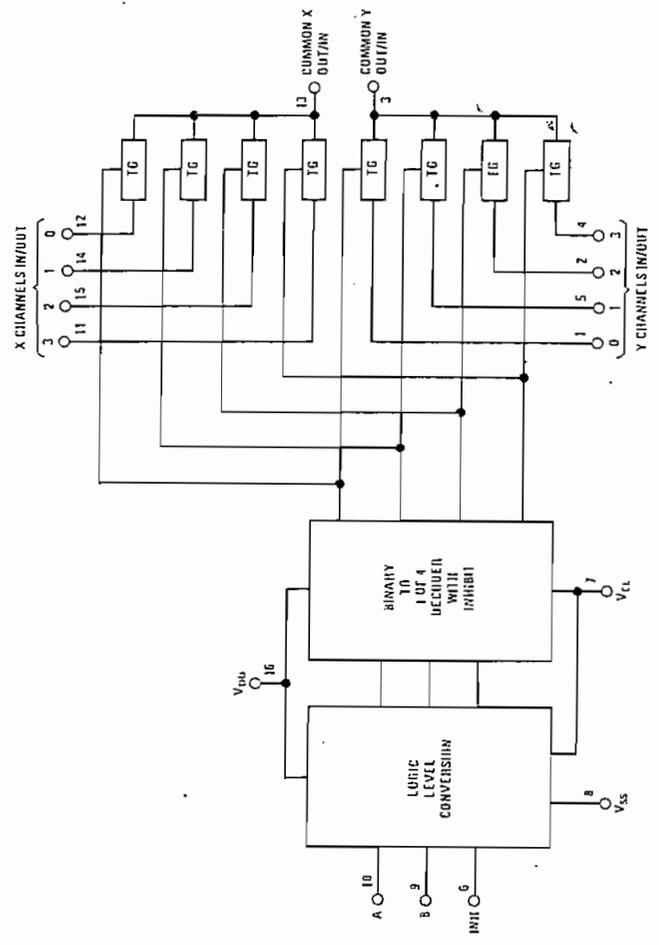
Truth Table

INPUT STATES		"ON" CHANNELS	
C	A	CD4052B	CD4053B
0	0	0X, 0Y	0X, 0Y, 0Z
0	1	1X, 1Y	1X, 1Y, 0Z
0	2	2X, 2Y	2X, 2Y, 0Z
0	3	3X, 3Y	3X, 3Y, 0Z
0	4		4X, 4Y, 0Z
0	5		5X, 5Y, 0Z
0	6		6X, 6Y, 0Z
0	7		7X, 7Y, 0Z
1	*	NONE	NONE

* Don't Care condition.



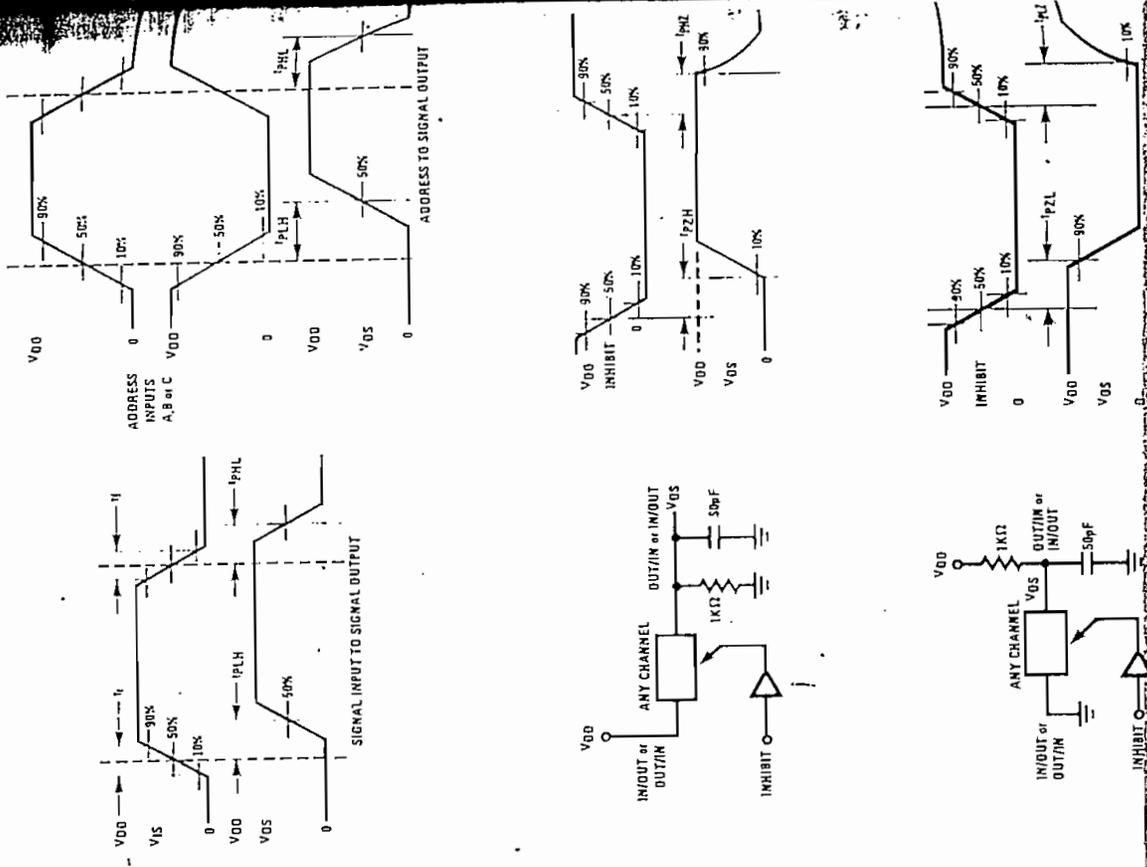
CD4051BM/CD4051BC



CD4052BM/CD4052BC

CD4051BM/CD4051BC, CD4052BM/CD4052BC, CD4053BM/CD4053BC

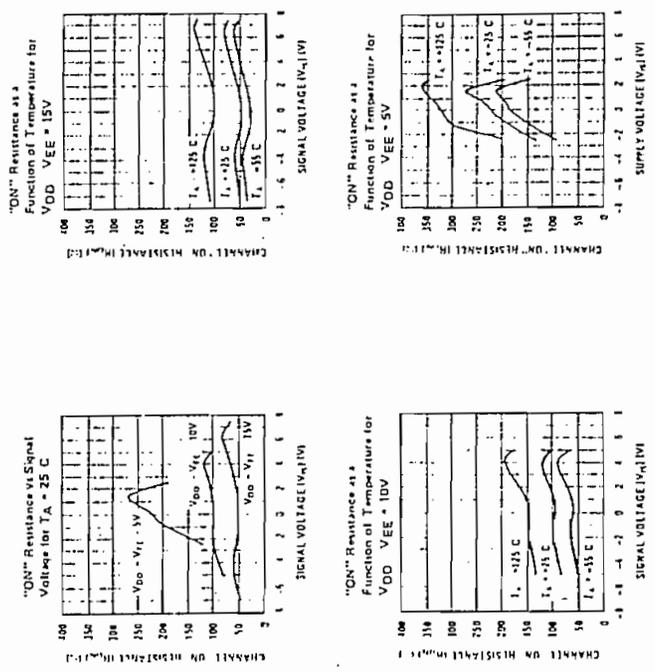
Switching Time Waveforms



Special Considerations

certain applications the external load-resistor current may include both VDD and signal-line components. To avoid drawing VDD current when switch current flows into IN/OUT pin, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.6V at $T_A \leq 25^\circ\text{C}$, 0.4V at $T_A > 25^\circ\text{C}$ (calculated from RDS values shown). No VDD current will flow through RL if the switch current flows into OUT-IN pin.

Typical Performance Characteristics





LM109/LM209/LM309 5-Volt Regulator

General Description

The LM109 series are complete 5 V. regulators fabricated on a single silicon chip. They are designed for local regulation on digital logic cards, eliminating the distribution problems associated with single-point regulation. The devices are available in two standard transistor packages. In the solid-state TO-5 header, it can deliver output currents in excess of 200mA, if adequate heat sinking is provided. With the TO-3 power package, the available output current is greater than 1A.

The regulators are essentially blowout proof. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. In addition, thermal shutdown is provided to keep the IC from overheating. If internal dissipation becomes too great, the regulator will shut down to prevent excessive heating.

Considerable effort was expended to make these devices easy to use and to minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response somewhat. Input bypassing is needed, however, if the regulator is

Voltage Regulators

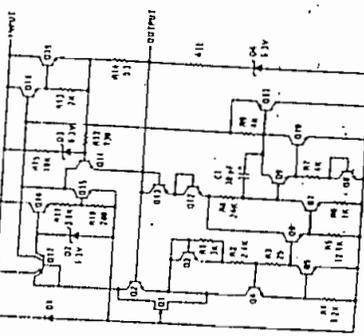
located very far from the filter capacitor of the power supply. Stability is also achieved by methods that provide very good rejection of load or line transients as are usually seen with TTL logic.

Although designed primarily as a fixed-voltage regulator, the output of the LM109 series can be set to voltages above 5V, as shown below. It is also possible to use the circuits as the control element in precision regulators, taking advantage of the good current-handling capability and the thermal overload protection.

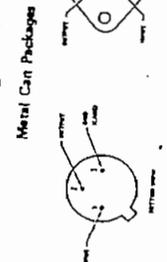
Features

- Specified to be compatible, worst case, with TTL and DTL
- Output current in excess of 1 A
- Internal thermal overload protection
- No external components required

Schematic Diagram



Connection Diagrams



Order Number LM109H, LM209H, LM309H
 LM109K STEEL, LM209K STEEL, LM309K STEEL
 See Package K 02A

Absolute Maximum Ratings

- Input Voltage 35 V
- Power Dissipation Internally Limited
- Operating Junction Temperature Range -55°C to +150°C
- LM109 -25°C to +150°C
- LM209 0°C to +125°C
- LM309 -65°C to +150°C
- Storage Temperature Range -65°C to +150°C
- Lead Temperature (Soldering, 10 seconds) 300°C

Electrical Characteristics

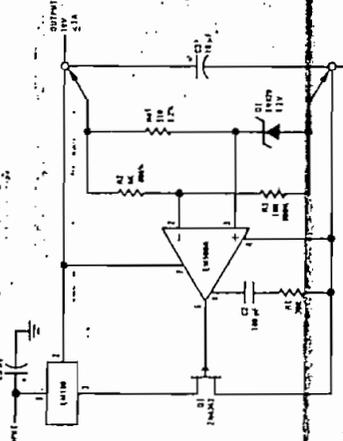
PARAMETER	LM109/LM209			LM309			UNITS	
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Output Voltage	4.7	5.05	5.3	4.8	5.05	5.2	V	
Line Regulation	7V < V _{IN} < 25V						50	mV
Load Regulation	T _J = 25°C							
TO-5 Package	5mA < I _{OUT} < 0.5A						50	mV
TO-3 Package	5mA < I _{OUT} < 1.5A						100	mV
Output Voltage	7V < V _{IN} < 25V, 5mA < I _{OUT} < I _{MAX} , P < P _{MAX}						5.25	V
Quiescent Current	7V < V _{IN} < 25V						10	mA
Quiescent Current Change	7V < V _{IN} < 25V						0.5	mA
Output Noise Voltage	5mA < I _{OUT} < I _{MAX} , T _A = 25°C						0.8	µV
Long Term Stability	10Hz < f < 100kHz						40	mV
Ripple Rejection	T _J = 25°C (None 2)						20	dB
Thermal Resistance, Junction to Case							15	°C/W
TO-5 Package							2.5	°C/W
TO-3 Package								

Note 1: Unless otherwise specified, these specifications apply for -55°C < T_J < +150°C for the LM109, -25°C < T_J < +150°C for the LM209, and 0°C < T_J < +125°C for the LM309; V_{IN} = 10V and I_{OUT} = 0.1A for the TO-5 package or I_{OUT} = 0.5A for the TO-3 package. For the LM209, TO-5 package, I_{MAX} = 0.2A and P_{MAX} = 2.0W. For the TO-3 package, I_{MAX} = 1.0A and P_{MAX} = 20W.

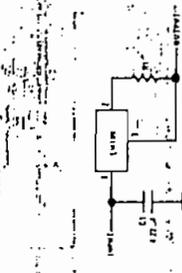
Note 2: Without a heat sink, the thermal resistance of the TO-5 package is about 150°C/W, while that of the TO-3 package is approximately 35°C/W. With a heat sink, the effective thermal resistance can only approach the values specified, depending on the efficiency of the sink.

Typical Applications (Continued)

High-Stability Regulator*



Current Regulator



*Quiescent output current. If two-wire load, it is read, bypass with 0.1 µF...

*If regulation better than 0.1%, load, line and temperature, can be obtained.
 †Quiescent current. May be adjusted to minimize thermal drift.
 ‡Full instruction.

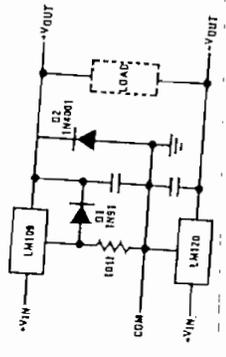
Application Hints

- Bypass the input of the LM109 to ground with $> 0.2 \mu\text{F}$ ceramic or solid tantalum capacitor if main filter capacitor is more than 4 inches away.
- Use steel package instead of aluminum if more than 5,000 thermal cycles are expected. ($\Delta T > 50^\circ\text{C}$)
- Avoid insertion of regulator into "live" socket if input voltage is greater than 10V. The output will rise to within 2V of the unregulated input if the ground pin does not make contact, possibly damaging the load. The LM109 may also be damaged if a large output capacitor is charged up, then discharged through the internal clamp zener when the ground pin makes contact.
- The output clamp zener is designed to absorb transients only. It will not clamp the output effectively if a failure occurs in the internal power transistor structure. Zener dynamic impedance is $\approx 4 \Omega$. Continuous RMS current into the zener should not exceed 0.5 A.
- Paralleling of LM109s for higher output current is not recommended. Current sharing will be almost nonexistent, leading to a current limit mode operation for devices with the highest initial output voltage. The current limit devices may also heat up to the

thermal shutdown point ($\approx 175^\circ\text{C}$). Long term reliability cannot be guaranteed under these conditions.

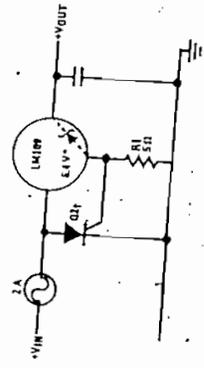
- Preventing latchoff for loads connected to negative voltage:

If the output of the LM109 is pulled negative by a high current supply so that the output pin is more than 0.5V negative with respect to the ground pin, the LM109 can latch off. This can be prevented by clamping the ground pin to the output pin with a germanium or Schottky diode as shown. A silicon diode (1N4001) at the output is also needed to keep the positive output from being pulled too far negative. The 10Ω resistor will raise $+V_{\text{OUT}}$ by $\approx 0.05\text{V}$.



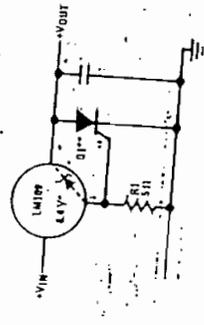
Crowbar Overvoltage Protection

INPUT CROWBAR

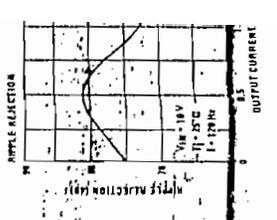
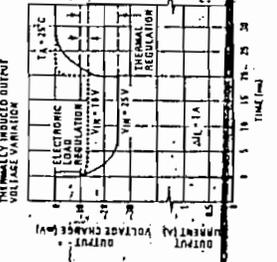
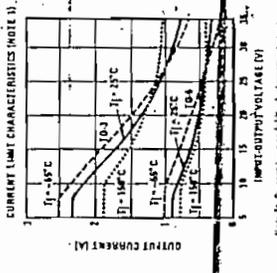
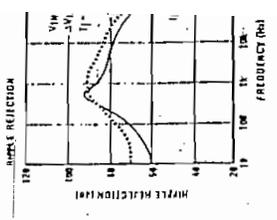
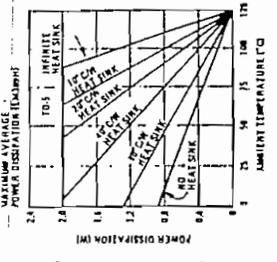
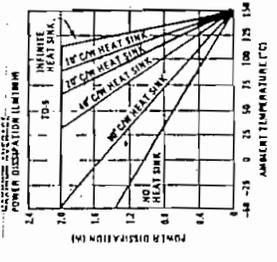
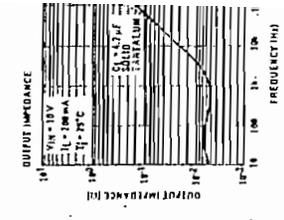
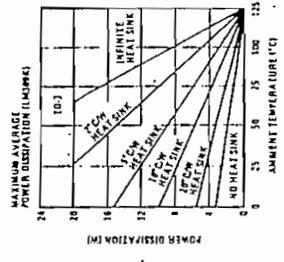
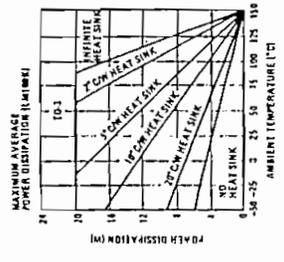


*Zener is optional in LM109.
 †D1 must be able to withstand 2A continuous current if loading is not used at regulated input. LM109 load must be able to handle 2A current above 7A.
 ‡R1 is optional for surge impedance. Considerations must be given to R1 watt capacity for surges above 100V.
 †††Typical $\rho = 7.5 \mu$.

OUTPUT CROWBAR

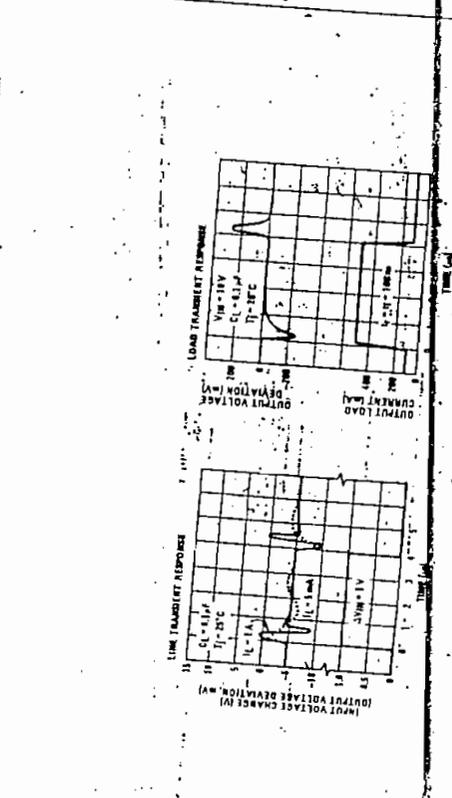
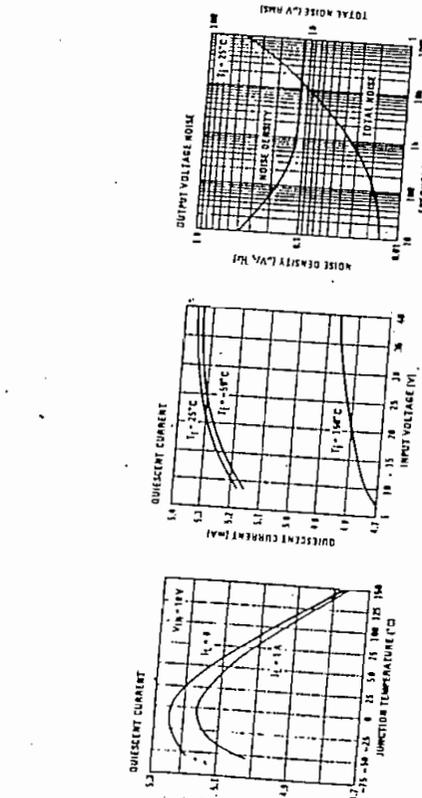
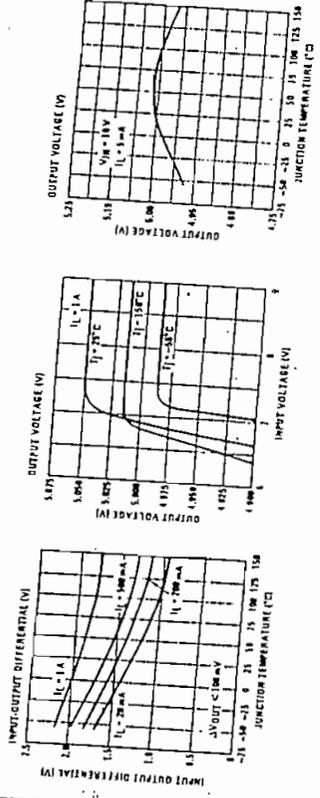


Typical Performance Characteristics



Note: 1. Current limiting threshold characteristic not shown for $V_{\text{OUT}} < 0$ due to measurement difficulties.

Typical Performance Characteristics (Continued)



Voltage Regulator
LM117/LM217/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator

General Description

The LM117/LM217/LM317 are adjustable 3-terminal positive voltage regulators capable of supplying in excess of 1.5A over a 1.2V to 37V output range. They are exceptionally easy to use and require only two external resistors to set the output voltage. Further, both line and load regulation are better than standard fixed regulators. Also, the LM117 is packaged in standard transistor packages which are easily mounted and handled.

In addition to higher performance than fixed regulators, the LM117 series offers full overload protection available only in IC's. Included on the die are current limit, thermal overload protection and safe area protection. All overload protection circuitry remains fully functional even if the adjustment terminal is disconnected.

Features

- Adjustable output down to 1.2V
- Guaranteed 1.5A output current
- Line regulation typically 0.01%/V
- Load regulation typically 0.1%
- Current limit constant with temperature
- 100% electrical burn-in
- Eliminates the need to stock many voltages
- Standard 3-Lead transistor package
- 80 dB ripple rejection

Normally, no capacitors are needed unless the device is situated far from the input filter capacitors in which case an input bypass is needed. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The adjustment terminal can be bypassed to achieve very high ripple rejection ratios which are difficult to achieve with standard 3-terminal regulators.

Besides replacing fixed regulators, the LM117 is used in a wide variety of other applications. Since the regulator is "floating" and sees only the input-to-output differential voltage, supplies of several hundred volts can be regulated as long as the maximum input output differential is not exceeded.

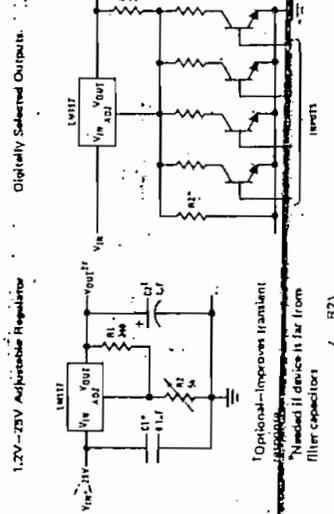
Also, it makes an especially simple adjustable switch-regulator, a programmable output regulator, or connecting a fixed resistor between the adjustment and output, the LM117 can be used as a precision current regulator. Supplies with electronic shutdown can be achieved by clamping the adjustment terminal to ground which programs the output to 1.2V where most loads draw little current.

The LM117K, LM217K and LM317K are packaged in standard TO-3 transistor packages while the LM117, LM217H and LM317H are packaged in a solid Kov base TO-5 transistor package. The LM117 is rated for operation from -55°C to +150°C, the LM217 from -25°C to +150°C and the LM317 from 0°C to +125°C. The LM317T and LM317MP, rated for operation over 0°C to +125°C range, are available in a TO-220 package and a TO-202 package, respectively.

LM117 Series Packages and Power Capability

DEVICE	PACKAGE	RATED POWER DISSIPATION	LOAD CURRENT
LM117	TO-3	20W	1.5A*
LM217	TO-39	2W	0.5A*
LM317	TO-220	15W	1.5A*
LM317M	TO-202	7.5W	0.5A*

Typical Applications



*Min output = 1.2V

*Set maximum V_{OUT}

$$11V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

10x 23216J

TYPES SN5446A, '47A, '48, '49, SN54L46, 'L47, SN54LS47, 'LS48, 'LS4 SN7446A, '47A, '48, SN74LS47, 'LS48, 'LS4 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

MARCH 1974 REVISED DECEMBER 1962

'46A, '47A, 'L46, 'L47, 'LS47
feature

'48, 'LS48
feature

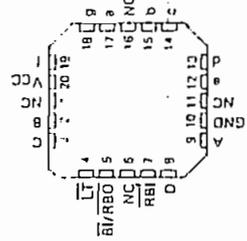
'49, 'LS49
feature

- Open-Collector Outputs
- Drive Indicators Directly
- Lamp-Test Provision
- Leading/Trailing Zero Suppression
- Internal Pull-Up Eliminates Need for External Resistors
- Lamp-Test Provision
- Leading/Trailing Zero Suppression
- Open-Collector Outputs
- Blanking Input

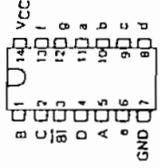
SN54L46, SN54L47 ... J PACKAGE
SN5446A, SN5447A, SN54LS47, SN5448,
SN54LS48 ... J OR W PACKAGE
SN7446A, SN7447A ...
SN7448 ... J OR N PACKAGE
SN74LS47, SN74LS48 ... D, J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



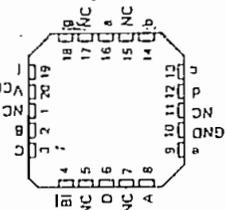
SN54LS47, SN54LS48 ... FK PACKAGE
SN74LS47, SN74LS48 ... FN PACKAGE
(TOP VIEW)



SN5449 ... W PACKAGE
SN54LS49 ... J OR W PACKAGE
SN74LS49 ... D, J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



SN54LS49 ... FK PACKAGE
SN74LS49 ... FN PACKAGE
(TOP VIEW)



*IC - 10 pin/wire connection

TYPES SN5446A, '47A, '48, SN54L46, 'L47, SN54LS47, 'LS48, 'L49, SN7446A, '47A, '48, SN74LS47, 'LS48, 'LS49 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

18. 'LS48 FUNCTION TABLE

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS							OUTPUTS							NOTE	
	LT	RBI	A	B	C	D	BI/RBO	1	2	3	4	5	6	7		8
0	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
1	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
2	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
3	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
4	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
5	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
6	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
7	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
8	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
9	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
10	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
11	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
12	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
13	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
14	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
15	H	X	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
RBI	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L	2
LT	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	3

- 11 = high level, L = low level, X = irrelevant
 NOTES: 1 The blanking input (LT) must be open or tied to a high logic level when output functions 3 through 15 are desired. The ripple-blanking input (RBI) must be open or tied to a high logic level when output functions 3 through 15 are desired. The blanking output (BI) is low when a low logic level is applied directly to the blanking input (LT). All segment outputs are low regardless of the level of any other input.
 2 When a low logic level is applied directly to the blanking input (LT), all segment outputs are low regardless of the level of any other input.
 3 When ripple-blanking input (RBI) and inputs A, B, C and D are at a low level with the blanking input high, all segment outputs go low and the ripple-blanking output (RBO) goes high. A low-level response is guaranteed.
 4 When the blanking input (LT) is open or tied to a high logic level, the ripple-blanking output (RBI/RBO) is open or tied to a high logic level. All segment outputs are high.
 5 BI/RBO is wired-AND logic serving as blanking input (BI) and/or ripple-blanking output (RBO).

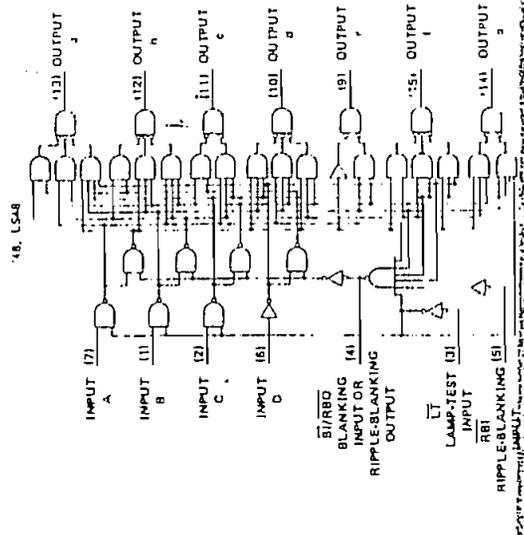
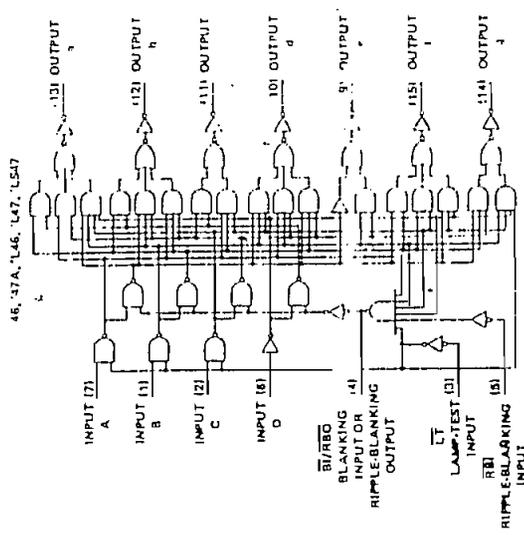
19. 'LS48 FUNCTION TABLE

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS							OUTPUTS							NOTE
	D	C	B	A	BI	1	2	3	4	5	6	7	8		
0	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
1	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
2	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
3	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
4	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
5	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
6	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
7	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
8	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
9	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
10	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
11	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
12	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
13	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
14	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
15	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	1	
BI	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	L	2	

- 11 = high level, L = low level, X = irrelevant
 NOTES: 1 The blanking input (BI) must be open or tied to a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The ripple-blanking input (RBI) must be open or tied to a high logic level when output functions 0 through 15 are desired. The blanking output (BI) is low when a low logic level is applied directly to the blanking input (BI). All segment outputs are low regardless of the level of any other input.
 2 When a low logic level is applied directly to the blanking input (BI), all segment outputs are low regardless of the level of any other input.

TYPES SN5446A, '47A, '48, SN54L46, 'L47, SN54LS47, 'LS48, SN7446A, '47A, '48, SN74LS47, 'LS48 BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

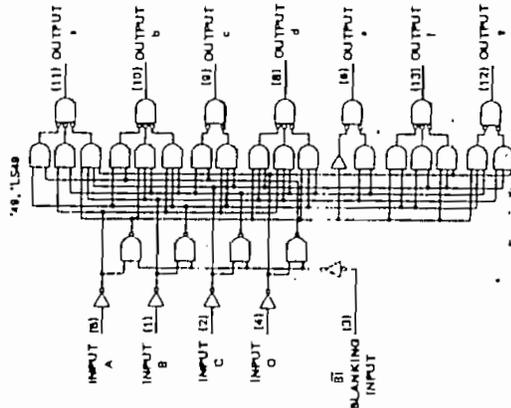
logic diagrams



Pin numbers shown in logic notation are for D or M package.

TYPES SN5449, SN54LS49, SN74LS49
BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

logic diagrams (continued)

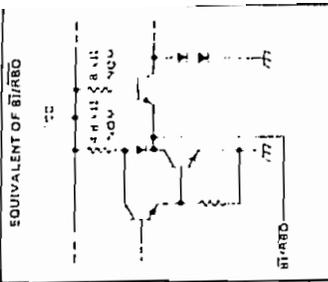
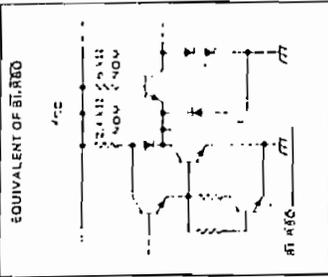
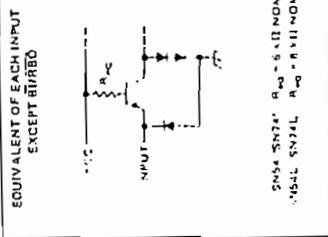


Pin numbers shown in logic notation are for D, J, or M packages.

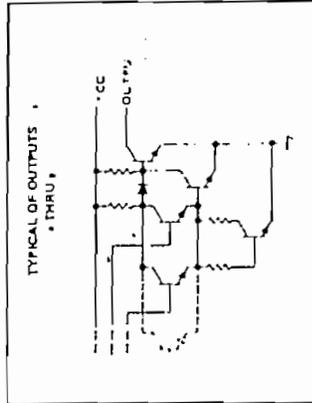
TYPES SN5446A, '47A, '48, '49, SN54L46, 'L47
SN7446A, '47A, '48, '49
BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

schematics of inputs and outputs

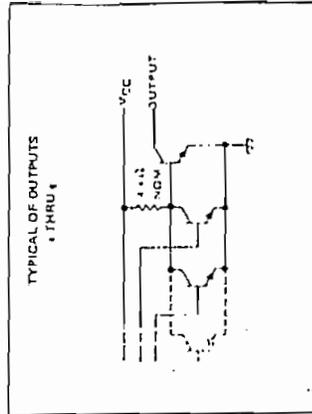
'46A, '47A, '48, '49, 'L46, 'L47



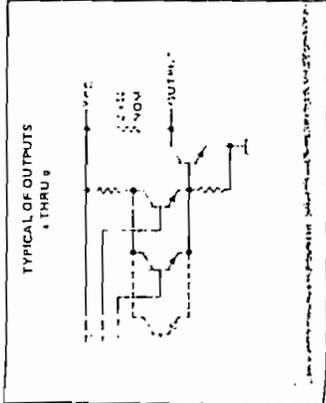
'46A, '47A



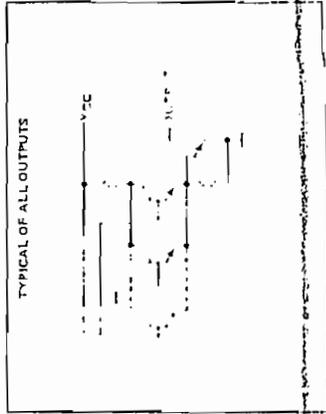
'46, '47



'48



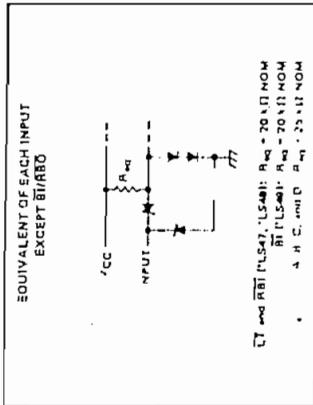
'49



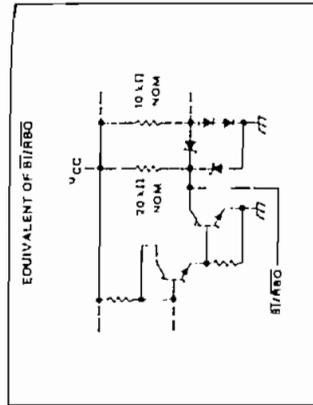
TYPES SN54LS47, 'LS48, 'LS49, SN74LS47, 'LS48, 'LS49
BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

Schematics of inputs and outputs

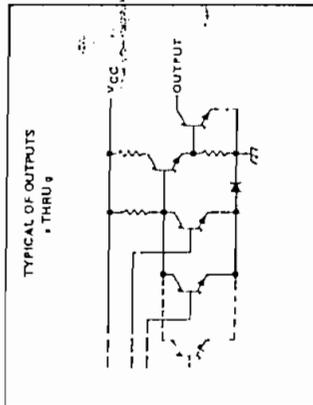
'LS47, 'LS48, 'LS49



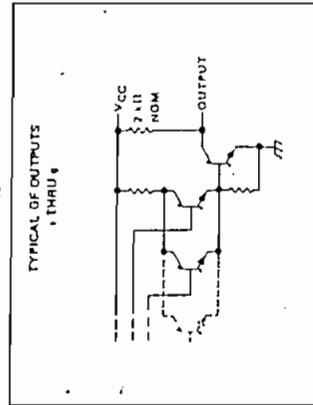
'LS47, 'LS48, 'LS49



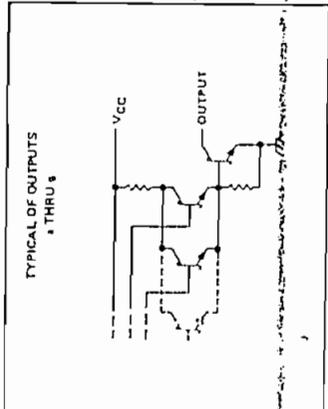
'LS47



'LS48



'LS49



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

- supply voltage, V_{CC} (see Note 1)
- input voltage
- current forced into any output in the off state
- operating free-air temperature range: SN5446A, SN5447A, SN7446A, SN7447A
- storage temperature range

NOTE 1: All temperature values are with respect to maximum ground terminals recommended operating conditions

PARAMETER	SN5446A		SN5447A		SN7446A		SN7447A		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25
Off-state output voltage, $V_{O(off)}$	30		30		30		30		15
On-state output current, $I_{O(on)}$	40		40		40		40		200
High-level output current, I_{OH}	-200		-200		-200		-200		200
Low-level output current, I_{OL}	3		3		3		3		31
Operating free-air temperature, T_A	-55		-55		-55		-55		0 to 70

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS ¹	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{IH} High-level input voltage		2			V
V_{IL} Low-level input voltage				0.8	V
V_{IK} Input clamp voltage				1.5	V
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ $V_{IH} = 2\text{ V}$ $I_{OL} = 0.8\text{ mA}$			2.4	V
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN}$ $V_{IH} = 2\text{ V}$ $I_{OH} = -200\text{ }\mu\text{A}$			0.27	V
$I_{OH(1)}$ On-state output current	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_{IH} = 2\text{ V}$ $I_{OL} = 8\text{ mA}$			250	μA
$I_{OH(2)}$ On-state output current	$V_{CC} = \text{MIN}$ $V_{IH} = 2\text{ V}$			9.3	mA
$I_{OL(1)}$ On-state output voltage	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_I = 5.5\text{ V}$			10	μA
$I_{OL(2)}$ On-state output voltage	$V_{CC} = \text{MAX}$ $V_I = 2.4\text{ V}$			-16	mA
I_{OS} Short-circuit output current	$V_{CC} = \text{MAX}$ See Note 2			64	95
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = \text{MAX}$ See Note 2			64	93

¹ Conditions shown as MIN or MAX are the appropriate values specified under recommended operating conditions. All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.
² I_{CC} is measured with all outputs open and all inputs at 0 V.

Switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PL} Turn-off time from A input	$R_L = 15\text{ }\Omega$			100	ns
t_{PH} Turn-on time from A input	See Note 3			100	ns
t_{PL} Turn-off time from BI input	See Note 3			100	ns

TYPES SN54L46, SN54L47
BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	7 V
Input voltage	5.5 V
Peak output current ($I_{OH} \leq 1$ ms, duty cycle $\leq 10\%$)	200 mA
Current forced into any output in the off state	1 mA
Operating free-air temperature range: SN54L46, SN54L47	-55°C to 125°C
Storage temperature range	-65°C to 160°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

PARAMETER	SN54L46		SN54L47		UNIT
	MIN	MAX	MIN	MAX	
V_{CC} Supply voltage	4.5	5.5	4.5	5.5	V
V_{IH} High-level input voltage	2		2		V
V_{OL} Low-level input voltage	0.8		0.8		V
$V_{OH}(t)$ On-state output voltage	30		30		V
I_{OH} On-state output current	20		20		mA
I_{OL} High-level output current	-0.1		-0.1		mA
I_{OL} Low-level output current	4		4		mA
T_A Operating free-air temperature	-55	125	-55	125	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	SN54L46		SN54L47		UNIT
	MIN	MAX	MIN	MAX	
V_{IK} Any input except B1/RB0	$V_{CC} - \text{MIN}$, $I_I = -12$ mA	-1.5			V
V_{OH} B1/RB0	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{IH} = 2$ V, $I_{OH} = -0.1$ mA	2.4	3.4		V
V_{OL} B1/RB0	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{IH} = 2$ V, $I_{OL} = 4$ mA	0.2	0.4		V
$I_{OH}(t)$ On-state output current	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_{IH} = 2$ V, $V_{OL}(t) = \text{MAX}$	20	20		mA
$I_{OL}(t)$ High-level output current	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{IH} = 2$ V, $I_{OL}(t) = 20$ mA	0.3	0.4		mA
I_I Any input except B1/RB0	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 5.5$ V	1			mA
I_{IH} Any input except B1/RB0	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 2.4$ V	20			mA
I_{IL} Any input except B1/RB0	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 0.4$ V	-0.8			mA
I_{OS} Standby current	$V_{CC} - \text{MAX}$	-2			mA
I_{CC} Supply current	$V_{CC} - \text{MAX}$, See Note 2	32	43		mA

For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

NOTE 1: All typical values are at $V_{CC} = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 2: I_{CC} is measured with all outputs open and all inputs at 4.5 V.

switching characteristics, $V_{CC} = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS		UNIT
	MIN	MAX	
t_{off} Turn-off time from A input		200	ns
t_{on} Turn-on time from A input	$C_L = 15$ pF, $R_L = 280 \Omega$	200	ns
t_{off} Turn-off time from RB1 input		200	ns
t_{on} Turn-on time from RB1 input		200	ns

NOTE 3: See General Information Section for load circuit and voltage waveforms.

TYPES SN54LS47, SN74LS47
BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	7 V
Input voltage	7 V
Peak output current ($I_{OH} \leq 1$ ms, duty cycle $\leq 10\%$)	200 mA
Current forced into any output in the off state	1 mA
Operating free-air temperature range: SN54LS47	-55°C to 125°C
Storage temperature range: SN74LS47	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

recommended operating conditions

PARAMETER	SN54LS47		SN74LS47		UNIT
	MIN	MAX	MIN	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5.5	4.75	5	V
$V_{OH}(t)$ On-state output voltage	15		15		V
I_{OH} On-state output current	12		12		mA
I_{OL} High-level output current	-50		-50		mA
I_{OL} Low-level output current	1.6		1.6		mA
T_A Operating free-air temperature	-55	125	0	70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	SN54LS47		SN74LS47		UNIT	
	MIN	MAX	MIN	MAX		
V_{IH} High-level input voltage	2		2		V	
V_{IL} Low-level input voltage	0.7		0.7		V	
V_{IK} Input clamp voltage	$V_{CC} - \text{MIN}$, $I_I = -18$ mA	-1.5			V	
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{IH} = 2$ V, $I_{OH} = -50 \mu\text{A}$	2.4	4.7	2.4	4.2	V
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} - \text{MIN}$, $I_{OL} = 1.6$ mA	0.75	0.4	0.75	0.4	V
$I_{OH}(t)$ On-state output current	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_{IH} = 2$ V, $V_{OL}(t) = \text{MAX}$	250	250	0.35	0.5	mA
$I_{OL}(t)$ High-level output current	$V_{CC} - \text{MIN}$, $V_{IH} = 2$ V, $I_{OL}(t) = 15$ V	250	0.4	0.25	0.4	mA
I_I Any input except B1/RB0	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 7$ V	0.1		0.35	0.5	mA
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 2.7$ V	20		20	mA	
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} - \text{MAX}$, $V_I = 0.4$ V	-0.4		-0.4	mA	
I_{OS} Standby current	$V_{CC} - \text{MAX}$	-0.3		-2	mA	
I_{CC} Supply current	$V_{CC} - \text{MAX}$, See Note 2	7	13	7	13	mA

For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

NOTE 1: All typical values are at $V_{CC} = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 2: I_{CC} is measured with all outputs open and all inputs at 4.5 V.

switching characteristics, $V_{CC} = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS		UNIT
	MIN	MAX	
t_{off} Turn-off time from A input		100	ns
t_{on} Turn-on time from A input	$C_L = 15$ pF, $R_L = 685 \Omega$	100	ns
t_{off} Turn-off time from RB1 input		100	ns
t_{on} Turn-on time from RB1 input		100	ns

NOTE 3: See General Information Section for load circuit and voltage waveforms.

Zener Diodes

Note: 10 watt and 50 watt Zeners listed have anode connected to stud. Add suffix letter "K" to the ECG number for cathode connected to stud. The ECG type numbers shown have a standard tolerance for the Zener voltage of $\pm 5\%$.

Voltage (See Note for Tolerance)	Axial Lead			Stud Mount	
	Fig. No. Z3A		Z18	DO-4 Z19	DO-5 Z20
	1/2 Watt†	1 Watt†	.5 Watt	10 Watt	50 Watt
2.4	ECG5000A	---	---	---	---
2.5	ECG5001A	---	---	---	---
2.7	ECG5002A	ECG5063A	---	---	---
2.8	ECG5003A	---	---	---	---
3.0	ECG5004A	ECG5065A	---	---	---
3.3	ECG5005A	ECG5066A	ECG5111A	ECG5172A	---
3.6	ECG5006A	ECG134A	ECG5112A	ECG5173A	---
3.9	ECG5007A	ECG5067A	ECG5113A	ECG5174A	ECG5240A
4.3	ECG5008A	ECG5068A	ECG5114A	ECG5175A	ECG5241A
4.7	ECG5009A	ECG5069A	ECG5115A	ECG5176A	ECG5242A
5.1	ECG5010A	ECG135A	ECG5116A	ECG5177A	ECG5243A
5.6	ECG5011A	ECG136A	ECG5117A	ECG5178A	ECG5244A
6.0	ECG5012A	ECG5070A	ECG5118A	ECG5179A	ECG5245A
6.2	ECG5013A	ECG137A	ECG5119A	ECG5180A	ECG5246A
6.8	ECG5014A	ECG5071A	ECG5120A	ECG5181A	ECG5247A
7.5	ECG5015A	ECG138A	ECG5121A	ECG5182A	ECG5248A
8.2	ECG5016A	ECG5072A	ECG5122A	ECG5183A	ECG5249A
8.7	ECG5017A	ECG5073A	ECG5123A	ECG5184A	ECG5250A
9.1	ECG5018A	ECG139A	ECG5124A	ECG5185A	ECG5251A
10.0	ECG5019A	ECG140A	ECG5125A	ECG5186A	ECG5252A
11.0	ECG5020A	ECG5074A	ECG5126A	ECG5187A	ECG5253A
11.5	---	ECG141A	---	---	---
12.0	ECG5021A	ECG142A	ECG5127A	ECG5188A	ECG5254A
13.0	ECG5022A	ECG143A	ECG5128A	ECG5189A	ECG5255A
14.0	ECG5023A	ECG144A	ECG5129A	ECG5190A	ECG5256A
15.0	ECG5024A	ECG145A	ECG5130A	ECG5191A	ECG5257A
16.0	ECG5025A	ECG5075A	ECG5131A	ECG5192A	ECG5258A
17.0	ECG5026A	ECG5076A	ECG5132A	ECG5193A	ECG5259A
18.0	ECG5027A	ECG5077A	ECG5133A	ECG5194A	ECG5260A
19.0	ECG5028A	ECG5078A	ECG5134A	ECG5195A	ECG5261A
20.0	ECG5029A	ECG5079A	ECG5135A	ECG5196A	ECG5262A
22.0	ECG5030A	ECG5080A	ECG5136A	ECG5197A	ECG5263A
24.0	ECG5031A	ECG5081A	ECG5137A	ECG5198A	ECG5264A
25.0	ECG5032A	ECG5082A	ECG5138A	ECG5199A	ECG5265A
27.0	ECG5033A	ECG146A	ECG5139A	ECG5200A	ECG5266A
28.0	ECG5034A	ECG5083A	ECG5140A	ECG5201A	ECG5267A
30.0	ECG5035A	ECG5084A	ECG5141A	ECG5202A	ECG5268A
33.0	ECG5036A	ECG147A	ECG5142A	ECG5203A	ECG5269A
36.0	ECG5037A	ECG5085A	ECG5143A	ECG5204A	ECG5270A
39.0	ECG5038A	ECG5086A	ECG5144A	ECG5205A	ECG5271A
43.0	ECG5039A	ECG5087A	ECG5145A	ECG5206A	ECG5272A
45.0	---	---	---	ECG5207A	ECG5273A
47.0	ECG5040A	ECG5088A	ECG5146A	ECG5208A	ECG5274A
50.0	---	---	---	ECG5209A	ECG5275A
51.0	ECG5041A	ECG5089A	ECG5147A	ECG5210A	ECG5276A
52.0	---	---	---	ECG5211A	ECG5277A
55.0	---	ECG148A	---	---	---
56.0	ECG5042A	ECG5090A	ECG5148A	ECG5212A	ECG5278A
60.0	ECG5043A	ECG5091A	ECG5149A	ECG5213A	ECG5279A
62.0	ECG5044A	ECG149A	ECG5150A	ECG5214A	ECG5280A
68.0	ECG5045A	ECG5092A	ECG5151A	ECG5215A	ECG5281A
75.0	ECG5046A	ECG5093A	ECG5152A	ECG5216A	ECG5282A
82.0	ECG5047A	ECG150A	ECG5153A	ECG5217A	ECG5283A
87.0	ECG5048A	ECG5094A	ECG5154A	ECG5218A	---
91.0	ECG5049A	ECG5095A	ECG5155A	ECG5219A	ECG5284A
100.0	ECG5050A	ECG5096A	ECG5156A	ECG5220A	ECG5285A
105.0	---	---	---	ECG5221A	ECG5286A
110.0	ECG5051A	ECG151A	ECG5157A	ECG5222A	ECG5287A
120.0	ECG5052A	ECG5097A	ECG5158A	ECG5223A	ECG5288A
123.0*	ECG5107T2	---	---	---	---
130.0	ECG5053A	ECG5098A	ECG5159A	ECG5224A	ECG5289A
140.0	ECG5054A	ECG5099A	ECG5160A	ECG5225A	ECG5290A
150.0	ECG5055A	ECG5100A	ECG5161A	ECG5226A	ECG5291A
160.0	ECG5056A	ECG5101A	ECG5162A	ECG5227A	ECG5292A
170.0	ECG5057A	ECG5102A	ECG5163A	ECG5228A	---
175.0	---	---	---	ECG5229A	ECG5293A
180.0	ECG5058A	ECG5103A	ECG5164A	ECG5230A	ECG5294A
190.0	ECG5059A	ECG5104A	ECG5165A	ECG5231A	ECG5295A
200.0	ECG5060A	ECG5105A	ECG5166A	ECG5232A	ECG5296A

1% Tolerance - 1/2 Watt

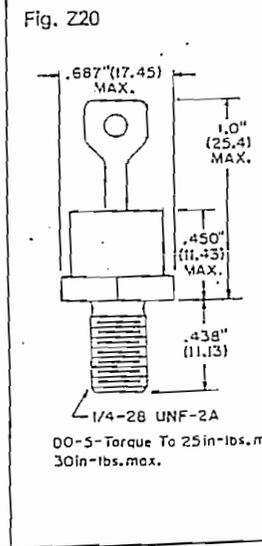
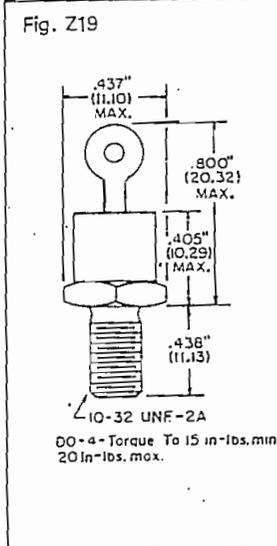
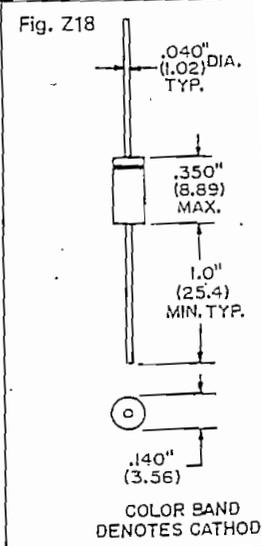
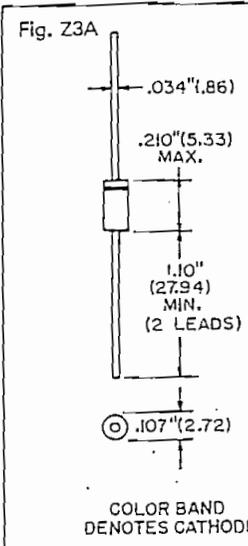
ECG Type	Nominal Zener Voltage @ TA = 25°C VZ @ IZT = 20 mA*
ECG5010T1	5.1
ECG5011T1	5.6
ECG5013T1	6.2
ECG5019T1	10
ECG5021T1	12

Fig. Z4

MAX. DIA. .022"(.56)
MAX. DIA. .090"(.229)
MAX. .200"(.508)
MIN. 1.000"(.25.4)

COLOR BAND DENOTES CATHODE

* IZT = Test Current



* 2% Tolerance

† 1/2 W and 1 W, 5% Tolerance Zeners are supplied 2 Per Pkg.

ECG Type	Description/Application	Viewed Color	Forward Voltage VF (V)	Reverse Voltage VR (V)	Max DC Forward Current IF (mA)	Maximum Power Diss. PD (mW)	Typical Viewing Angle Degrees	Typical Luminous Intensity MCD	Qty Per Pkg
ECG3000	Indicator Lights, Diagnostic and Panel Displays, Printed Circuit Board Indicators, Miniature Low Profile Package	Clear Red	1.65	5.0	40	80	80	1.4	4
ECG3001		Flooded Red	1.65	5.0	40	80	80	1.0	4
ECG3002		Clear Yellow	2.10	5.0	35	105	80	1.0	2
ECG3003		Clear Green	2.20	5.0	35	105	80	1.0	2
ECG3004	Diagnostic or Indicator Lights in Low-Power/Low Current Environments, MOS Compatible	Red	1.60	5.0	35	105	25	2.0	2
ECG3007	General Purpose Indicators, Developmental Projects, Breadboards	Red	1.68	5.0	50	100	70	2.5	4
ECG3008		Bright Red	2.00	5.0	35	105	90	5.0	2
ECG3009		Orange	2.00	5.0	35	105	90	5.0	2
ECG3010		Green	2.20	5.0	35	105	90	1.0	2
ECG3011		Yellow	2.10	5.0	35	105	90	3.0	2
ECG3012A	Panel Circuit Indicators, Low Drive Power, High Intensity Visible Emission	Diffused Red	2.20	4.0	25	70	30	3.5	4
ECG3013A		Clear Red Jewel	2.80	4.0	25	70	30	3.5	4
ECG3014A		Green	2.8	4.0	25	70	30	10	2
ECG3015A		Clear Green Jewel	2.10	4.0	25	70	30	12	2
ECG3016	Two Color Panel Circuit Indicator	Red or Green	2.10	4.0	25	75	90	.6	2
ECG3018	Instruments, Printed Circuit Board Indicators, Boardmounted Panel Display	Soft Red	1.65	5.0	100	180	90	1.6	2*
ECG3019		Soft Red	1.65	5.0	100	180	60	3.0	2*
ECG3020	Computers, General Purpose Indicators, Instruments, Test Systems, Mini- and Micro-Processors, Process Controlled Industrial Systems, Sorting Machines, Assembly Equipment, Vending Machines, Telephone Equipment, Backlight Panels. High Intensity Indicators in Four Colors	Flooded Red	1.70	5.0	100	180	80	1.6	2*
ECG3021		Yellow	2.10	5.0	35	105	65	6.0	2*
ECG3022		Bright Red	2.00	5.0	35	105	65	6.0	2*
ECG3023		Orange	2.00	5.0	35	105	65	6.0	2*
ECG3024		Diffused Green	2.20	5.0	35	105	65	1.5	2*
ECG3025	Instruments, Printed Circuit Board Indicators, Boardmounted Panel Display	Red	1.80	5.0	100	180	40	3.0	2*
ECG3026	Polarity Indication Tri-State Indicator, Flow Direction Display, Instruments, Tester Displays, Educational Aids	Red or Green	1.65 - R 2.20 - G	--	70 - R 35 - G	200	50	.5 - G 1.5 - R	1*
ECG3030	Flashing Red LED with Integral IC. Applications Include Status Indicators and Warning Lights, Pulse Rate = 3 Hz Typ at 5 VDC	Flashing Red	Max V Applied 5.25	.4	20	--	40	1.2	1
ECG3130	Flashing Yellow LED with Integral IC. For Status Indicators and Warning Lights, Pulse Rate = 2.5 Hz Typ at 5 V	Flashing Yellow	Max V Applied 5.25	.4	20	--	40	3	1
ECG3131	Flashing Green LED with Integral IC. For Status Indicators and Warning Lights, Pulse Rate = 2.5 Hz Typ at 5 V	Flashing Green	Max V Applied 5.25	.4	20	--	40	2	1

* Package includes 2 piece panel mounting grommets consisting of 1 lamp holder and 1 collar for each device.

