

79 ~~SJA~~



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### “INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA RADIOLOCALIZADORES”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA, ÁREA ELÉCTRICA-  
ELECTRÓNICA, MÓDULO COMUNICACIONES  
PRESENTAN:

ALFREDO ZAVALA RIVERA  
DONACIANO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ  
LAURA RODRÍGUEZ SALAZAR  
SALVADOR LIRA HERNÁNDEZ

ASESOR: M.I. LAURO SANTIAGO CRUZ

DICIEMBRE 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

# ***Integración de un Sistema de Comunicación para Radiolocalizadores***

## **Alumnos:**

Alfredo Zavala Rivera  
Donaciano Sánchez Hernández  
Laura Rodríguez Salazar  
Salvador Lira Hernández

## **Asesor de tesis**

M. I. Lauro Santiago Cruz

# Índice General

Prólogo .....	1
Capítulo 1: Introducción .....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Definición del problema .....	4
1.3. Análisis de la propuesta.....	4
1.4. Resultados esperados .....	5
Capítulo 2: Conceptos Básicos.....	6
2.1. Introducción .....	6
2.2. Protocolos de comunicación .....	7
Transmisión asíncrona.....	8
Transmisión síncrona.....	8
Frame Relay .....	9
Medios de transmisión .....	11
2.3. Conmutación telefónica .....	15
2.4. Redes .....	16
Tipos de redes .....	16
Redes LAN .....	17
2.5. Paging .....	19
Principales componentes.....	20
Características de un protocolo de mensajería .....	21
2.6. Estaciones terrenas .....	22
Modulación .....	23
2.7. Satélite .....	25
Modelos de enlace del sistema satelital .....	27
Acceso múltiple.....	29
CDMA .....	29
2.8. Antenas .....	29
Patrón de radiación.....	30
Resistencia de radiación y eficiencia de antena.....	30
Ganancia directiva y de potencia .....	31
Polarización de la antena.....	32
Ancho de haz.....	32

Ancho de banda.....	32
Tipos de antenas .....	33
Antena de UHF y microondas .....	34
Antena reflectora parabólica .....	34
Guías de onda .....	35
<b>Capítulo 3: Análisis y selección de equipo para el sistema de radiolocalizadores .....</b>	<b>36</b>
3.1. Enfoque global.....	36
Etapa 1 (Concentración y enrutamiento de la información).....	40
Etapa 2 (Unidad de control) .....	40
Etapa 3 (Estaciones base Rx-Tx).....	41
Etapa 4 (Recepción del mensaje) .....	41
3.2. Análisis de Tecnología.....	42
Concentración y enrutamiento de mensajes (Red PSTN) .....	43
Unidad de control.....	47
Estación base Rx-Tx.....	60
Recepción del Mensaje.....	61
<b>Capítulo 4: Diseño e Integración del sistema.....</b>	<b>63</b>
4.1. Voz y datos (Red PSTN).....	63
Switch MS2000.....	68
Operación de multiplexores y Switches.....	73
4.2. Unidad de control.....	74
Estación De Equipo .....	75
4.2.1. Conmutador .....	76
Conexión del sistema.....	93
4.2.2. Red LAN .....	94
4.2.3 Paging.....	99
4.2.4 Antena Parabólica.....	106
4.3. Estaciones Base Receptora y Transmisora .....	132
4.4. Pager.....	133
<b>Capítulo 5: Monitoreo y operación de la red .....</b>	<b>138</b>
.....	138
Centro de Monitoreo .....	140
ACT View.....	141
HP Open View .....	142
Network Manager.....	146
Bitácora de Fallas .....	159

---

<b>Capítulo 6: Resultados y conclusiones .....</b>	<b>165</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>165</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>166</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>167</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>169</b>
<b>Apéndice .....</b>	<b>173</b>

## **Índice de Figuras**

Figura 2.1. Sistema De Comunicación.....	7
Figura 2.2. Propagación De Un Impulso Luminoso En Una Fibra Óptica Monomodo.....	14
Figura 2.3. Propagación De Las Componentes De Un Impulso Luminoso Sometido A Dispersión Modal...	15
Figura 2.4. Señales Moduladas Digitalmente.....	25
Figura 2.5. Diagrama De Un Repetidor.....	25
Figura 3.1. Sistema De Radiomensajería.....	37
Figura 3.2. Diagrama Del Sistema De Comunicación Para Radiolocalizadores.....	41
Figura 3.3. Diagrama Del Sistema De Comunicación Para Radiolocalizadores.....	42
Figura 3.4. Recepción Y Conversión De La Llamada.....	49
Figura 3.5. Diagrama General Del Sistema GI3000.....	53
Figura 3.6. Como Está Integrado El Equipo Intermedio (Sky Data).....	58
Figura 4.1. Vistas Del Multiplexor.....	65
Figura 4.2. Conexión Del Multiplexor.....	66
Figura 4.3. Ubicación De Multiplexores-Zona Norte.....	67
Figura 4.4. Ubicación De Multiplexores-Zona Centro.....	67
Figura 4.5. Ubicación De Multiplexores-Zona Sur.....	68
Figura 4.6. Vistas Del Switch.....	69
Figura 4.7. Ubicación Y Conexión De Los Switches.....	70
Figura 4.8. Partición De Time-Slots De Fibra Óptica Punto Multipunto.....	70
Figura 4.9. Partición De Los Switches.....	71
Figura 4.10. Conexión En Cascada De Los Multiplexores.....	72
Figura 4.11. Conexión De Switches Y Multiplexores.....	73
Figura 4.12. Estructura Del Site.....	75
Figura 4.13. Racks De La Estación De Equipo.....	75
Figura 4.14. Subsistemas Del Harris 20-20.....	77
Figura 4.15. Redundancia En El Harris 20-20.....	78
Figura 4.16. Conexión General Del Harris 20-20 En El Sistema.....	93
Figura 4.17. Estructura De La Red Lan.....	94
Figura 4.18. Topología Del Glenayre GI3000.....	101
Figura 4.19. Mapa De Transmisores Y Región De Cobertura.....	104

Figura 4.20. Salida Del Mensaje Hacia Parabólica.....	106
Figura 4.21. Diagrama De Enlace Del Sistema De Radiolocalizadores.....	131
Figura 4.22. Diagrama General De Una Estación Base Rx-Tx.....	132
Figura 5.1. Sistema De Radiolocalizadores.....	140
Figura 5.2. Monitores Instalados En El Centro De Monitoreo.....	141
Figura 5.3. Act View En Multiplexores.....	142
Figura 5.4. Pantalla Principal Del Programa Act View.....	143
Figura 5.5. Software Hp Open View.....	144



## **Índice de Tablas**

Tabla 2.1. Especificación De Los Servicios.....	10
Tabla 2.2. Características De Los Cables Coaxiales.....	13
Tabla 3.1. Características Técnicas De Multiplexores.....	44
Tabla 3.2. Características Técnicas De Switches.....	45
Tabla 3.3. Características Técnicas De Conmutadores.....	48
Tabla 3.4. Diferentes Equipos Para Estaciones De Trabajo.....	50
Tabla 3.5. Tabla Comparativa De Servidores.....	51
Tabla 3.6. Características Técnicas De Equipos De Paging.....	52
Tabla 3.7. Formatos Y Servicios Del GI3000.....	54
Tabla 3.8. Características Técnicas De Módems.....	56
Tabla 3.9. Características De Antenas Parabólicas.....	60
Tabla 3.10. Características De Equipos Transmisores.....	61
Tabla 4.1. Ubicación De Multiplexores.....	66
Tabla 4.2. Requerimientos De Vcpu Para Los Modelos Del Harris 20-20.....	80
Tabla 4.3. Programación Para Radiolocalizadores En La Frecuencia 1 (F1).....	102
Tabla 4.4. Programación Para Radiolocalizadores En La Frecuencia 2 (F2).....	103
Tabla 4.5. Cantidad De Estaciones Base Rx-Tx Por Ciudad.....	105
Tabla 4.6. Asignación De Primeros Dígitos Del Capcode En Diferentes Pagers.....	135
Tabla 5.1. Salida De Mensajes Y Retraso De Tiempo.....	145
Tabla 5.2. Alarmas De Transmisor.....	146
Tabla 5.3. Ejemplo De La Bitácora Semanal.....	162
Tabla 5.4. Datos De Fallas Contra Tiempo Del Sistema.....	163

---

## **Índice de Gráficas**

Gráfica 3.1. Cantidad De Abonados Proyectados. ....	38
Gráfica 5.1. Fallas Contra Tiempo. ....	163

## **Prólogo**

El propósito de este trabajo es presentar el proyecto relacionado a la integración de un sistema de comunicación para radiolocalizadores, haciendo un análisis del sistema y presentando las alternativas de solución.

Los sistemas de radiolocalización pretenden ofrecer un sistema de comunicación económico y accesible, para quienes lo requieren y por sus actividades se encuentran en constante movimiento, y así puedan recibir mensajes sin estar condicionados a permanecer en determinado lugar.

A continuación se presenta un resumen breve de los capítulos que integran el presente trabajo.

En el capítulo 1 se dará una introducción al sistema de radiolocalización. Se definirá el problema a resolver y su justificación, se dará el análisis del sistema mediante los cuales puede resolverse el problema y los resultados que se esperan.

El capítulo 2 contendrá una breve introducción a los conceptos básicos que se involucran para comprender un sistema de comunicación. Se explicarán los términos y conceptos fundamentales en las comunicaciones, tales como: protocolos, medios de transmisión, redes de computadoras, conmutación, estaciones terrenas, modulación, antenas, microondas y satélites.

En el capítulo 3 se definirán los métodos o procedimientos a utilizar para integrar la red, mediante los cuales se estructurarán las etapas que conformarán nuestro sistema.

En el capítulo 4 se describe el diseño y desarrollo de nuestro sistema, la integración de las diferentes etapas que conformarán el sistema planteado.

El capítulo 5 comprenderá la puesta en operación del sistema, se analizará el sistema desde la generación de un mensaje hasta su recepción y el monitoreo del mismo.

El capítulo 6 presentará los resultados y conclusiones del sistema desarrollado.

Por último se anexará la bibliografía consultada para el desarrollo del presente trabajo, se agregará un glosario de términos y un apéndice: Tabla de especificación para el cálculo del enlace satelital.

# Capítulo 1

## Introducción

*En este capítulo explicaremos brevemente cómo se integrará el sistema de radiolocalización, se dará un análisis del mismo, así como la propuesta de solución a nuestro sistema y los resultados que se esperan obtener.*

### 1.1. Antecedentes

Los medios de comunicación electrónica han evolucionado ampliamente en los últimos años dando la posibilidad de comunicarse sin importar distancias. Dentro de esta amplia gama de servicios la red telefónica, por ejemplo, se ha extendido en cobertura y servicios ofrecidos, Internet ha tenido gran auge y la telefonía celular ha crecido notablemente. Sin embargo, para telefonía se tiene como desventaja que se requiere estar físicamente en un lugar para establecer la comunicación; igual pasa con Internet el cual además requiere de equipo de cómputo para su acceso. Estos sistemas no funcionan para comunicarse con personas en constante movimiento. La telefonía celular sí permite este tipo de comunicación pero es un servicio caro y la mayor parte de la gente no cuenta con celular.

En países como Estados Unidos y algunos de Europa se han desarrollado sistemas de radiolocalización con mucho éxito, los cuales son baratos al usuario.

Dichos sistemas de comunicación consisten en que una persona desde cualquier lugar dicta un mensaje a un operador y el portador del radiolocalizador (abonado) lo recibirá prácticamente al instante, sin importar donde se encuentre. El abonado tiene la opción de comunicarse con el origen de su mensaje por otro medio.

Este sistema de radiolocalizadores es un nuevo concepto en México, 5 años atrás la población en general lo desconocía. Dicho servicio era comercializado únicamente entre algunos sectores de nuestra sociedad como médicos, abogados y empresarios.

El mercado para estos servicios de radiolocalización es enorme, creciente, y aún desatendido. La penetración telefónica (incluyendo celular) al igual que los servicios de *paging* en los hogares mexicanos es baja; ofrecer este servicio de paging con cobertura nacional de forma ininterrumpida se presenta como una oportunidad muy atractiva.

El primer paso para el éxito de este sistema es mostrar al mercado potencial, cómo se vería beneficiado con este servicio.

## 1.2. Definición del problema

*Punto com comunicaciones* es una empresa dedicada a la venta de electrodomésticos y línea blanca y a los servicios de televisión, con presencia en todo el país, que se ha ido extendiendo en el campo de las comunicaciones a larga distancia. Esta experiencia y el conocimiento del mercado le ha permitido detectar necesidades de comunicación y buscar satisfacerlas empleando nuevas tecnologías en los servicios de telecomunicaciones.

La integración de un sistema de comunicación para radiolocalización es una alternativa en los medios inalámbricos que permiten enviar información a usuarios que requieren estar en constante movimiento, de manera eficaz, garantizando que el mensaje o información sea recibida. Es de suma importancia resaltar el bajo costo que implica un sistema de comunicación de radiolocalización, sobretodo cuando se trata de un número "n" de usuarios, donde cada uno requiera de un medio para recibir instrucciones o mensajes.

El sistema que se pretende integrar tendrá una cobertura nacional, proporcionando este servicio a las ciudades de mayor población y teniendo la posibilidad de ampliar la red a puntos remotos que se encuentren fuera de cobertura.

Con este servicio de comunicación se pretende ofrecer una manera fácil de enviar mensajes haciendo uso de la red de telefonía pública, ofreciendo cobertura de acuerdo a las necesidades del usuario, compartiendo los recursos un número "n" de usuarios y asegurar que el costo de los servicios ofrecidos y del propio equipo tenga un costo bajo, permitiendo que pueda ser accesible para quien lo necesite.

## 1.3. Análisis de la propuesta

Para la integración y desarrollo del sistema de comunicación de radiolocalización se hará uso de la infraestructura con la que se cuenta, evitando gastos de integración de la red y de puesta en operación.

La infraestructura que ya existe consta de recursos materiales y humanos. Dentro de los materiales se tiene una serie de tiendas de línea blanca y electrónica que forman una cadena a lo largo del país. También se tienen sitios de transmisión para los canales de televisión (sitios de antenas).

Los recursos humanos es el personal que se tiene. Se buscará capacitarlo e integrarlo hacia las nuevas funciones que le permitan manejar equipo compartido, reduciendo de esta manera costos de inversión, contratación de personal, publicidad, etc..

Se analizará el sistema de comunicación requerido a través de las diversas etapas que se necesitan desde el momento de generar el mensaje hasta su destino. Una estrategia de planeación será dividir el sistema en diferentes etapas compuestas por diferentes elementos los cuales conformarán el sistema requerido.

Se pretende dividir el sistema en 4 etapas los cuales mencionaremos en seguida: la primera etapa implica el enrutamiento de las llamadas generadas por el usuario a través de un sistema de red de telefonía pública, se contratará este servicio debido a que representa un servicio completo y un costo accesible; la segunda etapa llevará a cabo la concentración y asignación de los mensajes generados en un Centro de Control, se realizará la conversión de la señal audio (llamada telefónica) a datos (alfanuméricos), con lleva el direccionamiento y la codificación de los mensajes (*paging*); Tercera etapa: en esta etapa es donde se transmitirán los mensajes vía satélite hacia los diversos transmisores, ubicados en lo largo y ancho del país (donde se pretende dar servicio de cobertura), los cuales radiarán el mensaje a su destino final. Por último, está la cuarta etapa, la cual implica propiamente la recepción del mensaje en el equipo terminal (*pager*).

## 1.4. Resultados esperados

El resultado esperado es integrar un sistema de comunicación para radiolocalizadores que haga uso óptimo de los recursos invertidos, que ofrezca un servicio de alta calidad a los usuarios y sea de bajo costo.

A través de la permanente monitorización del sistema, minimizar, solucionar e identificar las posibles fallas.

Se espera también, que esta red esté lista para aumentar su cobertura nacional a internacional dependiendo del crecimiento y aceptación de dicho sistema.

Además, con la integración del sistema de comunicación para radiolocalizadores se espera captar un mercado que permita recuperar la inversión a corto plazo y tener márgenes de utilidad.

*Es importante tener una idea general de los elementos que conforman el sistema de comunicación de los radiolocalizadores, esto a través de los conceptos básicos de dichos elementos. En el siguiente capítulo abordaremos estos conceptos.*

# Capítulo 2

## Conceptos Básicos

*Se tratarán brevemente los conceptos básicos a utilizar en un sistema de comunicación, enfocándonos a los Radiolocalizadores.*

### 2.1. Introducción

En sentido general, un sistema es un grupo de objetos que pueden interactuar de forma armónica y que se combinan con el propósito de alcanzar determinado objetivo.

Por comunicación se entiende la conducción o transmisión de información de un lugar y un tiempo a otros. Ciertamente esta definición no es muy precisa, pero el tema de la comunicación es muy amplio. Puede por ejemplo, significar desde una conferencia telefónica hasta el uso de gestos adecuados, énfasis y buena dicción en un discurso; desde una señal de humo hasta una transmisión por satélite. El común denominador de estos ejemplos es que existe información transmitida que es de importancia para el receptor.

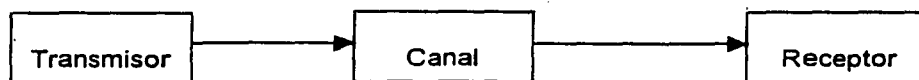
Tomando como base las definiciones anteriores, podemos precisar que un sistema de comunicaciones será aquel conjunto de elementos que nos permitan transmitir un mensaje, o bien tener comunicación con un receptor.

Con esto podemos observar entonces que el medio de transmisión es la piedra angular de un sistema de comunicaciones. A este medio también le podemos llamar canal. El contenido de información de un mensaje que va a ser transmitido debe establecerse con el objeto de determinar si dicho mensaje puede o



no transmitirse por un canal dado. La cantidad de información que puede propagarse es una función del ancho de banda del sistema y el tiempo de transmisión.

En la figura 2.1. se indican los 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 auditivo, la interferencia, la propagación y la distorsión. Es el factor limitante del rendimiento de cualquier sistema de comunicación bien diseñado. La función del transmisor es preparar la información para enviarla en forma tal que pueda superar lo mejor posible las limitaciones impuestas por el canal. La función del receptor es efectuar las operaciones inversas a las del transmisor para recuperar la información con la menor cantidad de errores posible.



**Figura 2.1. Sistema de comunicación.**

En sentido amplio, el transmisor y el receptor, en pareja, están diseñados de manera específica para combatir los efectos perjudiciales del canal en la transmisión de información.

El empleo de las señales eléctricas ha reemplazado casi por completo a todas las demás formas de transmisión de información a largas distancias. Esto se debe sobre todo, a que las señales eléctricas son relativamente fáciles de controlar y viajan a velocidades cercanas o iguales a la de la luz. En el más amplio sentido, debe considerarse a la luz como perteneciente a esta clase, dado que se encuentra en el espectro electromagnético.

Así, para largas distancias es apropiado el estudio de las comunicaciones a través de señales eléctricas, las cuales necesitan que se efectúen algunas alteraciones u otras operaciones en la señal eléctrica que conducirá la información preparada para transmitirse. En el proceso de transmisión, las señales que portan la información se contaminan con ruido. Este es generado por numerosos hechos naturales y artificiales, y provoca errores en la transmisión de información. Desde el punto de vista de la ingeniería, el problema de la comunicación estriba en el diseño de las partes de la transmisión sobre las que puede ejercerse algún control. Un criterio para esto es mantener la transmisión de información tan libre de errores como sea posible. Una forma de controlar estos flujos de información es con lo que veremos a continuación.

## 2.2. Protocolos de comunicación

Al conjunto de reglas que regulan el flujo o intercambio de información entre los diferentes elementos de un sistema de comunicación, se le denomina protocolo. Un protocolo no debe confundirse con una interfaz, ya que éste es un conjunto de reglas a menudo instaladas en secciones de hardware que controlan la

interacción entre dos máquinas o procesos como por ejemplo un ordenador y su equipo de comunicaciones.

Los protocolos son acuerdos, mediante combinaciones de caracteres, que establecen quién debe hacer, qué debe hacer y cuándo debe hacerse algo.

El protocolo permite fundamentalmente iniciar, mantener y terminar un diálogo entre los elementos del sistema, asimismo un protocolo regulará la forma en que deben generarse e interpretarse los elementos orientados al control de errores y la forma de recuperar la información recibida con error. Del mismo modo estarán previstas en un protocolo la forma de identificar el camino que se va a utilizar para el intercambio de la información y la identificación del tipo de mensaje. A su vez, los elementos del diálogo de un protocolo serán mensajes.

Los protocolos de enlace de datos generalmente se catalogan como asíncronos y síncronos.

### **Transmisión asíncrona**

Transmisión asíncrona, llamamos de esta forma, a aquel caso donde no existe sincronismo a nivel de mensaje pero si existe sincronismo a nivel de carácter. El tiempo transcurrido entre dos caracteres consecutivos no es constante ni determinable. Depende de sucesos incontrolables tales como el de constituir la digitación de dos teclas por un operador.

En un sistema asíncrono cada unidad de información transmitida queda delimitada por una cabecera, por lo general de 1 bit de **start**, o arranque, que realiza las funciones de resincronización del receptor y una terminación, de 1 o 2 bits de **stop** o fin de palabra. Este sistema proporciona una eficiencia de tan sólo el 72% de la información transmitida, ya que sólo se utilizan 8 bits de 11 transmitidos. Este sistema de transmisión se utiliza en la actualidad casi en forma exclusiva en la comunicación entre un ordenador y sus terminales.

No obstante el término de asíncrono en realidad se requiere de una sincronización, que esta dada por el bit de arranque.

### **Transmisión síncrona**

Llamaremos transmisión síncrona al caso cuando existe sincronismo a nivel de mensaje, esto es, cuando existe regularidad entre los caracteres de un bloque.

Las principales características de la transmisión síncrona son:

- Los datos se almacenan temporalmente en un registro antes de su transmisión. Cuando todo el bloque está listo, se intenta su envío.
- Por lo tanto, los datos se transfieren en bloques y no carácter a carácter.

- Los pulsos de sincronización del módem regulan el espacio de los bits y no el adaptador.
- Existe un esquema definido y uniforme para la transmisión de los bits del mensaje.
- No se usan bits de start/stop, por lo que el largo total es generalmente menor.
- Usualmente la transmisión de datos síncronos permite mayores velocidades que la asincronía.

Conviene hacer una observación adicional respecto del "largo de los bytes" en un caso y otro. Son necesarios 10 u 11 bits/en asincronía, contra 8 bits/ en sincronía, lo cual da un ahorro del 20% del último, respecto del primero.

Los primeros protocolos que se desarrollaron fueron los utilizados en los servicios públicos de transmisión de mensajes (servicios telegráficos), en los que la información procedía de terminales que generaban caracteres según un determinado código y se transmitía directamente por el camino físico (por cable) en "banda base", es decir, sin ningún tipo de modulación.

## Frame Relay

Las tres tecnologías más utilizadas para la transmisión de datos a niveles locales, nacionales e internacionales son el X.25, **Frame Relay** y ATM (**Asynchronous Transfer Mode**, Modo de transferencia asíncrona). Dichas tecnologías son utilizadas cada día más por los operadores públicos para ofrecer servicios de alta y baja velocidad, que buscan satisfacer las necesidades de interconexión de datos en redes de área local y redes de banda amplia, así como también para la transmisión de voz, datos y video.

Con la evolución de la tecnología y las mejoras de los medios de Telecomunicación, como consecuencia de la digitalización de los enlaces, se hizo evidente que la verificación de la integridad en la información de cada nodo ya no era necesaria. Este escenario dio origen al protocolo **Frame Relay**, el cual toma ventaja de los beneficios ofrecidos por la alta calidad de las líneas digitales y de fibra óptica existentes hoy en día.

**Frame Relay** opera bajo el supuesto de que las conexiones son fiables y transportan únicamente datos. Elimina gran parte del control y detección de errores de X.25, por lo que requiere menos procesamiento que éste. Soporta velocidades en el rango de 256 kbps a 34 Mbps. La conmutación manejará de 34 Mbps hasta 155 Mbps en la interfaz del usuario y 600 Mbps entre los nodos conmutados.

Como X.25, **Frame Relay** transporta datos dentro de tramas, tiene la capacidad de realizar funciones de enrutamiento a nivel de **Frame**. En realidad constituye una versión simplificada del nivel de **Frame** de X.25.

**Frame Relay** establece mecanismos que sirven para prevenir congestiones permanentes en la red. Dichos mecanismos requieren de una comunicación estrecha entre la red y los equipos terminales. En caso de congestiones, **Frame Relay** utiliza dos campos de las tramas llamadas FECN (**Forward Explicit Congestion Notification**, Notificación de la Congestión Explícita Delantera) y BECN (**Backward Explicit Congestion Notification**, Retorno de la Notificación de la Congestión Explícita), que sirven para informarle a los equipos terminales que empieza a existir congestión y que, por lo tanto, deben reducir la velocidad en la cual están transmitiendo. Si el equipo terminal no responde al pedido de la red de reducir la velocidad de

transmisión, entonces la red activa un bit de la trama conocido como DE (*Discard Eligibility*, Posibilidad de Descarte), de la información seleccionada, el cual es una indicación de que el nodo que recibe la trama puede descartar la misma durante periodos severos de congestión.

Como *Frame Relay* descarta paquetes durante la congestión, un protocolo de alto nivel puede reducir el tamaño de la ventana y disminuir la congestión en la red automáticamente.

Las redes de *Frame Relay* descartan algunos paquetes si la red detecta congestión, cuando muchos usuarios envían al mismo tiempo o cuando las fallas en la red reducen su capacidad.

La red notifica a los puntos terminales la congestión con un FECN/BECN y el equipo terminal identifica y espera la reducción de tráfico enviado.

Si se requiere de una interconexión de datos a alta velocidad en un ambiente en el cual los medios de transmisión son confiables, el *Frame Relay* es una de las mejores opciones, además de que ofrece las siguientes ventajas:

- Tiene un bajo costo.
- La inversión no depende del tráfico.
- El precio no está basado en el uso.
- Se pueden tener varias conexiones lógicas sobre una simple línea de acceso.
- Soporta fácilmente ambientes de malla.
- Permite un rápido desarrollo en redes digitales.

También, la tecnología *Frame Relay* ofrece casi 5 veces más velocidad en la conmutación debido a la simplificación del proceso. Sus usuarios pueden compartir canales muy costosos, como son DS0, T1, E1, T3 y E3, que son servicios de acceso digital a la Red Digital de Enlaces Privados, de la Red de Telecomunicaciones de Teléfonos para el transporte de información (voz, datos y video). En la tabla 2.1. se muestran las especificaciones de estos servicios. *Frame Relay* maneja con eficiencia un tráfico irregular e impredecible y suministra acceso de una sola línea a la red con la conectividad hacia cualquier otro destino.

SERVICIOS DEDICADOS	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN
E0	64.0 kbps
E1	2.0 Mbps
E2	8.0 Mbps
E3	34.0 Mbps
T0	64.0 kbps
T1	1.5 Mbps
T2	6.0 Mbps
T3	45.0 Mbps
DS0	64.0 kbps

**Tabla 2.1. Especificación de los servicios.**

En consecuencia, se reducen los requerimientos de hardware, se simplifica el diseño de la red y se reducen los costos de operación.

## Medios de transmisión

Actualmente existen cuatro tipos de medios de transmisión bien definidos:

1. Cable eléctrico de pares trenzados. La velocidad máxima de transmisión suele llegar a los 10 Mbps.
2. Cable coaxial en banda base para velocidades de transmisión de hasta 50 Mbps y tasas de error típicas de 1 en 10 millones de bits.
3. Cable coaxial en banda ancha para velocidades de transmisión de más de 300 Mbps y tasas típicas de error de 1 en 1 000 millones.
4. Cable de fibra óptica para velocidades de transmisión de más de 150 Mbps y tasas de error por debajo de las de los otros medios de transmisión.

Se definirán aquellos que serán de mayor uso de acuerdo a nuestros requerimientos.

## Par trenzado

Un par de alambres aislados y trenzados forman un par trenzado TP (Twisted-Pair). Uno o más pares trenzados forman un cable de par trenzado. El trenzado de los pares de alambres es con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Se utilizan comúnmente conectores modulares telefónicos para cable de dos pares (RJ-11) o para cable de 4 pares (RJ-45) de los que existen tres tipos:

- **Cable UTP** (Unshielded Twisted Pair). Se forma de uno o más pares de alambres aislados y trenzados, se agrupan bajo una cubierta de PVC sin ningún tipo de apantalla adicional.
- **Cable STP** (Shielded Twister Pair). A diferencia del UTP, éste tiene una malla metálica que envuelve a los pares antes de la envoltura vinílica. Reduce aún más problemas de interferencia eléctrica y protege mejor los cables internos.
- **Cable FTP** (Foiled Twisted Pair). Están diseñados para las transmisiones de datos a alta velocidad dentro de redes de área local.

Ventajas:

- Los sistemas telefónicos usan cable de par trenzado, están presentes en la mayoría de los edificios; los pares que no están en uso pueden utilizarse para las conexiones de red de datos.
- Puede ser instalado con relativa facilidad.

**Desventajas:**

- Sensible a la interferencia electromagnética.
- En donde no existen pares libres en el sistema telefónico hay que hacer una nueva instalación.

**Cable coaxial**

Los cables coaxiales están formados por dos conductores, uno interior y otro exterior, que puede ser una malla trenzada o un conductor sólido, separados por una capa de dieléctrico, como polietileno.

Los cables coaxiales llevan muchos años utilizándose como transporte de datos. El cable coaxial proporciona un medio flexible y no muy caro, que es utilizado en numerosas aplicaciones y entornos. Se utiliza para la transmisión de datos a alta velocidad a distancias de varios kilómetros.

Existen dos tipos de cable coaxial:

- Cable de banda base.
- Cable de banda ancha.

Las señales eléctricas en banda base se pueden transmitir por medio de cables coaxiales a velocidades de hasta 10 Mbits/s a distancias de hasta 1 km. En banda ancha, las señales se modulan sobre una onda portadora sinusoidal. Pueden transmitirse muchas señales simultáneas utilizando varias frecuencias portadoras suficientemente separadas entre sí como para prevenir efectos de intermodulación.

Los sistemas de banda ancha se utilizan principalmente en aplicaciones punto a punto en los cuales dispositivos similares utilizan el mismo medio físico.

La banda base utiliza las técnicas denominadas CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*, Acceso Múltiple de Sensor de Portadora), la detección de colisión para acceder al medio. Todos los dispositivos de la red usan los mismos protocolos para acceder y utilizar el medio físico. La transmisión se realiza por modulación de fase, frecuencia o amplitud y todos en la red la reconocen.

En la tabla 2.2. se presentan las características principales de los dos tipos de cables coaxial más utilizados, con esto podemos ver la diferencia que existe entre ellos. Cabe mencionar que las características han sido normalizadas, de tal forma que los cables se diferencian de acuerdo a su velocidad, tipo de cable y distancia de transmisión.

Tipo de coaxial	Impedancia característica	Utilización común	Longitud de conexión
Para transmisión en banda ancha	75 $\Omega$	Para señales de televisión	3600 m
Para transmisión en banda base	50 $\Omega$	En redes LAN	500 m

**Tabla 2.2. Características de los cables coaxiales.**

Las señales eléctricas de alta frecuencia circulan por la superficie exterior de los conductores, por lo que los pares trenzados resultan ineficientes.

## Fibra óptica

La tecnología óptica ha hecho posible transmitir datos por medio de pulsos de luz. Un pulso de luz puede usarse para señalar un bit 1; la ausencia de un pulso señala un bit 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 1 000 000 000 MHz, siendo el ancho de banda de una transmisión óptica potencialmente enorme.

Un sistema de transmisión óptica tiene tres componentes:

- El medio de transmisión.
- La fuente de luz.
- El detector.

El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultra fina. La fuente de luz es un diodo emisor de luz LED o un diodo láser, los cuales emiten un pulso de luz cuando se les aplica una corriente eléctrica. El detector es un fotodiodo que genera una corriente eléctrica cuando un pulso de luz incide sobre él. Conectando un LED o diodo láser en un extremo de la fibra óptica y un fotodiodo en el otro, tenemos un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta corrientes eléctricas, las convierte y transmite por medio de pulsos de luz y reconvierte a una señal eléctrica a la salida.

Las señales luminosas se transmiten a través de un cable (guía de ondas) compuesto por fibras de vidrio. Cada filamento tiene un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de material similar con un índice de refracción ligeramente menor. El revestimiento aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre filamentos adyacentes, al mismo tiempo que proporciona protección al núcleo. Todo el conjunto suele estar protegido por otras capas que no tienen más función que la de proteger dichos filamentos. Los cables de fibra óptica ofrecen muchas ventajas frente a los cables eléctricos para transmitir datos:

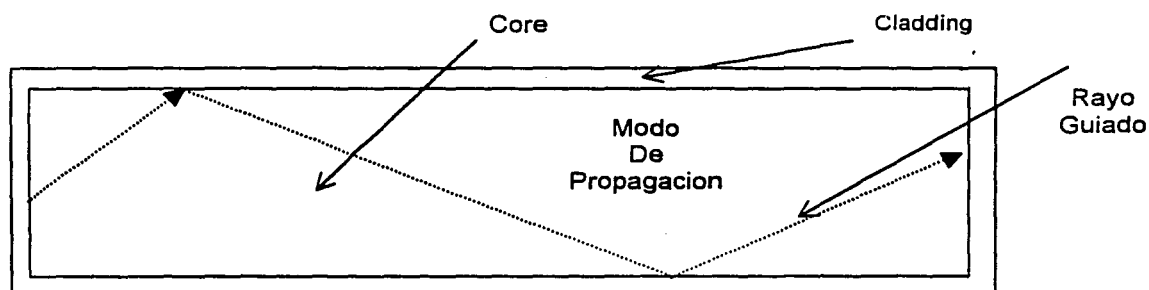
- Mayor velocidad de transmisión.
- Mayor capacidad de transmisión.
- Inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas.
- Los costos de instalación y mantenimiento para grandes y medias distancias son menores que los que se derivan de las instalaciones de cables eléctricos.
- Permite mayores distancias que las requeridas por el cable de cobre.
- Es el medio de transmisión ideal dónde se necesita mucha seguridad, puesto que es prácticamente imposible de intervenir.

Las fibras ópticas se utilizan para transmitir información mediante luz. Están constituidas por materiales que representan la máxima transparencia a las longitudes de onda de la luz visible y del infrarrojo y están estructuradas en dos partes coaxiales entre sí; el interior llamado **core** y la exterior llamada **cladding**, la primera tiene un índice de refracción más alto que la segunda.

En las fibras ópticas, es importante considerar el término **mode**. Un **mode** en fibra óptica describe las características de propagación de una onda electromagnética que viaja a través de un tipo de fibra. El número de los modos depende de las dimensiones del **core**, índice de refracción y de la longitud de onda de la luz.

Las fibras se distinguen en *monomodo* y *multimodo*, en las fibras monomodo se propaga un solo rayo, mientras en las multimodo se propagan varios rayos.

En las fibras monomodo con índice de refracción del core constante un impulso luminoso se propaga como se muestra en la figura 2.2.



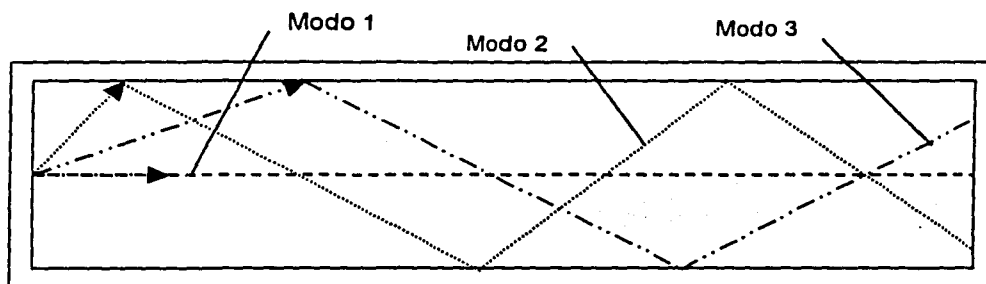
**Figura 2.2. Propagación de un impulso luminoso en una fibra óptica monomodo.**

En una fibra monomodo, el core de la fibra está fabricado relativamente más chico que la fibra multimodo. En suma, el índice de refracción del core es más reducido, esto incrementa el ángulo crítico o reduce el ángulo, para que el rayo pueda penetrar al core con respecto al eje central. Este intento es para permitir que los rayos de luz se puedan propagar en un modo solamente, a través del eje central de la fibra. La



ventaja de esto es que todos los rayos de luz viajan por el mismo camino y toman la misma longitud de tiempo de propagación hasta el fin de la fibra.

En cambio, en una fibra multimodal con índice de refracción del core constante el impulso luminoso estará sometido al fenómeno de **dispersión modal**, que consiste en recibir en el otro extremo de la fibra un impulso de duración mayor que el impulso introducido; así, en una fibra que tiene tres modos guiados, las componentes del impulso introducido solo pueden ser tres y la dispersión modal del impulso se debe al hecho de que estas componentes recorren espacios diferentes, figura 2.3, llegando al otro extremo de la fibra en tiempos diferentes y el impulso resultante recibido tendrá una duración mayor que el transmitido.



**Figura 2.3. Propagación de las componentes de un impulso luminoso sometido a dispersión modal.**

Las fibras ópticas de la figura 2.2. que operan en la primera ventana presentan una atenuación de aproximadamente 3 dB/kb y un índice de mérito (anchura de banda por km) comprendido entre 200 y 400 MHz y se usan para conexiones entre centrales en los núcleos urbanos, permitiendo el 100% de las conexiones sin repetidores intermedios, mientras que en las fibras ópticas que operan en la figura 2.3. presentan una atenuación de aprox. 0.5 dB/kb y un índice de mérito comprendido entre 200 y 400 MHz y se utilizan para conexiones a larga distancia (aprox. 100 km) sin repetidores intermedios.

Los materiales usados actualmente para la fabricación de fibras ópticas para las telecomunicaciones son silicatos puros ( $\text{SiO}_2$ ), adecuadamente dopados y vidrios de varios componentes como sodio-boro-silicio.

## 2.3. Conmutación telefónica

La línea telefónica es un canal muy empleado para conectar ordenadores y terminales. La red telefónica utiliza una tecnología conocida como conmutación de circuitos para comunicar distintos equipos terminales de datos. Estas son sus principales características:

Una vez establecida una llamada, los usuarios disponen de un enlace directo a través de los distintos segmentos de la red, este camino equivale a un par de hilos que unen a ambos usuarios, los conmutadores inicialmente no poseen medios de almacenamiento intermedio (como discos duros), debido a la ausencia de medios de almacenamiento señalada, un conmutador puede quedar bloqueado cuando sus líneas se encuentran ocupadas y se requiere acceso a alguna de estas.

Los sistemas telefónicos de conmutación se clasifican en electromecánicos y controlados por programa almacenado, Los conmutadores electromecánicos están guiados por impulsos eléctricos. En los de programa almacenado, la lógica de conmutación se gestiona por software. El programa controla la secuencia de operaciones de secuenciamiento necesarias para establecer la llamada telefónica.

### **Sistemas controlados por programa almacenado**

Durante los años cincuenta y principios de los sesenta, los laboratorios Bell desarrollaron sistemas electrónicos de conmutación para atender la creciente demanda de conmutadores más rápidos, flexibles y fiables.

Está diseñado para operar en zonas metropolitanas de intenso tráfico. Establece las conexiones entre los abonados más de prisa que los equipos electromecánicos, y emplea para ello menos equipamiento.

Realiza las mismas funciones básicas de conexión que el sistema electromecánico, pero puede manejar cuatro veces más llamadas por hora. Emplea un procesador para el manejo de las llamadas en horas punta. En el sistema electromecánico, cada llamada establecía una conexión física permanente a través del dispositivo conmutador, por el contrario, los sistemas controlados por programa una conversación la conectan de forma intermitente. Cada enlace se conecta y desconecta varios miles de veces por segundo, pero los intervalos son lo bastante reducidos como para no afectar a la transmisión de la voz. En realidad, inserta otras llamadas en los sucesivos lapsos de tiempo de conmutación.

## **2.4. Redes**

Una red es un conjunto de unidades de cómputo interconectados entre sí, que permite a los usuarios comunicarse, compartir información y recursos. Las redes se clasifican por la distancia que existe entre sus nodos: LAN (*Local Area Network*, Red de Área local), MAN (*Metropolitan Area Network*, Red de Área metropolitana) y WAN (*Wide Area Network*, Red de Área Amplia).

### **Tipos de redes**

- LAN es una red de comunicación de datos, que está diseñada para proporcionar comunicaciones de dos sentidos, entre una gran variedad de equipo terminal de comunicación de datos, dentro de un área geográfica relativamente pequeña, tales como un campus universitario o una planta de manufactura. Las distancias que cubren estas redes pueden variar entre algunos metros y varios kilómetros.

- **MAN** son redes públicas de alta velocidad, operando a 100 Mbps, capaces de transmitir voz y datos sobre áreas de hasta 50 millas (80 km). Ejemplo: Una red que conecte varios edificios de una organización dentro de una ciudad.
- **WAN** son redes donde los usuarios y los procesadores están distantes varios cientos o miles de kilómetros. Ejemplo: las sucursales regionales de un banco con la matriz nacional.

## Redes LAN

La tecnología LAN se desarrolló para satisfacer los requerimientos de comunicación en distancias cortas entre dispositivos. Aparecieron a mediados de la década de los años 80 debido a que las computadoras personales se habían generalizado en gran parte de las grandes compañías.

Actualmente, las características de una LAN han variado enormemente con base en las facilidades tecnológicas disponibles, por lo que definiremos una LAN acorde a sus principales características:

- Transmisión de datos a altas velocidades.
- Distancias entre nodos relativamente cortas.
- Alto grado de seguridad.

El concepto de red de área local se basa en la interconexión de ordenadores a los que se denominan nodos. La situación de estos últimos y el establecimiento de conexiones entre ellos constituyen los parámetros que definen la topología de una red. Cualquiera que sea esta tecnología debe encargarse de realizar tanto las funciones de conmutación como de transmisión.

La topología de red identifica la forma que tomará el cableado para interconectar los nodos de una red. Existen varias topologías de red, entre las más populares se encuentran:

- **Bus.** Todos los nodos se conectan a un canal central y todas las transmisiones son escuchadas por los nodos conectados al canal.
- **Estrella.** Todos los dispositivos se conectan a un dispositivo central mediante enlaces punto a punto. Todas las transmisiones pasan a través del nodo central lo cual puede provocar congestión.
- **Anillo.** El cable forma un anillo a través de enlaces punto a punto entre los nodos, cada nodo tiene la responsabilidad de transmitir la señal al siguiente extremo y todas las transmisiones son escuchadas por los nodos conectados al anillo.
- **Malla.** Consiste en conexiones punto a punto entre todos los nodos de la red. No se consideran prácticas en redes locales debido a su costo.

El IEEE (*Institute Of Electrical and Electronics Engineers*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) ha establecido comités para el desarrollo de estándares para redes de área local (LAN's). En conjunto, estos grupos son llamados los Comités para Estándares de LAN's. En dichos comités se

estandarizan las condiciones de interconexión entre los nodos, esto con la finalidad de que los fabricantes puedan hacer sus equipos compatibles con otros.

El modelo OSI (*Open System Interconnection*, Sistema de Interconexión Abierto), es utilizado por prácticamente la totalidad de las redes del mundo. Este modelo fue creado por la Organización Internacional De Normalización, y consiste en siete capas donde cada una de ellas define las funciones que deben proporcionar los protocolos con el propósito de intercambiar información entre varios sistemas. Esta clasificación permite que cada protocolo se desarrolle con una finalidad determinada, lo cual simplifica el proceso de desarrollo e implementación. Cada nivel depende de los que están por debajo de él, y a su vez proporciona alguna funcionalidad a los niveles superiores.

Los niveles del modelo OSI son los siguientes:

- **Aplicación.-** Destino final de los datos donde se proporcionan los servicios al usuario.
- **Presentación.-** Se convierten e interpretan los datos que se utilizarán en el nivel de aplicación.
- **Sesión.-** Encargado de ciertos aspectos de la comunicación como el control de los tiempos.
- **Transporte.-** Encargado de optimizar el tráfico de datos en la red.
- **Red.-** Da las alternativas de conexión entre equipos usuarios.
- **Enlace de datos.-** Proporciona o establece las comunicaciones entre las diferentes entidades de la red, como son los nodos.
- **Físico.-** Establece los medios físicos de conexión entre los equipos.

Para el diseño de una red LAN, debemos analizar las opciones que se presentan y tomar la alternativa que más se adapte a nuestros propósitos. De tal forma que si para nuestro sistema de comunicaciones lo que pretendemos es concentrar los mensajes en un punto, entonces lo más adecuado a nuestro sistema será utilizar la topología en estrella. En ésta la red se une en un único punto, normalmente con control centralizado, como un concentrador de cableado. Todas las estaciones se conectan al concentrador y las señales son distribuidas a todas las estaciones específicas del concentrador.

Una de las características más importante de las LAN's es que son redes compartidas en las que están conectadas varias estaciones, pero sólo-una estación de trabajo puede efectuar transmisión en un momento determinado. El método de acceso al cable define el protocolo de comunicación que debe tener la estación de trabajo.

A estos protocolos se les conoce como de bajo nivel, en cierto modo son la forma en que las señales se transmiten por el cable, transportando tanto datos como información y los procedimientos de control de uso del medio por las diferentes estaciones de trabajo. Uno de los más utilizados en redes LAN es el Ethemet.

El protocolo de red determina el modo y organización de la información (tanto datos como controles) para su transmisión por el medio físico con el protocolo de bajo nivel. El protocolo más conocido es TCP/IP (*Transmission Control Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión/ *Internet Protocol*, Protocolo de

Internet), en realidad son dos protocolos y son la base de la red Internet, la mayor red de computadoras en el mundo. Por lo cual se han convertido en el más extendido.

Todo lo anteriormente expuesto es parte importante de nuestra red LAN, la cual está conectada a la etapa principal de nuestro sistema de radiomensajería.

## 2.5. Paging

Los primeros sistemas de radiomensajería aparecieron hacia la mitad de la década de los cincuenta. La tecnología disponible era muy simple.

Los sistemas de *paging* han suministrado servicios a áreas geográficas limitadas, usando un sitio de transmisión centralizado en tierra, de potencia relativamente alta. Este arreglo trabaja adecuadamente en pequeñas ciudades, pero, a menudo, ha probado no ser apropiado para grandes áreas metropolitanas.

Para dar servicio adecuadamente a un área geográfica mayor, los sistemas de *paging* comenzaron la difusión simultánea (es decir la transmisión del mismo mensaje, substancialmente al mismo tiempo) de varios transmisores en tierra, estratégicamente colocados para suministrar una cobertura amplia. En tal sistema, una persona que tenga un receptor de llamada selectivo (aparato de *paging*) puede recibir cualquier información en el área metropolitana.

La tendencia en la comunicación de *paging* es suministrar una cobertura geográfica aún mayor. Dicho sistema conocido para múltiples ciudades emplea satélites para transmitir mensajes de *paging* a las repetidoras en tierra, de manera que sus clientes puedan ser comunicados mientras viajan en cualquiera de las ciudades cubiertas.

El sistema digital también tiene la ventaja de poder proporcionar fácilmente funciones y características adicionales, por ejemplo, direccionamiento múltiple.

El sistema es controlado por un programa. En el cual dicho sistema soporta formatos de *paging* digitales, tales como:

- **Sólo tono.** En los orígenes de la radiomensajería, el receptor simplemente "avisaba" al usuario mediante una señal acústica.
- **Tono y voz.** Este sistema se caracteriza además porque "hablaba" repitiendo el mensaje del usuario. Su eficiencia es baja debido a que el tiempo de transmisión se limita a un número determinado de segundos, a la falta de confidencialidad en la recepción del mensaje y a los problemas de ruido ambiental que impiden a veces al usuario oírlo bien.

- **Numéricos.** Permiten composiciones de caracteres del 0 al 9 y otros como asterisco, puntos, comas, guiones, etc. En función del fabricante, cada símbolo numérico necesita aproximadamente la mitad de tiempo de transmisión de un carácter alfanumérico; permite el acceso automático, en la mayor parte de los sistemas, desde un teléfono con marcación por tonos multifrecuencia y, la codificación "propia" de cada usuario con sus llamadas no puede ser más confidencial.
- **Alfanumérica.** Los mensajes de texto permiten recibir a los usuarios "telegramas" y "fax", en general con un mínimo de 80 caracteres por mensaje, y almacenarlos en su receptor, tantos como permita su memoria.

De esta manera la "unidad de control" en el sistema de radiomensajería constituye la interfaz inteligente entre las redes de acceso y la del propio sistema de radiomensajería. Su misión fundamental es la recepción, codificación y distribución de los mensajes recibidos hacia los transmisores, así como el control y supervisión de la red radioeléctrica.

## Principales componentes

En general, el acceso puede realizarse a través de despachos de envío de mensajes con operadoras quienes capturan el número del usuario y el texto del mensaje a transmitir y lo introducen en el sistema. Aunque también en la actualidad se comercializan programas de comunicaciones que a través de la red telefónica pública conmutada y con un módem permiten el acceso automático al sistema.

Entre los principales componentes de *paging* se encuentran:

- El fichero que contiene las direcciones de los receptores y sus relaciones con los servicios y zonas de cobertura de cada uno de ellos.
- El control de encendido y apagado de los transmisores.
- El fichero de memorización de mensajes.
- La interconexión con la red pública conmutada y otras redes.
- El módulo de estadísticas de mensajes.
- El control y supervisión de la red de transmisión.
- El programa de detección y diagnóstico de fallas.
- El programa de codificación.

Los primeros sistemas de radiomensajería aparecieron hacia la mitad de la década de los cincuenta. La tecnología disponible era muy simple. Se producían interferencias con otros equipos y los sistemas evolucionaron usando tonos de audio. Estos protocolos se conocen por "códigos de audio" o "códigos de tono".

Los sistemas basados en esta codificación producían un gran número de llamadas falsas al no existir ninguna redundancia, y los mensajes transmitidos eran muy limitados: inimaginable pensar en una transmisión alfanumérica.

Cada sistema utilizaba además tecnología distinta para los receptores y protocolos propios, lo que hacía que los receptores no fueran aptos más que para un solo sistema.

Un estándar reconocido internacionalmente llamado **POCSAG** (*Post Office Code Standardization Advisory Group*, Grupo Asesor sobre Normalización de Códigos de la Oficina Postal) fue introducido como el primer protocolo de *paging* de alta velocidad. Desarrollado por un consorcio de Ingenieros de varias partes del mundo, el protocolo POCSAG es ampliamente utilizado hoy en día.

El desarrollo del POCSAG es el primer paso significativo para la estandarización de los sistemas de *paging*. Su éxito ha sido enorme entre los operadores, fabricantes y usuarios. Su empleo ha disminuido los precios de los equipos y ha supuesto una mejora de las prestaciones y de las características, al trabajar distintos fabricantes en una misma tecnología, alcanzando equipos, y por tanto, sistemas más fiables.

El protocolo POCSAG soporta tres velocidades de transmisión: 512, 1200 y 2400 bps y usa modulación directa FSK (*Frequency Shift Keying*, Modulación por Desplazamiento de Frecuencia). Arriba de 221 millones de direcciones de *paging* pueden ser soportadas.

El estándar más reciente de *pager*, fue desarrollado por Motorola en 1993, es llamado **FLEX**. Puede soportar 1 millón de direcciones de *pager*. Su implantación es en la actualidad importante en los mercados norteamericano y asiático.

## Características de un protocolo de mensajería

Resumiendo los requisitos mínimos que debe tener un protocolo de radiomensajería son los siguientes:

- Capacidad de direccionamiento suficiente.
- Velocidad de transmisión acorde con el tráfico.
- Alta protección frente a llamadas dirigidas a otro receptor.
- Métodos que permiten consumo bajo de energía a los receptores.
- Permitir la transmisión secuencial.
- Decodificación sencilla en los receptores.
- Protección contra efectos de transmisión: interferencias, solapamiento, etc.
- Permitir convivir a varios fabricantes sobre un mismo sistema.
- Capacidad de transmisión de mensajes numéricos y alfanuméricos además de avisos.
- Protección contra la generación de mensajes incorrectos.

Ahora bien, también es importante conocer los demás elementos que intervienen en los sistemas de radiomensajería, como son las estaciones terrenas.

## 2.6. Estaciones terrenas

La comunicación por satélite es un método para establecer enlaces de comunicación. El término estación terrena, como se usa actualmente, designa una estación de radio que opera con otras estaciones sobre la tierra a través de un satélite repetidor de órbita.

Casi todos los satélites comerciales de comunicaciones son geoestacionarios. Tales satélites giran alrededor de la tierra en un período de 24 horas. Por lo tanto, parecen estacionarios sobre un punto geográfico particular de la tierra. Para lograr una órbita síncrona de 24 horas, el satélite estacionario debe estar a la altura de 35,900 km sobre la tierra.

Una estación terrena está básicamente dividida en dos partes:

- Una terminal de RF (Radio Frecuencia), que consiste en un convertidor elevador, un convertidor reductor, un amplificador de alta potencia, un amplificador de bajo ruido y una antena.
- Una terminal de señales en banda base, que consiste en un equipo de banda base, un codificador, un decodificador, un modulador y un demodulador.

La terminal de RF y la terminal de banda base se pueden encontrar en lugares apartados una de otra, y conectadas por líneas de IF (*Intermediate Frequency*, Frecuencia Intermedia) apropiadas.

Las dos partes de una estación terrena citadas son básicas y se definieron generalizando sus características, aunque, dependiendo de su aplicación particular, algunas estaciones son mucho más complejas e incluyen un sistema de rastreo del satélite.

Por sus características de radiación, todas las estaciones terrenas que tengan antenas pequeñas no necesitan sistema de rastreo, mientras que las de diámetro muy grande (como las de comunicaciones internacionales) sí lo requieren para conservar su angosto haz directivo bien apuntado hacia el satélite.

Una estación terrena está conformada principalmente por los siguientes subsistemas, de lo cual ya se mencionó algo anteriormente:

**Subsistema de banda base.**- Este se encuentra formado por el equipo receptor y transmisor de las señales del y al usuario, y la información se encuentra casi en su forma original; si es video, éste lo podemos manejar en un monitor convencional para video; para datos, si provienen de un módem típico, éstos los monitoreamos como cambios de frecuencia en el caso de llegar por una línea telefónica, se les hará tratamiento de modulación para poderlos insertar al sistema.

**Subsistema de radiofrecuencia.**- Este subsistema comprende la cadena de enlace de subida (*uplink*) y la cadena de enlace de bajada (*downlink*). El enlace ascendente está formado por los preamplificadores de alta frecuencia, los amplificadores de potencia también a alta frecuencia, guías de onda y sistemas de



filtros. El enlace descendente está formado por amplificadores de bajo ruido (LNA, *Low Noise Amplifier*, Amplificador de Bajo Ruido), guías de onda y conmutadores de guía de onda.

En la realización de redes privadas, existe una marcada tendencia a usar terminales con antenas parabólicas de tamaño reducido, conocidos como terminales de pequeña apertura (VSAT, *Very Small Aperture Terminals*, Terminales de Apertura muy Pequeña). La tecnología VSAT permite transmitir voz, datos, fax, y videoconferencia. Generalmente se utiliza en la realización de redes privadas para conectar un gran número de terminales en áreas geográficamente dispersas y de difícil acceso vía terrestre.

Las estaciones VSAT se comunican a través de una estación maestra denominada *HUB*. El *HUB* constituye un sistema central de control y es el que gerencia las comunicaciones entre todas las estaciones y su interconexión con otras redes.

Es importante mencionar que en las estaciones terrenas se considera un subsistema de frecuencia intermedia en donde, la información proveniente del usuario es sometida a un proceso de modulación, en algunos casos digital como por ejemplo voz y señales de módem, para el caso de video se usa comúnmente modulación en frecuencia. Así pues, la información del usuario es convertida a una frecuencia de trabajo que normalmente oscila en los 70 MHz y en algunos casos llega a ser de 140 MHz, lo anterior con el único fin de tener una señal estándar de trabajo.

## Modulación

La necesidad de la modulación en un sistema de comunicación es debido a que el margen de frecuencias contenidas en la señal de banda base que debe ser transmitida no es generalmente el mismo que el margen de frecuencias que se pueden transmitir por el canal de comunicación. Esto es más obvio para los sistemas de radio que deben operar con frecuencias de 30 kHz y mayores, mientras la señal de banda base normalmente contendrá frecuencias pertenecientes al margen de audio y más altas que éstas. Esto sugiere que el proceso de modulación es básicamente una traslación de frecuencias. Al mismo tiempo, hay a menudo ventajas adicionales utilizando un proceso de modulación más complicado, en el que se incorporan otros cambios además de la simple traslación de frecuencias. Estos cambios están diseñados para superar las limitaciones de cualquier sistema, impuestas por el ruido y la distorsión.

Se puede hacer una simple introducción a las posibilidades de las diferentes formas de modulación considerando los caminos en que es posible utilizar una señal de RF para transmitir información. Un oscilador de RF entrega una salida que se puede expresar como:

$$f_c(t) = A_c \cos(\omega_c t + \phi_c) \quad (2.1)$$

Donde el subíndice *c* se asigna a todas las cantidades para indicar que estamos tratando de una onda portadora (carrier wave), siendo éste el término que normalmente se aplica a la onda de RF básica sin modular. Los otros símbolos se definen como sigue:

$A_c$  es la amplitud de portadora.

$\omega_c$  es la frecuencia angular de la portadora.

$\phi_c$  es el ángulo de fase de la onda portadora para  $t = 0$ .

Si las tres cantidades  $A_c$ ,  $\omega_c$ ,  $\phi_c$ , que caracterizan a la onda portadora, permanecen inalteradas, entonces no hay comunicación de información. Para que la haya se requiere que una o más cantidades de estas varíen con el tiempo, en alguna forma con la relación a la señal de banda base a comunicar. Hay, por lo tanto, tres obvias posibilidades:

- La amplitud de portadora se hace variar de acuerdo con la señal de la banda base.
- La frecuencia de portadora se hace variar de acuerdo con la señal de banda base.
- La fase de la portadora se hace variar de acuerdo con la señal de banda base.

Otros tipos de modulación se pueden desarrollar empezando con una forma diferente de señal de portadora en lugar de la onda sinusoidal simple. Una de estas portadoras que se usa frecuentemente consiste de un tren de pulsos rectangulares, de igual amplitud y ancho, y que se produce a una frecuencia de repetición constante. La modulación se puede aplicar en un gran número de formas.

Como se puede observar con los comentarios anteriores, la modulación se clasifica según la señal que se modula en digital y analógica. En la modulación analógica encontramos las modulaciones en AM, FM y PM. En la modulación digital tenemos FSK (*Frequency Shift Keying*, Transmisión por desplazamiento de frecuencia), PSK (*Phase Shift Keying*, Transmisión por desfasamiento de fase).

Como nosotros utilizaremos la FSK es importante mencionar como se modula la señal, esto consiste en desplazar la frecuencia de una portadora senoidal desde una frecuencia de marca hasta una frecuencia de espacio de acuerdo con la señal de banda base digital. Es idéntica a modular una portadora de FM.

Hablar de modulación es importante porque es la forma en como nosotros podemos transmitir, a través de los satélites ya que estos dadas sus características utilizan altas frecuencias.

En la figura 2.4. se muestran las señales de modulación binaria más comunes, para señales moduladas digitales, la señal modulante, es una señal digital dada por los códigos de líneas binarios o de niveles múltiples, sus técnicas de señalización son:

- Transmisión por cierre y apertura (OOK, *On Off Keying*) también llamada transmisión por desplazamiento de amplitud (ASK, *Amplitude Shift Keying*) la cual consiste en activar o desactivar una portadora senoidal con una señal binaria unipolar.
- Transmisión por desplazamiento de fase binaria (BPSK, *Binary Phase Shift Keying*), la cual consiste en desplazar la fase de una portadora senoidal de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  con una señal binaria unipolar.
- Transmisión por desplazamiento de frecuencia, en FSK la señal portadora se desplaza por los datos de la entrada binaria, hay un cambio en la frecuencia de salida, cada vez que la condición lógica de la señal de entrada binaria cambia, la salida en FSK se desplaza entre dos frecuencias, una frecuencia de marca o 1 lógico y una frecuencia de espacio o de 0 lógico.

$\omega_c$  es la frecuencia angular de la portadora.

$\phi_c$  es el ángulo de fase de la onda portadora para  $t = 0$ .

Si las tres cantidades  $A_c$ ,  $\omega_c$ ,  $\phi_c$ , que caracterizan a la onda portadora, permanecen inalteradas, entonces no hay comunicación de información. Para que la haya se requiere que una o más cantidades de estas varíen con el tiempo, en alguna forma con la relación a la señal de banda base a comunicar. Hay, por lo tanto, tres obvias posibilidades:

- La amplitud de portadora se hace variar de acuerdo con la señal de la banda base.
- La frecuencia de portadora se hace variar de acuerdo con la señal de banda base.
- La fase de la portadora se hace variar de acuerdo con la señal de banda base.

Otros tipos de modulación se pueden desarrollar empezando con una forma diferente de señal de portadora en lugar de la onda sinusoidal simple. Una de estas portadoras que se usa frecuentemente consiste de un tren de pulsos rectangulares, de igual amplitud y ancho, y que se produce a una frecuencia de repetición constante. La modulación se puede aplicar en un gran número de formas.

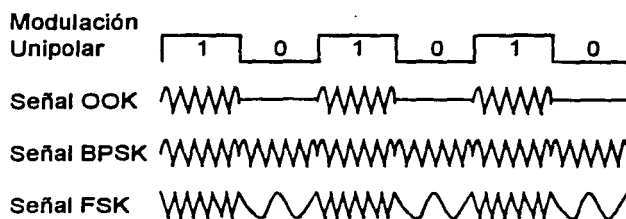
Como se puede observar con los comentarios anteriores, la modulación se clasifica según la señal que se modula en digital y analógica. En la modulación analógica encontramos las modulaciones en AM, FM y PM. En la modulación digital tenemos FSK (*Frequency Shift Keying*, Transmisión por desplazamiento de frecuencia), PSK (*Phase Shift Keying*, Transmisión por desfaseamiento de fase).

Como nosotros utilizaremos la FSK es importante mencionar como se modula la señal, esto consiste en desplazar la frecuencia de una portadora senoidal desde una frecuencia de marca hasta una frecuencia de espacio de acuerdo con la señal de banda base digital. Es idéntica a modular una portadora de FM.

Hablar de modulación es importante porque es la forma en como nosotros podemos transmitir, a través de los satélites ya que estos dadas sus características utilizan altas frecuencias.

En la figura 2.4. se muestran las señales de modulación binaria más comunes, para señales moduladas digitales, la señal modulante, es una señal digital dada por los códigos de líneas binarios o de niveles múltiples, sus técnicas de señalización son:

- Transmisión por cierre y apertura (OOK, *On Off Keying*) también llamada transmisión por desplazamiento de amplitud (ASK, *Amplitude Shift Keying*) la cual consiste en activar o desactivar una portadora senoidal con una señal binaria unipolar.
- Transmisión por desplazamiento de fase binaria (BPSK, *Binary Phase Shift Keying*), la cual consiste en desplazar la fase de una portadora senoidal de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  con una señal binaria unipolar.
- Transmisión por desplazamiento de frecuencia, en FSK la señal portadora se desplaza por los datos de la entrada binaria, hay un cambio en la frecuencia de salida, cada vez que la condición lógica de la señal de entrada binaria cambia, la salida en FSK se desplaza entre dos frecuencias, una frecuencia de marca o 1 lógico y una frecuencia de espacio o de 0 lógico.

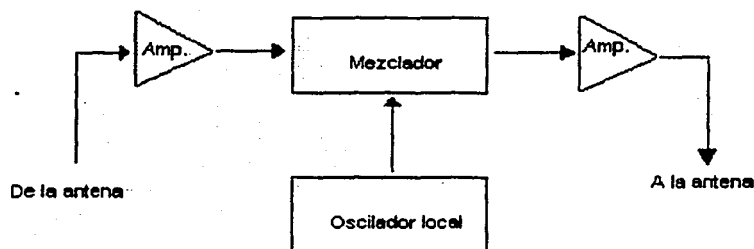


**Figura 2.4. Señales Moduladas digitalmente.**

## 2.7. Satélite

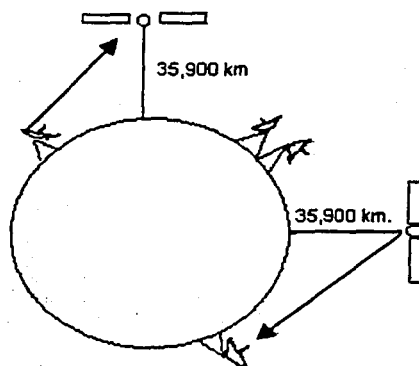
Esencialmente, un satélite de comunicaciones es un repetidor de radio en el cielo (transponder). Un sistema de satélite consiste de un transponder, una estación basada en tierra, para controlar su funcionamiento, y una red de usuario de las estaciones terrestres, las que proporcionan las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones, a través del sistema del satélite.

El satélite de comunicaciones es un repetidor de RF cuya configuración más simple se puede representar como se ilustra en la figura 2.5.



**Figura 2.5. Diagrama de un repetidor.**

Como se puede apreciar, la comunicación por satélite no es más que una comunicación por radioenfase (microondas en línea de vista) que usa uno o más repetidores de RF ubicados a gran distancia de la estación terrena terminal, como se ilustra en la figura 2.6. A causa de la distancia implicada, se considera que el rango de distancia de la antena terrena al satélite es el mismo que el de la altitud del satélite. Esto sería exacto si la antena apuntara hacia el satélite en el zenit. La distancia se incrementa conforme se reduce el ángulo en que apunta la antena al satélite (ángulo de elevación).



**Figura 2.6. Distancias que intervienen en la comunicación por satélite.**

Así, las distancias que se manejan son muy grandes y el tiempo que se requiere para cubrirlas es del orden de los 240 ms, naturalmente las pérdidas que se presentan en la señal son bastante grandes, debido a la atenuación por propagación. Para radioenlaces, la pérdida en el espacio libre es de hasta 145 dB; en 35,900 km a 4.2 GHz la pérdida en el espacio libre es de 196 dB y a 6 GHz de 199 dB, a 14 GHz la pérdida es de casi 207 dB. Esto no representa un problema insoluble de la tierra al satélite, ya que se pueden usar transmisores de potencia muy alta y antenas con ganancia muy alta. Por el contrario, del satélite a la tierra, la potencia de enlace está limitada por dos razones: 1) en las bandas que se comparten con los servicios terrestres, para asegurar que no haya interferencia con tales servicios y 2) en el satélite mismo que sólo puede obtener energía de sus celdas solares. Se necesita un gran número de celdas solares para producir la potencia de RF necesaria. Por lo tanto, el enlace hacia abajo, del satélite a la tierra, es crítico y los niveles de la señal que se recibe son mucho menores que en el radioenlace de subida, hasta de  $-150$  dBw.

Las bandas de frecuencias más deseables para la comunicación por satélite comercial son las del espectro de 1000 a 10,000 MHz estas bandas son:

- 3700 a 4200 MHz (satélite a tierra o enlace hacia abajo)
- 5925 a 6425 MHz (tierra satélite o enlace hacia arriba)
- 7250 a 7750 MHz (enlace hacia abajo)
- 7900 a 8400 MHz (enlace hacia arriba)

Las razones principales por la que los ingenieros de diseño prefieren estas bandas son las siguientes:

- Menor absorción atmosférica que a frecuencias más altas.
- Menor ruido, tanto cósmico como el que produce el hombre.
- Buen desarrollo tecnológico.

- Menor pérdida en el espacio libre en comparación con la de frecuencias más altas.

Existen dos factores en contra de la aplicación de estas bandas y que obligan a usar frecuencias más altas:

- Las bandas se comparten con servicios terrestres.
- Existe congestión en la órbita.

Las bandas de frecuencia más alta para satélites comerciales son:

- 11.7 a 12.2 GHz (enlace hacia abajo)
- 14.0 a 14.5 GHz (enlace hacia arriba)
- 17.7 a 21.26 GHz (enlace hacia abajo)
- 27.5 a 30.0 GHz (enlace hacia arriba)

Arriba de 10 GHz se debe tomar en cuenta la atenuación que produce la lluvia, la dispersión, otro tipo de humedad y la absorción por gas.

## Modelos de enlace del sistema satelital

Esencialmente, un sistema satelital consiste de tres secciones básicas: una subida, un transponder satelital y una bajada.

*Sección de subida.* El principal componente en la sección de subida de un sistema satelital es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de estación terrena consiste de un modulador de IF, un convertidor de IF a RF, un amplificador de alta potencia y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida (como por ejemplo, un filtro pasa-bandas de salida).

*Transponder satelital.* Consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada, un amplificador de bajo ruido, un traslador de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel del orden de 30 Watts y un filtro pasa-bajas de salida. El transponder es un repetidor de RF a RF.

*Sección de bajada.* Un receptor de estación terrena incluye un dispositivo para limitar la banda de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF.

Las siguientes ecuaciones de enlace se usan para analizar por separado las secciones de subida y de bajada de un sistema satelital, de portadora de frecuencia de radio. La ecuación 2.2 representa el enlace de subida, la 2.3 el de bajada.

$$C/N_0 = A_t P_r (L_p L_u) A_r / K T_e \quad (2.2)$$

En donde:

$C/N_0$ =	Relación de la densidad de portadora a ruido (dB)
$A_t$ =	Ganancia de la antena transmisora (relación sin unidades)
$P_r$ =	Potencia total radiada de la antena (watts)
$L_p$ =	Pérdida de trayectoria (watts)
$L_u$ =	Pérdidas adicionales de subida debido a la atmósfera (watts)
$A_r$ =	Ganancia de la antena receptora (relación adimensional)
$K$ =	Constante de Boltzmann (joules por grados kelvin)
$T_e$ =	Temperatura de ruido equivalente (grados kelvin)

$$C/N_0 = A_t P_r (L_p L_u) A_r / K T_e \quad (2.3)$$

En donde:

$C/N_0$ =	Relación de la densidad de portadora a ruido (dB)
$A_t$ =	Ganancia de la antena transmisora (relación sin unidades)
$P_r$ =	Potencia total radiada de la antena (watts)
$L_p$ =	Pérdida de trayectoria (watts)
$L_u$ =	Pérdidas adicionales de bajada debido a la atmósfera (watts)
$A_r$ =	Ganancia de la antena receptora (relación adimensional)
$K$ =	Constante de Boltzmann (joules por grados Kelvin)
$T_e$ =	Temperatura de ruido equivalente (grados Kelvin)

Estas ecuaciones sólo consideran las ganancias y pérdidas ideales, así como los efectos de ruido térmico asociados con el transmisor de la estación terrena, receptor de la estación terrena y el transponder del satélite.

Es importante comentar que las ecuaciones presentadas anteriormente se pueden expresar como funciones logarítmicas, la expresión 2.4 nos muestra como pueden representarse; además dada la similitud de las ecuaciones, es importante resaltar hacia donde se hace el cálculo del enlace, lo anterior es para determinar donde tenemos nuestro transmisor, si está en la estación terrena o en el satélite.

$$C/N_0 = 10 \log A_t P_r - 20 \log (4\pi D/\lambda) + 10 \log (G/T_e) - 10 \log L_u - 10 \log K \quad (2.4)$$

Donde:  $D$ = distancia entre antenas (transmisión y recepción);  $\lambda$ = longitud de onda; y  $G/T_e$ = relación de ganancia a ruido equivalente.

Otras de las características importantes de los sistemas satelitales, son los tipos de acceso en los cuales trabajan.

## Acceso múltiple

Los tres esquemas para acceso múltiple más comúnmente usados son: FDMA (*Frequency-Division Multiple Access*, Acceso Múltiple por División de Frecuencia), TDMA (*Time-Division Multiple Access*, Acceso Múltiple por División de Tiempo), y CDMA (*Code-Division Multiple Access*, Acceso Múltiple por División de Código). Con FDMA, a las transmisiones de cada estación se les asignan bandas de frecuencias específicas, para los enlaces de subida y bajada dentro de un ancho de banda determinado. En el caso del satélite éstas se pueden asignar de acuerdo con la demanda. Por consiguiente, las transmisiones provenientes de distintas estaciones terrenas están separadas en el dominio de las frecuencias. Con TDMA, cada estación terrena transmite pequeñas ráfagas de información durante una ranura de tiempo específico (*intervalo*) dentro de una trama de TDMA. Las ráfagas deben estar sincronizadas, de tal manera que el *estallido* de cada estación llegue al satélite a un tiempo diferente. En consecuencia, las transmisiones provenientes de distintas estaciones terrenas están separadas en el dominio del tiempo. En el caso de CDMA, todas las estaciones terrenas transmiten dentro de la misma banda de frecuencias y, por razones prácticas, no tienen limitación de cuándo pueden transmitir o en qué frecuencia de la portadora. En el siguiente apartado ampliaremos la información referente a CDMA.

## CDMA

Con FDMA, las estaciones terrenas se limitan a un ancho de banda específico dentro de un canal de satélite o sistema, pero no tienen restricción con relación a cuándo pueden transmitir. Con TDMA, las transmisiones de las estaciones terrenas están restringidas a una ranura de tiempo preciso, pero no tienen restricción con relación a qué frecuencia pueden utilizar dentro de un sistema satelital específico o asignación de canal. Con CDMA, no hay restricciones de tiempo o de ancho de banda. Cada transmisor de estación terrena puede transmitir, cada vez que lo desea, y puede utilizar cualquier ancho de banda o todos los anchos de banda asignados a un sistema o canal de satélite en particular. Debido a que no hay limitaciones en el ancho de banda, al CDMA a veces se le conoce como **acceso múltiple del espectro disperso**; las transmisiones se pueden extender por todo el ancho de banda designado. Las transmisiones de cada estación terrena se codifican con una palabra única binaria llamada **código de chip**. Cada estación tiene un código de chip único. Para recibir la información de una estación terrena en particular, una estación receptora tiene que saber el código de chip para esa estación.

Una de las ventajas de CDMA es que todo el ancho de banda de un canal o sistema satelital puede utilizarse para cada transmisión de toda estación terrena.

## 2.8. Antenas

En esencia, una antena es un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas. Se utiliza como la interfaz entre un transmisor y el espacio libre o el espacio libre y el



receptor. Una antena acopla energía de la salida de un transmisor a la atmósfera de la Tierra o de la atmósfera de la Tierra a un receptor.

Una antena es un dispositivo recíproco pasivo, pasivo en cuanto a que en realidad no puede amplificar una señal, por lo menos no en el sentido real de la palabra (sin embargo, una antena puede tener ganancia), y recíproco en cuanto a que las características de transmisión y recepción de una antena son idénticas, excepto dónde las corrientes de alimentación al elemento de la antena se limitan a la modificación del patrón de radiación.

## Patrón de radiación

Las antenas no necesariamente se comportan con la misma efectividad en todas las direcciones. Al diagrama polar que indica cómo transmite o recibe una antena en diferentes direcciones, se le denomina patrón de radiación.

El patrón de radiación de una antena es un diagrama polar o una gráfica que representa las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares. El diagrama polar va a estar representado por un lóbulo principal (puede existir más de uno) y un haz secundario o lóbulo menor. Debido a que el lóbulo principal propaga y recibe la mayor parte de la energía, ese lóbulo se llama lóbulo frontal (la parte frontal de la antena). Los lóbulos adyacentes al lóbulo frontal se llaman lóbulos laterales, y los lóbulos que están en dirección exactamente opuesta al lóbulo frontal se llaman los lóbulos traseros.

## Resistencia de radiación y eficiencia de antena

No toda la potencia suministrada a la antena se irradia. Parte de ella se convierte en calor y se disipa. La resistencia de radiación es un poco "irreal", en cuanto a que no puede ser medida directamente. La resistencia de radiación es una resistencia de la antena en CA y es igual a la relación de la potencia radiada por la antena al cuadrado de la corriente en su punto de alimentación. Matemáticamente, la resistencia de radiación está definida por la ecuación 2.5

$$R_r = \frac{P}{I^2} \quad (2.5)$$

donde .  
 $R_r$  = resistencia de radiación (ohms)  
 $P$  = potencia radiada por la antena  
 $I$  = corriente de la antena en el punto de alimentación (amperes)

La resistencia de radiación es la resistencia que, si se reemplazara la antena, disiparía exactamente la misma cantidad de potencia de la que irradia la antena.

La eficiencia de una antena está definida por la relación de la potencia radiada por una antena a la suma de la potencia radiada y la potencia disipada (o la relación de la potencia radiada por la antena con la potencia total de entrada). Matemáticamente la eficiencia de la antena está definida por:

$$\eta = \frac{P_r}{P_r + P_d} \times 100 \quad (2.6)$$

donde  $\eta$  = eficiencia de la antena  
 $P_r$  = potencia radiada por la antena (Watts)  
 $P_d$  = potencia disipada por la antena (Watts)

## Ganancia directiva y de potencia

La ganancia directiva de una antena esta definida por, la relación de la densidad de potencia radiada en una dirección en particular con la densidad de potencia radiada al mismo punto por una antena de referencia, suponiendo que ambas antenas irradian la misma cantidad de potencia. El patrón de radiación para la densidad de potencia relativa de una antena es realmente un patrón de ganancia directiva si la referencia de la densidad de potencia se toma de una antena de referencia estándar, que por lo general es una antena isotrópica. Matemáticamente, la ganancia directiva está definida por:

$$D = \frac{P}{P_{ref}} \quad (2.7)$$

donde  $D$  = ganancia directiva (sin unidades)  
 $P$  = densidad de potencia radiada por una antena en algún punto ( $W/m^2$ )  
 $P_{ref}$  = densidad de potencia radiada por una antena de referencia en el mismo punto ( $W/m^2$ )

La ganancia de potencia es igual a la ganancia directiva, considerando que en este caso se utiliza el total de potencia que alimenta a la antena (o sea, que se toma en cuenta la eficiencia de la antena). Matemáticamente, la ganancia de potencia es,

$$A_p = D\eta \quad (2.8)$$

Considerando una antena ideal, sin pérdidas, ésta irradiaría 100% de la potencia de entrada y la ganancia de potencia sería igual a la ganancia directiva. La ganancia de potencia para una antena también se expresa en decibeles en relación con alguna antena de referencia. Por tanto, la ganancia de potencia es igual a:

$$A_p = 10 \log \frac{P\eta}{P_{ref}} \quad (2.9)$$

Es importante considerar que la potencia radiada de una antena nunca puede exceder la potencia de entrada. Por lo tanto, la antena realmente no amplifica la potencia de entrada. Una antena sólo concentra su potencia radiada en una dirección en particular. La dirección en la que está "apuntando" la antena es siempre la dirección de máxima radiación. Debido a que una antena es un dispositivo recíproco, su patrón de radiación es también su patrón de recepción. Para una máxima potencia capturada, una antena receptora tienen que estar apuntando hacia la dirección donde se desea la recepción. Por tanto, las antenas receptoras tienen una directividad y una ganancia de potencia exactamente como las antenas transmisoras.

## **Polarización de la antena**

La polarización de una antena se refiere sólo a la orientación del campo eléctrico radiado por ésta. Una antena puede polarizarse en forma lineal (polarizada horizontal o verticalmente, suponiendo que los elementos de la antena se encuentran dentro de un plano horizontal o vertical), en forma elíptica o circular. Si una onda irradia una onda electromagnética verticalmente, la antena se define como polarizada verticalmente; si la onda irradia una onda electromagnética horizontalmente, se dice que la antena está polarizada horizontalmente; si el campo eléctrico radiado gira en un patrón elíptico, está polarizado elípticamente; y si el campo eléctrico gira en un patrón circular, está polarizada circularmente.

## **Ancho de haz**

Con frecuencia es necesario disponer de un medio rápido para comparar la directividad de las antenas sin que se tenga que hacer una comparación punto a punto sobre el patrón de radiación. Tal medio lo constituye el ancho de haz de la antena, que es el ángulo dentro del cual la potencia radiada está por encima de un medio de la que está en la dirección más preferente, o bien puede decirse, que el ancho del haz, es el ángulo en el cual el voltaje desarrollado por la antena receptora se mantiene dentro del 70.7% del desarrollado por ella cuando se le orienta hacia la dirección más preferente.

Otra forma de describir los puntos de potencia es refiriéndose a ellos como los puntos de 3 dB (decibeles), puesto que la mitad de la potencia total corresponde a  $-3$  dB en la escala de estas unidades.

## **Ancho de banda**

El ancho de banda de la antena se define como el rango de frecuencias sobre las cuales la operación de la antena es "satisfactoria". Esto, por lo general, se toma entre los puntos de media potencia, pero a veces se refiere a las variaciones en la impedancia de entrada de la antena.

La radiación proveniente de una antena es el resultado directo del flujo de corriente de RF. La corriente fluye a la antena a través de la línea de transmisión, que está conectada a un espacio pequeño entre los conductores que componen la antena. El punto en la antena donde se conecta la línea de transmisión se

llama terminal de entrada de la antena o solamente punto de alimentación. El punto de alimentación presenta una carga en C.A. a la línea de transmisión llamada impedancia de entrada de la antena. Si la impedancia de salida del transmisor y la impedancia de entrada de la antena son iguales a la impedancia característica de la línea de transmisión, no habrá ondas estacionarias en la línea, y se transfiere la potencia máxima a la antena y se irradia.

La impedancia de entrada de la antena es sólo la relación del voltaje de entrada de la antena con la corriente de entrada. La impedancia de entrada es

$$Z_{\text{entrada}} = \frac{E_i}{I_i} \quad (2.10)$$

donde  $Z_{\text{entrada}}$  = impedancia de entrada de la antena (ohms)  
 $E_i$  = voltaje de entrada de la antena (volts)  
 $I_i$  = corriente de entrada de la antena (amperes)

## Tipos de antenas

Las dos antenas básicas son: la antena dipolo de media onda o antena Hertz y la antena vertical de un cuarto de onda, o antena Marconi. La primera de las mencionadas se muestra en la figura 2.7. a) y la segunda en 2.7. b). Como es obvio dadas sus denominaciones, la longitud óptima para cada una de las dos antenas es de media longitud de onda para la Hertz y de un cuarto de onda para la Marconi.



**Figura 2.7. a) Antena Hertz, b) Antena Marconi.**

Una antena de haz es aquella que tiene propiedades altamente direccionales y que en forma esencial emite un haz de radiación electromagnética. Una de ellas es la conocida con el nombre de Yagi-Uda, existen muchas otras con las características de direccionalidad, las cuales son consideradas también como antenas de haz, entre ellas esta la antena rómbica.

Existen otras antenas, las cuales son variaciones de las antenas básicas que hemos descrito, como por ejemplo la de dipolo plegado, la cual es muy utilizada para la recepción de señal de televisión en los hogares, también podemos mencionar la antena cruzada, la cual está compuesta de un arreglo de antenas

dipolo, de tal forma que los patrones de radiación quedan perpendiculares, de esta forma las partes que se traslapan de los patrones se suman, obteniéndose un patrón de radiación casi circular.

Una antena que se emplea con mucha frecuencia, pero casi siempre como antena de recepción, es la antena de cuadro. Es común encontrarla en la parte posterior de los radios de mesa de CA-CD (corriente alterna-corriente directa) con forma cuadrada u oblonga. El número de vueltas de alambre es muy variable ya que puede ser desde una a unas docenas en una bobina que va pegada al interior del gabinete o en la cubierta posterior.

## Antena de UHF y microondas

Las antenas utilizadas para UHF (*Ultra High Frequency*, Frecuencias Ultra Altas) y microondas tienen que ser altamente directivas. Una antena tiene una ganancia aparente porque concentra la potencia irradiada en un haz angosto en lugar de enviarlo en forma uniforme en todas las direcciones, y el ancho de haz se reduce con los incrementos en la ganancia de la antena. Un ancho de haz angosto minimiza los efectos de la interferencia de fuentes externas y antenas adyacentes. Sin embargo, para transmisión de líneas de vista, como las utilizadas con los radios de microondas, un ancho de haz angosto impone varias limitaciones, como la estabilidad mecánica y el desvanecimiento, que pueden producir problemas en la alineación de la antena.

Las antenas altamente direccionales (alta ganancia) se utilizan en sistemas de microondas de punto a punto y comunicaciones por satélite. Al concentrar la energía de radio en un haz angosto que se puede dirigir hacia la antena receptora, la antena transmisora puede incrementar la potencia radiada efectiva por varias órdenes de magnitud sobre la de una antena no direccional. La antena receptora también puede incrementar la potencia recibida efectiva por una cantidad similar. El tipo más común de antena utilizada para transmisión y recepción de microondas es el reflector parabólico.

## Antena reflectora parabólica

Este tipo de antenas proporcionan una ganancia y una directividad extremadamente altas y son muy populares para los radios de microondas y el enlace de comunicaciones por satélite. Una antena parabólica se compone de dos partes principales: un reflector parabólico y el elemento activo llamado mecanismo de alimentación. En esencia, el mecanismo de alimentación aloja la antena principal (por lo general un dipolo), que irradia ondas electromagnéticas hacia el reflector. El reflector es un dispositivo pasivo que sólo refleja la energía irradiada por el mecanismo de alimentación en una emisión concentrada, altamente direccional donde las ondas individuales están todas en fase entre sí.

El reflector parabólico es probablemente el componente más básico para una antena parabólica. Los reflectores parabólicos se asemejan a la forma de un plato, por lo tanto, a veces se les llaman antenas parabólicas de plato o sólo antenas de plato.

El mecanismo de alimentación realmente irradia la energía electromagnética y, por lo tanto se le suele llamar la antena principal. El mecanismo de alimentación es de mayor importancia porque su función es irradiar la energía hacia el reflector.

## Guías de onda

Las líneas de transmisión de cables paralelos, incluyendo los cables coaxiales, no pueden propagar eficazmente la energía electromagnética arriba de 1 GHz aproximadamente, y en frecuencias arriba de 15 GHz aproximadamente, son inservibles para distancias mayores de unas cuantas pulgadas. Esto se debe a la atenuación por las pérdidas de radiación. Además, las líneas de transmisión de cables paralelos no se pueden utilizar para propagar señales con altas potencias porque el alto voltaje asociado con ellas causa que el dieléctrico que separa los dos conductores se rompa.

Una guía de onda es un tubo conductor hueco, por lo general rectangular, pero a veces circular o elíptico. Existen guías de onda rectangular, guía de onda circular, guía de onda acanalada, guía de onda flexible.

Una guía de onda no conduce corriente en el sentido real, sino que sirve como un límite que confina la energía electromagnética. Las paredes de la guía de onda son conductoras y por tanto reflejan energía electromagnética de la superficie. Si la pared de la guía de onda es un buen conductor y muy delgado, fluye muy poca corriente en las paredes interiores y, en consecuencia, se disipa muy poca potencia. En una guía de onda, la conducción de energía no ocurre en las paredes de la guía de onda, sino a través del dieléctrico dentro de la guía de onda, que por lo general, es de aire deshidratado o gas inerte. En esencia, una guía de onda es análoga a un conductor de cable metálico con el interior removido. La energía electromagnética se propaga a lo largo de la guía de onda reflejándose hacia un lado y otro en un patrón de zigzag.

Las guías de onda rectangulares son las formas más comunes de guías de onda.

*Estos son a grandes rasgos los conceptos teóricos implicados en el sistema de radiolocalizadores. Para el siguiente capítulo nos enfocaremos propiamente en el análisis de este sistema.*

## Capítulo 3

# **Análisis y selección de equipo para el sistema de radiolocalizadores**

*En este capítulo mostraremos comparaciones de diversos equipos con lo cual se pretende justificar el equipo seleccionado del sistema, cómo lo integraremos y cómo funciona. Analizaremos la logística del sistema y la tecnología a utilizar.*

### **3.1. Enfoque global**

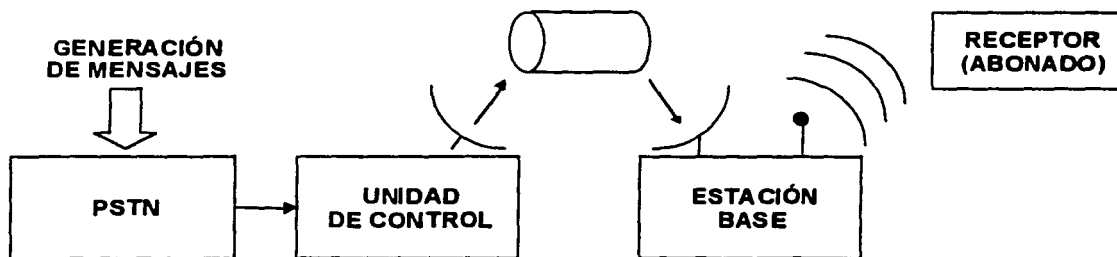
#### **Introducción**

Los sistemas de radiobúsqueda (Radio-paging) están diseñados para resolver problemas de comunicación en cualquier instante y hacia todo lugar o persona. Estos sistemas mantienen en contacto a un extenso número de personas, utilizando una parte del espectro de frecuencias electromagnéticas muy reducida y equipo económico, ligero, pequeño y confidencial. Un sistema de radiobúsqueda es fundamentalmente un sistema de llamadas unidireccionales, de señalización selectiva y sin transmisión de voz, concebido como prolongación de la red telefónica.

En diversas bandas de frecuencia operan distintos aparatos de radiobúsqueda pequeños y sofisticados, con capacidades de envío de mensajes muy poderosas, a menudo están apoyados por la transmisión y control de la infraestructura en todo un territorio nacional.

La figura 3.1. muestra, a grandes rasgos, la estructura de un sistema de radiomensajería. En general, las llamadas acceden a través de la red telefónica pública conmutada a la unidad de control, interfaz inteligente, que codifica los mensajes y avisos de acuerdo con un protocolo determinado, los sitúa en cola y

los envía al satélite, éste los radia a la cobertura asignada, a la siguiente etapa, que son las estaciones base Rx-Tx. Estas estaciones base Rx-Tx están colocadas a lo largo de la región de cobertura. Su función es recibir la señal con los mensajes del satélite, adecuarla y radiarla de nuevo, pero a una cobertura local.



**Figura 3.1. Sistema de radiomensajería.**

La unidad de control establece que estación o estaciones base se activan para radiar cada mensaje.

Una vez que las estaciones base radian el mensaje, el receptor correspondiente se activa, recibe y muestra el mensaje al abonado.

Cada receptor (abonado) cuenta como mínimo con una dirección (un valor digital específico), gracias a la cual el receptor reconoce que el mensaje transmitido es para él.

La llamada puede realizarse desde cualquier teléfono.

El mercado para estos servicios de radiolocalización es enorme, creciente, y aún desatendido. La penetración telefónica (incluyendo celular) al igual que los servicios de *paging* en los hogares mexicanos es baja; ofrecer este servicio de *paging* con cobertura nacional de forma ininterrumpida se presenta como una oportunidad de negocio muy atractiva. El primer paso para el éxito de este sistema es mostrar al mercado potencial cómo se vería beneficiado con este servicio.

Como se mencionó en el capítulo 1, *Punto com comunicaciones* ofrecerá el servicio de envío de mensajes más moderno, económico y accesible para que la gente esté siempre bien comunicada con sus clientes, familiares y amigos.

Algunas opciones para el desarrollo del sistema son:

1. Crear una red de diseño propio en tecnología y recursos.
2. Aprovechar la infraestructura que *Punto com comunicaciones* tiene.



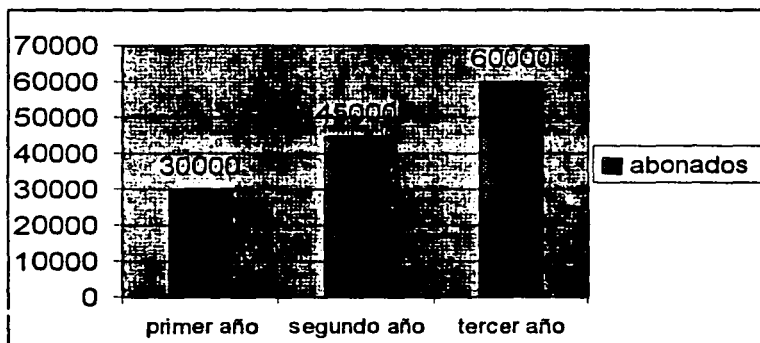
La opción 1, como tal, implica contar con tecnología diseñada por **Punto com comunicaciones**, además de contar con personal que tenga experiencia en el diseño de este tipo de equipo, por lo que esta opción no tan sólo representa una inversión costosa en dinero sino también en tiempo. Dadas las condiciones anteriores esta opción se descarta.

La opción 2 nos proporciona 70 sitios de transmisores de T.V., aproximadamente, donde se podrían colocar estaciones base Rx-Tx, y 200 tiendas de venta de electrodomésticos y línea blanca a lo largo y ancho del país, donde se podría colocar equipo que forme parte del sistema. Aunado al personal que opera en dichos lugares, se puede contar con soporte básico y monitoreo del equipo compartido. Por lo tanto, se eligió la opción 2 para el desarrollo del sistema para radiolocalizadores.

Además, a través de sus canales de televisión se dará a conocer el servicio que se ofrecerá así como sus ventajas.

Con esta opción podríamos minimizar la inversión inicial, reducir contratación de personal, capacitación, y cubrir las expectativas del negocio, el cual tiene como objetivo inicial proporcionar servicio a las ciudades cuya población sea mayor a 100,000 habitantes a lo largo de toda la república.

Para cuantificar la cantidad de abonados que esperamos tener y así predecir la cantidad de tráfico de mensajes que debe manejar el sistema, el departamento de estrategia y planeación de **Punto Com Comunicaciones** elaboró un estudio de mercado a lo largo de la república. En base a los resultados obtenidos, en la gráfica 3.1 se muestra la expectativa de abonados para los primeros tres años.



**Gráfica 3.1. Cantidad de abonados proyectados.**

Prácticamente se espera duplicar la cantidad de abonados en tres años. Debemos dimensionar las capacidades de nuestro sistema para cubrir estas necesidades. Además, una característica importante que debe tener el equipo a seleccionar es que sea fácilmente escalable para demandas futuras.

El departamento de estrategia y planeación de *Punto Com Comunicaciones* investigó y llegó a los resultados presentados, con base en los estudios de mercado realizados en las diferentes ciudades y en los diferentes estratos sociales. Se espera en promedio una cantidad de 60,000 abonados al tercer año y que cada abonado reciba 8 mensajes en promedio por día. Para calcular el número de mensajes por hora se multiplica el número de abonados por el promedio de mensajes generados en el día de cada usuario entre las 24 horas.

Número de mensajes por hora =  $60,000 \times 8 / 24 = 20,000$

Cada mensaje tiene una duración de 1 minuto (tiempo promedio que una operadora tarda en capturar un mensaje, según estudios del departamento de planeación y estrategia).

Entonces el número de mensajes por minuto será =  $20,000 / 60 = 333.33$

Redondeando, la cantidad proyectada de mensajes que el sistema debe manejar es de 334 mensajes por minuto, para una base de 60,000 abonados. Manejando un margen de seguridad del 15%, esta cantidad crece a 384 mensajes por minuto. Se utiliza este margen de error con el fin de prevenir saturación por horas pico de servicio, ya que se promedia en base a 8 mensajes por usuario al día, pero esos mensajes pueden ser generados en un margen de tiempo mucho menor.

Entonces, como máximo para el tercer año, el sistema tendrá capacidad para operar hasta 69,000 abonados.

Con estas estimaciones, el sistema para el primer año, con una base de 30,000 abonados, estará trabajando al 43.47% de su capacidad total, el segundo año con una base de 45,000, estará trabajando al 65.21%.

Esto nos da un margen de seguridad de arranque los primeros dos años para así, conforme se vayan obteniendo resultados de operación de horas pico y de cantidad de abonados, ajustar el sistema de acuerdo a la demanda real y elaborar a futuro proyecciones más precisas

La integración del sistema de comunicación para radiolocalizadores como tal se compondrá de diferentes etapas, cuya principal limitante será el presupuesto inicial con el que se cuente, sin olvidar las expectativas de crecimiento.

Dichas etapas son:

1. Concentración y enrutamiento de la información (Red PSTN (*Public system telephonic Network*, Sistema de Red Pública Telefónica)).
2. Unidad de control.
3. Estaciones base Rx-Tx.
4. Recepción del mensaje (abonado).

## Etapa 1 (Concentración y enrutamiento de la información)

El propósito de esta etapa será concentrar y enrutar la información generada por los usuarios a la unidad de control, lo cual se hará adaptando los servicios PSTN, que ofrecen diferentes empresas. Se contratarán estos servicios debido a que representan una renta o costo fijo independientemente del tráfico de llamadas (en cantidad y tiempo), mantenimiento nulo, respaldo del servicio de líneas de transmisión, apoyo de números 01800 y monitoreo del servicio ofrecido, además de poder extender nuestra cobertura a futuro. Con este servicio de PSTN se formará una red a nivel nacional de fibra óptica, tomando en cuenta que se trata de transmisión de audio en bloques de información, el cual posteriormente será transformado a datos.

## Etapa 2 (Unidad de control)

Para esta etapa se creará un centro telefónico, el cual será adaptado a las necesidades del equipo (temperatura, espacio, energía) que ahí se instale. En este centro telefónico, al que llamaremos SITE, se concentrarán, convertirán, codificarán y enviarán a satélite los mensajes generados. Tener este único SITE será más económico que tener unidades de control distribuidas por el país y nos permitirá tener un mayor control del correcto funcionamiento del equipo.

Ante las expectativas de alta generación de mensajes se empleará un conmutador, primer elemento de esta etapa, el cual tendrá la función de recibir todas las llamadas provenientes de la PSTN. La principal característica del conmutador a elegir será que tenga gran capacidad de administrar líneas. Se estudiarán diferentes modelos existentes en el mercado y se elegirá uno, para así poder asignar de manera individual un mensaje a un operador, el cual lo capturará, es decir, convertirá el mensaje de una señal analógica de audio a un mensaje digital, en caracteres alfanuméricos o numéricos. Para realizar dicha transformación cada operador contará con una PC integrada a una red LAN (*Local Area Network*, Red de área local). Esta red LAN es el segundo elemento de esta etapa.

Los siguientes elementos de esta etapa tienen la función de direccionar, codificar y subir al satélite los mensajes. Para cubrir estas necesidades se buscará emplear tecnología integrada con aplicaciones de *paging*, como son: el equipo de *paging* propiamente, el módem satelital y la antena parabólica.

Con esto se tendrá como ventaja la integración de tecnología (compatibilidad), la capacitación y el soporte técnico. Para subir la señal a satélite se creará una estación terrena en el SITE, con acceso a frecuencia (s) satelital (es). Esto nos dará seguridad en los enlaces de transmisión y amplia cobertura.

### Etapa 3 (Estaciones base Rx-Tx)

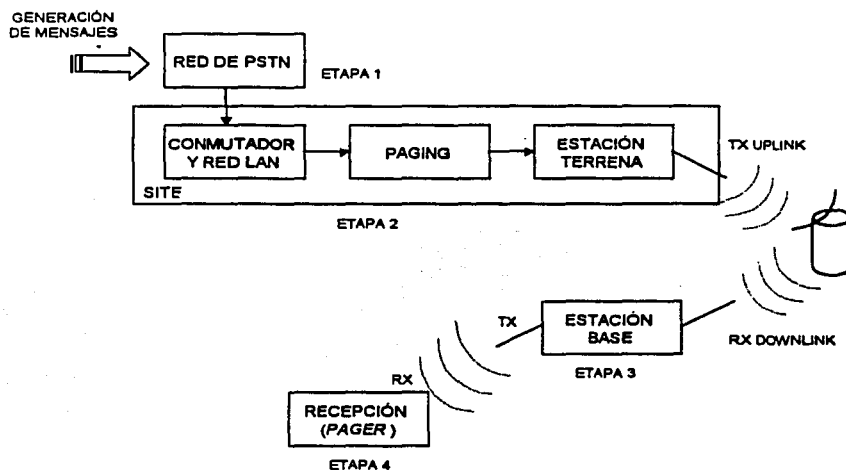
Para esta etapa, el satélite radia la señal con los mensajes a toda el área de cobertura. Las estaciones base Rx-Tx tienen la función de recibir los mensajes que les corresponden, adecuarlos y radiarlos a una cobertura local. El elemento principal para recibir la señal del satélite es una antena parabólica. Luego la señal pasa a un sistema que lo adecua para ser retransmitido a nivel local. El elemento que lo radia es una antena omnidireccional de baja potencia.

Las estaciones base Rx-Tx estarán colocadas a lo largo y ancho del país. Cuando sea posible se colocarán en donde se tienen estaciones repetidoras de T.V. para disminuir costos. Dependiendo del área de cobertura a cubrir en los diferentes puntos de servicio, se colocará una estación base o varias de éstas, con el fin de que el área del patrón de radiación de las antenas omnidireccionales cumplan con nuestras necesidades.

### Etapa 4 (Recepción del mensaje)

En esta etapa el equipo terminal, el radiocalizador (*Pager*), selecciona los mensajes que le corresponden y los muestra al abonado. Este equipo será ofrecido por diversos proveedores. La oferta de estos proveedores abaratará el equipo para el usuario final, brindará garantía y soporte en caso de fallos. Estos equipos podrán comercializarse en las tiendas de electrónica y línea blanca. El pager se programa a la frecuencia del sistema y le es asignado un número que lo identifica de manera única.

En la Figura 3.2. se presenta un diagrama de flujo que muestra las diversas etapas en orden secuencial.

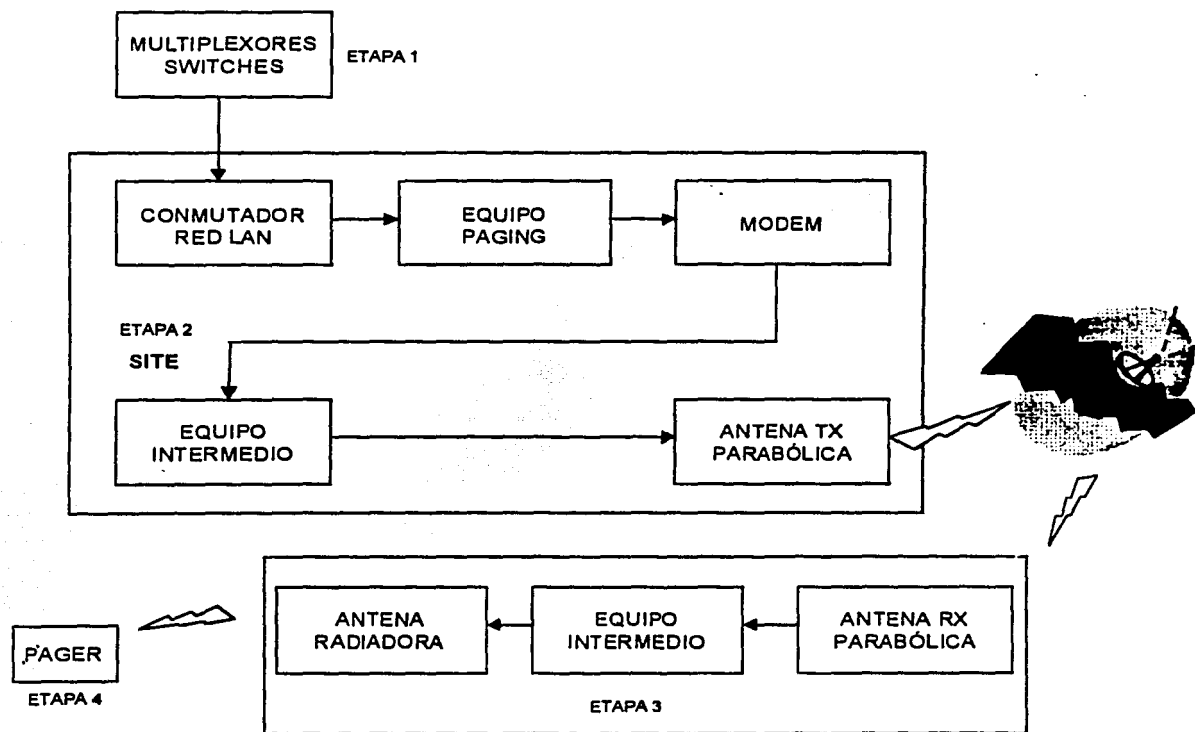


**Figura 3.2. Diagrama del sistema de comunicación para radiocalizadores.**

## 3.2. Análisis de Tecnología

A continuación se analizarán diversos equipos para integrar el sistema en cuestión, mediante tablas comparativas donde presentamos las características técnicas más importantes de algunos proveedores, efectuaremos la selección del equipo que consideremos será el más conveniente a utilizar en nuestro sistema.

La figura 3.3. muestra un diagrama general del sistema, el cual incluye el equipo requerido para cada una de las etapas que lo forman: la etapa 1 incluye *multiplexores* y *switches*; la etapa 2, un conmutador, una red LAN, equipo de *paging*, y una estación terrena transmisora (módem, equipo intermedio y una antena parabólica Tx); la etapa 3 incluye una antena parabólica receptora, equipo intermedio y una antena radiadora; y la etapa 4 la integra el equipo terminal (*Pager*).



**Figura 3.3. Diagrama del sistema de comunicación para radiocalizadores.**

## Concentración y enrutamiento de mensajes (Red PSTN)

Como se sabe, un sistema de radiolocalizadores consiste básicamente en generar un mensaje (emisor) el cual es recibido en forma de datos por el equipo terminal (receptor), esto de manera inalámbrica.

El envío de mensaje se inicia con el usuario que requiere de dicho servicio. El usuario puede acceder a este servicio vía telefónica (Red Pública).

El acceso telefónico puede ser de cualquier forma que tenga disponible la Red Pública; a quien genera el mensaje sólo le costará una llamada local. Nuestro sistema se encargará de tomar esa llamada local y llevarla al **SITE**.

Se seleccionó por sus características técnicas, precios y servicios, utilizar diferentes proveedores **PSTN** además de respaldarse con líneas 01800 totalmente gratuita para los usuarios.

Cabe mencionar, que para nuestro caso se adaptan los servicios rentados a nuestro diseño de red privada de telefonía, que comprende una cobertura nacional.

El tipo de servicio ofrecido por los proveedores es similar: para redes de datos con cobertura nacional de alto desempeño, ofrecen el servicio bajo la plataforma del protocolo Frame Relay.

Algunas características de la Red **Frame Relay** son:

- Solución integral de voz, datos y video.
- Solución completamente administrada y monitoreada.
- Infraestructura física de una sola red, compartida con la seguridad de redes lógicas separadas con las mismas políticas de su red privada, a la vez que cuenta con el beneficio de rutas redundantes sin la necesidad de sus propios enlaces redundantes.
- Flexibilidad y escalabilidad para la utilización de nuevos servicios.

Por las características de la red **Frame Relay**, utilizaremos equipos de multiplexaje y *switches* de datos adaptados a nuestro diseño de red.

Esta etapa involucra los siguientes elementos:

- Multiplexores
  - *Switches*
  - Líneas de transmisión (**PSTN**).
- Punto Com Comunicaciones**

Dichos elementos tienen como meta inicial cubrir los objetivos planteados por el departamento de planeación y estrategia.

La Tabla 3.1. muestra algunos fabricantes y modelos de multiplexores y la Tabla 3.2. de switches, así como sus principales características técnicas.

PRODUCTO	FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
Multiplexor	Motorola	MMS-00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 slots de expansión, pueden ser adaptados a tarjetas de voz y datos con un rango de compresión de 6.4 kbps.</li> <li>• 2 puertos universales (con un rango de 64 – 128 kbps).</li> <li>• Conectores RJ45, RJ11.</li> <li>• 1 puerto NMS (<b>Network Management System</b>, sistema de manejo de red) para ser accesado y manejado remotamente.</li> <li>• Configuración en modo de transmisión síncrono y asíncrono.</li> </ul>
Multiplexor	Ericsson	EMC-98	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 slots de expansión, cada slot adaptable a un módulo de expansión de voz y datos, con un rango de compresión de 6 – 8 kbps.</li> <li>• 1 puerto NMS para ser accesado y manejado remotamente.</li> <li>• Configuración en modo de transmisión síncrono y asíncrono.</li> <li>• 2 puertos universales (sobre los 128 kbps).</li> </ul>
Multiplexor	ACT Networks	SDM-FP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 canales de datos de baja velocidad (sobre los 48 kbps), pueden ser configurados para operar en modo síncrono o asíncrono, y soporta una unión o acoplamiento de dispositivos DTE/DCE.</li> <li>• 1 puerto de alta velocidad (sobre los 64 kbps) opera solamente en modo síncrono y soporta una unión o acoplamiento de dispositivos DTE/DCE.</li> <li>• 1 <b>composite link</b> (enlace compuesto) (sobre los 128 kbps).</li> <li>• 1 puerto NMS para ser accesado y manejado remotamente por el ACT view – FP (software).</li> <li>• 8 Slots de expansión, cada slot puede ser adaptado con un módulo de expansión de voz/fax (VC-01, VFC-01 o VFC-03), tarjetas de datos en módulos de expansión (DSM-03 y DSE-03). Utiliza conectores RJ-11 y RJ-45 para fácil instalación.</li> <li>• Rango de compresión de 4.8 - 8 kbps en tarjetas de Voz (algoritmo ACELP), de 5.7 – 19.9 kbps en Fax (algoritmo ATC) y 6 kbps en Datos.</li> </ul>

**Tabla 3.1. Características técnicas de Multiplexores.**

PRODUCTO	FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
SWITCH	3 COM	SSS-M00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 puertos <b>composite link</b> (sobre los 128 kbps).</li> <li>• Velocidad de transmisión 10 Mbps.</li> <li>• 2 conectores para fibra óptica.</li> <li>• 2 puertos NMS para ser accesado y manejado remotamente por el <b>HP- Open View</b>.</li> </ul>
SWITCH	ERICSSON	SHE-T	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 puertos <b>composite link</b> (sobre los 128 kbps).</li> <li>• Velocidad de transmisión 2 Mbps.</li> <li>• 2 conectores para fibra óptica.</li> <li>• 1 puerto NMS para ser accesado y manejado remotamente por el <b>HP- Open View</b>.</li> </ul>

**Tabla 3.2. Características técnicas de Switches (Continúa).**

SWITCH	ACT Network	MS-2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 puertos <i>composite link</i> (sobre los 128 kbps).</li> <li>• Velocidad de transmisión 2 M bps.</li> <li>• 2 conectores para fibra óptica.</li> <li>• 1 puerto NMS para ser accedido y manejado remotamente por el <i>HP-Open View</i>.</li> </ul>
--------	-------------	---------	---

**Tabla 3.2. Características técnicas de Switches.**

Cualquiera de estos equipos cubre nuestras necesidades iniciales y con cualquiera de ellos se podría diseñar nuestra red.

Sin embargo, los multiplexores y *switches Act Networks* ofrecen: compatibilidad (multiplexor-*switch*), soporte técnico, mantenimiento y capacitación constante, además de las características mencionadas en las Tablas 3.1. y 3.2., razón por la que se seleccionaron.

Basados en los resultados obtenidos del departamento de estrategia y planeación, se espera que los usuarios generen en promedio 384 mensajes por minuto.

A cada multiplexor se le asignaran 6 líneas telefónicas, o sea que podrá manejar hasta seis llamadas simultáneas. Este dispositivo se conecta a un *switch*, al cual a su vez se le asignarán 24 multiplexores.

Con lo cual se tiene que un *switch* con 24 multiplexores puede manejar hasta 144 llamadas simultáneas.

Conectando 3 *switches* con 24 multiplexores cada uno, el número de llamadas que se manejarán será de 432, con lo que se cubrirían los 384 mensajes estimados.

Para interconectar los multiplexores con los switches se rentarán diversos tipos de líneas de transmisión relacionados con las características de los equipos mencionados.

En el siguiente capítulo se mencionará la conexión, operación del equipo y los tipos de línea utilizadas.

Entre los principales proveedores de líneas de transmisión se encuentran: Telmex, Avantel y Alestra. El tener diferentes proveedores representa diferentes costos de renta y calidad de servicio. A continuación presentamos las características ofrecidas por estos proveedores, los cuales ofrecen las líneas de acuerdo a nuestras necesidades.

#### **Telmex**

- Servicios diferenciados de acuerdo a su aplicación (optimiza la utilidad de las líneas).
- Solución completamente administrada y monitoreada, lo que permite reasignar recursos a las áreas que generan ingresos y que son críticas para la empresa.



- Infraestructura física de una sola red, compartida con la seguridad de redes lógicas separadas con las mismas políticas de una Red Privada, a la vez que cuenta con el beneficio de rutas redundantes sin la necesidad de enlaces propios redundantes.
- Fácil migración de sus servicios actuales.
- Flexibilidad y Escalabilidad para la utilización de nuevos servicios.
- Confiabilidad.- La supervisión de la red se encuentra a cargo de expertos certificados por los mejores proveedores de tecnología, las 24 horas del día, los 365 días del año.
- Redundancia de medios.- Esto permite obtener un nivel de disponibilidad en la red del 99.99%, gracias a la infraestructura de fibra óptica dual, y múltiples enlaces de respaldo.

#### **Avantel**

- Soporte transparente a cualquier aplicación en red.

#### **Entrega**

- 99.95% garantizado de tráfico dentro del CIR. (Circuito Interconectado con Red)
- 99.9% de tráfico fuera del CIR (no garantizado).
- Enlaces de alta capacidad con la red de fibra óptica más moderna.

#### **Seguridad**

- Dos puntos sólo se pueden conectar a través de circuitos permanentes previa solicitud hecha por el cliente.
- Red dedicada exclusivamente a Frame Relay.
- No cursa tráfico de Internet.

#### **Alestra**

Ofrece a los clientes una variedad de capacidades y especificaciones de valor agregado como son:

- Apoyo y asesoría especializada en el diseño de la red, que va más allá de una simple sugerencia de ancho de banda a ser utilizado, a una consultoría real sobre las necesidades del cliente, partiendo de un análisis de la información y necesidades del cliente. La presentación de múltiples alternativas de solución, siempre resaltando la solución más óptima y la administración y control de la implementación del proyecto hasta que éste se encuentra perfectamente implementado y funcionando de acuerdo a la opinión del cliente.
- Ubicuidad de servicio, lo que quiere decir que existe una amplia gama de puntos de presencia desde donde se puede conectar a la oficina del cliente a prácticamente cualquier parte.
- Soporte dedicado a la operación de nuestros clientes con puntos únicos de contacto, ALESTRA cuenta con dos centros de atención con funciones perfectamente definidas, uno de los centros se encarga solo de la operación de los enlaces troncales de la red, este centro se denomina NCC (*Network Care Center*), mientras que el otro centro es responsable de la atención de los servicios con un enfoque altamente orientado al cliente, el CSOC (*Customer Service Operation Center*).
- Restauración automática del circuito en caso de fallas.

- **PVCs (Private Virtual Circuits, Circuitos Virtuales Privados)** Inter-corporativos, ésta es una novedosa característica del servicio AT&T Frame Relay que permite el establecimiento de circuitos virtuales entre puertos de diferentes compañías. Lo más importante de esto es que ALESTRA puede facturar el circuito de acuerdo a como mejor le convenga a ambas compañías.

Como podemos observar, los proveedores de líneas de transmisión ofrecen servicios muy similares, la gran ventaja que tiene Telmex sobre los otros, es que es el proveedor de telefonía local, por tanto la Red Pública es de su propiedad, por tal motivo tiene una mayor cobertura a nivel nacional, por lo cual es el elegido para proporcionar las líneas de transmisión.

Además como parte de una estrategia de crecimiento se probarán los servicios de los otros dos proveedores para analizar la calidad del servicio, en las líneas por parte de Telmex, con esto se pueden comparar de una forma tangible para futuras decisiones de crecimiento.

## Unidad de control

Considerando que los principales elementos que conforman la unidad de control son: el conmutador, la red LAN, la terminal de **Paging**, el módem, el equipo intermedio y la antena parabólica Tx, procederemos a analizar a cada uno de ellos y efectuar la selección de los equipos necesarios.

## Conmutador

La manera en que los mensajes llegan al SITE (ubicado en el centro telefónico) es a través de multiplexores, switches y multiplexores, los cuales transmiten la información a un conmutador. Este último direcciona los mensajes para su captura, es aquí donde el mensaje cambia de audio a datos.

En la Tabla 3.3. se presentan las características técnicas principales de algunos conmutadores telefónicos:

FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
NEC	HSD 01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control por programa almacenado (SPC, <i>Storage program control</i>).</li> <li>• Puertos universales.</li> <li>• Configurable por software</li> <li>• Redundancia opcional.</li> <li>• Capacidad de 1500 líneas telefónicas.</li> <li>• Marcación multifrecuencia estándar CCITT Q.23.</li> <li>• La interconexión digital del conmutador es a 2.048 Mbps y cumple con las recomendaciones G.703, G.704, G.732, G.421, G.424, maneja señalización Canal Asociado (CAS, <i>Channel Associated Signs</i>) y señalización Canal Común (CCS, <i>Channel Common Signs</i>).</li> </ul>

**Tabla 3.3. Características técnicas de conmutadores (Continúa).**

FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
HARRIS	HARRIS 20-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control por programa almacenado (SPC, <i>Storage program control</i>).</li> <li>• Puertos universales.</li> <li>• Configurable por software.</li> <li>• Sistema redundante.</li> <li>• Capacidad de 1200 líneas telefónicas.</li> <li>• Rango de temperatura de operación: 10° a 40° C.</li> <li>• Humedad relativa: 20 a 80% sin condensación.</li> <li>• Eléctricas: 220 VAC +/- 10%, 60 Hz.</li> <li>• Bucle Extensión: 2000 Ohms.</li> <li>• Bucle Troncal: 1700 Ohms.</li> <li>• Marcación multifrecuencia estándar CCITT Q.23.</li> <li>• La interconexión digital del conmutador es a 2.048 Mbps y cumple con las recomendaciones G.703, G.704, G.732, G.421, Q.422, G.424, maneja señalización Canal Asociado (CAS) y señalización Canal Común (CCS).</li> </ul>
LUCENT TECHNOLOGIES	TD 450	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control por programa almacenado.</li> <li>• Puertos universales.</li> <li>• Configurable por software.</li> <li>• Sistema redundante.</li> <li>• Capacidad de 800 líneas telefónicas.</li> <li>• Marcación multifrecuencia estándar CCITT Q.23.</li> <li>• La interconexión digital del conmutador es a 2.048 Mbps y cumple con las recomendaciones G.703, G.704, G.732, G.421, Q.422, G.424, maneja (CAS) y (CCS).</li> </ul>

**Tabla 3.3. Características técnicas de conmutadores.**

Analizando nuestros requerimientos, vemos que sólo se requiere de un conmutador para nuestro sistema de radiolocalizadores. De los tres conmutadores analizados, se observa que todos cubren la capacidad de manejo de llamadas requerida por nuestro sistema. Sin embargo, basándonos en nuestra experiencia con equipos de la marca Harris, que han sido utilizados por la empresa en otras aplicaciones con muy buenos resultados (además de conocer los servicios de asesoramiento técnico), nos llevan a la determinación de seleccionar el Harris 20-20, por la confianza que da el trabajar anteriormente con esa marca, con resultados positivos.

## Red LAN

Para enviar los mensajes recibidos hacia el equipo de *paging*, en formato de caracteres alfanuméricos, se tienen las siguientes opciones.

- A través de Internet.
- A través de Operadoras.

La opción del Internet es buena en el sentido de que no se contrata personal para capturar el mensaje a enviar, sólo se diseña la página *web*, y se integra al sistema de *paging*; sin embargo, no soportaría un tráfico como el sistema pretende generar, se saturaría el servicio, además quedaría limitado a usuarios con computadora y servicio de Internet.

Contratar operadoras significa tener siempre disponible una línea, con lo cual se garantiza que el mensaje será capturado, esto implica tener equipo y condiciones apropiadas para la captura del mensaje y su conversión de audio a datos.

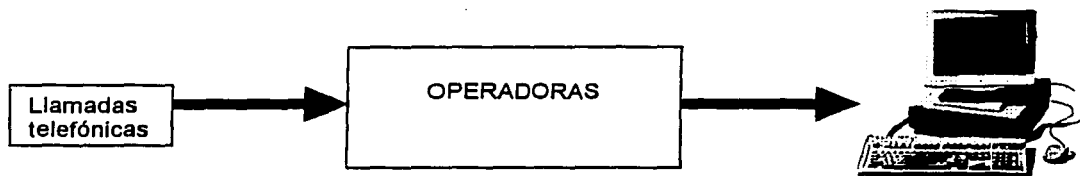
Para ello, los elementos que un operador necesita son:

- Teléfono con diadema.
- PC personal.
- Programa diseñado para capturar y enviar el mensaje.

Los teléfonos con diadema utilizados son los que corresponden a la familia del conmutador Harris 20-20.

La figura 3.4. muestra la secuencia de la señal desde que se genera, es transformada y es enviada a la siguiente etapa.

La cantidad requerida de operadoras está sujeta a la cantidad de mensajes a generar y lógicamente a los requerimientos de los usuarios, como son: el horario de llamadas (día, noche, fin de semana), y a sus actividades (hora de comida, entrada y salida del trabajo), que pueden generar horas pico de servicio.



**Figura 3.4. Recepción y conversión de la llamada.**

De acuerdo a lo descrito anteriormente, si en un momento dado se trabajara al 100% de la capacidad del sistema, se estarían recibiendo 384 llamadas al mismo tiempo, por lo que inicialmente el número máximo de terminales a tener sería también de 384. Esto es para la proyección realizada hacia el tercer año, por lo que se podría empezar con un número inferior de terminales, dependiendo del presupuesto para el desarrollo del sistema e ir ajustando conforme se obtengan resultados reales. Inicialmente se pretende empezar con 350 terminales.

El programa que maneja la conversión de los mensajes es compartido por las operadoras, que como ya se comentó éste se encuentra en el servidor de la red LAN.

Esta red puede ir creciendo en función de la demanda de los usuarios. Además, esta red concentrará todos los mensajes capturados y los preparará para entrar al siguiente elemento de esta etapa: el *paging*.

En la tabla 3.4. se presentan las características principales de algunas de las marcas con las que se podría integrar la red.

Equipo PC	Procesador	Memoria RAM	Memoria cache	Disco duro	Sistema operativo
HP vectra	Pentium III 866 MHz	128 MB	256 KB	10 GB	Windows
HP brio	Intel Celeron 700 MHz	64 MB	128 KB	10 GB	Windows
Compaq	Intel Celeron 450 MHz	32 MB	128 KB	4 GB	Windows

**Tabla 3.4. Diferentes equipos para estaciones de trabajo.**

Para la elección de las estaciones de trabajo, se hacen las consideraciones pertinentes en lo referente a la capacidad de cada PC, esto con la finalidad, de que sean capaces de soportar los programas, además de la velocidad de procesamiento.

Dadas las características de nuestro sistema, podemos observar que no requerimos de una PC muy poderosa, dado que se cuenta con 384 terminales para llevar a cabo el proceso de cambio de voz a carácter, el programa para captura estará soportado en el servidor, suponiendo que se encontrara trabajando al 100% nuestro sistema, la velocidad de procesamiento la debe soportar el servidor, por tal motivo, hacemos la elección de las PC's, basándonos en la capacidad de memoria capaz de soportar los programas y sistemas operativos que serán utilizados en la red.

Cabe hacer mención que a mayor capacidad de memoria mayor es el costo de los equipos, por lo tanto al analizar estos equipos vemos que cualquiera de ellos es capaz de soportar los programas y el sistema operativo, ya que el programa ocupa aproximadamente 6 MB, por lo tanto es tangible, ver que de los equipos mostrados, el que nos daría un ahorro por capacidad de memoria es el Compaq. Aunado a esto ofrece la capacidad de expansión de acuerdo a futuras necesidades, por tal motivo lo seleccionamos.

Cabe destacar que de acuerdo a las características técnicas de los equipos mostrados, se presenta como una mejor opción los equipos de marca HP, pero también debemos hacer la consideración que debido a las mismas características técnicas, estos equipos deben ser mas caros, que el elegido, sin temor a equivocarnos podemos decir que estos equipos, están muy sobrados para las funciones que se les asignaría, dentro de nuestra red, dicho de otra forma, no utilizaríamos las PC's de forma óptima, lo cual sería un desperdicio de capacidad de PC.

Para la elección del servidor (o servidores) se hizo una encuesta entre los proveedores más fuertes en equipo de cómputo; el más fuerte es HP, con una gama muy extensa en lo que se refiere a los servidores, todo esto de acuerdo con las necesidades del cliente además de ofrecer servicios de actualización y posibilidades de crecimiento dentro del servidor.

En la Tabla 3.5. Se muestra la comparación entre servidores de diferentes marcas.

	HP NETSERVER LH 3000	COMPAQ PROLIANT ML 530	IBM xSERIES 240	DELL POWER EDGE 4400
Procesador	2 Pentium III 600/667/733/800/866/933 3 MHz	2 Pentium III Xeon 800/866/933 MHz	2 Pentium III 1 GHz	2 Pentium III Xeon 800/866/933MHz, 1 GHz
Velocidad de bus	133 MHz	133 MHz	133 MHz	133 MHz
Memoria estándar	128 MB	128 MB	256 MB	128 MB
Memoria máxima	4 GB	4 GB	4 GB	4 GB
Capacidad de almacenaje	509 GB	438 GB	218 GB	288 GB
Servicio de asesoramiento	sí	no	no	no

**Tabla 3.5. Tabla comparativa de servidores.**

Para un mejor funcionamiento del servidor, se recomienda de manera muy especial expandir y aprovechar al 100 % todas sus capacidades, esto con la finalidad de darle la posibilidad de vida más larga a la red. Para nuestro sistema es suficiente utilizar un servidor. Para la elección del servidor, un elemento importante de decisión es el servicio de asesoramiento; todos los servidores aquí presentados tienen características técnicas que cumplen con nuestro requerimiento. Para tomar la decisión nos basamos además en la encuesta realizada, dando como resultado que el servidor elegido es el "**HP NETSERVER LH 3000**". Además este equipo tiene características de compatibilidad con las estaciones de trabajo que seleccionamos para la red, por otra parte se cuenta con un sistema de redundancia para la detección de fallas, esto quiere decir que automáticamente se reinicia el servicio cuando hay fallas en la transmisión.

### Equipo Paging

Esta etapa representa la parte principal del sistema. Es la encargada de identificar el mensaje, dirigirlo y asignarlo al equipo terminal indicado. La tecnología a utilizar es un sistema de **paging**, el cual se utiliza para servicios como el que nuestro sistema pretende ofrecer.

Normalmente estos equipos son configurados de acuerdo a las necesidades propias de cada sistema. Cada proveedor tiene diferentes elementos de integración.

En la tabla 3.6. se presentan las características técnicas más importantes de equipos de **paging** de algunos fabricantes.

FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
Motorola	MP-PF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene capacidad hasta de 2,000,000 abonados.</li> <li>• Protocolos de POCSAG, FLEX Y RE-FLEX.</li> <li>• Velocidades de procesamiento 600 mensajes por segundo.</li> <li>• Cuenta con un sistema redundante.</li> <li>• Ofrece servicios de voz y datos en forma unidireccional y bidireccional.</li> <li>• 2 unidades de soporte de 3.5", con disco duro de 10 Gb.</li> </ul>
Ericsson	PTE 1F	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de 1,000,000 de abonados.</li> <li>• Velocidad de procesamiento de mensajes 500/s.</li> <li>• Protocolos POCSAG.</li> <li>• Servicios digitales (correo de voz, mensajes en grupo, etc.).</li> <li>• Sistema redundante.</li> <li>• Puerto NMS.</li> <li>• Disco duro (20 Gb).</li> </ul>
Glenayre	GL 3000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene capacidad hasta de 1,400,000 abonados.</li> <li>• Procesa hasta 500 mensajes por segundo en una sola terminal.</li> <li>• Ofrece simultáneamente radiolocalización de voz y datos unidireccional y bidireccional.</li> <li>• Servicios digitales (correo de voz, mensajes en grupo, etc).</li> <li>• Carácter alfanumérico, numérico, tono, etc., en protocolos POCSAG y FLEX.</li> <li>• Sistema redundante.</li> <li>• 3 puerto NMS.</li> <li>• Disco duro (25 Gb), disco óptico y floppy de 3 1/2.</li> </ul>

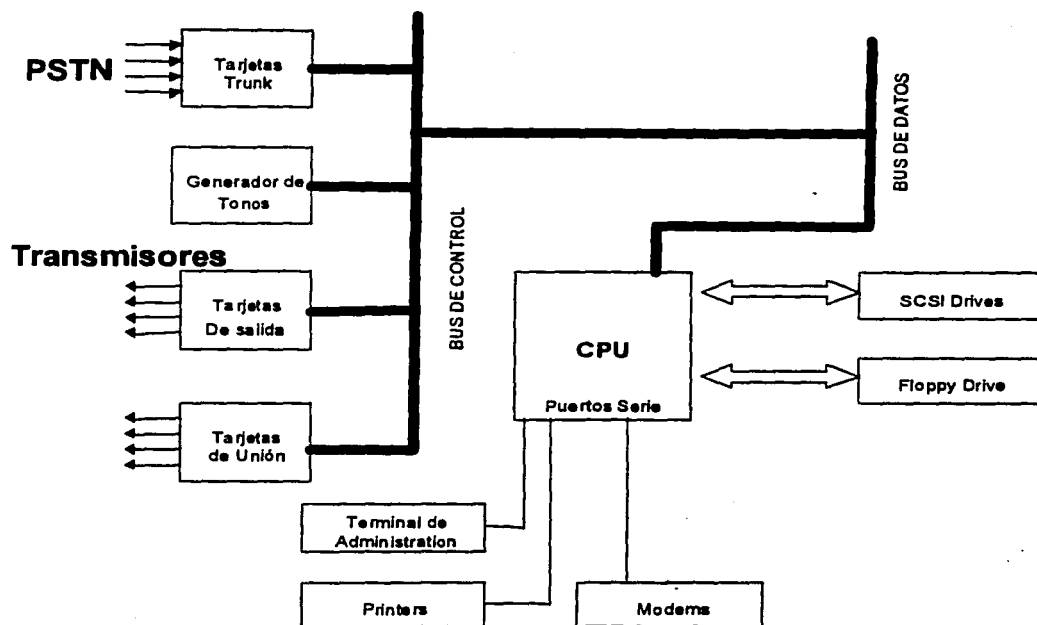
**Tabla 3.6. Características técnicas de equipos de paging.**

Los modelos de Glenayre y Motorola nos ofrecen compatibilidad completa con todos los protocolos de radiolocalización y el Ericsson no, por lo cual queda descartado. De entre Glenayre y Motorola el mejor es el segundo, aunque ambos cubren los requerimientos de nuestro sistema. Por cuestiones económicas se seleccionó el Equipo de Glenayre, ofrecen un servicio de capacitación y asesoría para el correcto funcionamiento del equipo, además de ofrecemos entre sus características técnicas una mayor capacidad en disco duro tenemos la posibilidad de integrar con componentes de esta misma marca la siguiente etapa, lo cual sería una forma de garantizar una compatibilidad de equipo, con otras etapas de nuestro sistema, por ejemplo, antenas marca Glenayre.

Para las funciones propias del **paging** vamos a utilizar un equipo Glenayre GL3000.

La Figura 3.5. muestra un diagrama a bloques de cómo está integrada la unidad de **paging** y de los periféricos que se le pueden conectar.

El GL3000 es una terminal para el manejo de un sistema de **paging** con capacidades de mensajería de voz y datos, controlada por Software. Incorpora una unidad central de proceso controlada por un microprocesador 68000 de 16/32 bits, la cual maneja unidades de proceso distribuidas como periféricos



**Figura 3.5. Diagrama general del sistema GL3000.**

El GL3000 proporciona funciones administrativas avanzadas, facilitando al operador del sistema el uso del equipo, a través de una terminal de Administración. Se cuenta también con salidas para impresoras para reportes y salidas para módems para administración remota.

Las funciones avanzadas de **Hardware** y **Software** del GL3000 aseguran una alta eficiencia del equipo junto con altas capacidades de proceso de llamadas entrantes. La codificación y los algoritmos aseguran la máxima utilización del tiempo-aire y de los canales de salida. Estas funciones, en combinación con el sistema administrativo, aseguran la optimización del número de **Trunks** de entrada (tarjetas Trunk) y el número de **pagers** soportado por canal de salida.

El GL3000 provee una interfase entre la PSTN y los transmisores de radio, como se muestra en la figura 3.5. La terminal contiene módulos de **Hardware** que proveen el **trunk**, la interfase de datos, el manejo de audio, los codificadores de salida incluyen los protocolos de **pagers** y las funciones de almacenamiento disco duro, disco óptico y floppy, todo bajo el control del CPU (**Central Process Unit**, Unidad Central de Procesamiento). El GL3000 controla automáticamente la salida de mensajes hacia el radio del suscriptor



directamente, como respuesta de una llamada de la PSTN. El GL3000 es una máquina controlada mediante **Software**, que proporciona funciones avanzadas de **paging**, flexibilidad y opciones de crecimiento para el usuario.

El GL3000 es también un sistema para almacenar y reproducir mensajes de voz y mensajes numéricos. VM(**Voice Mailbox**, Correo de Voz) se refiere a la habilidad de grabar, almacenar y reproducir mensajes de voz para cada suscriptor. En el caso de la terminal de **paging** del GL3000, el VM almacena mensajes de voz digitalizados en discos duros. El acceso al VM es a través de los servicios normales de telefonía; el número telefónico de un suscriptor de VM es marcado por cualquier persona para dejarle un mensaje y el suscriptor marca el mismo número para escuchar sus mensajes.

El VM y el sistema de **paging** pueden usarse juntos o separados. Usándolos en combinación pueden proporcionar **paging** automático a un suscriptor de VM, enviándole un mensaje a su radio en cuanto reciba un mensaje de voz.

Los sistemas de **paging** y VM, de la familia de los GL3000, están diseñados para cubrir todas las necesidades de operación, desde las más pequeñas hasta las más grandes.

En la Tabla 3.7. se listan los formatos que actualmente soporta el GL3000, tanto en formato analógico como en formato digital, incluyendo los tipos de servicio que pueden ofrecerse con cada protocolo de dichos formatos. Este amplio rango de servicios permite personalizar las necesidades específicas de cada cliente.

<b>Formatos analógicos:</b>	<b>Tipo de servicio:</b>
Dos Tonos	Sólo Tono, Tono y Voz
Cinco/Seis Tonos	Sólo Tono, Tono y Voz
<b>Formatos Digitales:</b>	
POCSAG	Sólo tono, Numérico, Alfanumérico
G.S.C. (Golay)	Sólo tono, Tono y Voz, Numérico, Alfanumérico
N.E.C. D3	Sólo tono, Numérico
N.E.C. D23	Sólo tono
FLEX	Sólo tono, Tono y Voz, Numérico, Alfanumérico

**Tabla 3.7. Formatos y servicios del GL3000.**

#### **Características del sistema GL3000**

Estas son algunas de las características del sistema GL3000:

- Los retrasos de tiempo son mínimos durante las actualizaciones, debido a que éstas se cargan a través de discos flexibles y el sistema no necesita ser reiniciado, y tampoco son requeridos cambios de Hardware.
- Las pérdidas de memoria se minimizan en algunas terminales del GL3000 porque los archivos de los suscriptores son continuamente respaldados en los discos duros del sistema.
- Una velocidad optimizada del procesamiento de llamadas y pocas señales de ocupado, resultado del diseño, el cual combina almacenamiento de voz en discos duros con acceso directo a memoria a un arreglo de *buffers* de voz dinámicamente direccionados.
- Ventajas adicionales incluyen el compartir canales en los codificadores de salida, procesamiento de llamadas para un transmisor dado, *paging* por zona y *paging* de grupo extendido, con diferentes tipos de equipos de radio a la vez.
- La línea de productos de *paging* de los GL3000 está bajo continuo desarrollo, tanto en *Hardware* como *Software*, asegurando una suave evolución del producto para cubrir futuras necesidades. El crecimiento del producto junto con sus altas capacidades proveen al mercado del *paging* de un sistema de precio competitivo, que siempre tendrá soporte y no se volverá obsoleto. Los diferentes modelos de la familia de los GL 3000 están basados en el mismo tipo de *Hardware* e idéntico *Software*. Las diferencias entre cada sistema principalmente es el tamaño de la base de datos, las capacidades de almacenamiento de los mensajes de voz y la capacidad de expansión.

La capacidad del sistema para almacenar los servicios de *paging* y VM varía de acuerdo al número de discos duros y de su capacidad. Esta capacidad es también función del monto de compresión utilizada en los datos de voz. Por ejemplo, utilizando 32 kbit ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*, Modulación Codificada por Pulsos Diferencial Adaptativa) en lugar de 64 kbit PCM (*Pulse Code Modulation*, Modulación Codificada por Pulsos) da un ratio de compresión 2:1, lo cual dobla la capacidad de almacenamiento. La compresión mayor se obtiene con 24 kbit ADPCM, la cual es recomendada cuando hay mucho tráfico de mensajes.

La familia de los GL3000 puede almacenar mensajes de longitud variable (*asíncronos*), soporta mensajes de respuesta personalizados y automáticamente envía mensajes con la fecha y hora de recepción.

Un gran número de puertos seriales son soportados y una variedad de diferentes funciones y protocolos puede ser asignada a un puerto dado en particular. Esto hacen las terminales del GL3000 flexibles y moldeables a las necesidades de los clientes.

## Módem satelital

La etapa 2 incluye la salida de los mensajes previamente codificados, direccionados y comprimidos utilizando un módem satelital, el cual es la interfaz que lleva la cola de mensajes obtenida del sistema *paging* hacia el equipo intermedio de la estación terrena.

En la Tabla 3.8. se muestran algunas características de diferentes módems.

FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
MOTOROLA	MSAT00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio de datos en paquetes.</li> <li>• Velocidad de servicio duplex de 9.6 kbps.</li> <li>• Compatible con la conectividad de marcado en red de Windows.</li> <li>• Incluye GPS. (<i>Global Position System, Sistema de Posicionamiento Global</i>).</li> </ul>
ASANTE	FRIENDLY NET	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de datos en paquetes.</li> <li>• Velocidad de servicio duplex de 28.8 kbps.</li> <li>• Compatible con la conectividad de marcado de red windows 95/98/2000 y Novell.</li> <li>• Disponibilidad en manejo de diferentes tipos de protocolos.</li> <li>• SMS (SMS, <i>Short message Service</i>) terminado en módulo de canal de radiolocalización (8 caracteres).</li> <li>• Incluye GPS.</li> </ul>
LUCENT TECHNOLOGIES	LT-00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio de datos en paquetes.</li> <li>• Velocidad de servicio dúplex de 9,6 kbps (caudal promedio de datos 7,4 kbps).</li> <li>• Utiliza comandos AT "Hayes Módem" estándar.</li> <li>• Compatible con la conectividad de marcado en red de Windows 95/98/2000.</li> <li>• Datos en paquetes IP (<i>Internet Protocol</i>, Protocolo de internet) por PPP.</li> <li>• Servicio de mensajería de textos breves SMS.</li> <li>• SMS terminado en módulo de canal de radiolocalización (8 caracteres).</li> <li>• SMS terminado en módulo de canal de tráfico (256 caracteres).</li> <li>• Incluye GPS.</li> </ul>

**Tabla 3.8. Características técnicas de Módems.**

Para la elección del módem satelital se tienen que tomar en cuenta muchas cosas, como son: velocidades de transmisión, conectividad, compatibilidad, etc. Para nuestro sistema el módem satelital a seleccionar deberá tener la capacidad de ser programado para leer y transmitir datos digitales en intervalos mediante la tecnología CDMA. Deberá incluir además la opción de GPS.

Dicho módem tiene la función específica, en nuestro sistema de comunicaciones para radiolocalizadores, de entregar la información mediante una cola de mensajes, producida por los usuarios de dicho sistema en la que el orden sólo lo determina el acceso telefónico y captura del mensaje. Posteriormente el equipo intermedio se encarga de preparar los datos para ser subidos a satélite a través de la antena Tx.

Por lo anteriormente mencionado, se observa que cualquiera de los módems descritos en la Tabla 3.8. cubre las necesidades del sistema propuesto. Sin embargo, el que ofrece mejores características adicionales a las requeridas es el de **Lucent Technologies**, por lo cual es seleccionado. Si a esto se agrega que Lucent es marca líder en el mercado de los módems, la decisión es reafirmada.

Para la transmisión satelital **Punto com comunicaciones** decidió rentar espacio satelital en el cual el servicio es de 24 horas al día, todo el año, sin límite en cuanto a la utilización del canal.

## Equipo intermedio

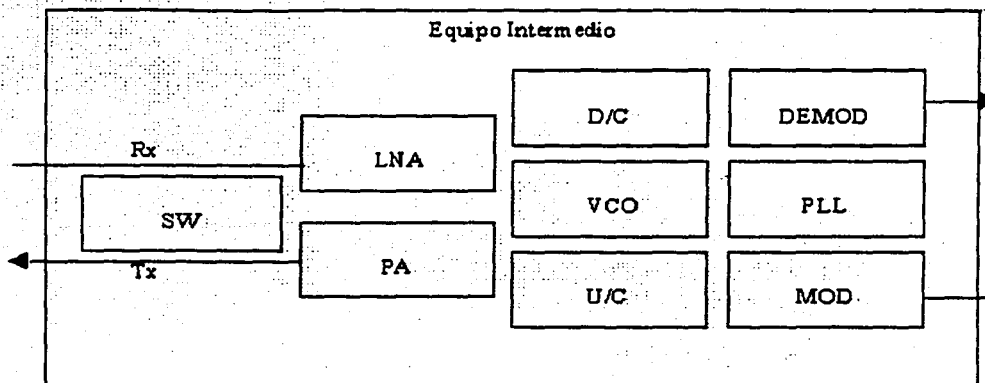
El *equipo intermedio* llamado también **Sky Data** es el encargado de preparar la señal proveniente del Módem, para que pueda ser transmitida al satélite.

En lo referente al *Equipo Intermedio*, éste se encuentra conformado principalmente por los siguientes elementos:

- SW (switch)
- LNA (Low Noise Amplifier, Amplificador de bajo ruido)
- PA (Power Amplifier, Amplificador de potencia)
- D/C (Down-converter, convertidor de bajada)
- VCO (Voltage Controlled Oscillator, Oscilador controlado de voltaje)
- U/C (Up-Converter, Convertidor de subida)
- Demod (Demodulator, Demodulador)
- PLL (Phase Locked Loop, Fase de Lazo Cerrado)
- Mod (Modulator, Modulador)

Dependiendo de la utilización de éste, se puede clasificar en cuatro bloques de funciones ya sea para transmisión o recepción.

En la figura 3.6. podemos ver como está integrado un equipo intermedio, en los bloques podemos ver según la columna, la función que éste desempeña ya sea para transmisión o recepción.



**Figura 3.6. Como está integrado el equipo intermedio (Sky Data).**

La función del switch es la de establecer si estamos trabajando con una señal de recepción o una de transmisión (en este caso estamos hablando de un equipo de los utilizados por las estaciones terrenas que funcionan como receptoras y transmisoras). El switch, en pocas palabras, nos va a conectar con los equipos necesarios para la aplicación que deseemos, ya sea para transmitir o para recibir.

Posteriormente tenemos los amplificadores, los cuales preparan la señal para la siguiente fase. Cuando transmitimos debemos amplificar la señal para poder radiarla a través de la antena parabólica, para ello se utiliza el amplificador de potencia. En el caso de la recepción debemos amplificarla para poderla procesar con el convertidor de frecuencia.

Luego tenemos los convertidores, los cuales se encargan de llevar la señal a las frecuencias en las cuales la podemos trabajar. Para la transmisión se sube la frecuencia para un mejor enlace con el satélite, para la recepción se bajan las frecuencias para prepararlas para la demodulación; después tenemos el modulador o demodulador según sea el caso en que estemos trabajando; aquí es donde se puede obtener la señal en banda base en el caso de la recepción. En el caso de transmisión se modula la señal para poder subir su frecuencia.

Es importante hacer el comentario de que muchos de los proveedores de servicios satelitales tienen sus respectivos proveedores de equipo, los cuales a su vez son recomendados a los usuarios para una mejor funcionalidad en los equipos.

Por otro lado, cabe señalar que en las estaciones base Rx-Tx, en lo que se refiere a equipo, las antenas están incluidas en su gran mayoría en el equipo intermedio, donde sólo se requiere tener las características del módem para poder hacer la instalación de dichas antenas. Es importante decir que de acuerdo a la experiencia que se tiene con los equipos, es recomendable hacer las compras de equipos que tengan la misma marca, ya que esto nos asegura de la compatibilidad de estos. Las recomendaciones de las personas con experiencia en este ramo de las comunicaciones también es de tomar en cuenta.

Para la elección del equipo intermedio habrá que considerar las frecuencias en las cuales se quiera transmitir. Según lo presentado, cada una de las antenas maneja un cierto equipo, el cual viene diseñado para trabajar en un rango de frecuencias compatible con la antena, o bien tiene su rango de operación, esto es que el equipo en su gran mayoría viene acompañado de su antena.

En la tabla 3.9. las características técnicas de algunas antenas parabólicas, las cuales serán consideradas en nuestra selección.

Para la elección de la antena tomamos en cuenta tanto las características técnicas como la consideración de los equipos a los que van integrados, por tal motivo seleccionamos la marca Glenayre, esto por tratar de homogeneizar la marca de los equipos, para un mejor acoplamiento.

FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TECNICAS
ANDREW	REFLECTOR DUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandas de frecuencias de operación C, X y Ku, pueden ser utilizadas como transmisoras o receptoras.</li> <li>• Tienen una ganancia de 41.6-52.1 dB en recepción dependiendo de la frecuencia de operación.</li> <li>• Con una ganancia de 45.9-53.2 dB en transmisión.</li> <li>• Puede operar con polarizaciones lineal o circular.</li> <li>• Sistema analógico digital de transmisión/recepción.</li> <li>• Resistente a condiciones climatológicas extremas.</li> <li>• Diámetro de antena 2.74 m.</li> <li>• Ofrece además opciones modulares en lo referente a accesorios de interconectividad, ofrece en paquete todo lo referente al enlace satelital.</li> </ul>
MAXRAD	MPR24024	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja en frecuencias de banda C y Ku.</li> <li>• Son bidireccionales (reciben y transmiten).</li> <li>• Ganancia de 42.19 en banda C y 51.73 en banda Ku.</li> <li>• Tipo de polarización lineal.</li> <li>• Transmisiones analógicas y digitales.</li> <li>• Para condiciones extremas necesita protección especial.</li> <li>• Diámetro de antena 4 m.</li> </ul>

**Tabla 3.9. Características de antenas parabólicas (Continúa).**

GLENAYRE	AJ-24FV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja en las bandas C y Ku.</li> <li>• Son bidireccionales (transmiten y reciben).</li> <li>• Ganancia de 41.5 en banda C y 43.5 en Ku.</li> <li>• Diámetro de antena 4.5.</li> <li>• Polarización lineal y circular.</li> <li>• Sistema analógico o digital.</li> <li>• Resistente a condiciones climáticas extremas.</li> </ul>
----------	---------	--

**Tabla 3.9. Características de antenas parabólicas.**

### Estación base Rx-Tx

Una vez que la información ha sido subida al satélite, se realiza el enlace **Down Link**, en el cual se asigna específicamente la o las estaciones base Rx-Tx con las cuales se pretende radiar el mensaje para que llegue al **pager** correspondiente.

Una estación base Rx-Tx está formada por la antena receptora de tipo parabólico, un equipo intermedio en este caso también llamado equipo transmisor y la antena omnidireccional radiadora.

A continuación presentamos la tabla 3.10., en la cual se muestran las características técnicas de algunos equipos transmisores y sus antenas omnidireccionales.

FABRICANTE	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
MAXRAD	MYA-45012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia de salida 250 watts.</li> <li>• Frecuencia de transmisión 450-470 MHz</li> <li>• Espaciamiento de canal 30 kHz.</li> <li>• Modulación de transmisión POCSAG y FLEX.</li> <li>• Ideal para niveles FSK.</li> <li>• Transmisión en UHF.</li> <li>• Patrón de radiación omnidireccional.</li> </ul>
SYSCOM	SJ-3U500	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia de salida 250 watts.</li> <li>• Frecuencia de transmisión 450-470 MHz.</li> <li>• Espaciamiento de canal de 20 kHz.</li> <li>• Modulación de transmisión POCSAG y FLEX.</li> <li>• Ideal para modulación FSK.</li> <li>• Transmisión en UHF.</li> <li>• Patrón de radiación omnidireccional.</li> </ul>

**Tabla 3.10. Características de equipos transmisores (Continúa).**

GLENAYRE	GL-T8641	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia de salida 200-500 watts.</li> <li>• Frecuencia de transmisión 445-470 MHz.</li> <li>• Tipo de sincronización GPS</li> <li>• Espaciamiento de canal 20 kHz mínimo.</li> <li>• BW instantáneo iniciando de 5 MHz</li> <li>• Modulación de transmisión POCSAG (2400), 2 y 4 niveles FLEX.</li> <li>• 2 niveles análogos y 4 niveles FSK.</li> <li>• Rango máximo de datos de paging 2 niveles: 3,200 bps.</li> <li>• 4 niveles 9,600 bps.</li> <li>• Transmisores UHF, Omnidireccional.</li> <li>• Modos de transmisión en "simulcast".</li> </ul>
----------	----------	---

**Tabla 3.10. Características de equipos transmisores.**

Los equipos transmisores a utilizar son de pequeña y mediana potencia, funcionan las 24 horas y están diseñados para emisoras de tipo comercial, para localidades de hasta 100,000 habitantes. Además tienen características específicas como potencia, patrón de radiación y tienen la función de transmitir y recibir (bidireccionales).

Los transmisores elegidos para esta sub-etapa son transmisores Glenayre GL-T8641, son transmisores de baja potencia, transmisores UHF para radiolocalizadores POCSAG, FLEX y RE-FLEX, omnidireccionales, con modos de transmisión en "simulcast", tienen estabilidad de frecuencia. Estos transmisores están integrados ampliamente con la infraestructura del Glenayre GL3000 para la comunicación de datos de estado de alarmas y configuración, por lo cual fueron elegidos. Sus antenas de radiación son omnidireccionales.

Para instalar las estaciones base Rx-Tx que conformarán la red de cobertura se analizará tanto la zona de cobertura así como la cantidad de población que compone dicha zona. A mayor extensión territorial y mayor cantidad de gente se necesitará una mayor cantidad de estaciones base, esto para lograr una funcionalidad que cubra expectativas, para una ciudad pequeña basta una estación base, para una grande no sería suficiente para su cobertura.

Hasta esta etapa los equipos transmisores entregan la información que será recibida por el equipo terminal y con lo cual el ciclo del sistema de comunicaciones para radiolocalizadores culmina.

## Recepción del Mensaje

Esta etapa representa el fin del sistema para radiolocalizadores en el cual la recepción del mensaje implica el correcto funcionamiento del sistema.

Para el equipo terminal, el radio (*Pager*), se puede trabajar con cualquier modelo, de cualquier marca, ya que se puede programar de acuerdo a las frecuencias propias del sistema. Así cada proveedor será



responsable de dar soporte y mantenimiento a sus equipos. Otra alternativa es ofrecer en venta estos equipos de radio en las tiendas de línea blanca.

El Pager puede clasificarse por los servicios que presta :

- Numérico
- Alfanumérico
- Voz
- Nationwide (Ancho Nacional)
- E-mail Paging

#### **Numérico**

El **pager** numérico proporciona información numérica en una sola línea en pantalla, pero con muchas características mejoradas.

#### **Alfanumérico**

Este pager alfanumérico tiene la capacidad de desplegar en pantalla información de letras y números, estos **paggers** además tienen características avanzadas (combinación de números y letras) y proporcionan el servicio de E-mail Paging.

#### **Voz**

El pager voz permite localizar a una persona usando cobertura de área local usando altavoces en el teléfono o instalados fuera del teléfono.

#### **Nationwide (Ancho Nacional)**

El **pager** Nationwide, es usado por usuarios quienes desean estar contactados en cualquier lugar en cualquier momento.

#### **E-mail Paging**

El E-mail Paging proporciona información referente a E-Mails y Web, contemplando servicios como notificación de mails, favoritos, accesos directos y otros más.

*Ha hasta ahora hemos descrito los elementos que integran el sistema de radiolocalizadores. En el siguiente capítulo mostraremos de manera más específica los elementos del sistema y cómo se integrarán las etapas de dicho sistema de comunicaciones.*

# Capítulo 4

## Diseño e Integración del sistema

*En este capítulo presentaremos el diseño del sistema, las diferentes etapas que lo forman y cómo están conectadas.*

La topología del sistema de comunicaciones para radiolocalizadores comprende 4 etapas:

1. **Voz y datos (Red PSTN).**
2. **Unidad de Control (Site).**
3. **Estaciones Base Rx-Tx.**
4. **Receptor.**

Dicho sistema de comunicaciones consta de elementos que se encuentran dispersos a lo largo y ancho de la zona de servicio (en este caso cobertura nacional) y elementos que se encuentran concentrados en un lugar específico.

### 4.1. Voz y datos (Red PSTN)

**Punto com comunicaciones** para desarrollar el sistema optó por compartir lugares físicos (tiendas de línea blanca) donde se colocarán los multiplexores, además de capacitar al personal que labora en dichas tiendas para supervisar el equipo constantemente. El sistema pretende generar el mensaje a partir de una llamada telefónica. La planeación y expectativas inicialmente propuestas pretenden dar un servicio con cobertura nacional, el objetivo inicial es concentrar las llamadas telefónicas generadas a lo largo y ancho de la República y entregarlas a la siguiente etapa. La estrategia incluye crear un centro telefónico (Site).

Los elementos que serán utilizados para concentrar las llamadas son:

- Multiplexores (**ACT Networks**).
- Switch (**ACT Networks**).
- Líneas digitales, en las cuales hay:
  - DID (**Direct In Dialing**, Marcación directa entrante)
  - PIN (**Paging Identification Number**, Número identificador de **paging**)
  - DS0
  - E0 dedicado
  - E1 punto multipunto
  - E1 dedicado

Las líneas rentadas y los multiplexores se encuentran distribuidos en las diversas tiendas de línea blanca, las cuales se ubican a lo largo y ancho de la República Mexicana.

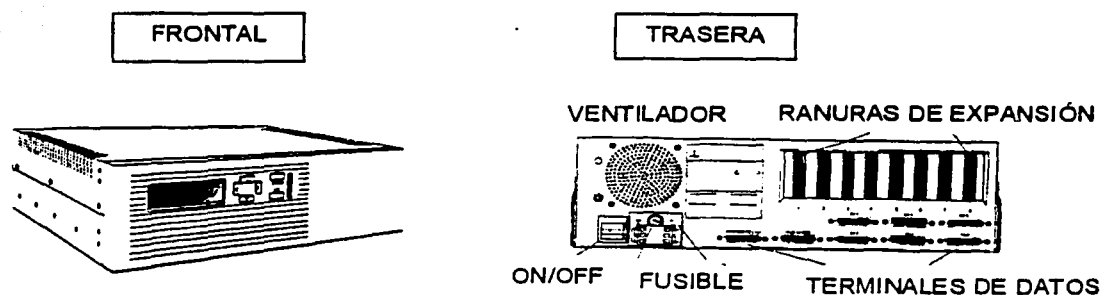
Las características de los multiplexores, como ya se había descrito en el capítulo 3, son:

- 5 canales de datos de baja velocidad (sobre los 48 kbps), los cuales pueden ser configurados para operar en modo síncrono o asíncrono, y soporta una unión o acoplamiento de dispositivos DTE/DCE.
- 1 puerto de alta velocidad (sobre los 64 kbps), opera solamente en modo síncrono y soporta una unión o acoplamiento de dispositivos DTE/DCE.
- 1 **composite link** (enlace compuesto) (sobre los 128 kbps).
- 1 puerto NMS (**Network Management System**, Sistema de Manejo de Red) para ser accesado y manejado remotamente por el ACT view – FP (**software**).
- 8 ranuras de expansión, cada ranura puede ser adaptada con un módulo de expansión de Voz /Fax (VC-01, VFC-01 o VFC-03), y tarjetas de datos en módulos de expansión (DSM-03 y DSE-03). Se utilizarán conectores RJ-11 y RJ-45 para fácil instalación.
- Rango de compresión de 4.8 kbps – 8 kbps en tarjetas de Voz (algoritmo ACELP), de 5.7 kbps – 19.9 kbps en Fax (algoritmo ATC) y 6 kbps en Datos.

La vista frontal y trasera del multiplexor se muestra en la Figura 4.1.

Cada multiplexor cuenta con 8 ranuras con conectores RJ-45 y RJ-11. Cada ranura puede ser ocupada por una línea telefónica analógica.

El multiplexor convierte la señal analógica en digital y maneja un ancho de banda por línea de 8 kHz y tiene la característica de ser compatible con el protocolo **Frame Relay**.



**Figura 4.1. Vistas del Multiplexor.**

Comúnmente se utilizan 6 ranuras con números comerciales correspondientes a la marcación local de donde se encuentre ubicado el multiplexor, una ranura más para monitorear dicho equipo y otra ranura queda libre.

En cada ciudad donde se ofrezca el servicio se contratan líneas telefónicas en grupo, aunque sólo se ofrecerá al cliente el número cabeza de serie. Por ejemplo, para la ciudad de Celaya se contrata el grupo de líneas con los siguientes números: 6 04 50, 6 04 51, 6 04 52, 6 04 53, 6 04 54 y 6 04 55. Se designa el primer número como cabeza de serie, con lo cual este número será el que esté disponible para generar mensajes en esa ciudad. El multiplexor tiene la característica de ir asignando cada llamada entrante a cada ranura disponible de manera consecutiva, por lo que si uno de las ranuras está ocupado atendiendo una llamada, al entrar otra llamada al multiplexor, automáticamente esta última será direccionada a la siguiente ranura desocupada.

Operando a su máxima capacidad, utilizando las 8 ranuras al mismo tiempo, cada multiplexor enviará hacia el **Switch** al que esté conectado, la información correspondiente a 64 kbps.

De las líneas que tiene disponible la PSTN se decidió utilizar un DS0 con 64 Kbps de ancho de banda para la conexión entre el multiplexor y el **Switch**. El multiplexor **ACT Networks** es utilizado en todos los lugares donde se generan mensajes. En lugares como la Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, etc., donde la densidad de población es mayor, se colocarán multiplexores adicionales para cubrir la demanda de servicio de manera eficiente mientras que en ciudades con menor población como Los Mochis, Córdoba, Tampico, etc., sólo se utilizará un multiplexor con 6 líneas.

Para cuando se tiene que bajar la información de la red **Frame Relay**, del **Switch** se pasan los mensajes a el conmutador a través de un arreglo de multiplexores en cascada. Ahí es donde los canales de baja velocidad entre multiplexores se conectan entre sí para atender la demanda de servicio, y al final se conectan al conmutador.

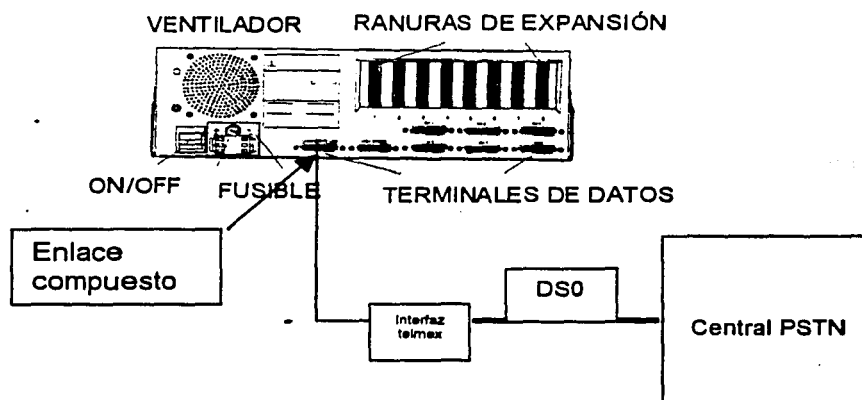
Conforme se tengan resultados reales de la demanda de servicio, se irá ajustando el número de multiplexores por ciudad y el número de líneas contratadas.

Para el diseño inicial, en la tabla 4.1. se muestra la ubicación de los multiplexores y el número local contratado que se debe marcar para tener acceso al servicio (sólo se presenta la línea cabeza de serie). Entre paréntesis se indica el número de multiplexores a utilizar cuando éste sea mayor a uno.

Ciudad	Teléfono	Ciudad	Teléfono	Ciudad	Teléfono	Ciudad	Teléfono
Acapulco	867143	Mexicali	528834	Aguascalientes	183032	México (5)	54401010
Campeche	13731	Mérida	227050	Cancún	848021	Monterrey (4)	3991818
Celaya	60450	Morelia	132118	Cd. Juárez	127179	Mazatlán	817981
Nvo. Laredo	133383	Cd. Obregón	38990	Oaxaca	15200	Zacatecas	242480
Matamoros	121932	Pachuca	89900	Coatzacoalcos	23415	Poza Rica	20021
Colima	46060	Puebla	230201	Córdoba	45457	Puerto Vallarta	23400
Cuautla	30064	Querétaro	381700	Cuernavaca	125970	Reynosa	224069
Culiacán	168600	Ensenada	783664	Chetumal	27020	Saltillo	103615
Chihuahua	420800	Guadalajara (3)	6788888	Chilpancingo	11907	San Luis Potosi	122510
Durango	136900	Guanajuato	20269	Tampico	132702	Villahermosa	129692
Tepic	168474	Manzanillo	322832	Texcoco	49163	Hermosillo	137413
Tijuana	369900	Iguala	21921	Tlaxcala	25520	Irapuato	67829
Toluca	123766	Jalapa	124520	Torreón	128900	La paz	57519
Tuxtla Gutiérrez	12835	León	884100	Los Mochis	87448	Veracruz	314403

**Tabla 4.1. Ubicación de Multiplexores.**

La conexión física al proveedor del servicio PSTN contratado se muestra en la figura 4.2.

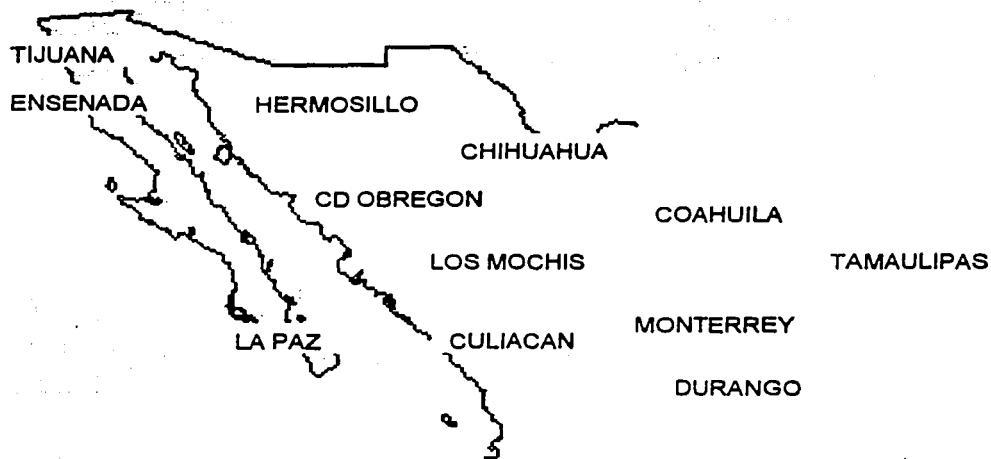


**Figura 4.2. Conexión del multiplexor.**

La salida de información es a través del *composite link* (Enlace compuesto) del Multiplexor, la cual es acoplada al DS0 con una interfaz proporcionada por el proveedor de PSTN. De ahí llega a una central de la PSTN donde será enrutada hacia el *Switch* correspondiente.

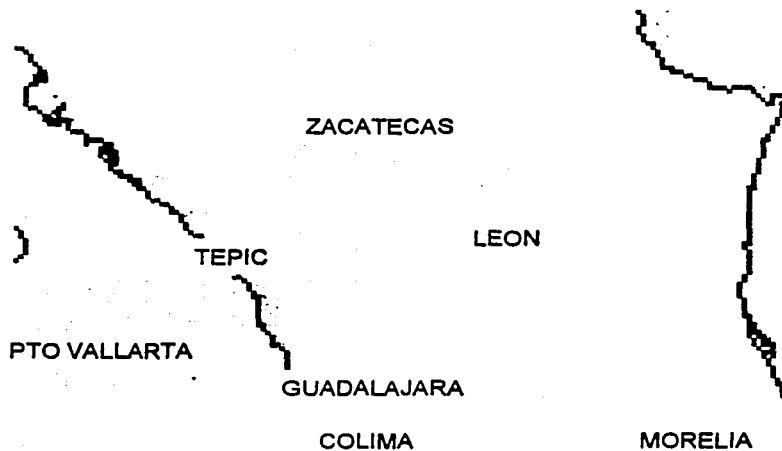
Considerando que los multiplexores se distribuirán en la República Mexicana, en las Figuras 4.3., 4.4. y 4.5. se muestran las ciudades donde se ubicarán, divididos por zona norte, centro y sur respectivamente.

**Norte**

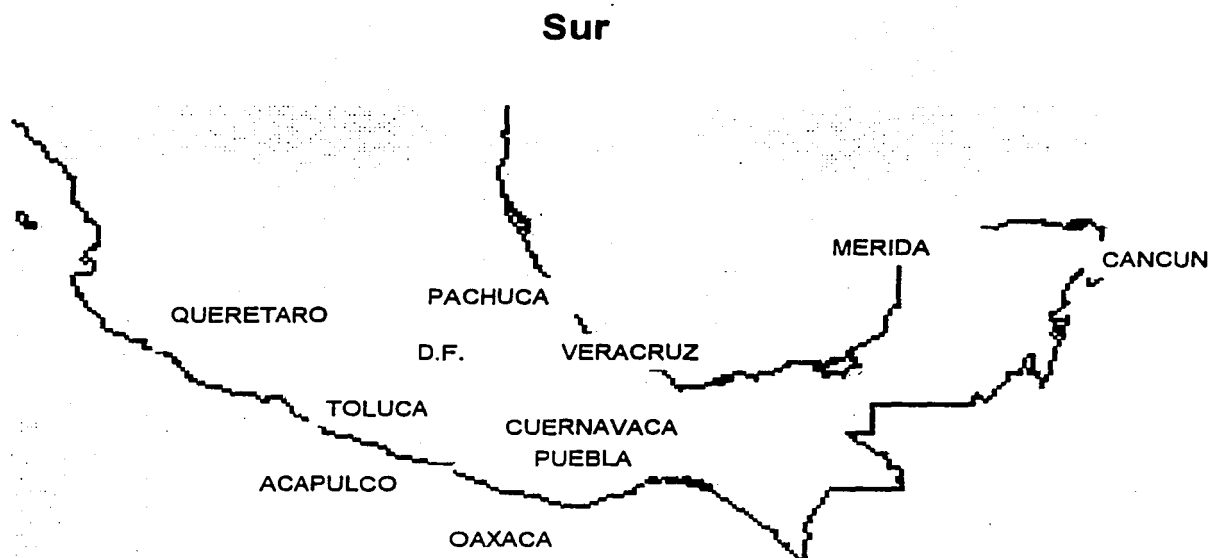


**Figura 4.3. Ubicación de Multiplexores-Zona norte.**

**Centro**



**Figura 4.4. Ubicación de Multiplexores-Zona Centro.**



**Figura 4.5. Ubicación de Multiplexores-Zona Sur.**

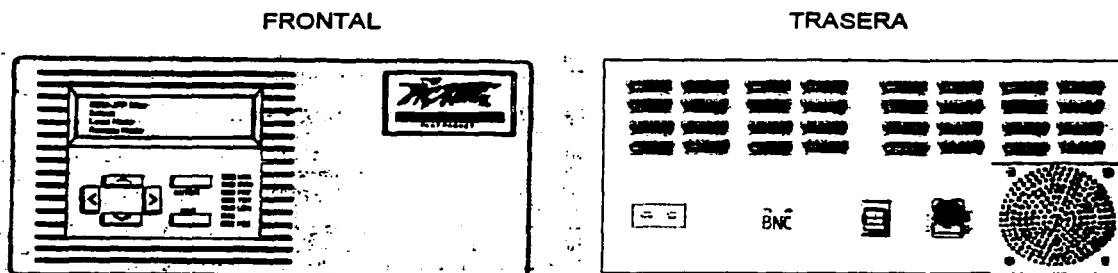
## Switch MS2000

La información proveniente de los multiplexores es recibida por los **Switches**. Los **Switches** tienen como función principal recibir la información de los multiplexores, que viene a baja velocidad, y transmitirla a alta velocidad.

Las características de los **switches** son:

- 32 puertos **composite link** (sobre los 128 kbps), en conectores V.35. Pueden recibir o enviar información.
- Velocidad de transmisión entre **Switches** de 2 Mbps, a través de fibra óptica.
- 2 conectores para fibra óptica.
- 1 puerto NMS para ser accesado y manejado remotamente por el HP- Open View.

En la Figura 4.6. se muestran dos vistas del Switch MS2000 de ACT Networks.



**Figura 4.6. Vistas del Switch.**

En el **Switch** se tienen hasta 32 conectores V.35 donde se pueden conectar hasta 32 multiplexores, pero dos se reservan para monitoreo del servicio por parte de la PSTN.

La conexión **Switch** a **Switch** se hace mediante fibra óptica E0 dedicado, E1 dedicado, o utilizando algunos de los conectores V.35, mientras que la conexión **Switch** – Multiplexor se hace por medio de un E1 punto multipunto compuesto por DS0.

El **switch** en la parte frontal nos muestra 3 led's con colores diferentes:

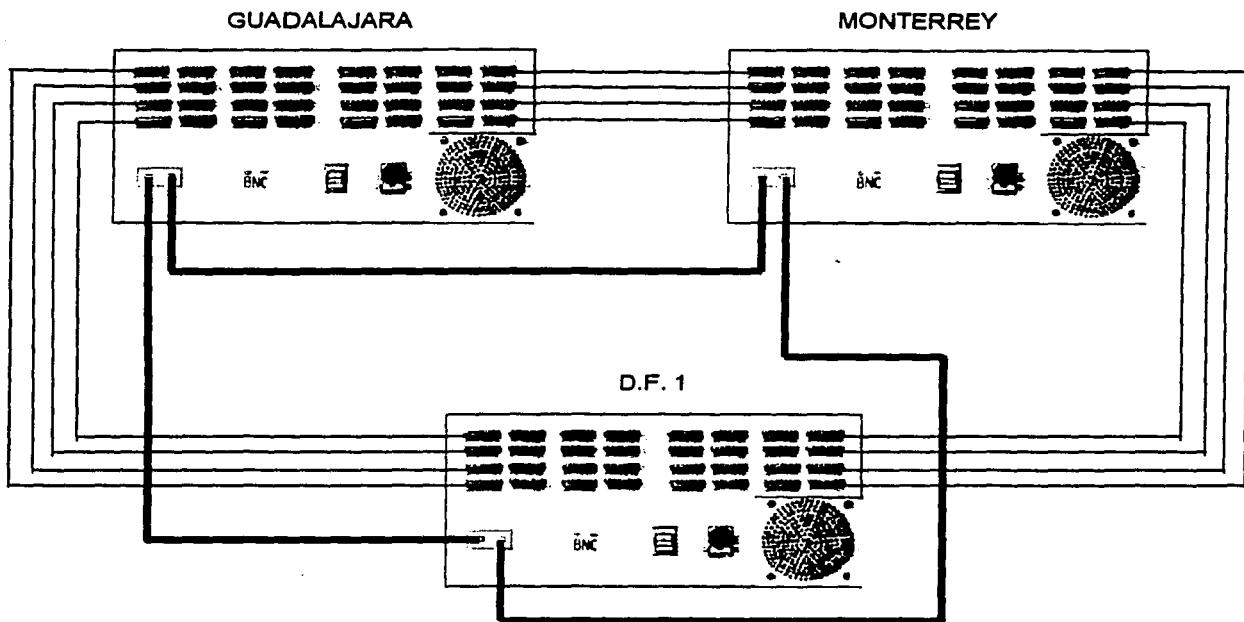
- Verde indica que la red **frame relay** está operando en condiciones normales.
- Amarillo fuera de sincronía.
- Rojo fuera de servicio, significa que el enlace esta fuera de servicio completamente.

El status del **switch** lo despliega el monitor de una PC mediante un mapa que incluye los **switches** utilizados.

Los **switches** se ubican en las ciudades de Monterrey, Guadalajara, D.F. 1 y D.F. 2, según se muestra en la Figura 4.7.

Con los Switches de Monterrey, Guadalajara y D.F. 1 se crea una red en delta unidas por E0 dedicado, con respaldo por parte de la PSTN por medio de E1 dedicado, lo cual se muestra en la Figura 4.7. con las líneas gruesas. Adicionalmente utilizamos 4 salidas de cada **switch** para comunicarse con otro **switch**, es decir, se utilizan 8 para comunicarse con los otros dos **switches** de la mencionada red delta, esto como alternativa a una posible falla de los medios de transmisión (adicional al respaldo que la PSTN proporciona). Estas uniones son a través de DS0, ejemplificado en la Figura 4.7., con las líneas delgadas.



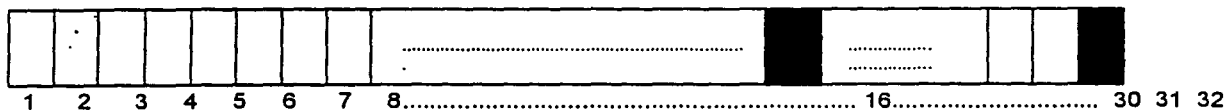


**Figura 4.7. Ubicación y conexión de los Switches.**

El **switch** MS2000 trasmite bloques de información a una velocidad de 2 Mbps aproximadamente.

La entrada de información proveniente de los multiplexores hacia el Switch son a través de DS0, como ya se había mencionado, agrupados en un E1 punto multipunto. Cada DS0 nos representa un **time-slot**. El E1 tiene 32 **time-slots**.

En la figura 4.8. se muestra como se asignan los **time-slots** del E1 hacia los **switches**, es decir, cuales corresponden al monitoreo de la PSTN, cuáles a la unión entre switches, y cuales a conexión con multiplexores.



**Figura 4.8. Partición de time-slots de fibra óptica punto multipunto.**

Los **time-slots** 16 y 32 los utiliza el proveedor (PSTN) para monitorear el servicio rentado.

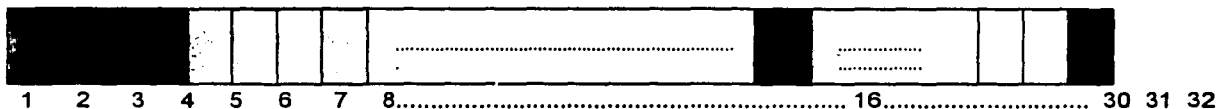
Cada **switch** en su correspondiente E1 punto multipunto utiliza 8 **time-slots** para conectarse directamente con los otros 2 **switches**, en este caso los 8 primeros. Los 22 **time-slots** restantes se utilizan para conectar los multiplexores.

En la figura 4.9 podemos ver la distribución y asignación de los DS0 para los **switches**.

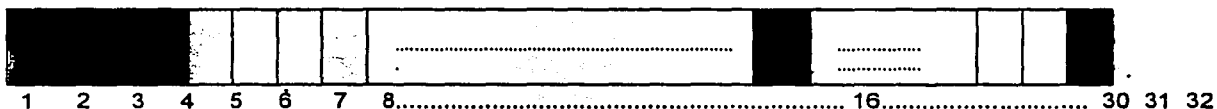
El **switch** de Monterrey asigna los **time-slots** 5,6,7 y 8 hacia el **switch** de Guadalajara y los **time-slots** 1,2,3 y 4 corresponden al **switch** de D. F. 1.

El **switch** de Guadalajara asigna los DS0 1,2,3 y 4 al **switch** del D.F. 1 y 5,6,7 y 8 al **switch** de Monterrey, mientras que el **switch** D.F. 1 asigna los **time-slots** 1,2,3 y 4 al **switch** de Guadalajara y 5,6,7 y 8 a Monterrey.

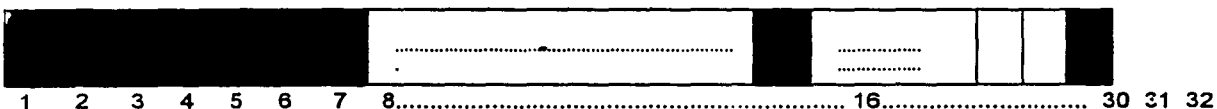
E1 punto multipunto Monterrey



E1 punto multipunto Guadalajara



E1 punto multipunto D:F.

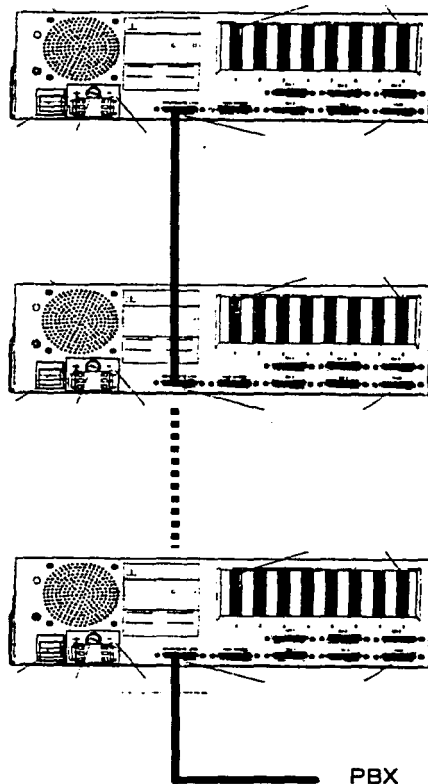


**Figura 4.9. Partición de los Switches.**

Con esto se completa la conexión entre los 3 **switches** principales del sistema.

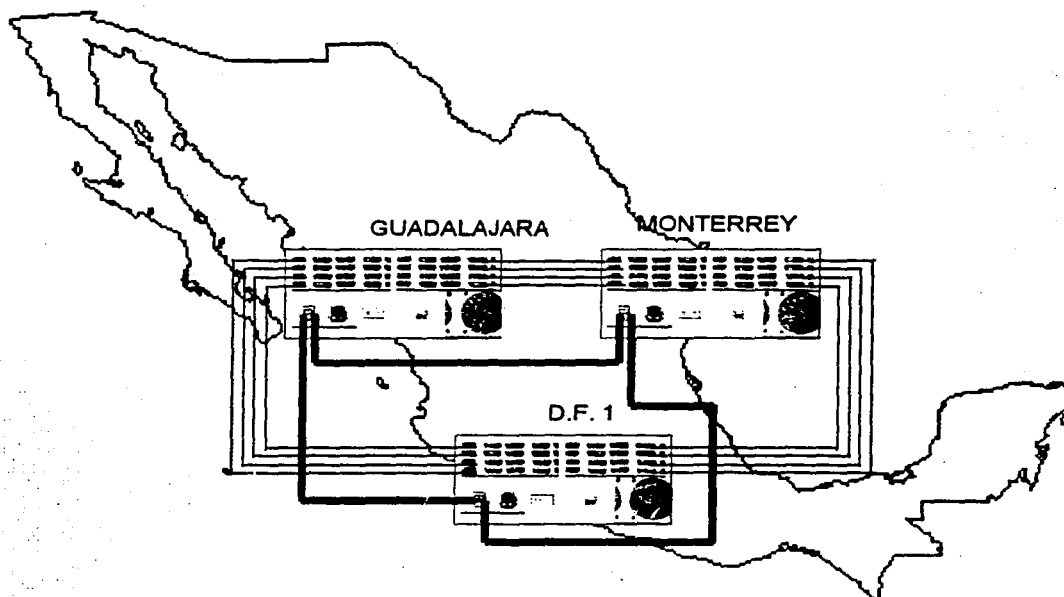
Para el cuarto **switch**, el D. F. 2, ubicado en el **Site**, la conexión es mediante un E1 dedicado y se hace a través del **switch** D. F. 1. La función de este **switch** es recibir todos los mensajes generados y bajar la velocidad a la que viene la información. En sus salidas se conectan multiplexores en cascada que presentan la información al conmutador Harris 20-20, ya sin el protocolo **Frame Relay**. El **switch** D. F. 2 se conecta al primer multiplexor por medio de cables seriales V.35 a V.25. Conectar los multiplexores en cascada optimiza el uso del equipo, pues conforme vayan llegando llamadas éstas se irán distribuyendo secuencialmente en los **slots** de los multiplexores que estén libres. Inicialmente se colocarán aquí 20 multiplexores en cascada para cubrir hasta 120 llamadas al mismo tiempo. La cantidad de multiplexores se irá precisando conforme se vayan obteniendo resultados reales de tráfico de llamadas. Las salidas de señal de los multiplexores se conectan directamente a las entradas del PBX Harris 20-20.

En la figura 4.10. se ilustra la conexión en cascada de los multiplexores.



**Figura 4.10. Conexión en cascada de los Multiplexores.**

A continuación en la Figura 4.11. se muestra el mapa donde se ejemplifica la distribución de switches y multiplexores:



**Figura 4.11. Conexión de Switches y Multiplexores.**

## Operación de multiplexores y Switches

Los multiplexores y los *switches* se operan local y remotamente, y todos los equipos necesitan identificarse de manera única entre sí.

ACT *Networks* nos ofrece 2 programas compatibles con las diferentes versiones de *Windows*, con los cuales se permite monitorear y controlar la operación del equipo. Estos son:

- ACT *View* (para multiplexores).
- HP *Open View* (para *switches*)

En la parte frontal del multiplexor podemos observar una serie de led's indicativos del funcionamiento del dispositivo, por ejemplo: sincronía, falla, prueba, actividad de la fuente, etc.

En la parte de atrás hay 2 led's: uno rojo que indica cuando entra una llamada y el otro color verde que se enciende cuando contesta la operadora, también se encuentra el interruptor que enciende o apaga el equipo. La salida NMS (Network Manager System, Sistema Administrativo de Red) se conecta a la terminal donde está cargado el software (ACT View) ,

El multiplexor se configura a través de **software**, asignándole un **switch**, un puerto, un mapa y una ruta con lo que se crea un nodo. Cada multiplexor tiene su propio nodo.

El **Switch** reconoce al multiplexor y reconoce de manera única el nodo creado , mediante la salida NMS se permite monitorear y crear parámetros similares a los del multiplexor, esto con el software HP Open View.

## 4.2. Unidad de control

La creación del centro telefónico (**Site**) representa la oportunidad de tener concentrado el equipo principal de operación, traer la información generada de toda la república a un punto de concentración donde será transformada de señal de audio a señal de datos (carácter numérico y alfanumérico) y donde mediante una estación terrena se subirá la señal al satélite. Además este **Site** funcionará como centro de operaciones administrativas y de Monitoreo de la Red.

En el **Site** estarán los departamentos de **Atención a Clientes y Quejas**. En el primero se atenderán cuestiones como cambio de cobertura, costos, etc. y en el segundo se escucharán las denuncias acerca del funcionamiento del servicio que se proporciona y se ofrecerá pronta respuesta a éstas.

Habrà un área acondicionada donde trabajarán las **Operadoras**, encargadas de convertir el mensaje de voz a datos alfanuméricos, quienes dispondrán de terminales telefónicas y terminales de cómputo integradas a una red LAN.

Se tendrá aquí un **Centro de Monitoreo (C.M.)**. En este departamento se monitoreará el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos que forman el sistema de comunicaciones para radiolocalizadores, mediante éste se pueden detectar algunas fallas del sistema. También el C.M. proporcionará información estadística del sistema, como por ejemplo, horas pico de mensajes, promedio de mensajes por ciudad, porcentaje de utilización de equipos y del sistema en general, etc. Este C.M. es de vital importancia para el sistema y será mostrado con detalle en el capítulo 5.

En el **site** se creará una **Estación de Equipo (E.E.)** donde se concentrará la mayor parte de equipo. Esta E.E. deberá operar bajo condiciones estables de temperatura, 20 grados centígrados máximo, para que el equipo no se sobrecaliente. Aquí estarán el switch D.F. 2, los multiplexores en cascada, el PBX Harris 20-20, los servidores de la Red LAN, el Glenayre GL3000, el Módem satelital, y el Sky data. Se buscará que la antena parabólica quede lo más cerca de la E.E.

La figura 4.12. muestra los departamentos que forman el *Site*.



**Figura 4.12. Estructura del Site.**

## Estación De Equipo

La figura 4.13. nos muestra los equipos que componen la Estación de Equipo, donde se concentra el equipo principal que forma la etapa 2 y que relaciona a todo el sistema para radiolocalizadores.



**Figura 4.13. Racks de la Estación de equipo.**

Como se puede ver en la figura 4.13. la estación de Equipo está formado por las siguientes sub-etapas:

- Switch D.F.2 y Multiplexores en cascada
- Conmutador PBX (Harris 20-20)
- Red LAN (Servidores)
- Paging Glenayre GL3000
- Modem
- Sky Data
- Antena Parabólica

Los diversos equipos que forma la Estación de Equipo nos proporcionan una salida, la cual se conecta a una terminal, por lo general a un monitor, con el que se "vigila" constantemente y de manera ininterrumpida la operación y funcionamiento de éste. Por lo anterior el personal de monitoreo deberá estar al pendiente de dicha terminal.

La parte del Switch D.F.2 y los Multiplexores ya fue explicada anteriormente. En los siguientes párrafos haremos una descripción de las funciones principales de los demás elementos presentados en la figura.

### 4.2.1. Conmutador

La red telefónica, en general, se puede dividir en dos grandes sub-conjuntos: la Red Telefónica Pública (RTP) y la Red Telefónica Privada (RTPv).

La parte encargada de realizar el cambio de la RTP a la RTPv es el conmutador telefónico (PBX), Harris 20-20. Este equipo está conformado por dos partes muy importantes, el **Hardware** y el **Software**.

#### Hardware

El PBX Harris 20-20 es un equipo de 4a. generación, cuyas principales características son:

- La electrónica que lo integra es completamente digital.
- Control por Programa Almacenado (SPC, *Storage program control*).
- Imbloqueable.
- Puertos Universales.
- Configurable por software .
- Redundancia opcional.
- Capacidad de manejo de 1200 líneas telefónicas.

Los modelos de 20-20 existentes hasta la fecha en el mercado son : LH, MAP y LX, aunque existen otros modelos instalados que ya no son producidos (L, M).

El hardware telefónico de 20-20 es similar en todos sus modelos, es decir que una tarjeta de un 20-20 LX funcionará igual en un 20-20 MAP. Las principales diferencias son algunos aspectos de **software**.

Aunque no existe una clasificación universalmente aceptada, la mejor aproximación y la más ampliamente reconocida, en cuanto a la generación de los equipos, es la siguiente :

**1a. generación.** Conmutadores mecánicos, electromecánicos y primeros dispositivos electrónicos.

**2a generación.** Conmutadores que incorporan el concepto de Control por Programa Almacenado (SPC).

**3a. generación.** Conmutadores que agregan a las facilidades anteriores la flexibilidad de realizar cambios y movimientos.

**4a. generación.** Equipos que además de las facilidades anteriores realizan los cambios y movimientos en línea y conmutación digital de voz y datos

Harris 20-20 pertenece a la 4a. generación, lo cual significa que es un equipo electrónico digital controlado por un programa almacenado, que permite realizar cambios y movimientos en línea, y que además realiza la conmutación tanto de voz como de datos.

El conmutador Harris 20-20 puede visualizarse como un sistema compuesto por tres subsistemas, como se muestra en la Figura 4.14.



**Figura 4.14. Subsistemas del Harris 20-20.**

### **Control común**

La función principal de este bloque es la de realizar todo el procesamiento de información necesario en el conmutador para el establecimiento de las conversaciones, así como proporcionar las facilidades y características a los puertos telefónicos.

Otra función importante del control común es el almacenamiento de información tal como el registro detallado de llamadas, registro de alarmas, etc.

Como se menciona al principio una de las características del sistema Harris 20-20 es la opción de redundancia. Dicha redundancia consiste en la duplicidad tanto del control común como del control telefónico, como se muestra en la Figura 4.15.

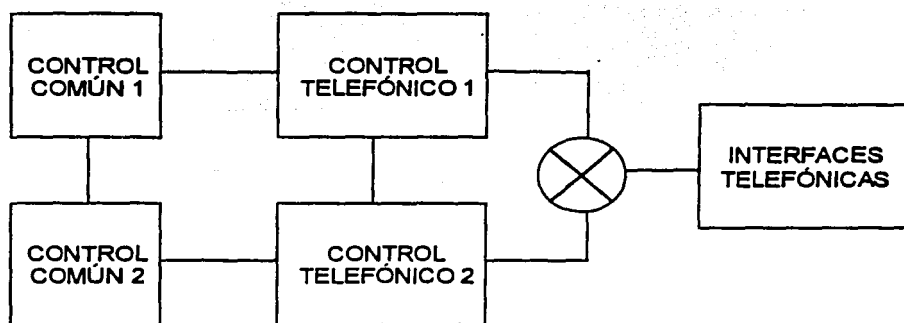
Los elementos que conforman al control común varían dependiendo de la versión y modelo del sistema, los más comunes son:

### **Unidad de Discos**

La unidad de discos está compuesta por los siguientes elementos:

- Disco duro de tipo Winchester.
- Unidad de disco flexible de 3 ½ .
- Tarjeta controladora para ambos discos .





**Figura 4.15. Redundancia en el Harris 20-20.**

En el disco duro se encuentra el "programa almacenado", es decir, el conjunto de programas necesarios para el funcionamiento del sistema, así como las bases de datos para la configuración del mismo. Es importante señalar que el manejo de esta unidad es delicado. Siempre que la unidad vaya a ser retirada, deberán ser estacionadas sus cabezas y si el ensamble se encuentra energizado, debe evitarse el moverlo, ya que de hacerlo se ocasionaría una colisión entre las cabezas de lectura/escritura y la superficie del disco, pudiendo ocasionar hasta la pérdida total de información en la unidad.

El controlador de disco flexible es una unidad de 3 ½ que utiliza discos flexibles comunes. Esta unidad puede considerarse como auxiliar ya que sólo funciona a indicación específica.

La unidad de disco flexible se utiliza entre otras cosas para:

- Inicialización del disco duro.
- Respaldo de bases de datos.
- Actualización de facilidades del sistema.
- Estacionamiento de cabezas del disco duro.

La tarjeta controladora de discos es la responsable de establecer la comunicación entre estos y el resto del control común. Dicha comunicación se realiza a través de un bus SCSI.

### **Adaptador (PCIU)**

Esta tarjeta establece la comunicación necesaria entre el ensamble de discos y el resto del control común. Tal adaptación es necesaria ya que la salida de los discos es bus SCSI mientras que, por su arquitectura, el resto del control se comunica entre sí empleando un bus múltiple paralelo que recibe el nombre de "Bus común" C-Bus (eléctricamente compatible con el multibus Intel).

La tarjeta PCIU (*Peripheral Controller Interface Unit*, Unidad de interface controladora de periféricos) se conecta a la controladora de discos mediante un cable plano y al resto del control común a través de sus conectores P1 y P2.

En la PCIU podremos localizar dos bancos de interruptores los cuales determinan la dirección del puerto de Entrada/Salida y el nivel de interrupción que se le asignará para su acceso al bus común.

La denominación de dichos interruptores depende del tipo de tarjeta PCIU. Existen dos clases de dicha tarjeta : la 763-304-97 y la 763-304-01.

### **Unidad de Almacenamiento Masivo**

Esta unidad substituye a la unidad PCIU y al ensamble de discos a partir de la versión 10 del conmutador. En esta tarjeta se encuentra la unidad de disco floppy de 3 ½ y el disco duro. Así mismo, dicha unidad se conecta al bus común del sistema, permitiendo ahorrar espacio en el control común.

### **Unidad de Procesamiento Central (CPU)**

La CPU (*Central Processor Unit*, Unidad Central de Procesamiento) es la tarjeta en la cual se encuentra el microprocesador que controla todas las funciones del sistema.

Conforme ha transcurrido el tiempo y la tecnología ha avanzado, han aparecido diferentes versiones de tarjeta CPU.

Tanto en el caso de las tarjetas CPU como en el de las ACPU( *Advanced CPU*, avanzada CPU), cada una de ellas realiza una función específica, la cual es determinada por la posición de la unidad en la repisa de control. En el Harris 20-20 existen 3 tarjetas de este tipo.

La primera posición está destinada para el TPU (*Telephonic Processor Unit*, Unidad de Procesador Telefónico) el cual se encarga de ejecutar todos los programas relacionados con el procesamiento y establecimiento de las llamadas.

La segunda posición es para la APU (*Auxiliary Processor Unit*, Unidad de procesador auxiliar) y su función es ejecutar los programas auxiliares para el procesamiento de llamadas.

La tercera posición es para el MPU (*Main Processor Unit*, Unidad de Procesador Principal) y su responsabilidad es mantener la comunicación entre los puertos administrativos y el sistema (puerto administrativo es aquel a través del cual se puede acceder al software del sistema o bien obtener información de éste).

El diseño de la tarjeta ACPU fue modificado para permitir que el microprocesador opere en modo virtual o protegido, incrementando con esto la capacidad de direccionamiento. Por lo anterior, en algunos sistemas

basta con un solo procesador para realizar todas las funciones anteriormente descritas. A esta unidad se le dio el nombre de VCPU (*Virtual Central Processor Unit*, Unidad Virtual de Procesamiento Central).

La intensidad de tráfico es el factor que determina con cuantas tarjetas VCPU puede funcionar adecuadamente un sistema. El número máximo de procesadores VCPU es de 3 por control común.

La tabla 4.2. indica cuantas tarjetas VCPU son requeridas por diferentes modelos de 20-20's

Modelo	M 2 ó 3 repisas	M 4 repisas	LH No Redundante	LH Redundante	L No Redundante	L Redundante
VCPU	1*	1*	1*	2*	2	4

**Tabla 4.2. Requerimientos de VCPU para los modelos del Harris 20-20.**

\* En caso de que existan más de 10,000 intentos de llamada por hora se requiere una VCPU adicional, además, en caso de equipos redundantes se indica el total de tarjetas para ambos controles. Si el tráfico excede de 25,000 intentos de llamada por hora, entonces se requerirá una tercera VCPU en cada control.

En cada tarjeta CPU hay un conector RS-232 que permite la conexión directa de una terminal para la configuración del sistema. Además cada tarjeta cuenta con un banco de interruptores, los cuales en operación normal se deben encontrar en posición de encendido (On).

De los interruptores antes mencionados solamente el No. 3 es el que representa utilidad práctica, ya que este determina si la operación de lectura/escritura se realizará con la unidad de disco flexible o con la unidad de disco duro. En otra palabras, si el interruptor 3 está en posición "ON" la lectura/escritura se hará con la unidad de disco flexible y si se encuentra en la posición "OFF" la operación se realizará con el disco duro.

### Unidad de Memoria Auxiliar (AMU)

Como ya se mencionó en la sección anterior, la tarjeta VCPU opera en modo virtual protegido, por lo cual tiene una mayor capacidad de direccionamiento de memoria que en el modo real. Por tal razón, resulta necesario dotar al sistema con mayor capacidad física de memoria.

La tarjeta AMU (*Auxiliary Memory Unit*, Unidad de Memoria Auxiliar) realiza la función de darle más espacio físico en memoria al procesador. La conexión entre VCPU y AMU se realiza a través de un *bus* local, dicho bus no es otra cosa que un cable plano que se coloca en el *Backplane* entre los conectores correspondientes a las tarjetas mencionadas.

La tarjeta AMU siempre se conecta a la VCPU principal (MPU) y se coloca al lado derecho de ésta.

### Unidad de Memoria Redundante (RMU)

Esta tarjeta funciona únicamente en equipos redundantes.

Su función es mantener actualizada la información referente al proceso de llamadas entre ambos controles, el activo y el de respaldo, de tal manera que las llamadas establecidas no se interrumpan al momento de hacer el cambio de mando de un control a otro.

Esta tarjeta es también responsable de mantener actualizada la información en las bases de datos, es decir, al momento de salvar alguna modificación en la base de datos del control activo la RMU (**Redundant Memory Unit**, Unidad de memoria redundante) se encargará de efectuar dicho cambio en el control de respaldo.

Dependiendo de la versión de software que se este manejando, será la capacidad de RMU requerida. Por lo anterior, existen sistemas con RMU's de 256 KB, de 512 KB y de 1 MB.

### Unidad de Servicio al Bus (CSU)

Como se mencionó previamente, el sistema Harris 20-20 emplea un bus común para la comunicación entre unidades del control común, dicho **bus** es eléctricamente compatible con el multibus Intel.

Algunas de las características de ese **bus** son:

- Es un **bus** paralelo.
- Está diseñado para trabajar con múltiples procesadores.
- El trabajo de los procesadores se realiza en el modo **master-slave**.
- Dentro de esta configuración puede existir más de un **master**.
- En caso de haber más de un **master**, requiere de un "árbitro" que determine las prioridades de acceso al **bus**.
- El acceso al **bus** se maneja en base a interrupciones.
- Necesita de una señal de reloj independiente de los relojes de los procesadores.

Es precisamente la tarjeta CSU quien realiza las funciones anteriores, de ahí deriva precisamente su nombre : **Common Bus Service Unit** (Unidad de servicio al Bus común)

Además de lo anterior, CSU es la responsable de establecer la comunicación entre el control común y el control telefónico y, en equipos redundantes, CSU determina cual es el control activo y cual el de respaldo.

Otras funciones que realiza esta tarjeta son:

- Contiene el circuito de alarma crítica.
- Contiene el circuito calendario.
- Contiene el circuito para dar **reset** al control común.

### **Control Telefónico**

Como se mencionó anteriormente, el control común es la "computadora" del sistema Harris 20-20, mientras que el control telefónico es la parte encargada de establecer las comunicaciones.

El control telefónico está formado por:

- Unidad de Sincronía Telefónica.
- Unidad de Tonos y Conferencia.
- Unidad de Tiempos de Conmutación.
- Unidad de Rastreo y Señalización.

### **Unidad de Sincronía Telefónica (UST)**

Al igual que la tarjeta CSU, la UST es la encargada de mantener la comunicación entre el control telefónico y el control común.

Además de lo anterior, otras funciones que realiza esta tarjeta son :

- Proporciona la señal maestra del reloj para todo el sistema.
- Habilita el mapeo de los puertos

Esta última función resulta de vital importancia, ya que la imagen que ve el Control Común del resto del sistema es la imagen presentada, a través del mapeo de puertos, por la tarjeta UST.

El mapa de direcciones que UST representa es un espacio de 32 kb en un arreglo de 2048 direcciones (bloques) de 16 B cada una. Cada bloque representa a uno y solo un puerto y en los 16 B se contiene toda la información referente a él.

Cuando se dice que los sistemas 20-20 son imbloqueables, se refiere a que manejan el mismo número de **time slots** (direcciones) que de puertos.

En esta tarjeta hay una serie de LED's que indican si el control se encuentra activo, procesando llamadas, o bien si se encuentra de respaldo.

### **Unidad de Tonos y Conferencias (UTC)**

Esta tarjeta es la responsable de generar todos los tonos disponibles en el equipo 20-20. Tales tonos se encuentran grabados en memorias PROM y se transmiten en modo PCM hacia los puertos que los requieren.

### **Unidad de Tiempos de Conmutación (UTCx)**

Es la encargada de establecer la comunicación entre los puertos. Está constituida por interruptores digitales tipo "T". Dichos interruptores tienen la característica de ser fácilmente rehabilitados.

### **Unidad de Señalización y Rastreo (USR)**

Se encarga de detectar las peticiones de servicio de los usuarios, además envía ordenes tales como timbrado, tono de discado, tono de error, etc., hacia las diferentes interfaces telefónicas.

Además, en esta tarjeta se detectan también los cambios de estado de los puertos (colgado, descolgado, discado, retención, etc. )

Las unidades UTCx y URS forman en conjunto, lo que en equipos de generaciones anteriores era conocido como "matriz de conmutación".

Cada par de tarjetas UTCx-URS da servicio a 512 puertos, pudiendo haber hasta 4 pares de ellas en los modelos L y LH y 2 en los modelos M y MAP (las primeras 128 direcciones del primer par están destinadas a dar servicio a los puertos internos).

### **Interfaces telefónicas**

Esta sección presenta una descripción general de las unidades de interface telefónica utilizadas en el sistema 20-20.

La mayoría de las unidades de interface telefónica conectan el bus telefónico con equipo externo tal como troncales de oficina Central y aparatos de extensiones telefónicas. Las unidades de línea y de troncales son denominadas "unidades de tráfico".

Las unidades digitales conectan voz digitalizada en PCM o datos a la matriz digital de conmutación. La matriz de conmutación dará acomodo a cualquier tren de datos de 8 bits.

Todas las unidades de interface telefónica descritas en esta sección residen en una repisa telefónica, la cual se puede encontrar en cualquier gabinete del sistema. La parte posterior de la repisa telefónica está equipada con conectores estándar de 25 pares (Amp serie 57 o equivalente). Estos conectores habilitan la

conexión externa para un distribuidor principal, para una extensión adicional para dispositivos tales como extensiones o troncales, o dispositivos de alarma del usuario.

La parte posterior de la repisa telefónica tiene también conectores para llevar tres cables de 20 conductores entre la repisa telefónica y los módulos del control telefónico. Cada cable comprende dos buses telefónicos PCM.

Las unidades de interface se dividen en:

- Unidades Analógicas
- Unidades Digitales
- Unidades Troncales Analógicas

### **Unidades Analógicas**

Las unidades analógicas convierten señales en frecuencia de voz, recibidas de aparatos telefónicos (extensiones) o de otros conmutadores, en señales formato PCM de 8 bits compandidos en Ley A o Ley Mu para ser enviadas al módulo de conmutación telefónica. Las señales PCM recibidas del módulo de conmutación telefónica son convertidas de formato PCM a señales VF para ser enviadas al aparato telefónico o al conmutador remoto.

### **Unidades Digitales**

Las unidades digitales reciben y envían señales digitales de y al lazo digital del otro extremo. En este caso, el circuito de troncal digital o el aparato telefónico digital en el otro extremo del lazo convierte cualquier señal analógica en formato PCM y señales PCM en señales analógicas. Si las señales digitales no son PCM, los circuitos de sincronía en la unidad digital simplemente permiten 8 bits de datos en el bus telefónico PCM. Estas señales son conmutadas en los módulos de la Matriz de Conmutación Telefónica vía el bus telefónico PCM. Las unidades digitales también proveen transmisión digital de datos vía los canales de señalización IN y OUT, los cuales son conmutados por los módulos de la Matriz de Conmutación Telefónica a través de el bus de señalización telefónica.

### **Unidades Troncales Analógicas**

Brevemente, las unidades de línea se conectan a lazos de estación que usualmente terminan con un aparato telefónico. Una excepción ocurre cuando el lazo termina con una terminal o equipo de datos o, en el caso de estaciones remotas, el lazo va a través de una oficina de conmutación y después se conecta a un aparato telefónico en alguna otra localidad. Este tipo de lazos de estación no es conmutado por la oficina de conmutación, y el aparato telefónico es considerado como una extensión del sistema 20-20.

Los circuitos de línea señalizan al usuario de la extensión cuando una llamada está entrando y regresan el timbrado o señal de alerta de entrada siempre y cuando el usuario de la extensión descuelgue. Si el usuario

de la extensión está haciendo una llamada, el circuito de línea notifica al conmutador de una petición de servicio y pasa información de dirección hacia el conmutador para su procesamiento. Cuando el usuario de la extensión ha completado su llamada y cuelga, el circuito de línea notifica al conmutador para terminar las conexiones de la llamada.

Los circuitos de troncales funcionan de manera muy similar a los circuitos de línea, pero estos conectan a lazos troncales terminados en cada extremo por máquinas de conmutación. El lazo troncal puede ser parte de la Red Pública conmutada, una línea privada a través de la red pública conmutada, o parte de un arreglo en una red conmutada privada.

Las señales supervisoras permiten a los conmutadores en cualquier extremo del lazo de troncal informar al otro extremo del estado concerniente: colgado (usualmente considerado como libre), descolgado (usualmente considerado como ocupado). Las señales de colgado/descolgado son usadas para pedir servicio, determinar la disponibilidad para recibir señales de dirección y para romper las conexiones cuando el servicio ya no es requerido. Las señales de dirección son los dígitos enviados para decir al conmutador hacia donde va la llamada.

## Backplanes

Los **backplanes** son tarjetas que podemos encontrar en el plano posterior de las repisas de los equipos Harris 20-20. El objetivo de estas tarjetas es recibir las señales del control telefónico y los voltajes provenientes de los módulos de alimentación para distribuirlos a las diferentes tarjetas que conforman el equipo.

Podemos clasificar a los **backplanes** en dos tipos: el de control y el telefónico.

### Backplane de Control

El Backplane de control es la parte en donde se alojarán las tarjetas tanto de control común como de control telefónico. Este Backplane consta de dos partes claramente diferenciadas para cada uno de los controles.

### Backplane telefónico

Existen dos tipos de **Backplane** telefónico: el octal y el hexadecimal.

El **Backplane** octal alojará solamente tarjetas de 8 circuitos máximo. Además, este **Backplane** utiliza el formato de cableado JKL en el cual los conectores J son las salidas **Tip** y **Ring**, los conectores K son las salidas Tip1 y Ring1 y los conectores L son las salidas E y M.

Cada uno de esos conectores es de 25 pares (RJ21X, popularmente conocido como **champ**), de los cuales el último par debe ser conectado a tierra.



Por lo anterior, en cada grupo de conectores JKL obtendremos las salidas de 3 tarjetas de manera secuencial.

El **Backplane** hexadecimal sirve para conectar tanto tarjetas octales como hexadecimales (con la excepción de las tarjetas E y M en los modelos L, LH, LX y M).

### **Características técnicas del Harris 20-20**

- Ambientales Rango de temperatura: 10° a 40°C.
- Humedad relativa: 20 a 80% sin condensación.
- Eléctricas : 220 VAC +/- 10 %, 60 Hz , -48 VDC +/- 10 %.
- Bucle Extensión : 2000 Ohms.
- Bucle Troncal : 1700 Ohms.
- Línea Extensión : 600 Ohms.
- Marcación multifrecuencia: estándar CCITT Q.23.
- La interconexión digital del conmutador HARRIS 20-20 es a 2.048 Mbps y cumple con las recomendaciones G.703, G704, G.732, G.421, Q.422, Q.424, maneja señalización Canal Asociado (CAS) y señalización Canal Común (CCS) DPNSS BTNR 188.

Si la interconexión de los nodos se realiza entre equipos de distintas marcas, las facilidades entre usuarios serán solo de intercomunicación.

### **Ventajas tecnológicas del Harris 20-20**

Algunas de las ventajas de la plataforma Harris 20-20 son :

Software amigable. El administrador del sistema cuenta con una de las mejores herramientas en el mercado para administrar eficientemente el sistema telefónico.

Rellamada para consola de operadora. Con la facilidad de rellamada, cuando una llamada se regresa a la consola de operadora, ésta puede ver los detalles de dicha llamada. Por ejemplo, si la operadora transfirió una llamada a un nodo remoto y la extensión destino no contesta, dicha llamada se regresa a la operadora y ésta observará en la pantalla los datos de nombre del destino y del motivo por el que la llamada se regresó, lo que permitirá mejorar la atención al cliente.

Plan ajustable de ganancia. Esta característica permite al usuario controlar por software los niveles de los circuitos voz, en un rango de -6 a +6 dB.

Capacidad de manejo de códigos de cuenta. Esta facilidad permite al administrador del sistema ubicar las llamadas por centros de costos. Los códigos de cuenta son configurables y pueden tener una longitud de 1 a 16 dígitos.

**Alarmas.** El sistema de alarmas de Harris produce dos tipos de mensajes : Programa de diagnósticos y Alarmas. Ambos pueden ser activados o desactivados por el administrador del sistema.

**EL Programa de Diagnóstico** es un archivo de mensajes que reportan el estado del software y está diseñado para auxiliar al personal técnico en el diagnóstico de problemas que pudieran presentarse.

Las alarmas se clasifican en varios niveles dependiendo de la gravedad del problema. Se pueden conectar al sistema indicadores externos de estas alarmas, facilitando así la atención de problemas en el caso de que éstos llegaran a presentarse.

**Consola de operadora.** La consola de operadora incluye un monitor a color de 11 pulgadas, una unidad de procesamiento central y un teclado. Para el audio, puede conectarse un microteléfono (auricular) o bien una diadema.

La consola de operadora constituye una herramienta muy poderosa para el buen manejo de las llamadas del sistema. Cuenta con un directorio en línea con capacidad hasta de 50,000 registros, los cuales pueden ser tanto internos como externos.

**Capacidad para manejo de voz y datos simultáneos** por un par de hilos. Utilizando el Optic Teleset X y la tarjeta SVDLU es posible tener comunicaciones de datos asíncronas hasta 19200 Bauds por un solo par de hilos de manera simultánea.

**Capacidad para manejo de datos asíncronos.** El sistema Harris proporciona conmutación de datos en *full duplex*. Los dispositivos de datos asíncronos, tales como terminales, impresoras, computadoras personales, módems; convertidores de protocolos y *host* pueden ser conectados al sistema Harris por medio de Adaptadores de Comunicaciones de Datos Asíncronos (DCA's, *Digital Communication Adapter*), Optic Telesets I, Optic Telesets IV y Optic Telesets X. Cada uno de dichos dispositivos puede estar habilitado con un conector RS-232 y se conecta a un puerto digital del sistema.

**Capacidad para manejo de datos síncronos.** El Adaptador de Comunicaciones de Datos Síncronos (SDCA, *Synchronicity Digital Communication Adapter*, Adaptador de Comunicaciones de Datos Síncronos) permite la conexión de dispositivos de datos a velocidades de hasta 64 kbps (V.35).

**Registro Detallado de Llamadas.** El software CDR(*Call Detail Register*, Registro detallado de llamadas) recolecta y organiza la información de las llamadas que se efectúan en el sistema y la almacena en el disco duro. La capacidad de este registro es hasta de 50,000 registros. Esta información puede ser utilizada para llevar una estadística del costo de llamadas.

**Conferencia.** Una conferencia es una conversación en la cual intervienen de manera simultánea tres o más abonados, estos pueden ser tanto internos como externos El sistema tiene 64 puertos de conferencia y cada una de estas puede sostener un máximo de 64 usuarios en conversación simultánea.

Dadas las altas velocidades manejadas en una Red de área local (LAN), la conexión de este tipo de redes a través del conmutador es posible solamente con la utilización de dispositivos que disminuyan la velocidad de la mencionada red, ya que la máxima velocidad a la que puede transmitir datos el equipo es de 64 kbps. Las tarjetas para extensiones digitales tienen capacidades de 8 puertos DLU, (*Digital Line Unit*, Unidades de Línea Digital) y 16 puertos HDLU, (*High Digital Line Unit*, Alta capacidad de Línea Digital):

La interconexión entre equipos HARRIS y otros puede darse a través de :

- Troncales digitales 2Mbps, ya sea emulando E&M digital o bien configuradas como ISDN PRI (Primary Rate Interface).
- Troncales analógicas E&M a 2 y 4 hilos.
- Las troncales E&M de 2 y 4 hilos son tarjetas diferentes, las cuales son configuradas en la base de datos, cada tarjeta tiene una capacidad de 8 circuitos.

Es posible colocar extensiones analógicas remotas ya que los niveles de transmisión por el conmutador son de 0dB.

La programación del conmutador HARRIS 20-20 es muy versátil, lo cual permite la división de servicios por áreas, de acuerdo a las necesidades del usuario.

El sistema permite la realización de conferencias desde 3 hasta 64 abonados en conversación simultánea.

Los teléfonos que se pueden conectar son del tipo de disco rotatorio ( tipo 500 ) y/o teléfonos multifrecuenciales DTMF ( tipo 2500 ), para aplicaciones en red privada sugerimos se utilicen teléfonos del tipo multifrecuencial.

Para los Conmutadores Telefónicos Digitales marca HARRIS 20-20 existe una familia de teléfonos digitales multifuncionales denominados OPTIC Teleset, los cuales pueden ejecutar transmisiones digitales de VOZ, VOZ/DATOS en forma alternada o VOZ/DATOS en forma simultánea, según sea el modelo y las necesidades de comunicación.

Los teléfonos digitales OPTIC I, para VOZ/DATOS en forma alternada, y OPTIC X para VOZ/DATOS en forma simultánea, contienen una *interface* para la transmisión de datos asíncronos hasta 19.2 kbps utilizando un conector RS232C; posee además otras facilidades útiles en el manejo de la información de voz.

Cada OPTIC Teleset cuenta con una pantalla de cristal líquido con una capacidad de 40 caracteres además de teclas multifunciones, entre las que se encuentra las teclas para memoria.

## Software

El software del Harris 20-20 puede dividirse en cuatro niveles:

- Sistema operativo.
- Bases de datos .
- Programas para el procesamiento de llamadas.
- Software administrativo.

### Sistema operativo

El S.O. (Sistema operativo) es la parte del **software** que se utiliza para administrar tanto los recursos de **hardware** como los de **software**. Existen dos sistemas operativos para el 20-20 :

- MTOS (**Multi Task Operating System**, Sistema operativo multitarea)
- VOS (**Virtual Operating System**, Sistema operativo virtual)

El primero se utiliza en las versiones del software 1.xx a 3.xx., el segundo se emplea a partir de la versión 4.xx.

### Bases de datos

La bases de datos, como en cualquier otra computadora, es el conjunto de información requerida para la ejecución de algunos programa. En el 20-20, dicha información es la configuración del sistema (posición de tarjetas, clases de servicio de extensiones, planes de marcación, etc.) y es requerida por los programas de procesamiento de llamadas. Se pueden tener hasta dos bases de datos, pero solamente puede estar activa una de ellas.

### Programas para procesamiento de llamadas

Estos programas realizan todas las acciones necesarias para que pueda establecerse una conversación, ya sea de voz o de datos. Los programas para procesamiento de llamadas son, básicamente:

- TIS (**Telephony Interface Subsystem**, Subsistema de interface telefónica)
- CAP (**Call Action Process**, Acción de proceso de llamada)
- RAP (**Resource Allocation Process**, Proceso de direccionamiento de bases)

TIS se encarga de la configuración del sistema, mientras que CAP detecta las acciones de los abonados y RAP maneja las interfaces telefónicas.

## Software administrativo

El software administrativo es el que permite las interacciones de los usuarios con el resto de programas en el 20-20.

Existen una serie de programas, llamados programas administrativos, especialmente hechos para realizar la administración del sistema, sin necesidad de saber lenguaje de programación alguno, ni tener que conocer la estructura de los programas del sistema operativo o de procesamiento de llamadas.

Aquí veremos algunos de estos programas administrativos, los cuales resultan fundamentales para hacer que el sistema telefónico realice las funciones que necesitemos.

Los programas a ver son:

- Editor.
- Programa de control de alarmas.
- Diagnóstico de dispositivos telefónicos.
- Registro detallado de llamadas.

Para acceder a estos programas administrativos, se utiliza una terminal conectada a uno de los puertos administrativos. La configuración usada más comúnmente para el puerto terminal es:

- Velocidad de 9600 Bauds
- 8 bits de datos
- 1 bit de paro (stop bit)
- No paridad
- *Full duplex*

Una vez conectada la terminal, la forma de entrar al sistema es presionando las teclas CONTROL y C de manera simultánea, a lo cual responde el sistema con un mensaje de bienvenida y, posterior al mensaje, pide le sea dada la clave para autorizar el acceso al sistema (*Username...?* y *Password...?*). La clave original de todo 20-20 es ADMIN, tanto para el *Username* como para el *Password*.

Al ser autorizado el acceso al software, nos situaremos en el directorio raíz del sistema. A la izquierda de la pantalla aparecerá: ADMIN...? lo cual indica que estamos precisamente en el origen.

### Editor

La sección "editor" del 20-20 constituye una de las partes más importantes del software administrativo, ya que es aquí en donde se configura el sistema telefónico y, por tanto, se determina el comportamiento del PBX.

El editor consta de tres módulos

- Base de datos
- Utilerías
- **Password**

En el módulo base de datos se configura al sistema, es decir, se le proporciona al conmutador información tal como posición de tarjetas, numeración de extensiones, facilidades, restricciones, etc.

El módulo de utilerías nos puede ayudar para realizar funciones como respaldos, copiado, creación y borrado de bases de datos, entre otras.

El módulo de **Password** se emplea para definir las claves de entrada al sistema, destacando que no todos los usuarios tienen acceso a este módulo.

La secuencia para acceder el editor es:

ADMIN...? EDT  
EDT...?

posteriormente, para acceder cada módulo los comandos son:

EDT...? SEL x para acceder a la base de datos, donde x puede ser A o B, siendo estos los nombres de las bases de datos.

EDT...? UTI para acceder al módulo de utilerías y

EDT ...? PAS para acceder al módulo de passwords

En el módulo Base de datos del editor se determina la configuración del sistema. Las bases de datos empleadas en el sistema Harris 20-20 son de tipo relacional.

Cuando el sistema es instalado por primera vez, las bases de datos no existen, por lo cual se deben crear.

El procedimiento para crear una base de datos es el siguiente:

- 1.- Accesar el módulo de utilerías dentro del editor :  
EDIT....? UTI
- 2.- Seleccionar la utilería para creación de bases de datos :  
UTI....? CRE
- 3.- Indicar que base de datos será la nueva A ó B :

---

## Database to create.... ?

Con estas acciones el sistema quedará listo para que sea configurada la nueva base de datos.

Nota : El hecho de crear una base de datos no significa que ésta se active de manera automática, ya que sólo se crea la estructura, pero carece de información.

Una vez creada la base de datos debemos proceder a su llenado. El procedimiento es el siguiente :

EDT...? SEL A

A...?

Ya que nos encontramos en la base de datos procedemos a la configuración de las diferentes tablas.

Nota : En la mayoría de los módulos de la base de datos, los comandos disponibles son los siguientes:

- ADD para agregar algo nuevo.
- MODify para modificar lo ya existente.
- DELete para borrar.
- LISt para obtener listado del contenido de ese módulo.

### Programa de control de alarmas

El HARRIS 20-20 tiene varios medios para desplegar las alarmas del sistema y estos pueden ser de la siguiente manera:

- Por medio de campanas, sirenas, indicadores de torreta, etc., las cuales se encuentran conectadas al equipo para que en caso de falla el personal se percate del problema.
- Por medio de los *leds* que se encuentran en la parte posterior del sistema, los cuales indican si se trata de una alarma Menor, Mayor y Crítica.
- Por medio de uno de los puertos de Administración, por el cual podemos obtener las alarmas del sistema desplegadas en la terminal de administración o mandarlás a una impresora para que sean impresas para su análisis.

Las alarmas del sistema también se despliegan en la Consola de Operadora.

### Diagnóstico de dispositivos telefónicos

El equipo cuenta con un programa de Diagnóstico de Dispositivos Telefónicos, el cual se encarga de llevar a cabo diagnósticos a los circuitos telefónicos del sistema. Este programa de diagnóstico permite:

- Desplegar el estado del circuito.
- Remover circuitos de servicio.
- Restaurar circuitos a servicio.
- Conectar puertos a tonos para pruebas.
- Probar líneas y troncales para una señalización apropiada y verificar conexiones.

Este tipo de diagnóstico se puede realizar por medio de la Terminal de Administración del equipo o bien remotamente, ya que el conmutador tiene un módem el cual permite que se realicen diagnósticos remotos. Estos tipos de diagnósticos pueden obtenerse en forma impresa.

### Registro detallado de llamadas

El equipo cuenta con Registro Detallado de llamadas, con capacidad para almacenar 50,000 registros (eventos). Los reportes de llamadas pueden obtenerse de diferentes maneras, estos pueden ser bajo demanda o bien al finalizar cada evento (llamada). La información es entregada por el equipo a través de puertos RS232 configurables en el equipo.

### Conexión del sistema

La conexión del Harris 20-20 dentro del sistema de radiolocalizadores se muestra en la Figura 4.16. Las líneas que vienen del arreglo en cascada del último multiplexor, al final de la Red *Frame Relay*, entran al conmutador mediante fibra óptica (E1 dedicado) . Se programan (mapean) las líneas para que al entrar las llamadas sean aleatoriamente distribuidas y asignadas a las operadoras para ser atendidas. Otras líneas, de acuerdo a numeración, pasan directamente al sistema Glenayre GL3000 para ser procesadas. Por ejemplo, en el D.F. se tienen dos números de servicio: en el primero se tiene respuesta por operadora y en el segundo contesta directamente el GL3000, esto para servicios digitales.

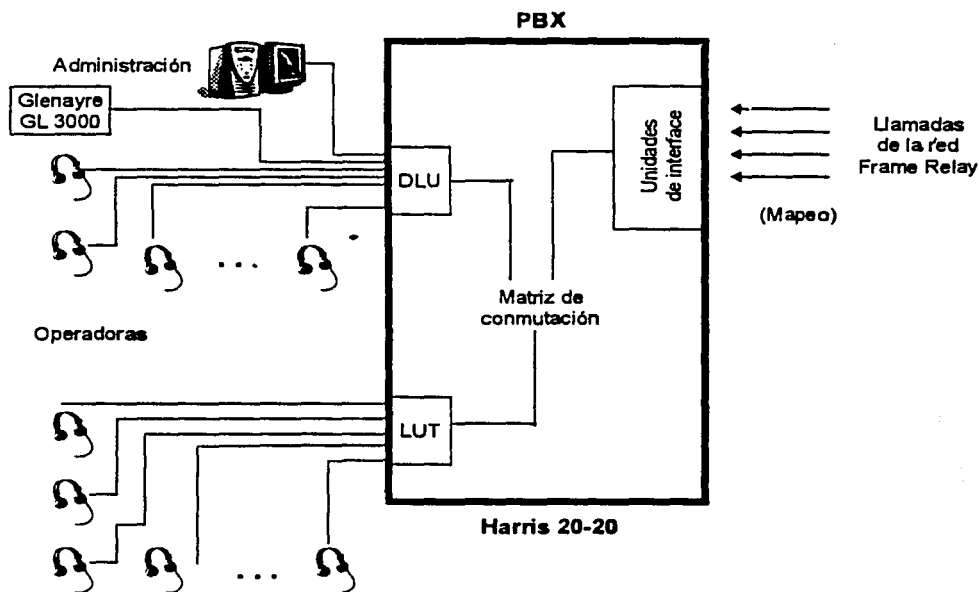


Figura 4.16. Conexión general del Harris 20-20 en el sistema.



El Harris 20-20 se programa de forma unidireccional, de forma que ninguna operadora pueda hacer llamadas al exterior. Cada operadora cuenta con una terminal con diadema, donde atiende la llamada entrante, frente a ellas tienen una terminal de una Red LAN en la cual capturan el mensaje que entraría al GL3000, con esto el proceso de direccionamiento queda concluido y paralelamente inicia la conversión de la señal audio a carácter alfanumérico, la cual se explicara en la siguiente sub-etapa.

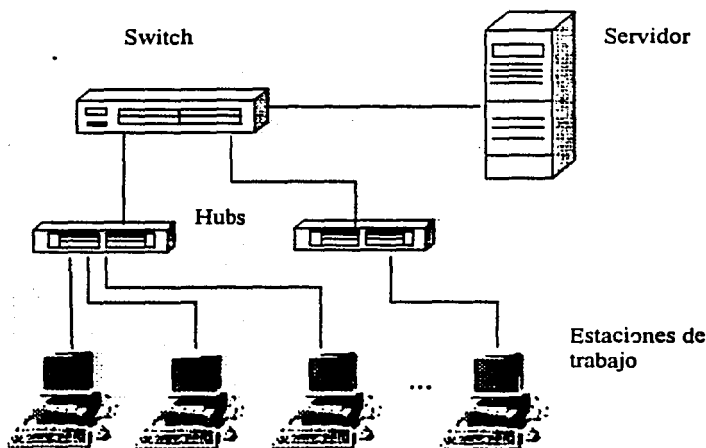
En la Figura 4.16. también se muestra la conexión a la PC, ésta se utiliza en la administración del sistema.

## 4.2.2. Red LAN

El propósito de la red LAN es convertir los mensajes que son capturados por nuestras operadoras a carácter alfanumérico y posteriormente entregarlos al sistema de Paging (GL3000).

Para llevar a cabo la integración de la red LAN procederemos con los siguientes aspectos: diseño y estructura de la red para 350 terminales aproximadamente (ya antes definido en el capítulo 3), software para la captura del mensaje y posteriormente la entrega de la información a la terminal de Paging.

La estructura de la LAN estará conformada según se presenta en la Figura 4.17.



**Figura 4.17. Estructura de la red LAN.**

Por la cantidad de estaciones de trabajo que se requieren (350 estaciones de trabajo), es necesario utilizar concentradores, los cuales agruparán a las estaciones en grupos de 16. A su vez los concentradores estarán conectados a un switch, el cual se encargará de llevar la información al servidor, las conexiones para los equipos se hará a través de cable UTP 10 base T; el tipo de tarjeta de red para los equipos será **Ethernet**, para los concentradores (**hubs**) y los **switches** no existirá problema para su elección ya que el proveedor del servidor da asesoría sobre el tipo de dispositivos más convenientes para el mejor funcionamiento de la red.

Nuestra red para su funcionamiento trabajará en ambiente **Windows NT**, además contará con un programa de captura, el cual presentará pantallas con instrucciones precisas de los datos a teclearse, para posteriormente mandar el mensaje a la siguiente etapa de nuestro sistema de mensajería. Dicho software lo denominamos PDT (Proceso de Transmisión), este programa no solo tendrá el objetivo de controlar el envío de los mensajes, sino también el de otras áreas involucradas, como son monitoreo y estadísticas del servicio.

## Software

El programa PDT está diseñado especialmente para el sistema de radiolocalizadores. Este programa se podrá ir actualizando y correrá bajo ambiente Windows en sus diferentes versiones. Además, estará relacionado a la terminal de Paging en la cual, como veremos más adelante, al introducir el número de PIN (número de identificación personal del usuario), dicha terminal lo reconocerá de manera única por lo que el envío es directo y seguro.

A continuación se muestran las secuencias de comandos correspondientes a las funciones más comunes del PDT. Se muestran algunas pantallas, las cuales corresponden a la versión de final del PDT.

Para entrar al sistema, la secuencia es la siguiente:

OPERADOR + ENTER + CONTRASEÑA + ENTER

PIN: 5390203  
 SUSCRIPCIÓN: CARLOS GOMEZ ROBERTO  
 LEYENDA:  
 FAVOR DE       A LA OPIA       TE ESPERO  
 CONFIRMAR     REPORTARSE     TE EXTRAÑO  
 TE QUIERO MUCHO  EN ESTE       SIN MOTIVO  
 MENSAJE PRIMERA  MOMENTO      ESPERO LLAMADA  
 AGENTES       MENSAJES ENVIADOS  
 TECNICO: 6666666    HORAS: 12:41  
 CANCELAR      SALIR      AGENTE TELE

Para capturar un mensaje, la secuencia es la siguiente:

No PIN + ENTER + MENSAJE + ALT T

The screenshot shows a mobile phone screen with the following elements:

- PIN:** 5390203
- SUSCRIPCIÓN:** RODRIGUEZ RAMOS CARLA
- RAZÓN SOCIAL:**
- LEYENDA:**
  - FAVOR DE
  - CONFIRMAR
  - TE QUIERO MUCHO
  - MENSAJE PRIMERA
  - A LA OFNA
  - REPORTARSE
  - EN ESTE MOMENTO
  - TE ESPERO
  - TE EXTRAÑO
  - SIN MOTIVO
  - ESPERO LLAMADA
- CLAS:**
- AGENCIA:**  TIPO AGENCIA:  MENSAJES ENVIADOS:
- FECHA:** 04/05/2004 **HORA:** 18:48
- MENSAJE:** [Empty text input field]
- Buttons:** CANCELAR, SALIR, AGENTE TERA

Para capturar un mensaje y programarlo para ser enviado varias veces en varios intervalos de tiempo, la secuencia es la siguiente:

No PIN + ENTER + ALT A + FRECUENCIA + ENTER + Hora + ENTER + MENSAJE ALT T

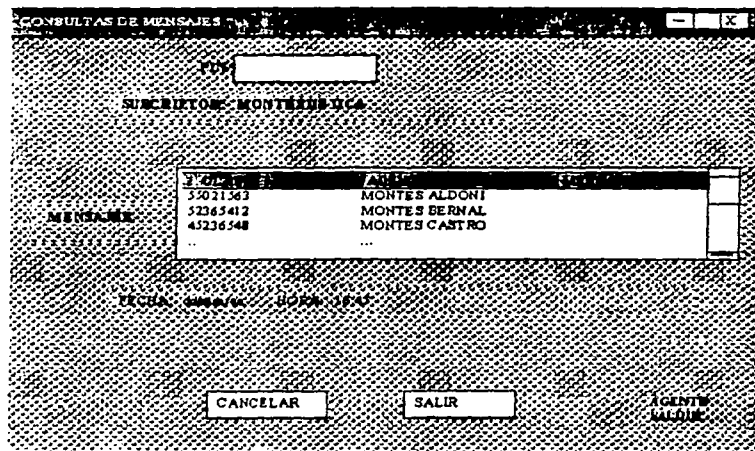
This screenshot is identical to the one above, showing the same mobile phone interface for sending a message. The elements are:

- PIN:** 5390203
- SUSCRIPCIÓN:** RODRIGUEZ RAMOS CARLA
- RAZÓN SOCIAL:**
- LEYENDA:**
  - FAVOR DE
  - CONFIRMAR
  - TE QUIERO MUCHO
  - MENSAJE PRIMERA
  - A LA OFNA
  - REPORTARSE
  - EN ESTE MOMENTO
  - TE ESPERO
  - TE EXTRAÑO
  - SIN MOTIVO
  - ESPERO LLAMADA
- CLAS:**
- AGENCIA:**  TIPO AGENCIA:  MENSAJES ENVIADOS:
- FECHA:** 04/05/2004 **HORA:** 18:48
- MENSAJE:** [Empty text input field]
- Buttons:** CANCELAR, SALIR, AGENTE TERA

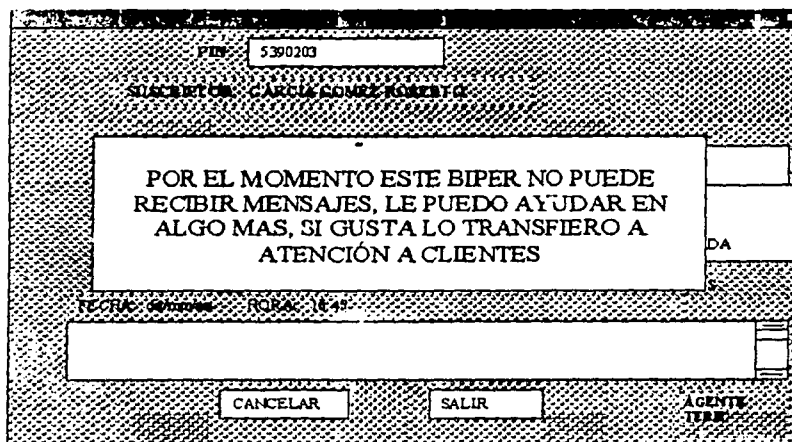


Para retransmitir uno o varios mensajes a petición de un cliente, la secuencia es la siguiente:

No PIN + ENTER + ALT O + CLAVE CONFIDENCIAL + ENTER + ALT E + ALT T



Cuando el servicio al cliente esté suspendido, se verá una pantalla como la que aparece abajo. Se deberá decir al cliente la información que aparece en pantalla.



Para activar a un usuario, la secuencia de comandos es la siguiente:

No PIN + ALT X + No ACTIVACION + 2 ENTER

PIN: 5390203      SUSCRITOR: GARCIA GOMEZ ROBERTO

COBERTURA  
 DATOS DEL PIN EN EL PLAN  
 ACTIVAR TARJETA  
 OTRO CONTROL

NO. DE ACTIVACION:

CANCELAR      ACEPTAR      AGENTE TELE

Estos son los menús básicos para la captura de mensajes, posteriormente toda la información es dirigida a la terminal de Paging.

### 4.2.3 Paging

La terminal de paging es tecnología Glenayre y el modelo es GL3000. Esta terminal tiene un sistema redundante y es compatible con antenas transmisoras.

GL3000 nos ofrece:

- Servicio roaming.
- Servicios digitales (mensajes en cascada, correo de voz, conferencia personal, etc).
- Mensajes numéricos y alfanuméricos.
- Procesa hasta 500 mensajes por segundo.
- Protocolos de radiolocalización digital POCSAG y FLEX.
- Número de suscriptores de 500 a 1,000,000 de usuarios en modelo estándar y modelo redundante.
- Equipo periférico: t1 (DS1) digital: 24, 12 o 6 opciones de canal líneas análogas DID (Ver Glosario).
- Tarjetas de compresión de voz (VCB).
- Tarjetas de almacenamiento de voz (VSB).
- Opción MF.

- Decodificación de pulsos dual y DTMF.
- Tarjetas de interface de carga de expansión (expansión PCM de 128 por sistema a 128 por carga (*full duplex*) transmisión uni y bidireccional.
- Expansible de 1 a 24 CPU.
- 256 Mb de memoria RAM.
- Discos duros de 270 Mb, sólo para tono, aproximadamente 9 Gb para envío de mensajes y voz, proporcionando sobre 8,000 horas de tráfico, drives en floppy y disco óptico.
- Aplicación de compuerta de acceso a Internet.

La topología de Glenayre dentro de nuestro sistema es como se muestra en la figura 4.18.

El sistema GL3000 recibe la información directamente del Harris 20-20. El GL3000 puede tener una terminal que es la GL3900. Ésta tiene características similares al GL3000, sólo que para una capacidad de usuarios mucho menor. Esta terminal se utiliza para clientes exclusivos y de manera muy particular, por ejemplo, una empresa de cobertura nacional puede requerir radiomensajería exclusiva para ellos. El GL3900 provee este servicio y además les permite a ellos mismos administrar su sistema de radiomensajería. Es como crear subgrupos de radiomensajería dentro del sistema global.

El GL3000 permite monitorear la cola de mensajes generadas por los usuarios antes de ser dirigidos a satélite, también nos permite vigilar el status de alarmas. Para ello cuenta con una serie de terminales que son: Despacho de Alarmas, Reporte de Alarmas, Monitoreo y Monitoreo de Mensajes, mostradas en la figura 4.18.

El GL3000 tiene entradas para el servidor de la red LAN, y también entradas para el PBX (ésto para servicios como el de correo de voz), y salidas para la antena terrena, la cual dirigirá los mensajes (numéricos, alfanuméricos, tono etc.) haciendo uso de las frecuencias rentadas, en este caso F1=931.2375 MHz y F2=929.4375 MHz. Estos elementos también se ilustran en la Figura 4.18. Ahí se muestran el Módem satelital, el *Sky Data* y el *Up Link*.

La terminal de Paging identifica a cada uno de los usuarios (pagers) y transmisores, asigna un número específico a cada uno para que exista compatibilidad entre ellos. Por ejemplo: al pager que se encuentra en Guadalajara le asigna él o los transmisores de Guadalajara y si ese usuario contrata más cobertura, le asigna tantos transmisores como requiera (siempre y cuando estén contemplados en la cobertura de servicio).

Estos valores entre pagers y transmisores son asignados mediante programación. Mediante el GL3000 se asigna un número identificador al *pager*, el cual es el mismo que el que se le asigna propiamente al *pager*, también se asigna al sistema PDT otro número que identifica al mismo *pager*, esto como medida de protección y así dará de alta a un *pager* desde ambos sistemas (GL3000 y PDT) y dando de alta los transmisores correspondientes a la cobertura rentada por el cliente.

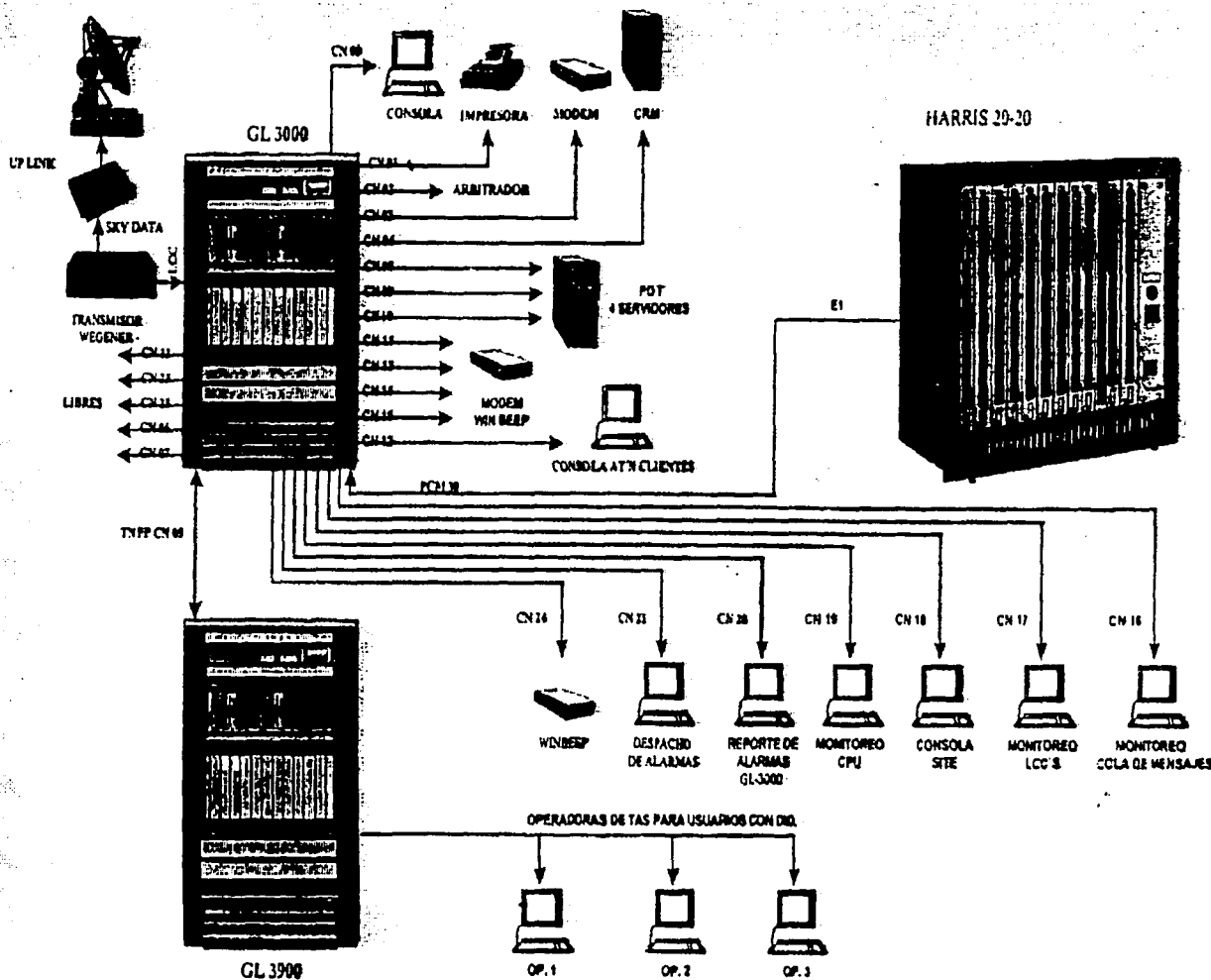


Figura 4.18. Topología del Glenayre GL3000.

A continuación se muestran las tablas 4.3., y 4.4., respectivamente, con datos de asignación de estaciones base, dependiendo el protocolo de radiocalizadores que se requieren, frecuencia y distribución de los transmisores:

TESIS CON  
FALLA DE



**PROGRAMACIÓN DE TARJETA LC05 - 01**  
**F1 = 929.4375 Mhz. Y Faux = 931.1375**  
**S - POCSAG, 24 POCSAG Y FLEX**

CANALES	REGION DE COBERTURA	ID DEL T.	MAIN CHANEL	A. LÓGICA	ZONA	T.S.	SEC.	F.C.	FREC.	FORMAT	CIUDADES
LC05-01-14	114	501	14	114	102	1	225	1	929.44	POCSAG	D.F.
LC05-01-15	115	501	15	115	111	1	225	1	929.44	POCSAG	MONTERREY
LC05-01-16	116	501	16	116	107	1	225	1	929.44	POCSAG	GUADALAJARA

133	501	14	114	102	1	225	1	929.44	POCSAG	D.F.
134	501	15	115	111	1	225	1	929.44	POCSAG	MONTERREY
135	501	16	116	107	1	225	1	929.44	POCSAG	GUADALAJARA

**Tabla 4.3. Programación para Radiolocalizadores en la Frecuencia 1 (F1).**

**PROGRAMACIÓN DE TARJETA LC05 - 01**  
**F1 = 931.2375 Mhz.**  
**S - POCSAG, 24 POCSAG Y FLEX**

CANALES	REGIÓN DE COBERTURA	ID DEL T.	MAIN CHANEL	A. LÓGICA	ZONA	T.S.	SEC.	F.C.	FREC.	FORMAT	CIUDADES
LC05-01-01	101	501	1	101	112	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	TIJUANA, MEXICALI, ENSENADA
LC05-01-02	102	501	2	102	113	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	NOGALES, HERMOSILLO, GUAYMAS, CD. OBREGÓN
LC05-01-03	103	501	3	103	110	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	CD. JUAREZ, TORREON, CHIHUAHUA
LC05-01-04	104	501	4	104	108	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	LA PAZ, EL FUERTE, LOS MOCHIS, CULIACAN, MAZ.
LC05-01-05	105	501	5	105	111	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	MTY, SALTILLO, REYNOSA, N. LAREDO, MAT., TAM.

**Tabla 4.4 . Programación para Radiolocalizadores en la Frecuencia 2 (F2)(Continúa).**

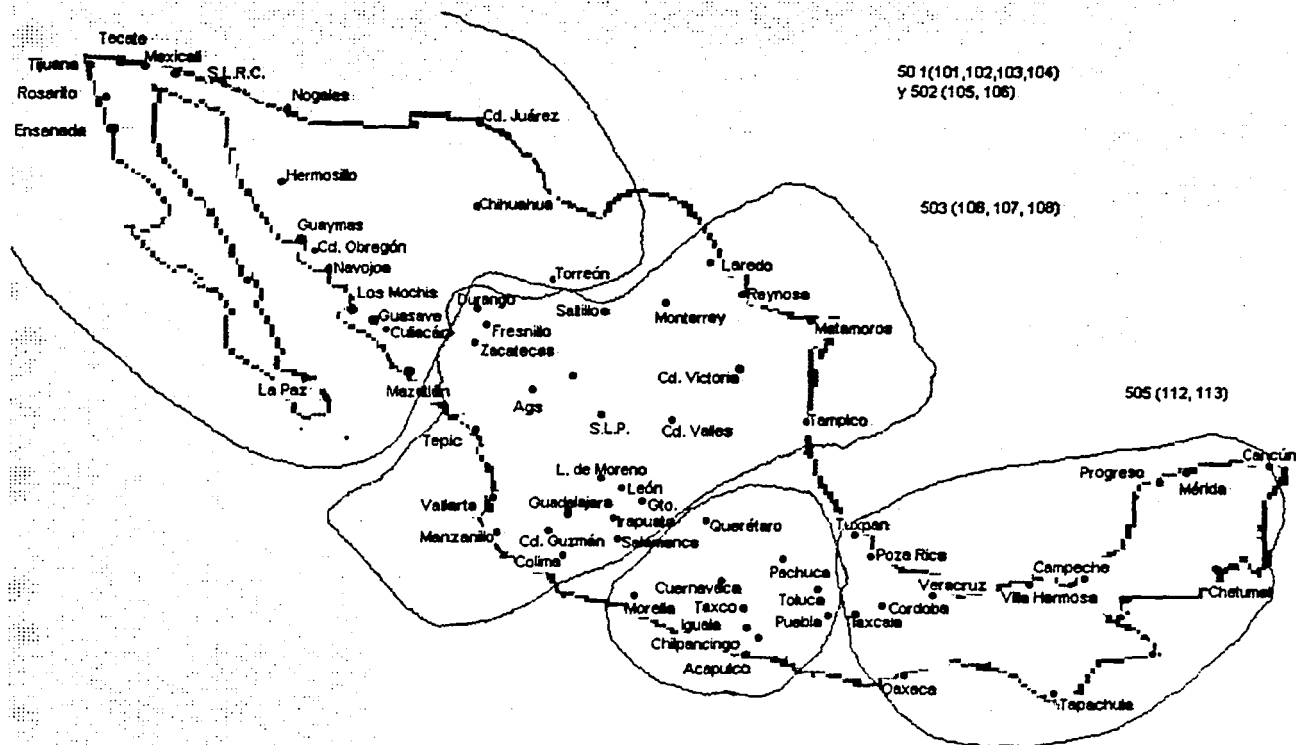
LC05-01-06	106	501	6	106	109	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	ZACATECAS, DURANGO, AGUASC., S.L.P.
	122	501	6	122	109	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-07	107	501	7	107	107	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	GLD. LOS ALTOS, TEPIC, COLIMA, VALLARTA, MAN.
	123	501	7	123	107	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-08	108	501	8	108	104	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	QUERETARO, GTO. SALAMANCA
	124	501	8	124	104	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-09	109	501	9	109	102	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	MEXICO, DF, PACHUCA
	125	501	9	125	102	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-10	110	501	10	110	103	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	V. BRAVO, TOLUCA, MORELIA
	126	501	10	126	103	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-11	111	501	11	111	105	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	ACAPULCO, CUERNAVACA, CHILPANCIINGO
	127	501	11	127	105	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-12	112	501	12	112	106	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	PUEBLA, CORDOBA, JALAPA, VER., COATZ., MINA.
	128	501	12	128	106	1	225	NONE	931.2375	FLEX	
LC05-01-13	113	501	13	113	114	1	225	NONE	931.2375	POCSAG	CHET., CAMP., MER., CANCUN, V. HERM., TUXTLA.
	129	501	13	129	114	1	225	NONE	931.2375	FLEX	

**Tabla 4.4 . Programación para Radiolocalizadores en la Frecuencia 2 (F2).**

En la figura 4.19. se muestra un mapa que incluye la ubicación de las estaciones base Rx-Tx y su correspondiente región de cobertura.

En la misma figura se muestra la ubicación de las ciudades donde hay cobertura, lo cual no indica la cantidad de estaciones base Rx-Tx utilizadas en cada ciudad, esto depende de la zona efectiva de cobertura que se pretenda cubrir, así como de las características de las antenas radiadoras, por lo que la cantidad de estaciones base Rx-Tx está sujeta a su potencia de radiación.

Como un plan de estrategia se ha dividido la nación en cuatro zonas geográficas genéricas de cobertura, designadas por los números: 501, 502, 503, 504 y 505. Estos números se designan sólo para la programación del servicio a los usuarios. A su vez, cada zona geográfica está dividida por los estados de la República que la conforman, de este modo, la zona 501 está conformada por los estados de la República que la conforman, de este modo, la zona 501 está conformada por los estados 101, 102, 103 y 104. Así, por ejemplo, alguien que contrató el servicio en una ciudad, automáticamente tendrá servicio en su zona geográfica correspondiente.



**Figura 4.19. Mapa de transmisores y región de cobertura.**

En seguida se muestra la Tabla 4.5. con las cantidad de estaciones base RX-TX utilizadas.

TRANSMISOR	CANTIDAD
TIJUANA	2
MEXICALI	2
ENSENADA	2
NOGALES	2
HERMOSILLO	2
GUAYMAS	2
CD. OBREGÓN	2
CD. JUÁREZ	3
TORREÓN	2
CHIHUAHUA	3

**Tabla 4.5. Cantidad de Estaciones base RX-TX por ciudad (Continúa).**

LA PAZ	2
EL FUERTE	2
LOS MOCHIS	2
CULIACÁN	2
MAZATLAN	2
MONTERREY	4
SALTILLO	2
REYNOSA	2
N. LAREDO	2
MATAMOROS	2
TAMPICO	2
ZACATECAS	2
DURANGO	2
AGUASCALIENTES	2
S.L.P.	2
GUADALAJARA	6
LOS ALTOS	2
TEPIC	2
COLIMA	2
VALLARTA	2
QUERÉTARO	3
GUANAJUATO	3
SALAMANCA	2
D.F.	10
PACHUCA	2
V. BRAVO	2
TOLUCA	3
MORELIA	3
ACAPULCO	3
CUERNAVACA	2
CHILPANCIINGO	2
PUEBLA	2
CORDOBA	2
JALAPA	2
VERACRUZ	2
CHETUMAL	2
CAMPECHE	2
CANCÚN	3
MÉRIDA	2
OAXACA	2
TUXTLA	2

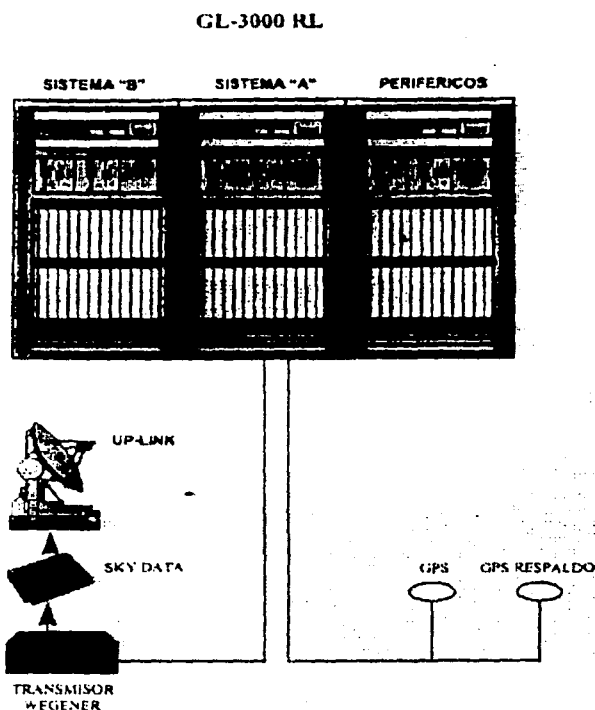
**Tabla 4.5. Cantidad de Estaciones base RX-TX por ciudad.**

Una vez dados de alta los pagers y los transmisores con sus respectivas frecuencias, los mensajes provenientes del Harris 20-20 son enviados a la siguiente sub-etapa.

## 4.2.4 Antena Parabólica

Una vez codificados y asignados los mensajes a un usuario y estación base Rx-Tx correspondiente, se procede a subir el mensaje a satélite, en la figura 4.20. se muestra el proceso. Es importante hacer el comentario de que dentro de esta figura se incluye el transmisor *Wegener*, el cual tiene como función la de proporcionar la información mediante una cola de mensajes, para poder manejarlos dentro del *sky data*, dicho de otra manera es el *módem* en nuestro sistema. Posteriormente tenemos el equipo intermedio, en donde se modula y transportan los datos a una frecuencia de 14.23 GHz, además en este equipo se amplifica la señal, para posteriormente pasarla a la antena parabólica, la cual se encarga de radiar la señal hacia el satélite.

En esta figura se muestra el modelo redundante del GL3000, el GL3000 RL, donde se tienen el sistema A y el sistema B, así como el Módulo donde se conectan los diferentes periféricos del GL3000.



**Figura 4.20. Salida del mensaje Hacia parabólica.**

Para lograr un buen enlace hacia el satélite debemos hacer el cálculo para las condiciones que se dan para cada estación base Rx-Tx , a continuación veremos como se elabora el cálculo.

### **Cálculo Del Enlace Up Link Y Downlink**

El cálculo de enlace es un procedimiento matemático que nos permite evaluar la calidad de la señal existente en un canal de comunicación vía satélite, considerando los niveles de potencia en todo el sistema.

El cálculo de enlace vía satélite nos permite obtener los valores de potencia necesaria para comunicar dos o más estaciones terrenas (ET), tomando en cuenta las consideraciones físicas relacionadas con el viaje de la señal por el espacio libre, con el tratamiento que recibe por parte de los equipos (entre ellos al satélite mismo), y a la ubicación geográfica de los puntos a comunicar.

En el contexto del diseño de redes satelitales, el cálculo de enlace constituye la base matemática para el dimensionamiento de los equipos que se utilizan en las ET, en tanto que en la operación de redes, nos es útil para determinar la cantidad de potencia necesaria para que la comunicación entre dos o más ET se realice con la calidad deseada. En este cálculo nos referiremos al caso, de determinar la cantidad de potencia que se necesita para establecer un enlace cuando los equipos de las ET ya fueron seleccionados.

En todo sistema de comunicación la presencia de ruido es algo inevitable que genera una degradación de la señal útil. La **relación portadora a ruido (C/N)**, se refiere a la diferencia existente entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia de ruido existente en el sistema, la utilizaremos como el indicador de la calidad de comunicación en el sistema de microondas vía satélite.

La metodología de cálculo que emplearemos se basa en dividir al cálculo del enlace satelital en tres partes principales:

- a) Enlace ascendente
- b) Enlace descendente
- c) Evaluación del enlace

Cada una de las partes anteriores conjuntan a una serie de conceptos físicos y procedimientos matemáticos con cierta independencia que nos permiten manejarlos por separado; en las dos primeras partes se trata de obtener las relaciones (C/N) totales ascendente y descendente, en tanto que en la última parte se determina el margen del enlace. El **margen del enlace** es el parámetro que nos indica la calidad total del enlace, que considera el nivel de potencia en el equipo receptor de acuerdo a una calidad esperada en la información recibida y la calidad de la información proporcionada por el enlace, en función de la potencia total de la portadora.

Cuando se diseña un enlace debe tomarse algún **criterio de diseño** que fije las condiciones para que el enlace opere satisfactoriamente, de ahí, que una vez establecidos dichos criterios se considera si el margen del enlace es bueno o no; en caso de ser satisfactorio, se da por concluido el cálculo y se procede a la recuperación de los valores correspondientes a los parámetros más relevantes, como son: la PIRE de ET y la PIRE de Satélite por portadora, esto es, las potencias controlables de nuestro enlace. Para el caso en que el margen del enlace no sea el adecuado se realiza nuevamente el cálculo bajo diferentes condiciones de potencia, para lo cual debemos cambiar el valor de la potencia con la que transmite la ET, así hasta obtener los resultados deseados.

A manera de ejemplo se realizará el cálculo de enlace de la estación terrena transmisora ubicada en el D.F. y sólo para dos estaciones Rx-Tx receptoras que se encuentran fijas en Chihuahua y Mérida.

### Cálculo De Enlace Satelital Para Una Señal De Voz Y Datos Digitales

Los datos a considerar son: BANDA Ku, REGION 4, SATELITE SOLIDARIDAD 2 (estos datos son obtenidos de tablas proporcionadas por el proveedor del servicio satelital).

Datos del satélite:

Satélite:	Solidaridad 2
Longitud:	113 ° W
Banda de operación:	Ku
Tipo de transpondedor:	54 MHz
Región:	4
Frecuencia ascendente:	14230 MHz
Frecuencia descendente:	11930 MHz
MIBO:	7.5 dB
MOBO:	5.0 dB
ATP:	10 dB

Datos de la señal a transmitir (son los datos que estamos implantando),

Velocidad de información:	128 kbps
Modulación:	QPSK
Roll off:	14 %
FEC:	3/4
BER:	10e <sup>-7</sup>

Datos de la estación terrena (ET) Rx-Tx, ( cabe destacar que estos datos son propuestos dado que son los datos que podemos cambiar más fácilmente dentro de nuestro diseño).

Localidad:	D.F.	Chihuahua	Mérida	
Latitud:	19.18	29.80	21.60	° N
Longitud:	99.11	106.80	89.76	° W
Diámetro de antena:	4.50	2.40	2.40	m
Ganancia de antena Tx:	42.00	42.00	42.00	dBi
Ganancia de antena Rx:	38.20	38.20	38.20	dBi
Temp. Total del sistema:	94.80	94.80	94.80	° K
Eb/No del módem receptor:			6.50	dB

Parámetros del satélite para las localidades de interés:

Localidad:	D.F.	Chihuahua	Mérida
PIRE	50.50	49.70	49.80
G/T	9.20	3.40	4.60
DFS	-102.10	-96.20	97.40

### Cálculos Preliminares

Los cálculos preliminares son aquellos que nos generarán una serie de datos necesarios para el cálculo de enlace propiamente dicho. De acuerdo a esta metodología se calcula el ancho de banda, los ángulos de apuntamiento de azimut y elevación que presentarán las antenas, y la distancia entre la estación terrena y el satélite.

Es importante señalar que estos datos ya los habíamos comentado en el capítulo 3.

El ancho de banda aquí calculado es el que la señal de comunicación necesita para ser transmitida y se relaciona con la cantidad de ruido total que afectará en la relaciones C/N que definen la calidad del enlace. El dato de la distancia nos servirá para evaluar las pérdidas de potencia debidas a la dispersión de la energía en la trayectoria de propagación; para obtener este parámetro de distancia, necesitamos conocer el ángulo de elevación por lo que éste se evalúa. En lo que respecta al ángulo de azimut, se calcula como complemento al ángulo de elevación para tener completa la referencia y estar en condiciones de apuntar una antena hacia el satélite, aunque restaría hacer la consideración debido a la declinación magnética.



## Cálculo Del Enlace Ascendente

### Cálculo del ancho de banda

La ecuación 4.1 nos permite determinar el ancho de banda AB necesario para transmitir la señal.

$$AB = V_{inf} (FEC)^{-1} (FM) (1 + \text{Rolloff}) \quad [\text{Hz}] \quad (4.1)$$

$V_{inf} = 128 \text{ kbps}$ ,	Velocidad de información
$FEC = \frac{3}{4}$ ,	Factor debido al código de corrección de errores
$FM = 0.5$ ,	Factor de modulación
$\text{Rolloff} = 14 \%$ ,	Factor de ensanchamiento del espectro (característica de los módems)

Estos valores están determinados de acuerdo a los datos del sistema que estamos analizando, así como también podemos conocerlos por los manuales de los equipos que conforman dicho sistema.

Sustituyendo valores en la ecuación tenemos,

$$AB = 128 \times 10^3 \left(\frac{3}{4}\right)^{-1} (0.5) (1 + 0.14)$$

$$AB = 97.28 \text{ kHz}$$

Este resultado nos dice que para la transmisión de la señal por el canal es necesario contar con un ancho de banda de 97.28 kHz, esto para obtener una buena transmisión de la señal.

### Orientación de la antena transmisora en el D.F.

Para poder orientar la antena hacia el satélite se requiere hacer el cálculo de dos parámetros: ángulo de elevación y azimut, para ello necesitamos conocer la posición geográfica de la estación terrena transmisora y las estaciones terrenas receptoras, en base a su latitud y longitud.

El cálculo del ángulo de elevación E se determina utilizando la ecuación 4.2

$$E = \tan^{-1} \left( \frac{r - R_e \cos \theta_L \cos |\theta_s - \theta_{LO}|}{R_e \sin [\cos^{-1} (\cos \theta_L \cos |\theta_s - \theta_{LO}|)]} \right) - \cos^{-1} (\cos \theta_L \cos |\theta_s - \theta_{LO}|) \quad (4.2)$$

Donde:

$r = 42164$ km	Distancia del centro de la tierra al satélite
$R_e = 6378$ km	Radio medio de la tierra
$\theta_L = 19.18$ ° N	Latitud de la estación terrena D.F.
$\theta_S = 113$ ° W	Longitud del satélite
$\theta_{Lo} = 99.11$ ° W	Longitud de la estación terrena D.F.

Los datos anteriores los proporciona el proveedor del servicio satelital, el cual pone a disposición unas tablas para que los clientes hagan sus cálculos y determine sus conveniencias en la contratación del servicio satelital.

Sustituyendo valores en la ecuación,

$$E = \tan^{-1} \left( \frac{42164 \times 10^3 - 6378 \times 10^3 \cos 19.18 \cos |113 - 99.11|}{6378 \times 10^3 \sin [\cos^{-1} (\cos 19.18 \cos |113 - 99.11|)]} \right) - \cos^{-1} (\cos 19.18 \cos |113 - 99.11|)$$

$$E = 62.46^\circ$$

El cálculo del ángulo del azimut  $A$  se determina por la ecuación 4.3, como sigue:

$$A' = \tan^{-1} \left( \frac{\tan |\theta_S - \theta_{Lo}|}{\sin \theta_L} \right) \quad (4.3)$$

En donde  $A'$  es el ángulo que nos servirá de base para calcular el del azimut, pues existen cuatro casos para el cálculo del ángulo de azimut, por lo que se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Si la ET se encuentra ubicada en el Hemisferio Norte:

La ET se localiza al Oeste del satélite:  $A = 180 - A'$

La ET se localiza al Este del satélite:  $A = 180 + A'$

Si la ET se encuentra ubicada en el hemisferio Sur:

La ET se localiza al Oeste del satélite:  $A = A'$

La ET se localiza al Este del satélite:  $A = 360 - A'$

Para nuestro caso de la ET ubicada en el D.F. se encuentra ubicada en  $\theta_L = 19.18^\circ$  N,  $\theta_{LO} = 99.11^\circ$  W por lo que al sustituir los valores tenemos los siguientes resultados:

$$A' = \tan^{-1} \left( \frac{\tan |113 - 99.11|}{\text{Sen } 19.18} \right) = 36.97$$

La estación terrena se encuentra ubicada en el Hemisferio Norte y al Este del satélite por lo que  $A = A' + 180$

$$A = 216.97^\circ$$

### Orientación de la antena receptora en Chihuahua

Para el cálculo del ángulo de elevación y el azimut de la estación Rx-Tx ubicada en Chihuahua se hará uso de las ecuaciones 4.2 y 4.3 respectivamente. La estación Rx-Tx se encuentra ubicada en el Hemisferio Norte y al Este del satélite.

Donde:

$r = 42164$ km	Distancia del centro de la tierra al satélite
$R_e = 6378$ km	Radio medio de la tierra
$\theta_L = 29.8^\circ$ N	Latitud de la estación terrena en Chihuahua
$\theta_s = 113^\circ$ W	Longitud del satélite
$\theta_{LO} = 106.8^\circ$ W	Longitud de la estación terrena en Chihuahua

Sustituyendo valores en la ecuación de 4.2 tenemos:

$$E = \tan^{-1} \left( \frac{42164 \times 10^3 - 6378 \times 10^3 \cos 29.8 \cos |113 - 106.8|}{6378 \times 10^3 \text{Sen}[\cos^{-1}(\cos 29.8 \cos |113 - 106.8|)]} \right)$$

$$- \cos^{-1}(\cos 29.8 \cos |113 - 106.8|)$$

$$E = 54.59^\circ$$

Ahora sustituyendo valores en la ecuación 4.3. tenemos:

$$A = 180 + \tan^{-1} \left( \frac{\tan |113 - 106.8|}{\text{Sen } 29.8} \right)$$

$$A = 192.33^\circ$$

Con lo cual tenemos el dato del ángulo de azimut de la estación terrena de Chihuahua para poderlo utilizar mas adelante.

### Orientación de la antena receptora en Mérida

La estación Rx-Tx se encuentra ubicada en el Hemisferio Norte y al Este del satélite.

Donde:

$r = 42164$ km	Distancia del centro de la tierra al satélite
$R_e = 6378$ km	Radio medio de la tierra
$\theta_L = 21.6$ ° N	Latitud de la estación terrena de Mérida
$\theta_s = 113$ ° W	Longitud del satélite
$\theta_{LO} = 89.76$ ° W	Longitud de la estación terrena de Mérida

Sustituyendo valores en la ecuación 4.2 tenemos:

$$E = \tan^{-1} \left( \frac{42164 \times 10^3 - 6378 \times 10^3 \cos 21.6 \cos |113 - 89.76|}{6378 \times 10^3 \text{Sen}[\cos^{-1}(\cos 21.6 \cos |113 - 89.76|)]} \right) - \cos^{-1}(\cos 21.6 \cos |113 - 89.76|)$$

lo cual nos da como resultado:

$$E = 53.52^\circ$$

Ahora sustituimos en la ecuación 4.3 por los valores correspondientes para esta estación,

$$A = 180 + \tan^{-1} \left( \frac{\tan |113 - 89.76|}{\text{Sen } 21.6} \right)$$

Y tenemos por resultado que,

$$A = 229.39^\circ$$

Con estos datos ahora podemos calcular las distancias de las antenas entre estaciones terrenas y satélite.

### Distancia de la antena transmisora en el D.F. al satélite

La distancia nos permitirá calcular las pérdidas en el espacio libre entre la antena transmisora y las antenas receptoras hacia el satélite.

La ecuación 4.4 nos sirve para calcular la distancia de la antena transmisora al satélite.

$$d_U = ((Re + H)^2 + Re^2 - 2Re(Re + H)\text{Sen}[E + \text{Sen}^{-1}(\frac{Re}{Re + H})\text{Cos}E])^{1/2} \quad (4.4)$$

De tablas proporcionadas por el proveedor del servicio satelital tenemos los datos siguientes, además del dato ya calculado:

Re = 6378 km	Radio medio de la tierra
H = 35783 km	Altura del satélite en la órbita geoestacionaria
E = 62.46	Angulo de elevación de la antena transmisora

Sustituyendo valores en la ecuación 4.4 tenemos:

$$d_U = ((6378 \times 10^3 + 35783 \times 10^3)^2 + (6378 \times 10^3)^2 - 2(6378 \times 10^3)(6378 \times 10^3 + 35783 \times 10^3) \times \text{Sen}[62.46 + \text{Sen}^{-1}(\frac{6378 \times 10^3}{6378 \times 10^3 + 35783 \times 10^3})\text{Cos}62.46])^{1/2}$$

lo que nos da por resultado,

$$d_U = 34264.7589 \text{ km}$$

### Distancia de la antena receptora de Chihuahua

Para el cálculo de la distancia se hará uso de la ecuación 4.4, considerando que los datos son los mismos excepto el ángulo de elevación.

$$E = 54.59^\circ$$

Ángulo de elevación de la antena transmisora

Sustituyendo valores en la ecuación tenemos:

$$d_{desc} = \frac{((6378 \times 10^3 + 35786)^2 + (6378)^2 - 2(6378)(6378 + 35783)) \times \text{Sen}[54.59 + \text{Sen}^{-1}\left(\frac{\quad}{6378 + 35783}\right) \text{Cos}54.59]}{6378}^{1/2}$$

por resultado nos da:

$$d_{desc} = 36,799.685 \text{ km}$$

### Distancia de la antena receptora de Mérida

$$E = 53.52^\circ$$

Ángulo de elevación de la antena transmisora

Sustituyendo valores en la ecuación 4.4 tenemos:

$$d_{desc} = \frac{((6378 + 35786)^2 + (6378)^2 - 2(6378)(6378 + 35786)^2) \times \text{Sen}[53.52 + \text{Sen}^{-1}\left(\frac{\quad}{6378 + 35786}\right) \text{Cos}53.52]}{6378}^{1/2}$$

lo que nos da:

$$d_{desc} = 36,861.803 \text{ km}$$

Ahora ya teniendo estos datos podemos comenzar a calcular las pérdidas que tendrá la señal al trasladarse entre las antenas.

### Atenuación en el espacio libre

En la transmisión de señales, la atenuación en el espacio libre (Ls) está dada por la ecuación 4.5;

$$Ls_{asc} = 20 \log\left(\frac{4\pi F_u d_u}{c}\right) \quad (4.5)$$

$F_u = 14230$ MHz	Frecuencia ascendente
$d_u = 34264.7589$ Km	Distancia hacia el satélite
$c = 3 \times 10^8$	Velocidad de la luz
$L_s$ asc	Atenuación en espacio libre ascendente (pérdidas)

Sustituyendo valores en la ecuación tenemos:

$$L_s \text{ asc} = 20 \log \left( \frac{4\pi(14230 \times 10^6)(4264.7589 \times 10^3)}{3 \times 10^8} \right)$$

lo cual nos da por resultado lo siguiente:

$$L_s \text{ asc} = 206.728 \text{ dB}$$

Ahora bien, una vez obtenidos estos datos podemos proseguir con los cálculos del enlace, estos datos son como lo habíamos comentado, cálculos preliminares necesarios para poder hacer los cálculos siguientes.

### Enlace ascendente

En la parte ascendente se evalúa la relación portadora a ruido, la cual identificaremos como  $(C/N_{\text{ASC TOTAL}})$ . Como habíamos comentado, esta expresión constituye la calidad del enlace en la comunicación entre la ET transmisora y el Satélite como receptor, tomando en cuenta a las diferentes relaciones de interferencia que degradan el comportamiento del enlace.

Primeramente se evalúa la relación portadora a ruido ascendente  $(C/N_{\text{asc}})$ , es decir, la relación de potencia de la portadora, respecto del ruido propio del equipo receptor del satélite, en el que interviene la potencia de transmisión de la estación terrena conocida como PIRE, las pérdidas debidas a la dispersión, la absorción de energía por parte de la atmósfera, la pérdida por apuntamiento, la diferencia en alineación de las polaridades de satélite y ET, la atenuación que produce la lluvia y las características de ruido y ganancia del satélite.

Posteriormente, tienen que evaluarse las diferentes relaciones de interferencia que afectan al enlace ascendente como son las siguientes: razón de potencia de portadora respecto de la potencia del ruido de intermodulación en el HPA de la ET transmisora  $(C/I)$ , razón de potencia de portadora respecto de las señales en la polaridad contraria que van hacia el mismo satélite  $(C/X_{\text{pol}})$ .

Los valores que adopta cada una de las relaciones de interferencia anteriores varían en función de: la densidad de potencia que tiene nuestra portadora de comunicación, respecto del número de portadoras procesadas con ella, en el mismo amplificador de la ET, donde se transmite (C/I), de si existe o no el reuso de frecuencia en el satélite, de (C/X pol), y del tipo de tráfico que comparte la misma banda de frecuencia y polaridad en los satélites colindantes; aunado con el patrón de radiación de las antenas que funcionan con esos sistemas, y la razón de potencia de portadora respecto de las señales en la polaridad contraria de los satélites adyacentes (C/X satady).

La relación C/N<sub>ASCOTOT</sub> considera todos los aspectos mencionados, cabe aclarar que si es mayor el valor de la potencia de la portadora, respecto del ruido de intermodulación, interferencia por polarización cruzada e interferencia por satélite adyacente, es mejor el desempeño del enlace.

La relación portadora a densidad de ruido ascendente (C/No)<sub>asc.</sub> se determina haciendo uso de la ecuación 4.6.

$$(C/No)_{asc} = PIRE_{ET} + (G/T)_{SAT} - K - Ls_{asc} - \Delta_{asc} - L\Delta_{asc} \quad (4.6)$$

Donde:

- PIRE<sub>ET</sub> = Potencia Isotrópica radiada efectiva desde la ET.
- (G/T)<sub>SAT</sub> = Figura de mérito (característica del satélite.)
- K = Constante de Boltzman = -228.6 (dBJ/°K)
- Ls<sub>asc</sub> = Pérdidas en el espacio libre
- $\Delta_{asc}$  = Margen de atenuación por lluvia ascendente
- L $\Delta_{asc}$  = Pérdidas misceláneas, (es la sumatoria de las pérdidas atmosféricas, de apuntamiento y de polarización) su valor aproximado es de 1 dB

Sustituyendo valores,

$$\Delta_{asc} = 0, \text{ Para la disponibilidad de 99.98 en la banda Ku.}$$

En esta metodología se propone el valor de la PIRE de ET transmisora, como punto de partida del calculo. Esta PIRE en términos reales será proporcionada por la combinación de potencia utilizada del HPA y la ganancia de la antena en transmisión.

Para nuestro caso proponemos una PIRE de 47.88 dBW, que es un valor que se encuentra entre los convencionales dados por los proveedores de equipo de comunicaciones, ahora sustituyendo en la ecuación 4.6 por los valores tenemos:

$$(C/No)_{asc} = 47.88 + 9.20 - (-228.6) - 206.728 - 1.0 \text{ (dB)}$$

$$(C/No)_{asc} = 77.95 \text{ dB}$$



Ahora bien, una vez que tenemos este resultado, procedemos a calcular la relación portadora a ruido ascendente (C/N)<sub>asc</sub>, con la expresión dada por la ecuación 4.7.

$$(C/N)_{asc} = (C/No)_{asc} - 10 \text{ Log } (AB) \tag{4.7}$$

sustituyendo en la ecuación tenemos:

$$(C/N)_{asc} = (77.95) - 10 \text{ Log } (97.28 \text{ E}3)$$

$$(C/N)_{asc} = 28.06 \text{ dB}$$

Teniendo este resultado calculamos la relación portadora a ruido ascendente total (C/N)<sub>ASC TOTAL</sub>, dada por la ecuación 4.8.

$$\left( \frac{C}{N} \right)_{ASC TOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{a \log \left( \frac{C}{N_{asc}} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left( \frac{C}{I} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left( \frac{C}{X_{pol}} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left( \frac{C}{X_{satady}} / 10 \right)}} \right] \tag{4.8}$$

Donde:

- C/I = Intermodulación ascendente
- C/X pol = Polarización cruzada ascendente
- C/X satady = Satélite adyacente ascendente.

Las expresiones que se utilizan en el cálculo de la interferencia por intermodulación ascendente, interferencia por polarización cruzada ascendente, e interferencia por polaridad cruzada en los satélites adyacentes, son:

$$C/I = - \text{HPA INT} - \text{IPBO}_i - 10 \text{ LOG}(AB) \tag{4.9}$$

$$C/X \text{ pol} = - \text{INTASCCPOL} - \text{IPBO}_i - 10 \text{ LOG}(AB) \tag{4.10}$$

$$C/X_{satady} = - \text{INTASCSADY} - \text{IPBO}_i - 10 \text{ LOG}(AB) \tag{4.11}$$

Para estos cálculos de interferencias por intermodulación, polarización cruzada de la señal y de la polarización cruzada de las señales de los satélites adyacentes, intervienen propiamente dicho, los factores internos del sistema como son :

HPA INT, Intermodulación creada por el amplificador de alta potencia.

IPBOi, Potencia retenida en la entrada al transpondedor en el satélite.

Una vez que tenemos definidos estos conceptos debemos calcular la potencia con la que llega la señal a la entrada del satélite, para esto nos ayudamos de la ecuación 4.12, la cual se muestra a continuación

$$IPBOi = DFS - PIRE_{ET} + Lp_{asc} + ATP + L_{ATM} + \mu_{asc} \quad (4.12)$$

Donde:

DFS = Densidad de flujo de saturación ( dato proporcionado por el servidor del servicio satelital)

PIRE<sub>ET</sub> = Potencia isotrópica radiada de la estación terrena

Lp<sub>asc</sub> = Pérdidas en espacio libre

ATP = Ganancia del transpondedor

L<sub>ATM</sub> = Pérdidas atmosféricas (apuntamiento, polarización, etc.)

$\mu_{asc}$  = Margen de atenuación por lluvia ascendente

Con la expresión 4.13 se calculan las pérdidas en el espacio libre:

$$Lp_{asc} = 10 \text{ Log } (4 * \pi * d_u^2) \quad (4.13)$$

Donde:

$d_u$  = distancia hacia el satélite

sustituyendo los valores que proporciona el proveedor del servicio satelital, tenemos que:

$$Lp_{asc} = 10 \text{ Log } ((4\pi)(36402.441E3)^2)$$

Lo cual nos da como resultado,

$$Lp_{asc} = 162.21 \text{ dB}$$

Sustituyendo este valor junto con los otros ya proporcionados en la ecuación 4.12 tenemos,

$$IPBOi = -102.10 - 47.88 + 162.21 + 10 + 0.5 \quad \text{entonces esto queda como:}$$

$$IPBOi = 22.73 \text{ dB}$$

Con base en los resultados anteriores, procedemos a calcular la interferencia por intermodulación ascendente, no olvidemos que estamos calculando, para la estación del D.F. hacia el satélite, esto es importante de recordar para no cometer errores.

Sustituyendo en la ecuación 4.9 tenemos:

$$C/I = -(-106.0) - 22.73 - 49.88$$

$$C/I = 33.39 \text{ dB}$$

Ahora sustituyendo valores en la ecuación 4.10, tenemos:

$$C/X_{\text{pol}} = -(-112.5) - 22.73 - 49.88$$

$$C/X_{\text{pol}} = 39.89 \text{ dB}$$

Por último sustituimos en la ecuación 4.11, y nos da:

$$C/X_{\text{satady}} = -(-110.0) - 22.73 - 49.88$$

$$C/X_{\text{satady}} = 37.39 \text{ dB}$$

Una vez que tenemos todos estos valores podemos sustituir en la ecuación 4.8, lo cual nos queda:

$$\left( \frac{C}{N} \right)_{\text{ASC TOTAL}} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{10^{\frac{31.59}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{33.91}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{40.41}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{37.91}{10}}}} \right]$$

$$(C/N)_{\text{ASC TOTAL}} = 28.68 \text{ dB}$$

Y con esto queda terminado el cálculo ascendente de la estación terrena del D.F. hacia el satélite.

## Enlace descendente

En la parte descendente se evalúa la relación  $C/N_{DESCTOTAL}$ , que constituye la calidad del enlace en la comunicación entre el satélite y la ET receptora, que toma en cuenta a las diferentes relaciones de interferencia que degradan el comportamiento del enlace al descenso.

Primeramente se evalúa la relación  $C/N_{desc}$ , es decir, la relación de potencia de la portadora respecto del ruido propio del equipo receptor de la ET Rx-Tx, en el que interviene la potencia de transmisión del satélite conocida como PIRE de satélite por portadora, las pérdidas debidas a la dispersión, la absorción de energía por parte de la atmósfera, la pérdida de apuntamiento, la diferencia en alineación de las polaridades de satélite y ET, la atenuación que produce la lluvia y las características de ruido y ganancia de la ET Rx-Tx.

Posteriormente, se evalúan las relaciones de interferencia que afectan al enlace descendente como son:

$C/I$  o razón de potencia de portadora respecto a la potencia del ruido de intermodulación en el amplificador, correspondiente al transpondedor del Satélite, donde se tratará la señal en cuestión.

$C/X_{pol}$  o razón de potencia de portadora a las señales en la polaridad contraria que parten del mismo satélite hacia tierra en la misma frecuencia.

$C/X_{satady}$  o razón de potencia de portadora respecto de señales que provienen de los satélites colindantes al este y oeste, que por condiciones del patrón de radiación de las antenas de tierra en recepción y a la coincidencia de coberturas en las mismas frecuencias y polaridad entran a nuestra ET Rx-Tx.

Los valores que adopta cada una de las relaciones de interferencia anteriores, varían en función de la densidad de potencia que tiene nuestra portadora de comunicación, respecto del número de portadoras procesadas con ella en el mismo transpondedor de satélite donde se transmite ( $C/I$ ), de si existe o no el reuso de frecuencia en el satélite ( $C/X_{pol}$ ), y del tipo de tráfico que comparte la misma banda de frecuencia cobertura y polaridad con los satélites colindantes, aunado con el patrón de radiación de nuestras antenas receptora que funcionan en nuestro sistema ( $C/X_{satady}$ ).

La relación  $C/N_{DESCTOTAL}$  considera todos los aspectos antes mencionados, cabe aclarar que en tanto mayor sea el valor de la potencia de la portadora, respecto del ruido, intermodulación, interferencia por polarización cruzada e interferencia por satélite adyacente, es mejor el desempeño del enlace.

Como podemos apreciar en este caso las consideraciones para el cálculo descendente son prácticamente las mismas que para el de subida o ascendente, cabe hacer la aclaración que debemos considerar de donde partimos en el análisis de la señal, esto con el fin de evitar confusiones.

### Para la estación Rx-Tx de Chihuahua

La relación portadora a densidad de ruido descendente esta definida por la ecuación 4.14, la cual podemos compararla con la ecuación 4.6, de lo cual se desprende que el cálculo es prácticamente el mismo.

$$(C/No)_{desc} = PIRE_{SAT} + (G/T)_{ET} - K - Ls_{desc} - \mu_{desc} - \Delta_{desc} \quad (4.14)$$

Donde:

$PIRESAT$	= PIRE de satélite por portadora
$(G/T)_{ET}$	= Figura de mérito (estación terrena receptora)
$K$	= Constante de Boltzman = -228.6 (dBJ/°K)
$Ls_{desc}$	= Pérdidas en el espacio libre descendentes
$\mu_{desc}$	= Margen de atenuación por lluvia descendente
$\Delta_{desc}$	= Pérdidas misceláneas, es la sumatoria de las pérdidas atmosféricas, apuntamiento y de polarización, su valor aproximado es de 1 dB

para nuestro caso hacemos la consideración de:

$$\mu_{desc} = 0, \text{ Para la disponibilidad de 99.98 en la banda Ku}$$

Para calcular el PIRE del satélite hacemos uso de la ecuación 4.15.

$$PIRE_{SAT} = -DFS_{TX} - ATP + MIBO - Lp_{desc} + PIRE_{ET} - MOBO + PIRE_{SATU(RX)} \quad (4.15)$$

Donde:

$DFS_{TX}$	=Es la Densidad de Flujo de Saturación hacia la localidad Tx
$ATP$	=Ganancia del satélite en el transpondedor
$MIBO$	=Interferencias causadas dentro del satélite (entrada)
$Lp_{des}$	=Pérdidas en espacio libre
$PIRE_{ET}$	=Potencia con la que llega la señal a la estación terrena
$MOBO$	=Interferencias causadas dentro del satélite (salida)
$PIRE_{SATU(RX)}$	=Es la PIRE de saturación hacia la localidad Rx

Por analogía a la ecuación 4.13, deducimos que:

$$Lp_{desc} = 10 \text{ Log } (4 * \pi * d_{desc}^2) \cong Lp_{asc}$$

Por lo tanto, sustituyendo los valores, tenemos:

$$L_p \text{ asc} = 10 \text{ Log } ((4\pi)(36402.441\text{E}3)^2)$$

$$L_p \text{ asc} = 162.21 \text{ dB}$$

Sustituyendo en la ecuación 4.15:

$$\text{PIRE}_{\text{SAT}} = -(-102.10) - 10 + 7.5 - 162.21 + 47.88 - 5.0 + 49.70$$

$$\text{PIRE}_{\text{SAT}} = 29.97 \text{ dBW}$$

Pérdidas por espacio libre descendentes, éstas serán calculadas utilizando la ecuación 4.16.

$$L_s \text{ desc} = 20 \log \left( \frac{4\pi F_{\text{desc}} d_{\text{desc}}}{c} \right) \quad (4.16)$$

donde:

$$F_{\text{desc}} = 11930 \text{ MHz}$$

Frecuencia ascendente

$$d_{\text{desc}} = 36,799.685 \text{ km}$$

Distancia hacia el satélite

$$C = 3 \times 10^8$$

Velocidad de la luz

Sustituyendo valores, tenemos:

$$L_s \text{ desc} = 20 \log \left( \frac{4\pi(11930 \times 10^6)(36799.685 \times 10^3)}{3 \times 10^8} \right)$$

$$L_s \text{ desc} = 205.2915 \text{ dB}$$

Figura de mérito de la ET, ésta la calculamos con la ecuación 4.17.

$$(G/T) = \text{GRX} - 10 \text{ LOG } (T_s) \quad (4.17)$$

Donde:

GRX = Ganancia de la ET receptora

Ts = Temperatura total del sistema

Sustituyendo valores en esta ecuación, tenemos:

$$(G/T)_{ET} = 38.20 - 10 \text{ Log } (94.80)$$

$$(G/T)_{ET} = 18.43 \text{ dB}^{\circ}\text{K}$$

sustituyendo en la ecuación 4.14 tenemos:

$$(C/No)_{desc} = 30.49 + 18.43 - (-228.6) - 205.2915 - 1.0$$

$$(C/No)_{desc} = 71.22 \text{ dB-Hz}$$

Haciendo uso de la ecuación 4.7, pero considerando la relación portadora a ruido descendente, tenemos:

$$(C/N)_{desc} = (C/No)_{desc} - 10 \text{ Log } (AB)$$

sustituyendo los valores:

$$(C/N)_{desc} = (71.22) - 10 \text{ Log } (97.28 \text{ E}3)$$

$$(C/N)_{desc} = 21.34 \text{ dB}$$

Una vez calculados los valores de las relaciones de interferencia, podemos calcular la relación portadora a ruido descendente total, considerando la ecuación 4.8 para un enlace descendente

$$\left( \frac{C}{N} \right)_{DESCTOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{N_{desc}} / 10 \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{I} / 10 \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{X_{pol}} / 10 \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{X_{satady}} / 10 \right)}} \right]$$

Antes de efectuar el cálculo correspondiente a la relación portadora-ruido descendente, realizaremos algunos cálculos necesarios. Para calcular la potencia retenida por el transpondedor a la salida tendremos la siguiente expresión:

$$OPBO_i = MOBO - MIBO + IPBO_i \quad (4.18)$$

En esta expresión MOBO y MIBO son atenuaciones que sufre la señal dentro del satélite, estos datos se obtienen de tablas proporcionadas por el proveedor del servicio satelital.

$$(G/T)_{ET} = 38.20 - 10 \text{ Log} (94.80)$$

$$(G/T)_{ET} = 18.43 \text{ dB}^\circ\text{K}$$

sustituyendo en la ecuación 4.14 tenemos:

$$(C/No)_{desc} = 30.49 + 18.43 - (-228.6) - 205.2915 - 1.0$$

$$(C/No)_{desc} = 71.22 \text{ dB-Hz}$$

Haciendo uso de la ecuación 4.7, pero considerando la relación portadora a ruido descendente, tenemos:

$$(C/N)_{desc} = (C/No)_{desc} - 10 \text{ Log} (AB)$$

sustituyendo los valores:

$$(C/N)_{desc} = (71.22) - 10 \text{ Log} (97.28 \text{ E}3)$$

$$(C/N)_{desc} = 21.34 \text{ dB}$$

Una vez calculados los valores de las relaciones de interferencia, podemos calcular la relación portadora a ruido descendente total, considerando la ecuación 4.8 para un enlace descendente

$$\left( \frac{C}{N} \right)_{DESCTOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{N_{desc}} / 10 \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{I} / 10 \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{X_{pol}} / 10 \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{X_{satady}} / 10 \right)}} \right]$$

Antes de efectuar el cálculo correspondiente a la relación portadora-ruido descendente, realizaremos algunos cálculos necesarios. Para calcular la potencia retenida por el transpondedor a la salida tendremos la siguiente expresión:

$$OPBO_i = MOBO - MIBO + IPBO_i \quad (4.18)$$

En esta expresión MOBO y MIBO son atenuaciones que sufre la señal dentro del satélite, estos datos se obtienen de tablas proporcionadas por el proveedor del servicio satelital.



Sustituyendo los valores:

$$OPBO_i = 5.0 - 7.5 + 22.21$$

$$OPBO_i = 19.71 \text{ dB}$$

Ahora sustituyendo en la ecuación 4.9 tenemos,

$$C/I = -(-97.2) - 19.71 - 49.88$$

$$C/I = 27.61 \text{ dB}$$

Ahora sustituimos en la ecuación 4.10 los valores correspondientes;

$$C/X_{pol} = -(-107.5) - 19.71 - 49.88$$

$$C/X_{pol} = 37.91 \text{ dB}$$

Y después en la ecuación 4.11,

$$C/X_{satady} = 30.49 - (-15.00 - 38.20) - 49.88$$

$$C/X_{satady} = 33.81 \text{ dB}$$

Sustituyendo en la ecuación análoga 4.8:

$$\left( \frac{C}{N} \right)_{DESCTOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{a \log\left(\frac{22.22}{10}\right)} + \frac{1}{a \log\left(\frac{27.61}{10}\right)} + \frac{1}{a \log\left(\frac{37.91}{10}\right)} + \frac{1}{a \log\left(\frac{33.81}{10}\right)}} \right]$$

$$(C/N)_{DESCTOTAL} = 20.80 \text{ dB}$$

Una vez que tenemos calculados estos datos procedemos a evaluar el enlace para tener el enlace completo con el satélite.

### Evaluación del enlace

En este punto se calcula la relación  $C/N_{TOTAL}$ , es decir, la resultante de la combinación entre el enlace ascendente total y el enlace descendente total. Además calcularemos la relación  $C/N_{REQUERIDA}$  ( $C/N_{REQ.}$ ), que depende de las características del módem y de la señal de comunicaciones. Al comparar a la  $C/N$

TOTAL con la C/N REQUERIDA, obtenemos el valor del Margen del Enlace que nos indicará finalmente si nuestro enlace cumple o no con la calidad deseada en el diseño del enlace.

La ecuación 4.19 es la que utilizaremos para calcular la relación portadora a ruido total.

$$(C/N)_{TOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{N_{ASC} / 10} \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{C}{N_{DESC} / 10} \right)}}} \right] \quad (4.19)$$

Sustituyendo valores en esta ecuación tenemos:

$$(C/N)_{TOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{\text{alog} \left( \frac{28.68}{10} \right)} + \frac{1}{\text{alog} \left( \frac{20.80}{10} \right)}}} \right]$$

$$(C/N)_{TOTAL} = 20.14 \text{ dB}$$

Mediante la ecuación 4.20 determinaremos la relación de portadora a ruido requerido,

$$(C/N)_{REQ.} = E_b/N_o + 10 \text{ Log (Vel inf)} - 10 \text{ Log (AB)} \quad (4.20)$$

sustituyendo en esta ecuación los valores correspondientes, tenemos:

$$(C/N)_{REQ.} = 6.5 + 10 \text{ Log (128 E3)} - 10 \text{ Log (97.28 E3)}$$

$$(C/N)_{REQ} = 7.69 \text{ dB}$$

El margen del enlace lo calculamos con la ecuación 4.21,

$$ME = (C/N)_{TOTAL} - (C/N)_{REQ.} \quad (4.21)$$

Sustituyendo valores:

$$ME = 20.14 - 7.69$$

$$ME = 12.45 \text{ dB}$$

El margen del enlace debe ser mayor o cuando menos igual a cero. En caso de que el margen sea negativo, quiere decir, que nuestro enlace no corresponderá a la tasa de bits erróneos planteada como condición inicial de diseño. Si el margen es inferior al esperado, incrementaremos la PIRE de ET propuesta inicialmente y recalculemos nuevamente, hasta lograr el margen del enlace que nosotros hayamos fijado como condición del diseño del enlace.

No es recomendable que el valor del HPA quede justo con relación al valor calculado.

### Para la estación Rx-Tx de Mérida

Relación portadora a densidad de ruido descendente.

Como el enlace es muy similar al ya efectuado para Chihuahua, haremos uso de las mismas ecuaciones, pero con los valores para la estación terrena de Mérida.

Para nuestro cálculo tenemos que:

$$\mu_{\text{desc}} = 5.4, \text{ Para la disponibilidad de } 99.98 \text{ en la banda Ku.}$$

Para el cálculo de la PIRE del satélite sustituiremos valores en la ecuación 4.15, al igual que utilizaremos la ecuación 4.13.

$$L_{p \text{ asc}} = 10 \text{ Log } ((4\pi)(36402.441 \text{E}3)^2)$$

$$L_{p \text{ asc}} = 162.21 \text{ dB}$$

Y la ecuación 4.15 nos da:

$$PIRE_{\text{SAT}} = -(-102.10) - 10 + 7.5 - 161.38 + 47.88 - 5.0 + 49.80$$

$$PIRE_{\text{SAT}} = 30.06 \text{ dBW}$$

Para calcular las pérdidas en espacio libre descendentes, utilizamos la ecuación 4.16, sustituyendo valores tenemos:

$$\begin{aligned} F_{\text{desc}} &= 11930 \text{ MHz} \\ d_{\text{desc}} &= 36,861.803 \text{ km} \\ C &= 3 \times 10^8 \end{aligned}$$

Frecuencia descendente  
Distancia hacia el satélite  
Velocidad de la luz

$$L_{desc} = 20 \log \left( \frac{4\pi(11930 \times 10^6)(36861.803 \times 10^3)}{3 \times 10^8} \right)$$

$$L_{desc} = 205.306 \text{ dB}$$

Calculamos la figura de mérito de ET con la ecuación 4.17:

Sustituyendo valores:

$$(G/T)_{ET} = 38.20 - 10 \log (94.80)$$

$$(G/T)_{ET} = 18.43 \text{ dB}^\circ\text{K}$$

Con estos datos ya calculados sustituimos en la ecuación 4.14, y tenemos:

$$(C/No)_{desc} = 30.49 + 18.43 - (-228.6) - 205.306 - 5.4$$

$$(C/No)_{desc} = 66.81 \text{ dB-Hz}$$

Utilizando la ecuación 4.7, tenemos

$$(C/N)_{desc} = (C/No)_{desc} - 10 \log (AB)$$

Sustituyendo por sus valores nos da:

$$(C/N)_{desc} = (66.81) - 10 \log (97.28 \text{ E}3) -$$

$$(C/N)_{desc} = 16.92 \text{ dB}$$

Calculamos la relación portadora a ruido descendente total, de la ecuación 4.8, para esto, primero evaluamos la ecuación 4.18, y nos queda:

$$OPBO_i = 5.0 - 7.5 + 22.21$$

$$OPBO_i = 19.71 \text{ dB}$$

De la ecuación 4.9, sustituyendo nos queda,

$$C/I = -(-97.2) - 19.71 - 49.88$$

$$C/I = 27.61 \text{ dB}$$

Ahora de la ecuación 4.10 tenemos,

$$C/X \text{ Pol} = -(-107.5) - 19.71 - 49.88$$

$$C/X \text{ Polarización cruzada} = 37.91 \text{ dB}$$

De la ecuación 4.11 tenemos sustituyendo:

$$C/X \text{ satady} = 30.49 - (-15.00 - 38.20) - 49.88$$

$$C/X \text{ satady} = 33.81 \text{ dB}$$

Sustituyendo estos valores en la 4.8 nos da:

$$\left( \frac{C}{N} \right)_{DESCTOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{a \log(17.86/10)} + \frac{1}{a \log(27.61/10)} + \frac{1}{a \log(37.91/10)} + \frac{1}{a \log(33.81/10)}} \right]$$

$$(C/N)_{DESCTOTAL} = 17.28 \text{ dB}$$

### Evaluación del enlace

En este punto se calcula la relación  $C/N_{TOTAL}$ , es decir, la resultante de la combinación entre el enlace ascendente total y el enlace descendente total. Además calcularemos a la relación  $C/N_{REQUERIDA}$  ( $C/N_{REQ.}$ ), que depende de las características del módem y de la señal de comunicaciones. Al comparar a la  $C/N_{TOTAL}$  con la  $C/N_{REQUERIDA}$ , obtenemos el valor del Margen del Enlace que nos indicará finalmente si nuestro enlace cumple o no con la calidad deseada en el diseño del enlace.

De la ecuación 4.19 sustituimos los valores y tenemos,

$$(C/N)_{TOTAL} = 10 \log \left[ \frac{1}{\frac{1}{a \log(28.68/10)} + \frac{1}{a \log(17.28/10)}} \right]$$

$$(C/N)_{TOTAL} = 16.97 \text{ dB}$$

después de obtener este dato utilizamos la ecuación 4.20, y evaluamos con los valores, correspondientes,

$$(C/N)_{REQ.} = 6.5 + 10 \text{ Log} (128 \text{ E3}) - 10 \text{ Log} (97.28 \text{ E3})$$

$$(C/N)_{REQ} = 7.69 \text{ dB}$$

Una vez obtenido este valor, utilizamos la ecuación 4.21, y sustituimos por los datos ya mencionados,

$$ME = 16.97 - 7.69$$

$$ME = 9.28 \text{ dB}$$

El margen del enlace debe ser mayor o cuando menos igual a cero. En caso de que el margen sea negativo, quiere decir, que nuestro enlace no corresponderá a la tasa de bits erróneos planteada como condición inicial de diseño. Si el margen es inferior al esperado, incrementaremos la PIRE de ET Rx-Tx propuesta inicialmente y recalcularemos nuevamente, hasta lograr el margen del enlace que nosotros hayamos fijado como condición del diseño del enlace, aquí cabe señalar que la razón por la cual se cambian o proponen valores de la PIRE de la ET Rx-Tx, es debido a que es la parte que mas fácil podemos maniobrar de las que conforman nuestro enlace, solo imaginemos lo problemático que seria tratar de darle mas potencia a la señal dentro del satélite, los paneles solares de este serian enormes y mas costoso el poder controlar su órbita; es por eso que se hace importante ver lo correspondiente al HPA.

Cálculo de la potencia consumida en el HPA (POTHPA).

$$POTHPA = PIRE_{ET} - GTx + L_{HPA Y ANT}$$

Donde:

- POTHPA: Potencia consumida por el amplificador de alta potencia
- PIRE<sub>ET</sub>: Potencia radiada isotrópica por la estación terrena
- GTx: Ganancia de la antena transmisora

Sustituyendo valores:

$$POTHPA = 47.88 - 42.0 + 1$$

$$POTHPA = 6.88 \text{ dBW}$$

y en Watts:

$$POTHPA = \text{ALOG}(6.88 \text{ dBW} / 10)$$

$$POTHPA = 4.87 \text{ W}$$

Ahora veamos lo correspondiente a la siguiente etapa; después de que la señal baja del satélite, tenemos la ET la cual se encarga de recibir la señal que regresa del satélite, mediante una antena parabólica, la cual cuenta con un sistema de localización del satélite (GPS).

La Figura 4.21. nos muestra el enlace ascendente (Up link) y descendente (Down link), los mensajes son generados a lo largo de la República a través de llamadas telefónicas y son procesadas en el centro telefónico, el enlace satelital ascendente es a través de una sola estación terrena transmisora en la banda Ku, mientras que el enlace descendente se recibe por estaciones base Rx-Tx encargadas de radiar la señal correspondiente.

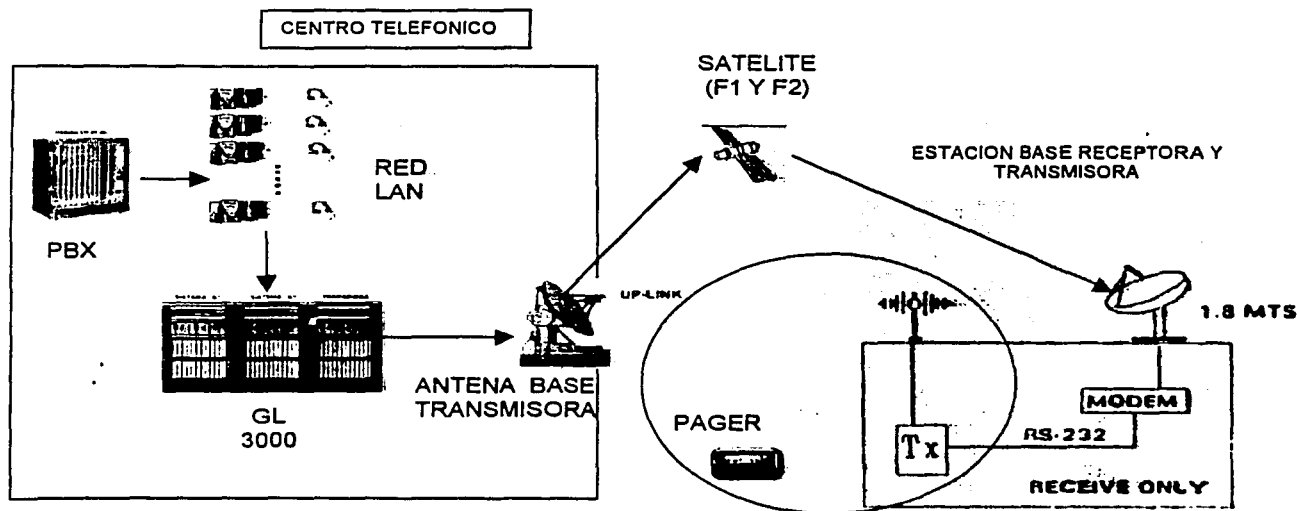


Figura 4.21. Diagrama de enlace del sistema de radiolocalizadores.

### 4.3. Estaciones Base Receptora y Transmisora

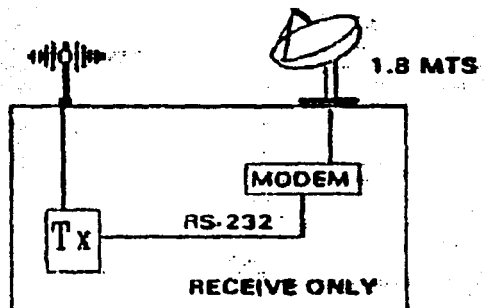
Las estaciones base Rx-Tx cumplen dos funciones: la primera es recibir los mensajes provenientes del satélite, y la segunda, radiarlos hasta los usuarios. De manera general, la estación base Rx-Tx recibe la señal del satélite a través de un módem y la dirige al transmisor, éste radia la señal para ser captada por los radiolocalizadores.

Las estaciones base Rx-Tx están relacionados con los multiplexores que forman la red *Frame-Relay* por lo que se tendrán estaciones base Rx-Tx en donde se tengan multiplexores.

La cantidad de estaciones base Rx-Tx será de acuerdo a la extensión territorial de la población a la que se le ofrece el servicio, esto por la potencia de transmisión requerida, por ejemplo: En la ciudad de Jalapa, se tendrá 1 estación base Rx-Tx (potencia de 500 W, cobertura de 30 km de diámetros aproximadamente), mientras que en la ciudad de Monterrey se tendrán 4 estaciones base Rx-Tx.

Las estaciones base Rx-Tx están programadas para reconocer si la señal proveniente de la estación terrena transmisora contiene un mensaje que deben recibir o no. Esto lo logran leyendo en la cabecera de cada mensaje, el código correspondiente a la base Rx-Tx que se asocia al número de pin de cada usuario, de acuerdo a la cobertura contratada del servicio. Si detectan el código que corresponde a esa estación base Rx-Tx procesan el mensaje, si no, lo ignoran.

La figura 4.22. muestra los elementos que componen la estación base Rx-Tx, la cual incluye: una antena parabólica receptora, un módem, el cual se comunica con el transmisor y una antena radiadora. La antena parabólica se ubica a una altura de 1.8 mts de altura aproximadamente y recibe la señal a 12 GHz.



**Figura 4.22. Diagrama general de una estación base Rx-Tx.**



Una vez que se detecta que el mensaje debe ser procesado por la estación base Rx-Tx, el módem demodula el mensaje proveniente de la antena parabólica y lo adecua para llegar al transmisor por una interfaz serial RS-232. Posteriormente, el transmisor recibe el mensaje a través de una interfaz acopladora entre el módem y el transmisor. El mensaje es procesado con un dispositivo controlador de señal, a continuación pasa por una etapa excitadora y finalmente el mensaje es amplificado por un amplificador, el cual determina la potencia de la señal que va a ser radiada por la antena transmisora.

La antena parabólica es de 2.5 m de diámetro, los transmisores son de la familia Glenayre GL-E5000, GL-C9000, GL-T8000 y GL-T9000, son transmisores de baja potencia (con un rango de 250 a 500 watts de potencia), transmisores UHF para radiolocalizadores que utilizan protocolos pocsag, flex y reflex, con modos de transmisión en "simulcast", tienen estabilidad de frecuencia. Los transmisores Glenayre además, proporcionan compatibilidad con la terminal de paging, la cual opera los mismos protocolos para radiolocalizadores (pocsag y flex), básicamente.

**Punto com comunicaciones** trabaja con 2 frecuencias F1 = 931.4375 MHz y F2 929.4375 MHz.

### **Normas De Ubicación De Antenas Transmisoras**

La antena del transmisor debe cumplir con las siguientes normas de ubicación.

- Colores rojo y blanco
- 18 mts de altura (reglamentario)
- Electrodo- tierra calibre 000
- Pararrayos de bronce

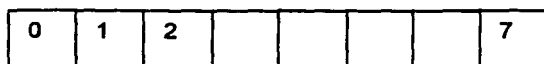
Una vez que la señal es radiada por la antena de transmisor la recepción es captada por el equipo terminal (radiolocalizador o pager).

## **4.4. Pager**

Los radiolocalizadores son de diferentes marcas por lo que sus funciones y diseño cambian. La terminal GL3000 se programa para reconocerlos a todos; les asigna números de identificación únicos (PIN y capcode), para cada marca y modelo hay un software propio y se les asignan parámetros propios.

La terminal GL3000 y el pager se comunican a través de los protocolos POCSAG y FLEX, la estructura básica de estos protocolos se muestra a continuación:

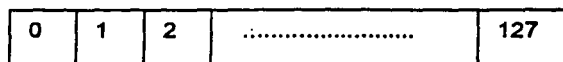
## POCSAG (8 TRAMAS)



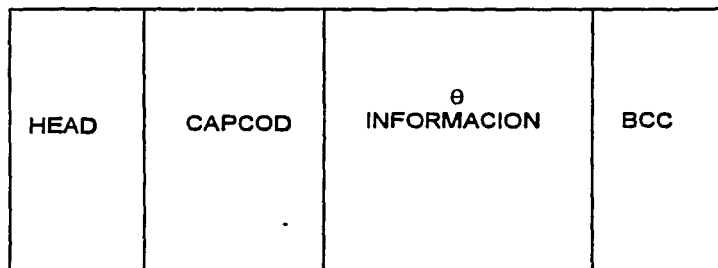
TRAMA


 SUPER TRAMA

## FLEX (128 TRAMAS)



Una trama es la unidad mínima de un pager y está formada de la siguiente manera:



Donde:

**HEAD:** Es el encabezado: Alfanumérico (A), numérico (N), tono (T), Desactivado (X). Se selecciona uno a la vez.

**CAPCODE:** Número que identifica al pager (de manera única en la GL3000).

**θ INFORMACIÓN:** MENSAJE (contenido)

**BCC:** *Block check character* (VELOCIDAD)

La velocidad de procesamiento en Glenayre (GL3000) de los protocolos es la siguiente:

- S-POCSAG 1200 bauds

- 24-POCSAG 2400 bauds
- FLEX 1600-6400 bauds

Como se mencionó anteriormente, la programación para que un radiolocalizador (pager) sea identificado por nuestro sistema, corresponde paralelamente a 2 elementos: la terminal de paging (GL3000) y el programa PDT.

Los datos que se introducen al pager para que la terminal GL3000 lo identifique de manera única son:

- Velocidad de protocolo (Por ejemplo: para 24-POCSAG es de 2400 bauds)
- Capcode (Son 7 dígitos)
- Cobertura (Por ejemplo: 109 para el D. F.)
- Carácter (Alfanumérico)

El programa PDT introduce los siguientes datos para identificar de manera única al pager con los datos asignados paralelamente a la terminal GL3000:

- No. Pin Del Pager (7 Dígitos)
- Velocidad De Protocolo (El mismo que en GL3000)
- Capcode (El mismo que en GL3000)
- Cobertura (La misma que en GL3000)

La asignación de valores en la terminal GL3000 y el software PDT se realiza con el fin de reducir el margen de error en que un pager no sea reconocido por el sistema y principalmente para que no se manipulen los valores asignados.

En el mercado de las telecomunicaciones existen varias empresas que se encargan de desarrollar equipo terminal, cada marca tiene diferentes modelos, para cada modelo existe un software el cual programa de diferente manera, la Tabla 4.6, nos indica los primeros dígitos que se asignan al capcode de los diferentes modelos de *paggers motorola*:

MODELO	DIGITOS (CAPCODE)
MEMOEXPRES	00
ADVISOR	10
SCRIPTOR	17 FLEX, E17
ADVISOR	00 FLEX, E00
INDEX	18
TRACKER	19
COMPANIG	18 FLEX, E18
SENDER	14
ALPHA 9000	15

**Tabla 4.6. Asignación de primeros dígitos del capcode en diferentes paggers.**

Para que nuestro sistema identifique a un pager éste se tiene que programar asignando valores que correspondan a los servicios ofrecidos por dicho sistema, la programación se realiza en ambiente Windows y se utiliza una interfaz universal en la cual se coloca el pager (cada modelo de pager tiene su propia interfaz universal) y ésta se conecta a través de un cable telefónico a la computadora. Incluso puede ser programado remotamente vía módem.

A continuación se presenta un ejemplo de programación en un pager:

## MEMOEXPRESS (POCSAG)

EQUIPO: INTERFAZ UNIVERSAL, CABLE TELEFONICO

Modelo más comercial:

Primero nos dirigimos al directorio raíz y tecleamos:

C:/ CD MEMO EXP + ENTER  
C:/ MEMO EXP/ DIR + ENTER  
C:/ MEMO EXP. EXE + ENTER

EL PAGER TIENE QUE ESTAR ENCENDIDO

LED DE LA INTERFACE UNIVERSAL ON (COLOR ROJO) + ENTER

PASSWORD ----- + F3 + ENTER

F4 + ENTER EDIT PROGRAMAR

SCREEN ----- LEYENDA EN PANTALLA

CUALQUIER INFORMACION, BARRA ESPACIADORA PROPORCIONA OPCIONES POR DEFAULT

2 CAPCODE

A PERSONAL

B NOTICIAS

FUNCION - TYPE

A ALFANUMERICO

N NUMERICO

X NINGUNO

Y TONO

PRIORITY FUNTION (Y,N) "N"

CODE TYPE : INDIVIDUAL

GROUP (LEYENDA, GRUPO, MENSAJE)

MAIL DROP: ENCIMA MENSAJES

F8 SIGUE PAGINA

F4 MENU PRINCIPAL (PROGRAMAR)

F10 + ENTER + ENTER Y SALIR

## F1 AYUDA

La terminal GL3000 está combinando 2 protocolos para radiolocalizadores, por lo que debe identificar a cada uno sin error, para lo cual le asigna las siguientes variables:

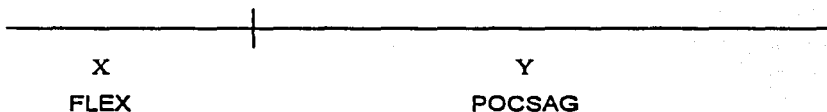
X FLEX  
Y POCSAG

Anteriormente se mencionó que el sistema ofrece 2 frecuencias en el canal UHF: F1: 931.4375 MHz. y F2: 929.4375 MHz. Ambos protocolos para radiolocalizadores se encuentran mezclados en ambas frecuencias. La mayor cantidad de usuarios tiene *paggers* con protocolo POCSAG (S y 24) mientras que la minoría de usuarios tiene *paggers* con protocolo FLEX.

La terminal de Glenayre (GL3000) por características propias asigna tiempos de salida a uno y otro protocolo, asignando mayor tiempo al protocolo POCSAG (debido a la mayor cantidad de *paggers* que trabajan con este formato), sin embargo, los usuarios con *pager* con protocolo FLEX tienen también asignado un tiempo de salida a satélite por parte de la GL3000.

Los tiempos asignados por la GL3000 son:

X TIEMPO FLEX  
Y TIEMPO POCSAG



## SECUENCIA DE TIEMPO

Y 232 SEGUNDOS  
X 7.5 SEGUNDOS

Con este criterio resulta evidente que mientras los mensajes con determinado protocolo salen de la GL3000 hacia el enlace satelital (*Up link*), los usuarios del otro protocolo tienen que esperar, con esto se genera un atraso en el envío y por consecuencia de recepción de mensajes.

*En este capítulo se ha presentado el diseño del sistema de Radiolocalizadores, para el siguiente capítulo mostraremos las pruebas de funcionamiento aplicadas a dicho sistema y los resultados obtenidos.*

## Capítulo 5

# Monitoreo y operación de la red

*En este capítulo mostraremos el funcionamiento completo del sistema, las posibles fallas que se puedan tener, cómo detectarlas y resolverlas.*

El sistema de radiolocalizadores de **Punto Com Comunicaciones** ofrece un servicio de cobertura nacional las 24 horas, los 365 días del año de forma ininterrumpida. El servicio lo proporciona en dos frecuencias rentadas: F1 931.4375 MHz. y F2 929.4375 MHz. La F1 para radiolocalizadores con protocolo POCŞAG y F2 para radiolocalizadores con protocolo FLEX.

La puesta en operación del sistema de comunicaciones para radiolocalizadores implicó la integración de las siguientes etapas:

1. Concentración y enrutamiento de la información (PSTN).
2. Unidad de control (conmutador, Red LAN, Paging y Estación terrena).
3. Estaciones base.
4. Recepción del mensaje (abonado).

En la etapa 1 se generan las llamadas desde cualquier punto de la República en donde se tiene cobertura. Como se sabe cada ciudad tiene sus respectivos números telefónicos (familia de líneas), éstos son direccionados y enrutados de los multiplexores a los **switches**, la conexión en delta entre **switches** finaliza en un cuarto **switch** el cual hace llegar las líneas a los multiplexores conectados en cascada ubicados en el SITE dentro del Centro Telefónico.

La etapa 2, Unidad de control, está formada por diferentes subetapas, las cuales se describen brevemente a continuación:

2.1. Conmutador. Dispositivo que se encarga de recibir todas las llamadas generadas en la República y asignarlas de manera aleatoria a cada una de las operadoras.

2.2. Red Lan, cada operadora tiene una computadora personal, la cual está conectada a una Red LAN, en este equipo terminal se tiene instalado el programa PDT, este software captura el mensaje y lo asigna al usuario correspondiente.

2.3. Paging, terminal que integra y unifica en 2 protocolos (POCSAG y FLEX) a todos los pager, identificando de manera única a cada uno conjuntamente mediante el programa PDT, también asigna estaciones base correspondientes a la frecuencia previamente asignada para cada uno de los usuarios (pager).

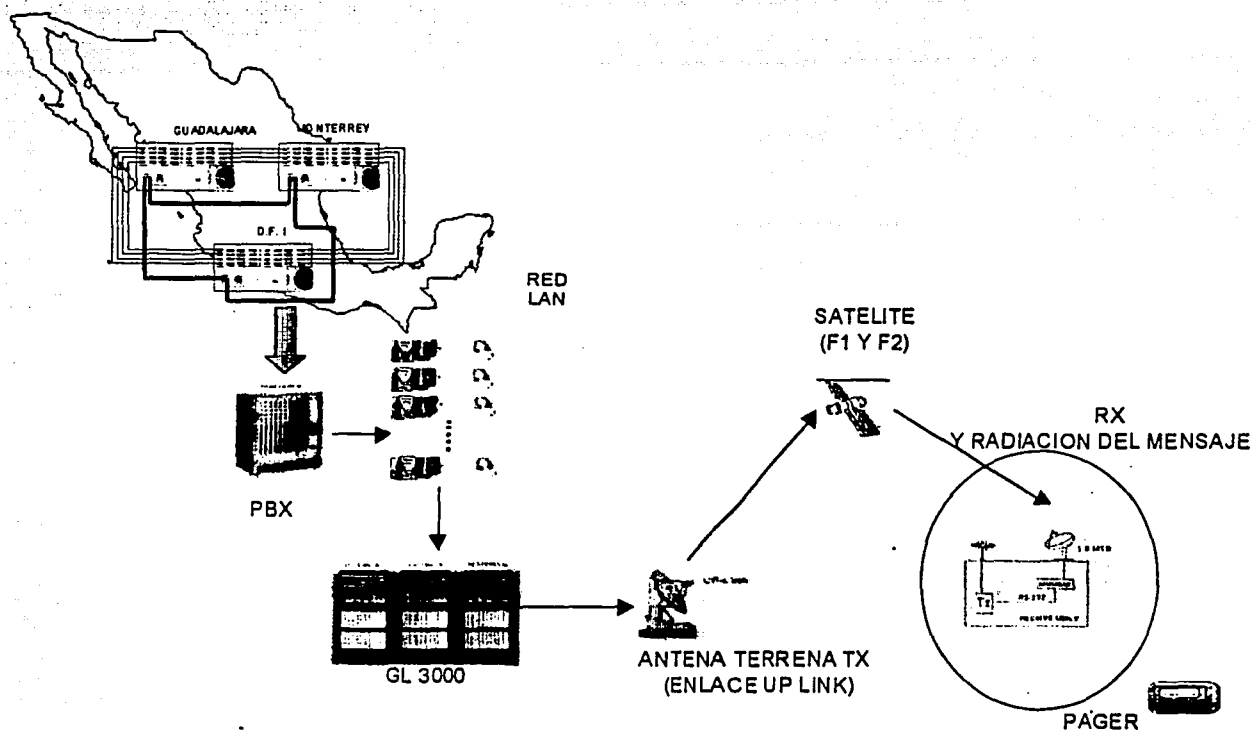
2.4. La información en carácter alfanumérico, que se genera en la terminal de Paging, es dirigida a un módem satelital, del cual la información se direcciona a un sky data para posteriormente dirigirse a la estación terrena; ésta es la encargada de realizar el enlace Up link hacia el satélite, dependiendo la frecuencia (F1 y F2) que tenga asignado el radiolocalizador, dicho enlace es en la banda Ku.

La etapa 3 está compuesta por las estaciones base, quienes reciben la señal emitida por el satélite, la cual se asigna por la terminal de paging al usuario que se pretende hacer llegar el mensaje. Estas estaciones base están dispersas en la República Mexicana.

En la etapa 4 los radiolocalizadores se programan de acuerdo a los requerimientos que la empresa ofrece como servicio; se asigna un capcode (número único por Glenayre y PDT), frecuencia F1 ó F2, y zona de cobertura (lugar geográfico) que pretende rentar.

La figura 5.1. muestra el sistema completo para radiolocalizadores, incluye todas las etapas, desde que se generan las llamadas hasta que se recibe el mensaje en el radiolocalizador.

Como se puede observar en la figura 5.1. el sistema para radiolocalizadores en su totalidad está compuesto por elementos que se encuentran dispersos a lo largo y ancho de la república mexicana (multiplexores, *switches* (3), transmisores, servicio FSTN) y elementos que se encuentran concentrados en el Centro Telefónico, en el SITE para ser específicos ( un 4° *switch*, multiplexores en cascada, conmutador, red LAN, *pagin*, estación terrena ). La operación de dicho sistema de comunicaciones representa el servicio que se ofrece, una correcta operación implica un servicio eficiente, el verificar de forma constante el sistema nos llevó a la creación del departamento de monitoreo.



**Figura 5.1. Sistema de radiolocalizadores.**

## Centro de Monitoreo

El **Centro de Monitoreo** es el departamento encargado de seguir paso a paso el funcionamiento de las diferentes etapas que integran el sistema para radiolocalizadores. Esta labor implica apoyarse con personal capacitado y equipo adecuado, para mayor eficiencia y mejores resultados, con esto pretendemos determinar exactamente el origen de una falla y realizar su pronta reparación. Las diversas etapas se vigilan en monitores.

La figura 5.2. muestra los diferentes monitores instalados en el Centro de Monitoreo, cada monitor corresponde a una etapa.





**Figura 5.2. Monitores instalados en el centro de Monitoreo.**

Dentro del sistema para radiolocalizadores encontramos etapas que se tienen que monitorear de manera permanente, hay otras que no implican mayor contratiempo, tienen un margen de falla que nos permite no ser tan minuciosos con ellos. De las primeras podemos mencionar la etapa 1, la subetapa 2.3, y las etapa 3 y 4; mientras que por las segundas se encuentran, la subetapa 2.1, 2.2 y 2.4. A continuación explicaremos de manera independiente la forma de monitoreo en cada etapa del sistema para radiolocalizadores.

Etapa 1, concentración y enrutamiento de la información (Red PSTN). En esta etapa se monitorea la Red Frame Relay, la cual está formada por el servicio PSTN (líneas telefónicas, DS0 y fibra óptica, E1 punto multipunto, E0 dedicado, y E1 dedicado) y equipo de multiplexaje (multiplexores y switches). Las líneas telefónicas se verifican llamando a la cabeza de grupo de una familia, con esto se determina que las demás están funcionando correctamente, para los demás tipos de líneas de transmisión rentados a la PSTN nos apoyamos en los software de monitoreo tanto de los multiplexores como de los switches, ACT View y HP Openview respectivamente. Estos programas nos permiten mediante un monitor cada uno, determinar en tiempo real el estado del equipo y las líneas asignadas. Si una línea de fibra óptica (DS0, E0, E1 etc.) falla el proveedor mediante su departamento MAC (Modulo de Atención a Clientes), NOC (**Network Operation Center**, Centro de Operación de Red) principalmente, son quienes monitorean y resuelven los problemas.

Las características principales del software ACT View y HP Open View son:

## **ACT View**

**ACT View.** Este software mantiene contacto remoto con los diferentes multiplexores, mediante el cual se manipulan los parámetros y se configura la información con lo que se identifica el DS0, el E1 punto multipunto y el *switch* asignado para cada uno de los diferentes multiplexores, así como el status del

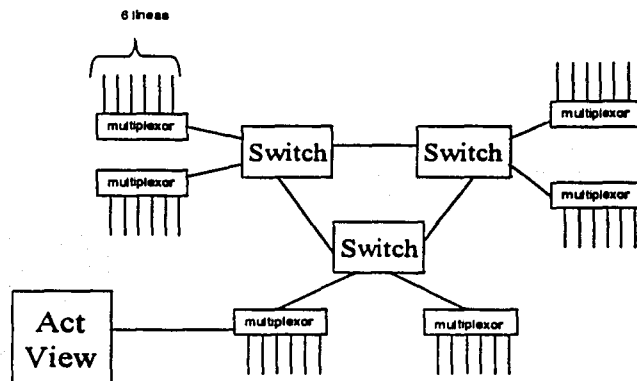
mismo multiplexor, el cual puede ser que esté operando correctamente, esté apagado, fuera de sincronía, alarmado (equipo dañado), etc.

## HP Open View

**HP Open View.** Este software mantiene contacto remoto con los switches; manipula y configura los parámetros, cada switch es representado por un triángulo, el cual cambia de color según el status de operación (verde opera correctamente, amarillo fuera de sincronía, posible falla del equipo y rojo fuera de servicio). En la práctica el color amarillo puede ser provocado por tráfico de llamadas y con esto se espera un tiempo prudente con lo que el **switch** vuelve al color verde de operación normal; cuando el color es rojo el **switch** está fuera de servicio, por lo tanto la línea E1 punto multipunto con sus DS0's y multiplexores correspondientes, por lo que hay que resetar el equipo, hablarle al técnico asignado en la zona y al proveedor correspondiente, en este caso la alternativa será la línea 01800 rentada. Este software permite configurar el equipo (**switch**) y asignar los parámetros nodo, mapa, ruta, con lo que la identificación de los diferentes multiplexores es única.

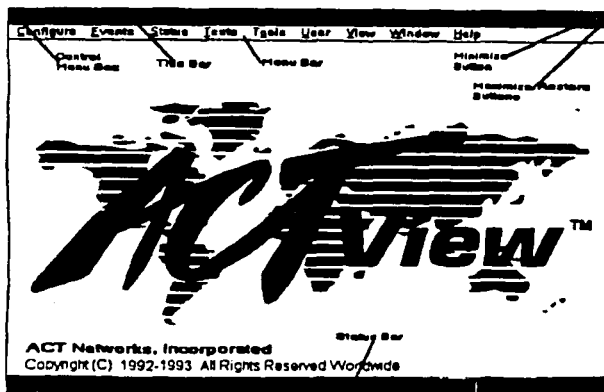
También existe la posibilidad que el proveedor PSTN tenga fallas con su equipo y/o líneas rentadas, por lo que frecuentemente se tiene que estar en contacto con ellos para la pronta solución de la falla.

La figura 5.3. muestra la conexión del multiplexor, de líneas digitales comerciales (6 líneas por multiplexor), y el switch. Como se sabe el multiplexor es un dispositivo electrónico que como principal función tiene multiplexar y dirigir las señales a otro medio electrónico (switch), las señales (6 líneas) entran al multiplexor a través de los slots (6), internamente la señal se comprime, se multiplexa y se entrega mediante la salida composite link, la cual dirige la señal a la interfaz de nuestro proveedor PSTN (línea DS0), hasta aquí se completa la conexión líneas digitales - multiplexor - proveedor PSTN (línea DS0). Posteriormente la señal se conecta al switch asignado, para lo cual nuestro proveedor conecta la línea DS0 a un time slot del E1 punto multipunto, también rentado y que corresponde al switch asignado, este sistema de conexión se realiza para los "n" multiplexores y switches que se requieran.



**Figura 5.3. Act View en multiplexores.**

La figura 5.4. muestra la pantalla del programa **ACT View**. Como se observa, mediante este programa también se asignan parámetros como: crear un mapa, nodo, ruta de multiplexor a *switch*, etc. También nos permite verificar el estado del propio multiplexor.



**Figura 5.4. Pantalla principal del programa Act View.**

Haciendo una descripción breve del programa Act View tenemos:

El menú **configure** incluye las opciones de:

- NMS
- *Network*
- *Node*
- *Switch*.
- *Save Settings On Exit*
- *Exit ACT view...*

El menú **events** incluye las opciones de:

- now

El menú **status** incluye las opciones de:

- Node** → *Composite Link*
- Data Channel....*
- Expansion Channel...*
- System...*

El menú **Tools** incluye las opciones de:

- **Control panel**
- **Terminal**

El menú **View** incluye las opciones de:

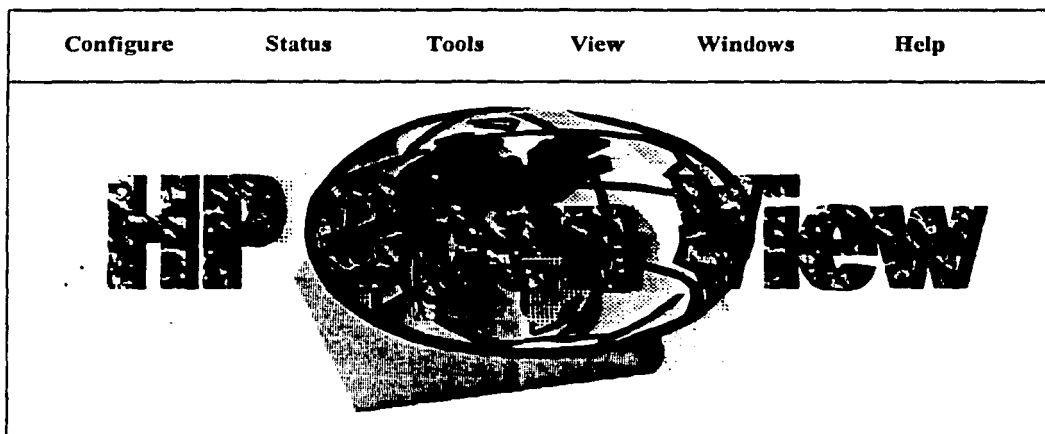
**Line Monitor...**  
**Message Log**  
**Network...**  
**Report...**  
**Symbol Palette**  
**Zoom In**  
**Zoom Out**  
**Zoom Top**

El menú **Window** incluye las opciones de:

**Cascade**  
**Title**  
**Arrange Icons**  
**Close All**

Estos son los menús más utilizados en configuración de datos para un multiplexor.

La figura 5.5. muestra la página principal del software HP Open View, diseñado para los switches, dicho programa permite visualizar el comportamiento, manipular parámetros de configuración de estos dispositivos electrónicos, así como de los diferentes elementos que intervienen con ellos, líneas DS0, E1 punto multipunto, E0 dedicado, etc.



**Figura 5.5. Software HP Open View.**

En lo que corresponde a la etapa 2, lo referente al conmutador y Red LAN, es común que fallen terminales telefónicas y de cómputo, sin embargo, la cantidad de éstas hace que una falla pase prácticamente desapercibida, a eso se pueden sumar detalles como que una llamada no es contestada, el número de PIN se escribió de manera errónea, se asignó mal la cobertura, etc. Para esto el conmutador mediante un tarifador arroja resultados como tiempo de llamadas, terminal que la tomó, etc. El dispositivo de Paging mediante una salida conectada a un monitor muestra los mensajes que constantemente son generados por los usuarios y que las operadoras capturan, la terminal paging es programada para dar salida en "x" tiempo al protocolo (FLEX) y otro "x" tiempo de salida al protocolo POCSAG (el tiempo "x" se determina de acuerdo a la demanda de usuarios que tiene cada protocolo), esto nos permite tener control sobre el tiempo exacto de salida de un mensaje.

La Tabla 5.1. presenta un ejemplo de mensajes generados por nuestro sistema, a través de la terminal de paging. El monitor nos muestra información como: número de PIN del radiocalizador, protocolo que utiliza, el mensaje que va a recibir, tiempo de entrada a la terminal de paging, tiempo de salida de dicha terminal, si existe cola de mensajes (cantidad de mensajes en espera), y el tiempo de retraso (salida a la siguiente etapa del sistema).

No de PIN	Protocolo	Mensaje	Hora in	Hora out	Cola de mensajes	Tiempo retraso
5552321	Pocsag	Te espero en la.....	10:30	10:30:40	16	00:0040 seg.
5552345	Pocsag	La cita es .....	10:31	10:31:41	18	00:0041 seg.
5552346	Flex	Fue un éxito....	10:32	10:32:20	8	00:00:20 seg.
5552456	Flex	No olvides.....	13:26	13:35:45	78	00:09:45 seg.

**Tabla 5.1. Salida de mensajes y retraso de tiempo.**

La subetapa 2.4 se monitorea conjuntamente con las etapas 3 y 4, ya que al activarse la (s) estación (es) terrena (s) correspondiente (s), y cuando el pager recibe el mensaje por lógica el satélite está transmitiendo.

## Network Manager

La etapa 3 se monitorea remotamente mediante el *software Network Manager*. Este programa monitorea el status de los transmisores a través de un *módem - telular* (especie de celular con mejores características de recepción), este último se conecta directamente a una terminal de cómputo. Se puede saber si el transmisor opera correctamente, está alarmado, o se encuentra fuera de servicio, y remotamente se pueden corregir los parámetros como: potencia, pérdida de sincronía con el GPS, potencia reflejada, equipo apagado, equipo dañado, etc. Si la falla no se puede solucionar de manera remota se avisa al técnico asignado a la zona correspondiente.

La Tabla 5.2. muestra las diferentes alarmas de los transmisores, prioridad, abreviación, y una breve descripción de cada una.

ALARMA ABREVIADA	PRIORIDAD	DESCRIPCION INGLÉS	EN	DESCRIPCION EN ESPAÑOL
LKBD	9	LINK BAD		ERROR DE DATOS ENL. SAT.
ETR	2	TIME ERROR		PERDIDA DE SINCRONIA GPS
PWFL	3	POWER FAIL		FALLA ENERGIA ELEC. O FUENTE
VSWR	2	RF HIGH REFL.		ALTA RF REFLEJADA
FAUL	1	TX FAULT		TX CON FALLA GRAVE
LEER	2	LINK ERROR		ERROR DATOS INCORREGIBLES ENL. SAT.
TWRN	5	TIME WARNING		PROB. SYNC. GPS (PRECAUCION)
SHDW	3	SHUTDOWN		TX EN SHUTDOWN
RFIN	3	PA RF IN		PROB. RF EN EXCITADOR
LORF	3	PA LO RF		PROB. RF EN AMPLIFICADOR
TPHI	4	TEMP. HI		ALTA TEMP. EN TX
FWLO	4	POWER FORWARD LOW		BAJA POTENC. SAL. EN TX

**Tabla 5.2. Alarmas de transmisor.**

El software Network Manager diseñado para transmisores permite monitorear y configurar parámetros remotamente incluye las alarmas arriba mencionadas y presenta a continuación la configuración correcta de cada alarma mediante 12 anexos, cada uno corresponde a una alarma. Estos anexos son los que despliega el monitor que nos permite monitorear el estado de cada transmisor, así como corregir un parámetro de configuración en caso de ser necesario.

## ANEXO 2

## ALARM CONFIGURATION

Record 1 of 40

1. Name  
 2. Action when active  
 3. Active debounce Time (mS)  
 4. Inactive debounce Time (mS)  
 5. Logging lockout time (sec)  
 6. Start up time (sec)  
 7. Logging repeat period (min)  
 8. Logging priority  
 9. Interlock to tx keyed  
 10. Description

LKBD  
 None  
 15000  
 5000  
 60  
 30  
 2  
 9  
 No  
**Error Datos Enl. Sat.**

Alarm state:  
 Lockout count:

11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	Active	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20ref1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20ref2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	Inactive
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 3

## ALARM CONFIGURATION

Record 2 of 40

1. Name
2. Action when active
3. Active debounce Time (mS)
4. Inactive debounce Time (mS)
5. Logging lockout time (sec)
6. Start up time (sec)
7. Logging repeat period (min)
8. Logging priority
9. Interlock to tx keyed
10. Description

TERR

None

15000

3000

60

30

3

2

No

Perdida Sinc. En Gps.

Alarm state:

Lockout count:

11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	Active	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	Inactive	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	--	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20ref1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20ref2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		



## ANEXO 4

## ALARM CONFIGURATION

Record 3 of 40

1. Name		<b>PWFL</b>		Alarm state:	
2. Action when active		None		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		10000			
4. Inactive debounce Time (mS)		10000			
5. Logging lockout time (sec)		60			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		2			
8. Logging priority		3			
9. Interlock to tx keyed		No			
10. Description		<b>Falla Energía Elec. O Fuente</b>			
11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Active	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 5

## ALARM CONFIGURATION

Record 4 of 40

1. Name  
 2. Action when active  
 3. Active debounce Time (mS)  
 4. Inactive debounce Time (mS)  
 5. Logging lockout time (sec)  
 6. Start up time (sec)  
 7. Logging repeat period (min)  
 8. Logging priority  
 9. Interlock to tx keyed  
 10. Description

**VSWR**  
 Fail  
 1000  
 1000  
 120  
 30  
 3  
 2  
 Yes  
**Alta RF Reflejada**

Alarm state:  
 Lockout count:

11. Keyed	Active	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	--	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	Active	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	Active	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 6

## ALARM CONFIGURATION

Record 5 of 40

1. Name		LKBD		Alarm state:	
2. Action when active		No		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		15000			
4. Inactive debounce Time (mS)		10000			
5. Logging lockout time (sec)		60			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		3			
8. Logging priority		1			
9. Interlock to tx keyed		Yes			
10. Description		<b>Tx Con Falla Grave</b>			
11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	Inactive	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	Active	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	Inactive	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 7

## ALARM CONFIGURATION

Record 6 of 40

1. Name
2. Action when active
3. Active debounce Time (mS)
4. Inactive debounce Time (mS)
5. Logging lockout time (sec)
6. Start up time (sec)
7. Logging repeat period (min)
8. Logging priority
9. Interlock to tx keyed
10. Description

LERR

None

20000

5000

60

30

3

2

No

Datos Incorreçibles Enl. Sat.

Alarm state:

Lockout count:

11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	Inactive	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	Active
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 8

## ALARM CONFIGURATION

Record 7 of 40

1. Name		TWRN		Alarm state:	
2. Action when active		None		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		30000			
4. Inactive debounce Time (mS)		10000			
5. Logging lockout time (sec)		60			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		2			
8. Logging priority		5			
9. Interlock to tx keyed		No			
10. Description		Prob. Sync. GPS			
11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	Inactive	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	Active	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LEr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20ref1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 9

## ALARM CONFIGURATION

Record 8 of 40

1. Name		<b>SHDW</b>		Alarm state:	
2. Action when active		None		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		30000			
4. Inactive debounce Time (mS)		10000			
5. Logging lockout time (sec)		120			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		2			
8. Logging priority		3			
9. Interlock to tx keyed		No			
10. Description		<b>Tx En Shutdown</b>			
11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	Active	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 10

## ALARM CONFIGURATION

Record 9 of 40

1. Name		RFIN		Alarm state:	
2. Action when active		None		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		1000			
4. Inactive debounce Time (mS)		1000			
5. Logging lockout time (sec)		60			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		3			
8. Logging priority		3			
9. Interlock to tx keyed		Yes			
10. Description		Prob. RF En Excitador			
11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	Active	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 11

## ALARM CONFIGURATION

Record 10 of 40

1. Name		<b>LORF</b>		Alarm state:	
2. Action when active		None		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		1000			
4. Inactive debounce Time (mS)		1000			
5. Logging lockout time (sec)		60			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		3			
8. Logging priority		3			
9. Interlock to tx keyed		Yes			
10. Description		<b>Prb. De RF En Amplif.</b>			
11. Keyed	Active	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	Inactive	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	Inactive	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	Active	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LEr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	Active	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		



## ANEXO 12

## ALARM CONFIGURATION

Record 11 of 40

1. Name  
 2. Action when active  
 3. Active debounce Time (mS)  
 4. Inactive debounce Time (mS)  
 5. Logging lockout time (sec)  
 6. Start up time (sec)  
 7. Logging repeat period (min)  
 8. Logging priority  
 9. Interlock to tx keyed  
 10. Description

**TPHI**  
 Fail  
 60000  
 30000  
 60  
 30  
 7  
 4  
 No  
**Alta Temp. En Tx**

Alarm state:  
 Lockout count:

11. Keyed	--	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	--	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	Active	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	--	52. AL18	--	77. I20refl1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20refl2	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

## ANEXO 13

## ALARM CONFIGURATION

Record 12 of 40

1. Name		<b>FWLO</b>		Alarm state:	
2. Action when active		None		Lockout count:	
3. Active debounce Time (mS)		5000			
4. Inactive debounce Time (mS)		1000			
5. Logging lockout time (sec)		60			
6. Start up time (sec)		30			
7. Logging repeat period (min)		2			
8. Logging priority		4			
9. Interlock to tx keyed		Yes			
10. Description		<b>Baja Potenc. Salida En Tx</b>			
11. Keyed	Active	36. AL02	--	61. AL27	--
12. Morse ID	--	37. AL03	--	62. AL28	--
13. Link bad	--	38. AL04	--	63. AL29	--
14. Time err	--	39. AL05	--	64. AL30	--
15. Time warn	--	40. AL06	--	65. AL31	--
16. Pwr fail	--	41. AL07	--	66. AL32	--
17. PA RF IN	--	42. AL08	--	67. AL33	--
18. PA LO RF	--	43. AL09	--	68. AL34	--
19. SHUTDW	--	44. AL10	--	69. AL35	--
20. ISOLATO	--	45. AL11	--	70. LErr	--
21. VSWR	--	46. AL12	--	71. AL37	--
22. FAULT	--	47. AL13	--	72. WTim	--
23. EX KEY	--	48. AL14	--	73. Link	--
24. Tx DC ON	--	49. AL15	--	74. ETim	--
25. Temp low	--	50. AL16	--	75. I20mxout	--
26. Temp hi	--	51. AL17	--	76. I20mnout	--
27. FWD LO	Active	52. AL18	--	77. I20ref1	--
28. FWD HI	--	53. AL19	--	78. I20ref12	--
29. Ana lo 2	--	54. AL20	--	79. I20tmp	--
30. HI VSWR	--	55. AL21	--	80. I20fail	--
31. RSSI LO	--	56. AL22	--	81. Eb/No	--
32. Ana hi 3	--	57. AL23	--	82. User	--
33. 13.5V LO	--	58. AL24	--	83. Link err	--
34. 13.5V HI	--	59. AL25	--	84. Startup	--
35. AL01	--	60. AL26	--		

Etapa 4. Se refiere propiamente a la recepción del mensaje en el equipo terminal, aquí las fallas más frecuentes son: que el usuario se encuentra fuera de la zona de cobertura (30 km a la redonda por la potencia de los transmisores), que tiene el equipo apagado, el equipo se daño, no hizo cambio de cobertura (servicio *roaming*), mala recepción del equipo (cristal dañado), no tiene asignada la frecuencia correspondiente, etc.

El integrar diversas etapas implica diferente comportamiento, éste puede variar y afectar el funcionamiento general del sistema para radiocalizadores. El personal del departamento de monitoreo siempre tiene que estar alerta de una falla o posible falla, además de estar capacitado y tener experiencia en el campo de las telecomunicaciones.

## Bitácora de Fallas

El personal del departamento elabora una bitácora diaria, en ésta se anotan fallas, tiempo que dura la falla, solución de ésta, entre otros datos. La Tabla 5.3. muestra la bitácora, la cual es semanal, esto nos permite detectar las fallas y corregirlos de manera rápida y eficiente, además de tratar de prevenirlas.

**CENTRO DE MONITOREO**  
**FECHA: DEL 04 DE JULIO AL 10 DE JULIO**

FECHA	LUGAR	SITIO	HORA FALLA	TIEMPO FUERA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ACCIÓN TOMADA
<b>PROBLEMA DE TELMEX</b>						
Jul-04	México, D.F	Centro Telefónico	0:55	3:00:00	El punto multipunto fuera de servicio. Folio: 97070544	Se resetean tarjetas bloqueadas en Telmex.
Jul-04	Guadalajara	Sucursal	1:33	3:25:00	Línea 6784888 fuera de servicio. Folio: 97070110	Problema en el equipo de Telmex
Jul-04	Tampico	T. Línea B.	5:10	11:00:00	1 Línea de Tampico fuera de servicio. Folio: 97070111	Par de cobre roto.
Jul-04	México, D.F	Sucursal	12:27	3:13:00	El dedicado Monterrey-México funcionando de manera intermitente. Folio: 97070127	Probado sin daño
Jul-08	Toluca	T. Línea B.	23:00	17:56:00	DSO de Toluca 1 y 2 fuera de servicio. Folio: 97070259	Fusibles fundidos en el multiplexor
Jul-09	Guadalajara	Sucursal	19:00	1:20:00	Línea de envío de mensaje se cortan llamadas. Folio: 97070290	Línea bloqueada en la central
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>				<b>39:54:00</b>		

**PUNTO COM (ÁREA TÉCNICA:  
TRANSMISIONES)**

Jul-05	Zacatecas	T.V. Sitio	12:00	0:03:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se hace funcionar remotamente
Jul-05	Cd. Obregón	T.V. Sitio	14:25	0:03:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se hace funcionar remotamente
Jul-05	D.F. Coacalco	Sitio Particular	14:30	0:03:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se hace funcionar remotamente
Jul-08	Durango	T.V. Sitio	1:00	3:00:00	Tx F1 Fuera de servicio	Apagado por mantenimiento preventivo y correctivo
Jul-08	Villahermosa	T.V. Sitio	19:45	1:15:00	Tx F1 Fuera de servicio. Equipo Alarmado	Se resetea físicamente el equipo
Jul-09	Campeche	T.V. Sitio	14:15	0:30:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se hace funcionar remotamente
Jul-09	Mazatlan	T.V. Sitio	19:48	5:00:00	Tx F1 Fuera de servicio	Apagado por mantenimiento preventivo y correctivo
Jul-10	Campeche	T.V. Sitio	2:44	0:06:00	Tx F1 Fuera de servicio	Apagado por mantenimiento preventivo y correctivo

**Tabla 5.3. Ejemplo de la bitácora semanal (Continúa).**

Jul-10	Villahermosa	T.V. Sitio	13:00	0:40:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se sincroniza el GPS
Jul-10	Mazatlan	T.V. Sitio	17:28	19:00:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se reseteo el equipo
Jul-10	Minatitlan	T.V. Sitio	19:20	3:00:00	Tx F1 Fuera de servicio	Se reseteo el equipo
Jul-10	Torreón	T.V. Sitio	0:50	4:00:00	Tx F1 Fuera de servicio	Apagado por mantenimiento preventivo y correctivo
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>36:00:00</b>			

**PUNTO COM (ÁREA TÉCNICA:  
VOZ Y DATOS)**

<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>	<b>0:00:00</b>
---------------------------	----------------

**CENTRO DE MONITOREO  
FECHA: DEL 04 DE JULIO AL 10 DE JULIO**

**PUNTO COM (ÁREA  
ADMINISTRATIVA)**

<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>	<b>0:00:00</b>
---------------------------	----------------

**TIENDA LÍNEA BLANCA**

Jul-10	Tapachula	T. Línea B.	21:00	12:00:00	Multiplexor fuera de servicio. Apagado	Se enciende el multiplexor
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>12:00:00</b>			

**OTROS (CONDICIONES  
NATURALES, CFE)**

Jul-04	Guasave	T. Línea B.	7:00	2:33:00	Multiplexor fuera de servicio, falta de energía eléctrica	CFE restablece servicio
Jul-04	Zacatecas	T.V. Sitio	9:40	0:10:00	Tx F1 Fuera de servicio, alarmado por falta de energía eléctrica	Se resetea físicamente
Jul-07	Cd. Guzman	T.V. Sitio	20:43	1:00:00	Tx Apagado por protección debido a tormenta eléctrica	Se enciende el equipo
Jul-08	Cd. Obregón	T.V. Sitio	20:35	1:00:00	Tx F1 Fuera de servicio, alarmado por falta de energía eléctrica	CFE restablece servicio
Jul-10	Laredo	T. Línea B.	7:00	5:00:00	Multiplexor fuera de servicio, falta de energía eléctrica	Se resetea el multiplexor
Jul-10	Tampico	T. Línea B.	13:38	0:01:00	Multiplexor fuera de servicio, falta de energía eléctrica	CFE restablece servicio
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>9:44:00</b>			

**CENTRO DE MONITOREO  
FECHA: DEL 20 DE JUNIO AL 26 DE JUNIO**

FECHA	LUGAR	SITIO	HORA DE FALLA	TIEMPO FUERA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	ACCIÓN TOMADA
-------	-------	-------	---------------	--------------	-------------------------	---------------

**PROBLEMA DE TELMEX**

Jun-20	México, D.F.	Centro Telefónico	19:00	2:30:00	E1 punto multipunto (D.F.) Fuera de servicio. Folio: 97060850	Se ajusta la tarjeta del Switch
--------	--------------	-------------------	-------	---------	---	---------------------------------

**Tabla 5.3. Ejemplo de la bitácora semanal (Continúa).**

Jun-21	Tuxpan	T. Línea B.	7:40	5:40:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060858	Cable coaxial roto.
Jun-21	CD Valles	T. Línea B.	22:40	11:50:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060864	Problema de energía eléctrica
Jun-22	Chetumal	T. Línea B.	9:56	2:34:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060867	Equipo de enlace desconfigurado
Jun-22	Tapachula	T. Línea B.	10:05	2:25:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060868	Equipo de enlace desconfigurado
Jun-22	Tulancingo	T. Línea B.	10:25	2:05:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060869	Equipo de enlace desconfigurado
Jun-22	Taxco	T. Línea B.	10:34	2:00:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060870	Equipo de enlace desconfigurado
Jun-22	Morelia	Guadalajara	13:45	72:00:00	Lada (800) de Telmex fuera de servicio	Sin daño por Telmex, funcionando los Lada (800) de alestra.
Jun-22	Campeche	T. Línea B.	20:27	1:45:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060876	Probado sin daño
Jun-23	Acapulco 1 y 2	T. Línea B.	10:47	0:37:00	DSO fuera de servicio. Folio: 97060888	Problema de energía eléctrica
Jun-23	Nuevo Laredo	T. Línea B.	18:15	46:16:00	3 líneas con problema técnico Folio: 97060909	Conectores con falso contacto
Jun-25	Culiacan	T. Línea B.	10:49	2:00:00	DSO Fuera de servicio. Folio: 97060960	Equipo de Telmex bloqueado
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>149:08:00</b>			

**PUNTO COM (ÁREA TÉCNICA:  
TRANSMISIONES)**

Jun-20	CD. Guzman	T.V. Sitio	14:45	1:00:00	Tx F1. Fuera de servicio	Gps (equipo) alarmado
Jun-23	Tampico	T.V. Sitio	17:45	0:30:00	Tx F1. Fuera de servicio	Pérdida de enlace satelital
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>36:00:00</b>			

**PUNTO COM (ÁREA TÉCNICA:  
VOZ Y DATOS)**

<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>0:00:00</b>			
---------------------------	--	--	----------------	--	--	--

**PUNTO COM (ÁREA  
ADMINISTRATIVA)**

<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>0:00:00</b>			
---------------------------	--	--	----------------	--	--	--

**TIENDA LÍNEA BLANCA**

Jun-20	Morelia	T. Línea B.	7:05	2:00:00	Multiplexor fuera de servicio, apagado.	Se enciende el equipo.
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>12:00:00</b>			

**OTROS (CONDICIONES  
NATURALES, CFE)**

Jun-21	Tapachula	T.V. Sitio	8:40	1:00:00	Tx F1. Fuera de servicio, por falta de energía eléctrica	CFE restablece servicio
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>9:44:00</b>			

**CENTRO DE MONITOREO  
FECHA: DEL 02 DE JUNIO AL 08 DE JUNIO**

FECHA	LUGAR	SITIO	HORA DE FALLA	TIEMPO FUERA	DESCRIPCION DE LA FALLA	ACCIÓN TOMADA
-------	-------	-------	---------------	--------------	-------------------------	---------------

**Tabla 5.3. Ejemplo de la bitácora semanal (Continúa).**

## PROBLEMA DE TELMEX

Jun-01	León	S. Particular	16:00	18:00:00	Tx F1 Alarmado por falta de energía eléctrica	Se resetea físicamente
Jun-01	Salamanca	T. Línea B.	23:00	21:00:00	Multiplexor dañado por variación de voltaje en tienda Elektra.	Se enciende el equipo
Jun-02	Lazaro Cardenas	T. Línea B.	15:20	0:02:00	Multiplexor alarmado por falla eléctrica	Se resetea el multiplexor
Jun-02	Uruapan	T. Línea B.	15:21	0:10:00	Multiplexor fuera de servicio por falla eléctrica	CFE restablece servicio
Jun-03	Salamanca	T. Línea B.	7:00	2:00:00	Multiplexor apagado	Se enciende el equipo
Jun-03	Cd. Valles	T. Línea B.	15:10	0:12:00	Problema de Telmex, afecta el multiplexor de Biper	Se reestablece el servicio
Jun-03	Lazaro Cardenas	S. Particular	17:40	6:50:00	Tx F1 Alarmado por configuración	Se resetea el equipo
Jun-04	Irapuato	T. Línea B.	15:02	0:18:00	Mantenimiento preventivo al Multiplexor	Se enciende el equipo
Jun-04	Mexicali	T. Línea B.	15:40	21:00:00	DSO fuera de servicio, Folio: 97060176	Cables sueltos
Jun-05	Irapuato	T. Línea B.	10:00	9:30:00	1 Línea, sin problema por Telmex: Folio 97060205	Problema en el equipo de Telmex
Jun-06	Culiacan	T. Línea B.	0:42	12:00:00	6 Líneas, con grabación de numero inexistente.	Problema Administrativo
Jun-06	San Luis Potosí	T.V. Sitio	20:00	0:20:00	Tx F1 Equipo alarmado	Se resetea físicamente el equipo
Jun-07	Zacatecas	T. Línea B.	19:21		2 líneas, con ruido Folio: 97060312	Problema en el equipo de Telmex
Jun-08	Nogales	T.V. Sitio	3:34	2:00:00	Tx. F1. Mantenimiento preventivo	Se restablece el servicio
Jun-08	Saltillo	T.V. Sitio	13:06	0:20:00	Tx F1 Mantenimiento preventivo	Se restablece el servicio
Jun-08	Iguala	T.V. Sitio	17:30	1:42:00	Tx F1 Equipo alarmado	Se resetea el multiplexor
<b>TOTAL TIEMPO FUERA</b>			<b>0:00:00</b>			

**Tabla 5.3. Ejemplo de la bitácora semanal.**

La bitácora proporciona los resultados reales del funcionamiento de nuestro sistema para radiolocalizadores, además permite clasificar de manera precisa la falla y el tiempo de duración de ésta, posteriormente se grafican los resultados, por lo general esto es de manera mensual, con esto se pretende tener un control más específico del comportamiento del sistema para radiolocalizadores.

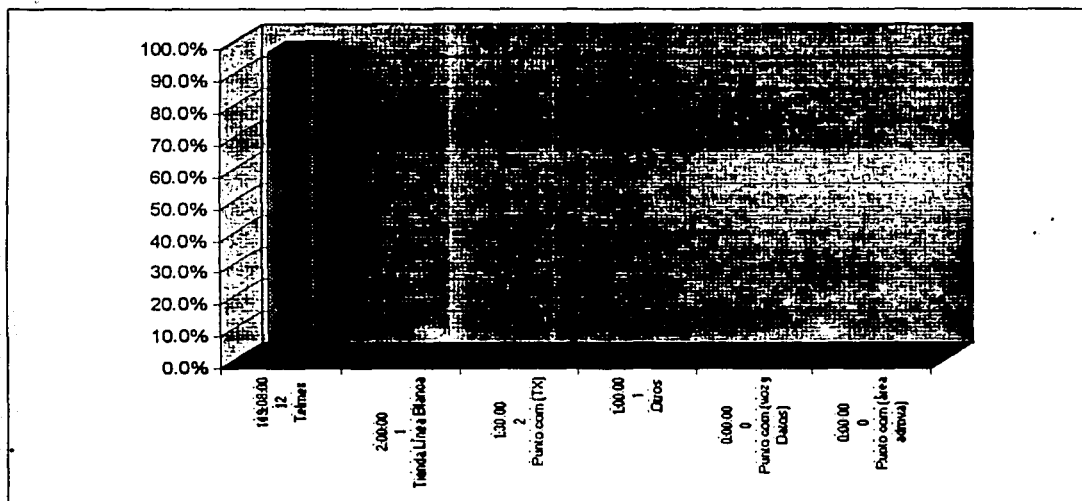
La tabla 5.4. muestra los resultados mensuales obtenidos de la bitácora, en la cual se hace una clasificación: por responsable y tiempo fuera de servicio.

**RESUMEN GRÁFICO DEL TIEMPO FUERA DE SERVICIO  
SEMANA DEL 20 DE JUNIO AL 22 DE JUNIO**

RESPONSABLE	NUMERO DE PROBLEMAS	TIEMPO FUERA	PORCENTAJE T. FUERA POR RESPONSABLE
Telmex	12	149:08:00	97.1%
Tienda Línea Blanca	1	2:00:00	1.3%
Punto com (TX)	2	1:30:00	1.0%
Otros	1	1:00:00	0.7%
Punto com (voz y Datos)	0	0:00:00	0.0%
Punto com (área admva)	0	0:00:00	0.0%

**Tabla 5.4. Datos de fallas contra tiempo del sistema.**

En la Gráfica 5.1. tenemos la representación gráfica de los datos presentados en la tabla 5.4.



**Gráfica 5.1. Fallas contra tiempo.**

De la gráfica anterior se visualiza que el mayor porcentaje de fallas es responsabilidad de la compañía que proporciona el servicio de la Red Frame Relay. Sin embargo, como ellos mismos proporcionan respaldo de las líneas rentadas, el tiempo de solución es corto.

*En este capítulo se ha mostrado cómo se monitorea el sistema para detectar y resolver las posibles fallas que puedan surgir. Esta información nos da una idea real del funcionamiento y la eficiencia del sistema. En el próximo capítulo concluiremos sobre los resultados obtenidos, sobre los objetivos planteados inicialmente y las posibilidades a futuro.*



## Capítulo 6

# Resultados y conclusiones

*En este capítulo se presentan las conclusiones del presente trabajo de acuerdo a los resultados obtenidos, comparando contra las expectativas iniciales.*

## Resultados

El trabajo realizado durante los capítulos anteriores incluye reafirmar conceptos básicos en materia de comunicaciones para radiolocalizadores, así como diseñar, seleccionar, integrar y operar los diversos elementos que comprende el sistema inicialmente propuesto.

Dicho sistema para radiolocalizadores de manera total representa el servicio de generar un mensaje vía telefónica y recibirlo en carácter alfanumérico en el radiolocalizador. El usuario desconoce las diversas etapas y por ende la dificultad real que esto representa.

**Punto Com comunicaciones**, empresa líder en telecomunicaciones, se presenta como una alternativa real para el uso eficaz del servicio de radiolocalizadores. El diseño, selección, integración, operación y los resultados que ofrece proporcionan un servicio que satisface el objetivo inicialmente planteado. Los resultados obtenidos por los departamentos de monitoreo, atención a clientes y quejas que se presentan en el capítulo 5, aseguran un correcto funcionamiento del sistema.

El principal parámetro que se presenta en el sistema y que nos lleva a determinar si el servicio es bueno, malo o regular, y sustentar la calidad del servicio, es el tiempo real que tarda el mensaje desde que se genera hasta que se recibe. Si este tiempo es corto, el servicio es bueno, y lo ideal es mantener esta calidad de servicio de manera ininterrumpida.

La causa principal de las fallas, como se muestra en el capítulo 5, en la gráfica 5.1 son debidas a Telmex, el principal proveedor de la red en delta en *Frame Relay*. Por ello se hace imperativo tener una comunicación estrecha con sus técnicos para cuando surge una falla, de inmediato pedir sea corregida. Mientras menor sea el tiempo que tarde Telmex en corregir sus fallas, mejor será nuestro servicio.

## Conclusiones

Conforme se vayan dando resultados de fallas, comportamientos del mercado y de los clientes, a través del tiempo, se irán ajustando los elementos del sistema que nos permitan mantener la calidad en el servicio.

Una vez conseguida la meta de mantener el sistema operando a nivel nacional, de manera ininterrumpida, con calidad, poco a poco se irá ofreciendo el servicio en más ciudades. A corto plazo se tiene el proyecto de aumentar la cobertura a países de Latinoamérica, con la misma infraestructura ya existente.

Mantener este servicio funcionando correctamente representa invertir en recursos humanos y materiales. La inversión inicial fue baja debido a que se aprovechó la infraestructura existente. El departamento de finanzas, en estudios realizados, proyecta que en tres años se habrá recuperado la inversión inicial. Las posibilidades de expansión son reales e ilimitadas. Con una cuidadosa planeación y utilizando la tecnología del mercado se puede llegar a ser líder en las radiocomunicaciones.

La elaboración del presente trabajo fue realizada gracias a los sólidos conocimientos adquiridos mientras estudiábamos la carrera en la Fac. de Ingeniería. Sin ellos, difícilmente hubiéramos terminado esta gran aventura. Por ello, agradecemos a la Fac. de Ingeniería y a todos los elementos que la integran, ya que de una u otra forma, son parte de este proyecto.

## **Bibliografía**

### **Libros:**

Freeman L., "*Manual De Transmision Y Telecomunicaciones*", Editorial Limusa, 1996, México

García De A., "*Los Satelites De Comunicaciones*", Editorial Trillas, 1993, México

Huidobro J., "*Redes De Comunicaciones*", Editorial Trillas, 1998, México

Sklar B., "*Comunicación Digital*", Editorial Limusa, 1999, México

Tomasi W., "*Telecomunicaciones*", Editorial McGraw-Hill, 1991, México

### **Revistas :**

Forum Frame Relay, "*Guía Básica De Frame Relay*", 1998

Técnico En Redes Y Comunicaciones

### **Manuales:**

Glenayre General Description, GI3000 Version 5.02b, Edición 1995, Copyright Glenayre, Canada

Manuaj Act Networks, Installation And Operation Manual, Sdm -Fp/Jfp, Networks Access Multiplexer, Usa

Manual Act View - Fp , Network Managementy System, "Installation And Operation Manual", Usa

Manual, Network Manager, "Configuracion De Alarmas En Transmisores De Paging", Glenayre, GI-C2000

Manual Hp Open View, "Configuración De Software En Switches"

**Páginas en Internet:**

[www.motorola.com](http://www.motorola.com)

[www.hp.com](http://www.hp.com)

[www.andrew.com](http://www.andrew.com)

[www.glenayre.com](http://www.glenayre.com)

[www.harris.com](http://www.harris.com)

[www.compacq.com.mx](http://www.compacq.com.mx)

[www.lbm.com.mx](http://www.lbm.com.mx)

[www.satmex.com.mx](http://www.satmex.com.mx)

[www.nokia.com.mx](http://www.nokia.com.mx)

[www.nec.com.mx](http://www.nec.com.mx)

[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

[www.ericsson.com](http://www.ericsson.com)

## Glosario

**BW** capacidad de transmisión de un computador o un canal de comunicaciones.

**Duplex** es la habilidad de transmitir y recibir en el mismo canal al mismo tiempo.

**LAP** (*Link Access Protocol*, protocolo de acceso de enlace), el protocolo de nivel de enlace es usado para hacer comunicaciones entre DCE y DTE.

**DCE** (*Data Communications Equipment*, Equipo de comunicación de datos). Dispositivos que proveen las funciones requeridas para establecer, mantener y terminar una conexión de transmisión de datos, por ejemplo un modem.

**DTE** (*Data Terminal Equipment*, Equipo terminal de datos). Dispositivos que actúan como fuente de datos, colector de datos, o de ambas maneras por ejemplo una terminal RS-232.

**MULTIPLEXOR** Es un dispositivo que enchufa varios canales de transmisión de baja velocidad dentro de un canal de alta velocidad. En un extremo del enlace el cual es recibido por otro multiplexor.

**MULTIPLEXANDO** Es una técnica que transmite varias señales sobre un simple canal de comunicación.

**SWITCH** Es un dispositivo que es utilizado para dejar pasar bloques de información hacia otros sistemas o dispositivos.

**TOPOLOGÍA** Es el mapa de una red, existen 2 topologías: FÍSICA y LÓGICA

- FÍSICA Se refiere a la localización del Hardware
- LÓGICA Trayectoria de mensajes que son enviados de un nodo a otro.

**NODO** Varios Dispositivos adheridos a la red que son capaces de comunicarse con otro dispositivo(s) de la red.

**MAPA** Ruta o enlace para la comunicación entre 2 dispositivos.

**COMPOSITE LINK** (Enlace compuesto). La línea o circuito que conecta un par de multiplexores o concentradores, el circuito transporta datos multiplexados.

**RED DE COMUNICACIÓN** Un grupo interconectado de nodos, una serie de puntos, nodos o estaciones conectadas mediante canales de comunicaciones, el ensamblaje del equipo a través del cual se hacen las conexiones entre estaciones de datos.

**RS-232 (SERIAL)** Es la interfaz estándar entre DTE y DCE, empleando intercambio de datos de serie binaria. La interfaz estándar mas común de la industria. El limite es 50 pies con cable típico.

**V.35** Transmisión de datos estándar a 48 Kbps sobre 60 a 108 Khz. de circuitos de banda de grupo.

**TRONCAL (LINEAS)** Un circuito telefónico agregado exclusivo que conecta dos centros de conmutación, oficinas centrales o dispositivos de concentración de datos también puede ser el cable de red principal.

**CABEZA DE GRUPO** Cuando se tienen varias líneas, misma serie (4 47 .....), para asignar un cabeza de grupo identificador y cuando este, este ocupado, acceso cualquier otra línea.

**DID** Servicio que permite acceso al conmutador sin que intervenga la operadora.

**NIP** No accesa necesariamente a un conmutador, solo recibe trafico, no puede generar llamadas al exterior.

**Frame:** Un frame consiste de 32 ranuras de conversación que son muestreadas a una razón Nyquist de 8000 veces por segundo. Así, la longitud de un frame es de 125 microsegundos.

**Número de localización del Hardware :** Este numero consiste de la repisa, número de la ranura física en la repisa y el numero del circuito de interface.

**Unidad de Interface :** Una tarjeta insertable consistente de dos o mas circuitos que se conectan a los buses telefónicos. Las interfaces telefónicas pueden ser hasta de 32 circuitos.

**Circuito de interface:** Un circuito en una unidad que conecta al controlador telefónico vía el bus telefónico. Hay dos tipos: circuitos de tráfico, tales como líneas y troncales y circuitos de servicio tales como receptores DTMF, MF o detectores de tono.

**Ranura Física:** Dependiendo del modelo, cada repisa telefónica puede tener hasta 24 ranuras e las cuales puede residir una unidad de interface. El número de la ranura física es un elemento del número de localización del hardware el cual identifica a cada circuito de interface.

**Lugar Físico:** Este es el gabinete, repisa y ranura física donde reside un circuito de interface.

**Puerto:** Este consiste del lugar físico pareado con una ranura de tiempo dedicada. Esto es, un módulo de conmutación telefónica (fuente de la ranura de tiempo) es conectado al gabinete, repisa y slot haya o no haya circuito de interface en ese lugar o ranura.

**Grupo de Puertos :** Un grupo específico de 32 puertos que soporta unidades de interface de 4, 8 16 o 32 circuitos. Una repisa telefónica consiste hasta de 6 grupos de puertos.

**Puerto de servicio:** Un puerto equipado con un circuito de servicio, tal como un receptor DTMF.

**Puerto de tráfico:** Un puerto equipado con un circuito de tráfico tal como un circuito de línea o de troncal.

**Números de Puerto Secuenciales :** Los números de cuatro dígitos que van desde el 0001 hasta el 1920 asociados con las ranuras de tiempo 128 hasta 2047. El puerto 0001 aparece en el circuito de interface No. 1 en la ranura física No. 1 en la primera repisa telefónica. El puerto 1920 aparece en el último circuito de interface de la ranura 24 de la repisa 12 en los modelos L y de la repisa 8 en los modelos LH.

**Ranura de Conversación :** Esta es solo una referencia general a cualquiera de los 32 segmentos de tiempo que sirven como canal de comunicación en un grupo de puertos. Dentro de un grupo de puertos, las ranuras de conversación 1 a 32 tienen direcciones de circuitos de interface dedicadas en un orden prescrito durante un frame.

**Bus telefónico :** Este bus contiene terminales para dos canales de transmisión y señales de sincronía. Los canales de transmisión son el canal de transmisión y recepción PCM y el canal de recepción. Las señales de sincronía consisten de :

- Un pulso frame para proporcionar sincronización extremo a extremo y para marcar los límites del flujo de la ranura de conversación 32
- Señales de sincronización y reloj
- Una serial de modo que permite al equipo común no solamente enviar señales de control, recibir señales de estado y leer dígitos de identificación de la unidad, sino también marcar los límites de un super-frame de 16 frames para controlar la transmisión de datos vía los canales de datos IN y OUT.

**Ranuras de Tiempo :** Este es un circuito en un modulo de conmutación telefónica que transmite y recibe sincronía, señalización e información codificada para soportar un circuito de interface o funciones internas tales como tonos o llamadas en conferencia. Una ranura de tiempo tiene 2 canales: un canal de comunicación para señales en formato PCM o flujos de 8 bits de datos y un canal de señalización para enviar información de control y recibir información de estado o identificación. El canal de señalización también puede ser usado por equipo de datos para transmisiones de hasta 64 kbits por segundo. Cualquier canal o ambos pueden ser usados en una ranura de tiempo. Cada módulo de conmutación telefónica soporta 512 ranuras de tiempo y un sistema completo 20-20 L o LH (con 4 módulos de conmutación) comprende 2048 ranuras de tiempo. Las primeras 128 ranuras de tiempo (de la 0 a la 127) están preasignadas para tonos y llamadas en conferencia. Las restantes 1920 ranuras de tiempo van a circuitos de interface instalados en las repisas telefónicas

**Puerto(s) no asignable(s):** Algunas unidades de interface no están equipadas con 8 circuitos de interface. Como resultado de eso, algunos de los puertos asignados a una ranura física no pueden acceder a un circuito de interface y resultan no asignables. Por ejemplo, el receptor MF consume los 8 o 16 puertos asignados a un slot, pero solo tiene dos circuitos de interface los cuales tienen acceso a esos puertos. Los restantes 6 puertos son no asignables.



# Apéndice

<b>SOLIDARIDAD 2</b> 113°W			
<b>Solidaridad 2</b>	<b>36 MHz Banda C</b>	<b>72 MHz Banda C</b>	<b>54 MHz Banda Ku</b>
PIRE (dBW) (EOC)	R1 : 37 R2 : 36 R3 : 37	R1 : 40	R4 : 47 R5 : 45
Número de transpondedores	12	6	16
G/T (db/K) (EOC)	R1 : 4 R2 : 1 R3 : -1	R1 : 2	R4 : 2 R5 : -1
Densidad de flujo a saturación (dBW/m <sup>2</sup> )	R1 : -93 R2 : -90 R3 : -90	R1 : -91	R4 : -94 R5 : -91
Redundancia	14 SSPAs para 12 canales	8 SSPAs para 6 canales	19 TWTAs para 16 canales
Potencia de Amplificadores	SSPA de 10 y 16 Watts	SSPA de 14.4 Watts	TWTA de 45 Watts
Rango de atenuación de entrada	0 a 14dB en pasos de 2 dB	0 a 14dB en pasos de 2 dB	0 a 22dB en pasos de 2 dB
Grados de tolerancia en el mantenimiento de la nave espacial	±0.05° N-S ±0.05° E-W		
Vida Estimada de Operación: 14 años		Inicio de Operación: Diciembre de 1994.	

### Información técnica del Satélite Solidaridad 2