

29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

RED CELULAR DE RADIO PAQUETES
DISEÑADA PARA TRANSMISION DE DATOS

TESIS

para obtener el título de
INGENIERO EN COMPUTACION

presentan:

DANIEL JIMENEZ SALAZAR
RAMON LOZANO CERVANTES

289688



DIRECTOR DE TESIS: DR. ANDRES BUZO DE LA PEÑA

México, D. F.

Marzo 2001



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.

Agradecimientos

Primeramente a Dios por que Tuya es, oh Jehová, la magnificencia y el poder, la gloria, la victoria y el honor; por que todas las cosas que están en los cielos y en la tierra son tuyas.

Tuyo, oh Jehová, es el reino, y tú eres excelso sobre todos.

1 Crónicas 29:11

A mis padres por todo su apoyo cariño comprensión, comparto con ellos este esfuerzo, ya que ellos hicieron posible esta carrera, Gracias Mami, Gracias Papi.

A mi Hermana por sus consejos y su apoyo constante.

A mi Tía Maria, y a mi Tía Gloria por su cariño.

Y a todos Gracias.



Ramón

Agradecimientos

Doy gracias al Creador, quien me ha permitido tener los avances en mi vida, gracias por proporcionarme a mi madre Silvia, a la cual le debo todo lo que soy y quien me dió su apoyo en los altibajos de lo que hasta ahora ha sido mi historia, me enseñó dentro de nuestro modesto hogar, que se puede lograr lo que realmente se quiere, muchas gracias mamá; a mi hermana mayor Laura que siempre ha estado cuando la he necesitado, a mi hermana menor Elizabeth, que aunque físicamente ya no este con nosotros nos dió una gran lección porque siempre luchó hasta el último momento (te extraño...). A mi esposa Nancy gracias por tu amor y comprensión durante todos estos años, a mi pequeña Karla Elizabeth que ilumina cada día de mi vida y es mi inspiración para ser mejor cada vez.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de realizar estos estudios dentro de la Facultad de Ingeniería y pertenecer a su distinguida matrícula de profesionales de nuestro país.

A los profesores de la Facultad que han dejado parte de sus vidas dentro de los salones de clase y de los cuales he recibido la enseñanza que me ha permitido llegar hasta aquí.

A mi compañero y amigo Ramón con el cual inicié y terminé la carrera, gracias por el mutuo apoyo (no fue fácil pero al fin lo logramos).

Y a todos los familiares, amigos y compañeros de trabajo que sería difícil enumerar en este momento.

Gracias a todos

Daniel Jiménez Salazar

Temario

INTRODUCCIÓN	1
<i>Antecedentes</i>	2
<i>Objetivo</i>	3
<i>Sumario</i>	4
1 PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN5	
1.1 REESTRUCTURACIÓN DE LA RED BANCRECER.....	5
1.2 QUÉ ES EL EQUIPO DE COMUNICACIÓN VÍA RADIO Y EN QUÉ SE APLICA.....	7
1.3 ARQUITECTURA DEL EQUIPO.	8
1.3.1 <i>Red secundaria</i>	8
1.3.2 <i>Red primaria</i>	9
1.3.3 <i>Centro de control y administración</i>	10
1.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y VENTAJAS.....	11
1.5 DESEMPEÑO	12
2 DESCRIPCIÓN GENERAL..... 13	
2.1 MODELOS Y ESPECIFICACIONES FÍSICAS DEL EQUIPO.....	13
2.1.1 <i>Panel frontal del equipo</i>	14
2.1.2 <i>Panel posterior del equipo</i>	16
2.1.3 <i>Controlador</i>	16
2.2 RADIO MÓDEM	17
2.3 PROTOCOLO DE RADIO.....	21
2.4 DIRECCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE RADIO.	29
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE RADIO	30
3 DISEÑO DE LA RED.....37	
3.1 OBTENCIÓN DE DIRECCIONES DE NODOS RADIADORES (BANCRECER)	37
3.2 FORMATOS DEL LEVANTAMIENTO DE TERRENO REALIZANDO VISITAS.	39
3.3 ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DEL NODO RADIADOR	49
3.4 REALIZACIÓN DE ESTUDIOS PUNTO A PUNTO ENTRE NODO CENTRAL Y EQUIPOS REMOTOS.....	50
4 MANEJO DEL PROTOCOLO DE USUARIO..... 54	
4.1 PROTOCOLO X.25.....	54
4.1.1 <i>Nivel físico</i>	55

4.1.2 Nivel de enlace.....	56
4.1.3 Capa de red	58
4.2 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO CENTRAL Y NODOS REMOTOS PARA PROTOCOLO X.25	62
4.2.1 Capa física.....	65
4.2.2 Capa de enlace o datalink.....	66
4.2.3 Capa de red o paquete.....	68
4.3 EMULACIÓN DE AMBIENTE REAL CON LOS EQUIPOS DE RADIO COMUNICACIÓN	70
4.3.1 Etapa de configuración local (inicial):	71
4.3.2 Etapa de prueba de radio.....	73
4.3.3 Etapa de conexión con los equipos de usuario	73
4.3.4 Operación y monitoreo	73
5 CONCLUSIONES	75
ALCANCES Y PERSPECTIVA	77
BIBLIOGRAFÍA.....	80
INDICE ALFABÉTICO	81

Introducción

Hoy en día las comunicaciones han ocupado un lugar importante dentro de la vida cotidiana de cualquier ciudad, los medios de transmisión de datos son fundamentales para todo tipo de sectores del país ya sea el comercial educativo o gubernamental, la mayoría de las empresas o secretarías de estado tienen necesidades de envío y recepción de información para áreas propias de trabajo y/o externas a cada una de ellas, el medio de comunicación que hasta hace algunos años era el más utilizado se basaba principalmente en una infraestructura de módems y líneas telefónicas, es decir un equipo realizaba el trabajo de servidor en "modo de espera", mientras el otro equipo realizaba la llamada y esperaba la contestación y posteriormente el enlace, el método utilizado en el momento era la única solución viable a la mayoría que requería de envío de información, junto con este tipo de infraestructura se tenían los problemas más conocidos, como el ruido en la línea que muchas veces no mantenía la conexión estable. Como forma de comunicación más estable se tienen las líneas privadas pero en algunos casos los costos no son accesibles para todo mundo y no se está libre en las fallas de la línea.

Actualmente existen métodos de conexión más eficientes y que satisfacen las necesidades de envío de datos, con la ventaja de que los costos comparativos contra los de una línea privada son menores, nos referimos al diseño de una red celular de datos vía radio. Las áreas involucradas en este trabajo son principalmente Bancrecer y Telmex, el primero como el área con la problemática de comunicación y el segundo como el proveedor del servicio de comunicación que será sustituido por una solución más óptima.

La solución que se plantea debe de considerar que no se necesitará modificar la infraestructura existente, hablamos de que no se tendrá que realizar cambios en los protocolos utilizados y los equipos que actualmente tienen que funcionar sin problemas para que sea una buena solución y se tiene que garantizar la máxima confiabilidad en los enlaces que se lleven a cabo.

Antecedentes

Anteriormente los enlaces de Bancrecer hacia sus sucursales se realizaba mediante líneas privadas proporcionadas por Telmex, estos enlaces tenían deficiencias en su funcionamiento ya que constantemente se interrumpía el servicio con las consecuencias que esto implica en una institución bancaria y la solución dependía única y exclusivamente del proveedor del servicio y a veces dicha solución no era lo bastante rápida para que el servicio fuera reestablecido.

El esquema de funcionamiento hasta ahora utilizado, se presenta en la figura 1, La central utiliza un módem para su comunicación con las sucursales y las sucursales a su vez tienen su módem respectivo. En este esquema existe una dependencia con el proveedor de servicio, el cual no siempre es constante, por esta razón se buscó una solución alternativa más eficiente, costeable y de mejor funcionalidad, así fue como se llegó a la conclusión de colocar el equipo de radio.

En el siguiente esquema mostraremos cómo se encontraba anteriormente la red Bancrecer.

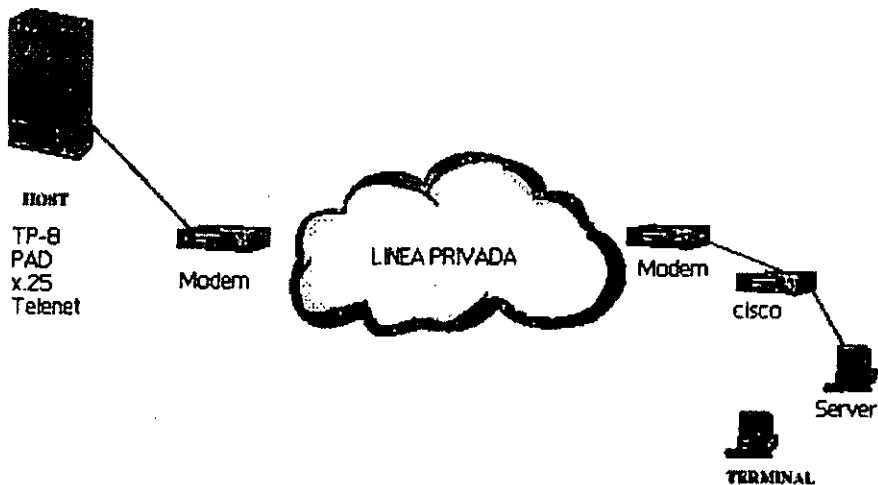


Figura 1 Arquitectura Utilizada

Bancrecer tuvo la necesidad de sustituir su medio de enlace por las constantes fallas y el costo que todo esto implicaba, se necesitaba manejar un medio de comunicación más eficiente, confiable y barato, así fue como se sugirió un sistema de comunicación vía radio.

Este sistema privado, ahora propiedad de Bancrecer cumple con las normas establecidas por la Dirección General de Normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para operar dentro del área metropolitana del Distrito Federal.

El sistema de comunicación de radio punto-multipunto permite enlazar sucursales del área metropolitana de la Ciudad de México con el computador central de Bancrecer vía enlaces de radio dedicados, bajo la técnica de multi-acceso, aumentando así el grado de disponibilidad de la comunicación y por ende el nivel de servicio a las sucursales de Bancrecer.

Como se puede apreciar también en la figura 1 Bancrecer maneja un protocolo de comunicación que es el X.25 y que es respetado con el nuevo esquema de comunicación, en capítulos posteriores daremos una referencia de X.25 y cómo se usa en este equipo de comunicación

Con lo explicado anteriormente, se dio como solución el esquema de la figura 1.1 así se terminó el problema con TELMEX.

Objetivo

El objetivo principal es dar una solución integral, basado en un equipo de comunicación vía radio, el cual podrá atender la función de sistema punto - multipunto, permitiendo al usuario tener el conocimiento necesario para mantener todo el control, además de hacer una óptima planificación de su red de comunicaciones manteniendo la infraestructura actual de equipos y protocolo utilizado. Así mismo quedará capacitado para poder tomar las medidas preventivas correspondientes con el fin de evitar fallas en la comunicación

Sumario

Se han realizado 5 capítulos donde se lleva a cabo la explicación mas a detalle del proceso que llevo al buen término del problema presentado.

En el primer capitulo se muestra la situación existente y el planteamiento de un esquema de solución, se explica que es el equipo a utilizar y la forma de organización que tiene, se muestran las ventajas de la solución planteada y se analiza en una gráfica el desempeño general del equipo.

En el segundo capitulo se muestra un equipo de comunicación y sus especificaciones, se explican los componentes físicos que lo componen y se explica a detalle como trabaja el protocolo de radio y como es que se implementa en el equipo de comunicación.

En el capitulo tres se procede al trabajo de campo en el cual se llevan a cabo los análisis involucrados en lo que tiene que ver con el diseño físico de la red, se obtiene información de cada visita a los lugares indicados en este caso por Bancrecer y se realizan las gráficas correspondientes mediante el auxilio de programas que previamente tienen almacenada la información geográfica de la zona metropolitana (real y a escala), con el fin de que sea detectado algún obstáculo físico y que impida que la señal sea recibida satisfactoriamente, a bien que el enlace se encuentre dentro de los 40 Kms permisibles.

En el capitulo cuatro se lleva a cabo una explicación general del protocolo utilizado en Bancrecer (X.25), se describe la forma de configuración para que el equipo sea capaz de transmitir los datos recibidos en X.25, Se describe la forma de emular un ambiente real de transmisión con el fin de comprobar que todos los parámetros están correctos y garantizar el enlace final al momento de poner el equipo en producción.

Finalmente se muestran las conclusiones en base a la implementación realizada, donde se comprueba que el modelo inicial propuesto cumple con las expectativas esperadas y se dan algunos alcances y la perspectiva para poder realizar una mejora a la solución ya implementada

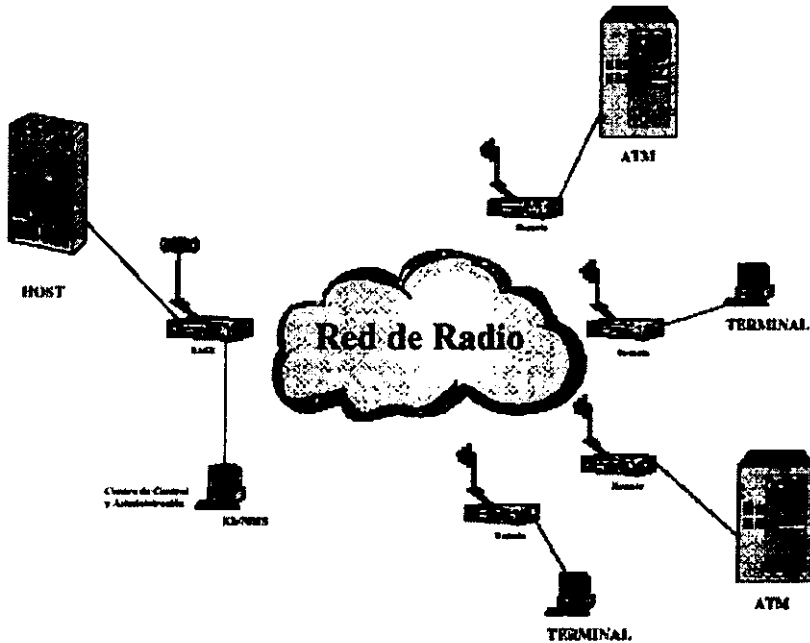


Figura 1-1 Esquema de Conectividad

Como se puede apreciar en esta figura la comunicación vía radio sustituye la línea privada.

Se asigna un equipo que hará la función de nodo central y el cual tiene la característica de ser maestro, por consiguiente los equipos remotos hacen la función de esclavos (esto lo veremos más a detalle en los siguientes capítulos de este documento)

Como se puede apreciar, lo único que se sustituyó fueron los módems, todo esto debido al concepto de punto a multipunto que será explicado más adelante, se puede apreciar que la reestructuración mantiene sin cambios los elementos ya existentes y que no tienen que ver con la transmisión externa de datos al inmueble.

Como parte del asesoramiento en la implementación en equipos de radio, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Frecuencias de Operación: Se consultó con el personal de Bancrecer acerca de las frecuencias que les asignó SCT para enlaces de radiofrecuencia, se obtuvo que las frecuencias de operación son 493.350 y 488.350 MHZ.

- **Análisis de Espectro Radioeléctrico:** Se efectuó un análisis del espectro Radioeléctrico en el nodo radiador tentativo (Central Palo Alto), este análisis en ambas frecuencias tuvo éxito ya que las frecuencias se encuentran libres (No se escucha ruido y/o voz)

- **Estudio de Propagación del nodo Radiador:** Se realizó un estudio de propagación del nodo radiador encontrándose que es la mejor opción ya que prácticamente con los 5 watts de potencia del radio radia gran parte del Distrito Federal. Este punto lo veremos en el capítulo 4 de nuestro documento.

- **Estudios Punto a Punto:** Este estudio se realiza en base a los domicilios físicos de las sucursales de Bancrecreer los cuales se van a enlazar hacía un punto o nodo central, como en el punto anterior esto lo podremos observar a detalle y de igual forma en el capítulo 4 de nuestro documento.

1.2 Qué es el equipo de comunicación vía radio y en qué se aplica

Es un sistema de radio-paquetes punto-multipunto, multiprotocolo que permite a los equipos terminales de datos, distribuidos geográficamente en un área metropolitana o suburbana, comunicarse con sus computadoras centrales (Hosts) en forma eficiente, confiable, rápida y económica, sustituyendo a los enlaces alámbricos tradicionales vía líneas telefónicas. Las aplicaciones más comunes son para los Cajeros Automáticos (ATM), Terminales Punto de Venta (POS), Micro-sucursales Bancarias, Loterías Electrónicas, Sistemas de Reservas, Consulta de Bases de Datos, Transferencias de Archivos, y en general para transmisión de datos.

Es un equipo que permite la comunicación de forma transparente con los equipos terminales, como se pudo apreciar en la figura 1.1 del capítulo anterior, los equipos hacen una función transparente en la red del usuario; es decir en la red del usuario, el equipo actúa como la última milla en el enlace.

Se maneja el concepto de Célula, este término se refiere al conjunto de equipos de radio comunicación, que sirven para interactuar con la red del usuario, este se refiere específicamente a un equipo Base (que deberá estar conectado con el equipo central del usuario), y equipos remotos (que deberán estar conectados a los equipos terminales de los usuarios), y por consiguiente también se refiere al uso de una sola frecuencia de radio, usualmente en la banda de 400 a 512Mhz.

1.3 Arquitectura del equipo.

La Red se puede dividir en tres partes (ver Figura 1.2):

- Red Secundaria.
- Red Primaria, y
- Centro de Control y Administración

1.3.1 Red secundaria

La Red Secundaria es una Red celular de radio, la cual esta formada por tres elementos fundamentales: Estaciones Base, Estaciones Remotas y Estaciones Repetidoras.

La **Estación Remota** es el punto terminal de la Red, en donde se conectan los equipos terminales de usuarios (ATMs, POS, PCs, etc.) Las **Estaciones Remotas** se comunican con la **Estación Base** por medio de un canal de radio half-duplex en la banda UHF (Ultra High Frequency) de 12.5 KHz de ancho de banda, con intervalos de programación del equipo de radio de 6.25 KHz a una velocidad de 9,600 bits por segundo. El canal es compartido en tiempo por todas las **Estaciones Remotas** asignadas a una célula, a través de un protocolo propietario denominado RLP (Radio Link Protocol), y usando un algoritmo CRAR por sus siglas en inglés de "Controlled Random Access with Reservation". Este protocolo permite un uso eficiente del espectro Radioeléctrico para las aplicaciones en línea y multiprotocolo del usuario.

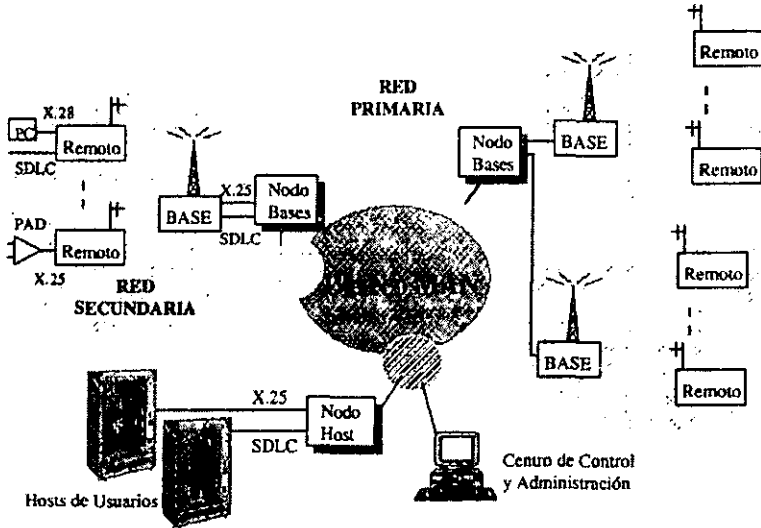


Figura 1-2 Arquitectura de la Red de Radio

Una célula tiene un área de cobertura de hasta 40 Km. de radio, dependiendo de las condiciones del terreno, todo esto también depende del tipo de antenas que se utilicen. Mediante la ubicación adecuada y planeada de células, se pueden definir las áreas de cobertura que se necesitan en una localidad. Puede haber varias células superpuestas, compartiendo el mismo sitio de la estación base, cada una con un canal de radio con diferente frecuencia separado como se especificó anteriormente 12.5 KHz una de la otra. El conjunto de células de una red constituyen la Red Secundaria.

Una o varias células de la Red de Radio pueden operar independientemente y pueden enlazarse por medio de una red WAN o MAN (a la que se llama Red Primaria)

1.3.2 Red primaria

La Red Primaria es la red de transporte entre las Estaciones Base de todas las células y las computadoras centrales de diferentes usuarios que están distribuidas a nivel regional, nacional o internacional.

Los elementos fundamentales de la Red Primaria son dos: Nodos y Red de Transporte.

Los Nodos de la Red Primaria se dividen en dos clases:

- **Nodo Base:** Es un equipo que concentra una o varias Estaciones Base de diferentes células, y enruta el tráfico a través de la Red de Transporte WAN o MAN, para llevar la información de usuarios a sus respectivos Hosts.

- **Nodo Hosts:** es un equipo que se conecta con los Hosts de los usuarios y enruta el tráfico a diferentes destinos (a través de la red de transporte y de las Estaciones Base de la célula)

Estos nodos también se encargan de hacer conversiones de protocolos y distribución o conmutación de tráficos.

La Red de Transporte, es aquella que enlaza a los nodos, y es básicamente una red tipo MAN (Metropolitan Area Network) o tipo WAN (Wide Area Network) o una combinación de ambas, basada en redes públicas existentes (Red Digital Integrada "RDI", Satélites, etc.) o en redes privadas de los propios usuarios.

La configuración, el protocolo de transporte, los protocolos terminales, capacidad, así como la cobertura de la Red de radio, que puede ser regional, nacional o internacional, se adapta fácil y flexiblemente a las necesidades específicas de cada cliente o de cada aplicación en particular.

1.3.3 Centro de control y administración

El Centro de Control y Administración (CCA) se encarga de administrar todos los elementos de la Red de Radio, incluyendo los nodos de la Red Primaria, las Estaciones Base y Remotas de las Redes Secundarias.

El Software del CCA opera sobre una plataforma económica y poderosa, basada en Windows, que corre sobre una PC con procesador 486 DX o mejor. Esta PC también se desempeña como agente SNMP (Simple Network Management Protocol) y puede integrar la administración a una plataforma de administración de Red ya existente.

1.4 Características principales y ventajas

Las características principales de esta red de radio-paquetes que lo distinguen de otros productos son:

a) Uso de una sola frecuencia de radio por célula para las comunicaciones entre la Estación Base y las Estaciones Remotas (para la Banda de 400-512 MHz), esto gracias a la emulación que hace el protocolo de radio como half-duplex.

b) Protocolo propietario del equipo de radio basado en multi-acceso y reservaciones controladas que usan eficientemente el canal de radio, esto se puede apreciar en protocolos de bajo desempeño como SDLC, el cual tiene la técnica de local spoofing la cual refuerza de manera notoria la eficiencia del canal de radio.

c) Funciones avanzadas de control y administración de la red desde un puesto central y/o a nivel local, para cada uno de los elementos de la red, todo esto esta basado en su administrador que esta disponible en versión para DOS y para Windows.

d) Manejo de interfaces Hombre - Máquina (HMI) de control y administración, basado en ventanas de uso sencillo, fácilmente adaptables a las diferentes necesidades de los usuarios.

e) Capacidad y flexibilidad para formar redes públicas y/o privadas, regionales, nacionales e internacionales hechas a la medida de cada necesidad o aplicación.

f) Manejo de múltiples protocolos, como son:

- SDLC
- X.25 (SVCs & PVCs)
- X.28 (PAD Asíncrono)
- Poll / Select
- Visa I y II
- TCP/IP y SLIP
- ALC (Airline Link Control)
- NCR/ISO Asynchronous (NCR Poll/Select)
- BSC (Binary Synchronous Communications, Bisync)
- Asíncronos

g) Flexibilidad para incorporar y desarrollar otros protocolos bajo demanda específica del usuario.

h) Flexibilidad de esquemas de repetición de radio. Esto resulta bastante conveniente sobre todo para enlaces de difícil acceso.

i) Por su gran versatilidad simplifica la configuración de las redes y, por lo mismo, la inversión requerida es menor.

1.5 Desempeño

El desempeño de una célula se ha analizado por medio de un modelo matemático. Dicho modelo toma en cuenta todos los factores reales del sistema y es comparado con el desempeño de sistemas reales.

En la siguiente gráfica se muestra el desempeño (tiempo de respuesta en función de número de equipos terminales) del protocolo de radio (para una célula) El desempeño se evaluó para un ambiente de aplicación como terminales automáticas o ATM. Esto es: cada ATM genera 2 mensajes por minuto y cada mensaje consiste en una petición (con una longitud promedio 60 bytes) del ATM hacia el Host y una respuesta del Host hacia ATM (con una longitud promedio 120 bytes)

Ter a Host msg/min= 2, L. prom= 60 ; Host a Ter msg/min= 2, L. prom= 120;

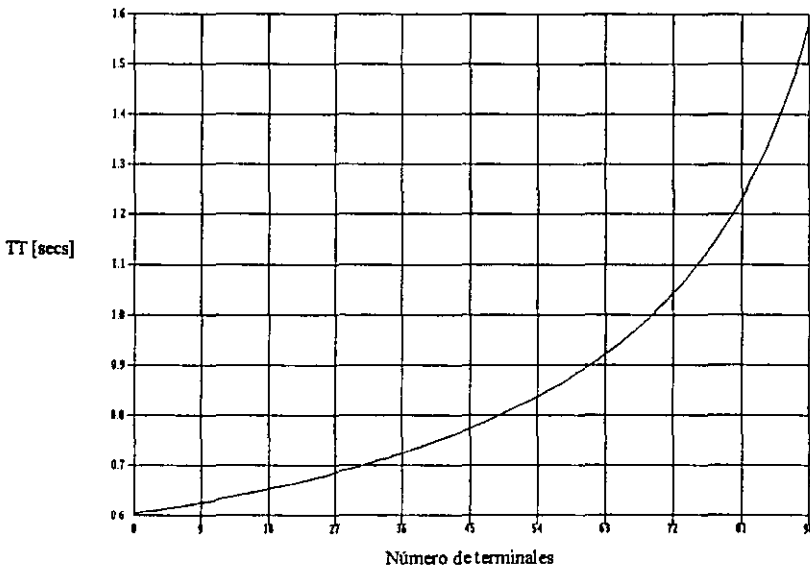


Figura 1-3 Desempeño de una Célula de Radio

2 Descripción General

2.1 Modelos y especificaciones físicas del equipo

Se tienen tres tipos de equipo: Base, Remotos y Repetidor. Cada uno a su vez está conformado por los siguientes elementos (ver Figura 2.1):

- Controlador
- Radio Módem Digital (RF transceiver)
- Fuente de poder

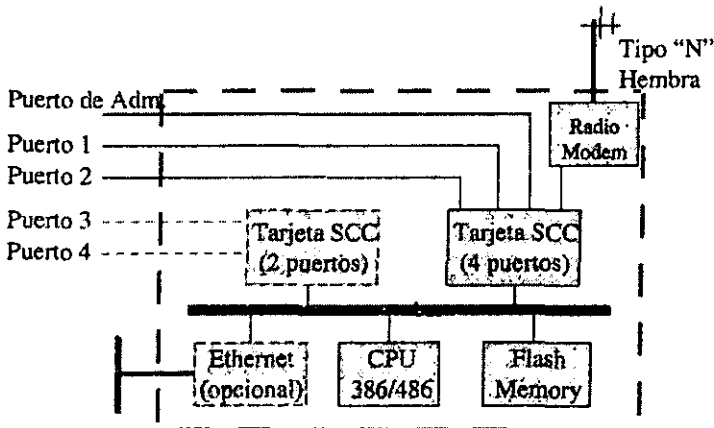


Figura 2-1 Diagrama de Bloques del Equipo de Comunicaciones

Las características ambientales de trabajo son:

Temperatura : -10° C a 50° C
Humedad Relativa: 20% a 80% sin condensación

La alimentación es de:

Voltaje Nominal: 110 V (o 220 V)
Consumo Máximo: 50 Watts.

El tamaño del equipo es de:

Largo: 42.5 cm.
Alto: 11 cm.
Profundidad: 40 cm.

Los conectores de salida del equipo son:

Puertos de Usuario: RS-232 DB25 hembra (DCE) o macho (DTE)
Puerto Administrador: RS-232 DB-9 Macho DTE
Puerto Ethernet: tipo "T" BNC, RJ45 o AUI
Antena: "N" Hembra

2.1.1 Panel frontal del equipo

El panel "tipo" mostrado, contiene: (Figura 2.2):

- El switch de encendido (con llave)
- El botón de reinicialización (Reset)
- Display de encendido.
- Tres LEDs (LED de Radio, Puerto 1 y Puerto 2)

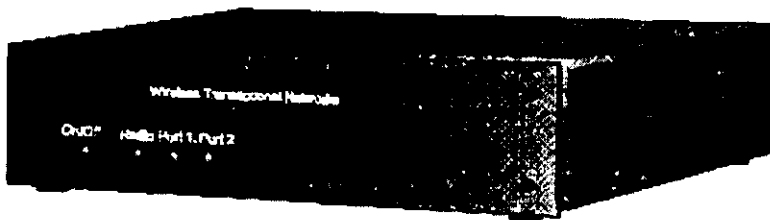




Figura 2-2 Panel frontal del equipo muestra

Los LEDs tienen las siguientes funciones:

LED	FUNCIONES
<p>LED DE RADIO*</p>	<p>- BASE: Si el LED parpadea cada segundo, la BASE está funcionando correctamente. En caso contrario, existen fallas en el equipo.</p> <p>- REMOTOS Y REPETIDOR: Si el LED tiene el siguiente patrón, el enlace de radio está en línea ("Online"):</p> <p>On </p> <p>Off</p> <p>Si el LED tiene el siguiente patrón, el enlace de radio está caído ("Down"):</p> <p></p> <p>En caso contrario, el equipo tiene fallas.</p>
<p>LED DE PUERTO 1</p>	<p>ON: El Puerto de Usuario 1 está habilitado. OFF: El Puerto de Usuario 1 está deshabilitado.</p> <p>(En caso del Repetidor, este LED indica que la portadora de transmisión del radio - módem 1 esta en la frecuencia F1)</p>
<p>LED DE PUERTO 2</p>	<p>ON: El Puerto de Usuario 1 está habilitado. OFF: El Puerto de Usuario 1 está deshabilitado.</p> <p>(En caso del Repetidor, este LED indica que la portadora de transmisión del radio-módem 2 esta en la frecuencia F2)</p>

- Cuando se programa o se consultan los parámetros del radio, el led de Radio queda encendido hasta que se termine la tarea.

Tabla 2-1 Funcionalidad de LEDS

2.1.2 Panel posterior del equipo

Los paneles posteriores tienen dos formas, una de ellas se muestra en la Figura 2.3.

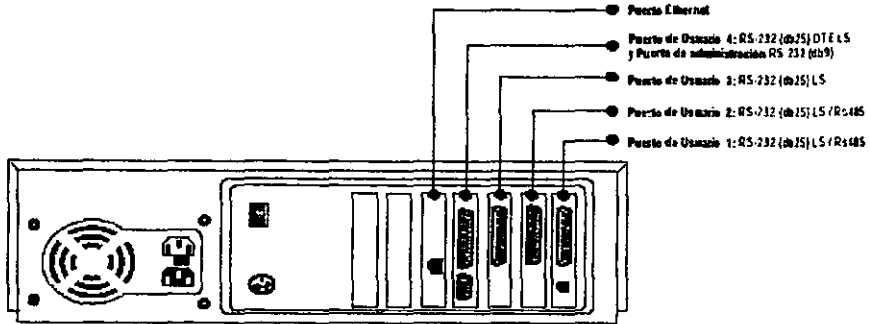


Figura 2-3 Panel Posterior de la Base

Cabe mencionar que el conector del puerto 4 de usuario es de tipo DTE macho, a diferencia de los demás puertos de usuario (puertos 1, 2 y 3) que son DCE hembra.

2.1.3 Controlador

Los controladores usan procesadores 386 y 486 de 40 Mhz, existen varias ranuras donde se insertan las tarjetas de memoria y de comunicaciones.

- Tarjeta de Memoria

Es una tarjeta diseñada especialmente por el proveedor y consta de una memoria de estado sólido "Flash Memory", un módulo centinela "Watch Dog" y un manejador de LEDs. Cada tarjeta de memoria puede tener un chip de Flash Memory (128 Kb) o dos chips (256K). En los modelos de TCP solo se tienen 64K de Flash Memory. El Watch Dog está habilitado por default.

- Tarjeta de Comunicaciones

Las tarjetas de comunicaciones usan el controlador SCC (Serial Communication Controller) de Zilog 80C30. En los Remotos o minibase solo existe una tarjeta SCC con 4 puertos seriales RS-232, mientras las Bases o hostsRemotos tienen dos tarjetas de SCC. Se utiliza el conector macho para los DTEs y dos hembra para los DCEs. Es decir, los puertos de usuario 1, 2 y 3 son de tipo DCE, mientras que el puerto de usuario 4 es de tipo DTE. El puerto de administración es DB9 macho. Las interfases de los equipos son estándar.

2.2 Radio módem

Se usan radios MDS 4310 de Microwave Data System. El MDS 4310 es un radio digital sintonizable, que puede operar en las siguientes bandas de frecuencia: 350-370 MHz, 370-390 MHz, 390-410 MHz, 406-430 MHz, 430-450 MHz, 450-470 MHz, 470-490 MHz, y 490-512 MHz.

Dentro de la banda de operación, el radio es programable en incrementos de 6.25 KHz. El radio MDS ocupa un ancho de banda de 12.5 KHz. El MDS 4310 está equipado con un módem interno FSK (síncrono o Asíncrono, 9600 BPS) El nivel de recepción de señales es de -108 dBm para un BER (Bit Error Rating) es de 1×10^{-6} .

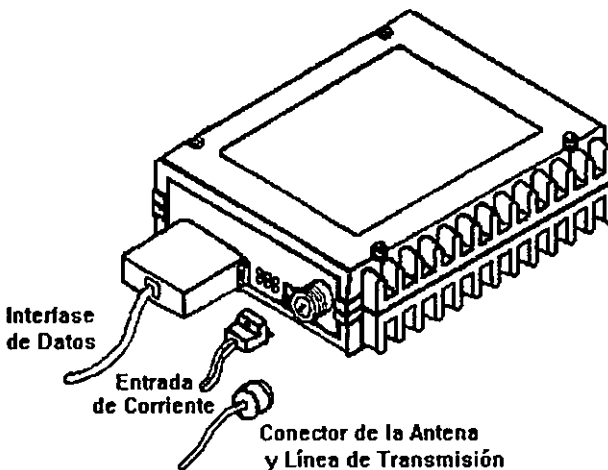


Figura 2-4 Radio Módem MDS

El diseño del radio esta formado por una caja compacta de aluminio, con la unidad básica RF y todos las opciones de diagnóstico y módem. Consta de tres conectores externos y seis indicadores de estado del radio en la parte frontal de la caja. A continuación se explica brevemente cada uno de estos conectores:

Conector de Antena: El conector de la antena se encuentra en la parte frontal de la caja y es el conector RF, es un conector de tipo "N" hembra y se conecta con un conector tipo "N" macho, como el Amphenol 3900 (MIL tipo UG-21) para el cable RG-8/U.

NOTA: No se debe encender el radio si no esta conectado a una antena o atenuador el línea, de lo contrario el radio puede sufrir daños permanentes.

Conector de Alimentación: El radio se puede alimentar por una fuente de alimentación de + 13.8 Vdc.

Conector de interface de datos: En la parte izquierda del panel frontal está el conector de la interfase, que consiste en un conector tipo "D" hembra de 25 pines, el cual permite tener una interfase RS-232 directa con el puerto de radio del controlador. Para la aplicación se utilizan 9600 BPS, Asíncronos, 8 bits de datos, un bit de stop, sin paridad. El cable RS-232 entre el controlador y el Radio Modem es un cable uno-a-uno (que se conecta del conector DB-25 hembra del controlador a un conector DB-25 macho del Radio Modem), los cuales utiliza los siguientes seis pines: 1,2,3,4,5,7.

El transmisor de radio MDS se activa automáticamente cuando la señal RTS llega al nivel alto y se desactiva cuando la señal RTS esta en el nivel bajo. La señal CTS sube cuando la señal RTS está en nivel alto, y después de un retardo (programable) de las señales RTS/CTS (5-20 mseg) Las funciones de los pines del conector DB-25 se muestran en la tabla 2.2.

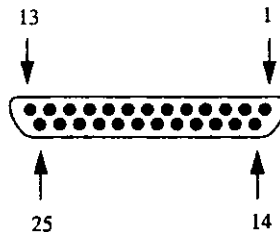
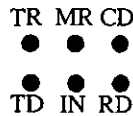


Figura 2-5 Interface de datos RS-232 del Radio MDS

Pin	Función	Pin	Función
1	Protective Ground	14	-----
2	Transmit Data (TxD)	15	Transmit Clock (TxC)
3	Receive Data (RxD)	16	-----
4	Request-To-Send (RTS)	17	Receive Clock (RxC)
5	Clear-To-Send (CTS)	18	+13 Vdc
6	Data Set Ready (DSR)	19	+ 8 Vdc
7	Signal Ground	20	Received Signal Indicator (RSSI)
8	Data Carrier Detect (DCD)	21	-----
9	-----	22	-----
10	Receiver Unsilenced Sensor	23	-----
11	-----	24	External Transmit Clock (ETC)
12	Radio Disable	25	Out-of-Lock Alarm
13	-----		

Tabla 2-2 Función de los Pins del Radio MDS

Indicadores del panel frontal: En el panel frontal se encuentran seis LEDs que informan al usuario el estado de las funciones principales del radio, dichas funciones se muestran en la Tabla 3.3.



LED	Función	Significado
TR	Terminal Ready	El Radio ha recibido una señal de RTS del módem interno del dispositivo externo.
MR	Modem Ready	Ha transcurrido el tiempo de CTS y el radio esta listo para transmitir datos desde el dispositivo externo.
CD	Carrier Detect	El módem interno detecta y recibe la portadora a través del receptor del radio
TD	Transmit Data	Refleja el estado actual de la línea TxD del dispositivo externo. LED off = 0, LED on =1
IN	Radio Inhibited/Disabled	Si en el pin 12 esta a tierra, el conector de la interfase desactiva todas las funciones del radio.
RD	Receive Data	Refleja el estado actual de la línea RxD del radio interno del módem. LED off = 0, LED on = 1

Tabla 2-3 Indicadores Externos del Radio MDS

Los equipos tienen equipados los radio MDS programados y ajustados a la frecuencia del usuario. Para cambios de la frecuencia dentro de un rango de 1 MHz no se requiere reajustar el radio. Para un cambio mayor de 1 MHz, el reajuste de radio es necesario. El componente más importante para el reajuste es el voltaje del VCO del radio.

Línea de transmisión y Antenas: El cable coaxial es simplemente una línea de transmisión que consta de un par sin balancear, formado por un conductor interno que esta rodeado por un conductor externo a tierra, el cual mantiene su configuración concéntrica mediante un dieléctrico. El dieléctrico puede ser de diferentes tipos, por ejemplo algún "poli" sólido (polietileno o cloruro de polivinilo), espuma, Spirafil, aire o gas. Cuando se usa aire o gas como dieléctrico, se mantiene el conductor central en su lugar mediante separadores o discos.

Una ventaja de los sistemas por cable coaxial es la reducción en la acumulación de ruido en relación con los radioenlaces.

El cable coaxial se debe considerar en lugar de los radioenlaces en base a las siguientes recomendaciones :

- En áreas con alta densidad de IRF de microondas (se incluyen radioenlaces).
- Sobre rutas de alta densidad en las que el cable es menos costoso que los radioenlaces (sí se considera un sistema que al cabo de 10 años requirieran 5000 o más circuitos).
- En rutas troncales largas, nacionales o internacionales, en las que al diseñador del sistema le interesa la acumulación de ruido.

En esta sección vamos a mencionar el tipo de cable que usaremos para las distintas instalaciones, cabe hacer mención que para cada instalación la línea de transmisión será distinta, es decir, se instalará una línea de transmisión para la base, y otra para el equipo remoto.

Se recomienda que para la instalación de un equipo base, se ponga un cable llamado Helix de 0.5 pulgadas, se recomienda el uso de este cable gracias que tiene muy poca pérdida o atenuación para una distancia considerable, todo esto se propone ya que por lo regular se requiere que el equipo central radie a 5 watts es decir a 37db (este cálculo lo obtenemos de la siguiente formula).

$$db = 10 \log [P_{in} \text{ Watts} / 1 \times 10^{-3}]$$

P_{in} = Potencia de Entrada

2.3 Protocolo de radio

El enlace de radio tiene las siguientes características:

- Es punto a multi-punto.
- Usa una frecuencia con un ancho de banda de 12.5 KHz (half-duplex).
- Velocidad de 9600 bps.
- Opera en UHF, 350-512 MHz.

La interfase del controlador con el radio - módem MDS 4310 es RS-232, Asíncrono, con 8 bits, y 1 stop bit, sin paridad. La señal RTS sirve para levantar la portadora, y la señal CTS indica que el radio - módem está listo para la transmisión de datos.

El protocolo de radio es propietario y se denomina "Controlled Random Access with Reservation" (CRAR). Este protocolo está diseñado especialmente para un uso eficiente en el ambiente de radio.

CRAR combina las técnicas de slotted-random-access y reservación controlada mediante una estación maestra (BASE). Todas las estaciones remotas (Remotos o Host-Remotos) son esclavas de la BASE.

La topología de la Red de Radio es en forma de estrella (ver Figura 2.6), donde la BASE tiene un enlace virtual con todas las estaciones remotas dentro de la misma célula (usan una misma frecuencia de radio).

Todas las comunicaciones entre estaciones remotas son a través de la estación BASE, las estaciones remotas no pueden recibir ni transmitir directamente entre ellas a nivel lógico (a nivel físico es posible recibir la señal de una estación remota a la otra).

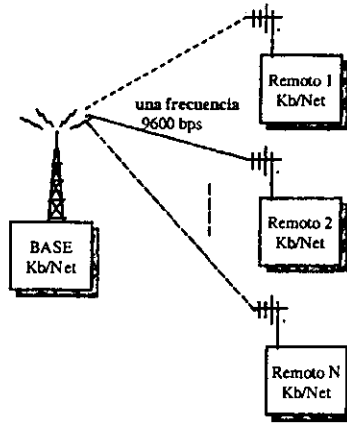


Figura 2-6 Topologia de una Red de Radio

El protocolo de radio a partir de la Versión 2.0 está orientado a paquetes y su formato es similar al del Protocolo HDLC/SDLC, como se muestra a continuación:

1) Paquete (Control o Información) de Base a Remotos:

Flag Inicio	Célula	Control	Address	--- (datos si existen) ---	CRC	Flag final
-------------	--------	---------	---------	----------------------------	-----	------------

donde:

Flag Inicio: (Bandera de Inicio)

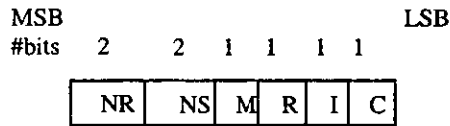
Marca el inicio del paquete de radio (dos bytes que consisten en DLE ENQ)

Célula:

Lleva el identificador de la célula a la que pertenece (Cell_ID) Los remotos rechazan los paquetes de radio si no coinciden con este identificador.

Control:

Es el byte de control que lleva el número de secuencia y el número de request, además de otros bits para el control interno del Equipo de Comunicación. El formato de Control es como se muestra a continuación:



donde:

C: es el bit de Control que indica si es un paquete de Control (C = 1) o es un paquete de Información (C = 0)

I: es el bit de "Init" que indica si se está inicializando el protocolo de radio.

R: es el bit de reservación. Cuando R es igual a 1 permite las reservaciones por random-access.

M: es el bit de "More" para la segmentación (actualmente no se utiliza).

NS: es el número de secuencia de la información.

NR: es el número de "request".

Address:

El campo de "Address" depende del bit de Control (C).

Si C es igual a 1 (paquete de Control), la dirección (Address) es igual al identificador del Remoto destino (Remote_ID). Si el identificador del Remoto (Remote_ID) es igual a 255 y el bit R es igual a 1, entonces la dirección es un paquete de Random Access Command (RAC) donde el campo de datos lleva el número de ranuras para reservaciones por acceso aleatorio.

Si C es igual a 0 (paquete de Información), entonces la dirección (Address) está formado por 4 bytes (Remote_Dest, Port_Dest, Remote_Orig, Port_Orig), donde Remote_Orig es 0 (Base) en este caso.

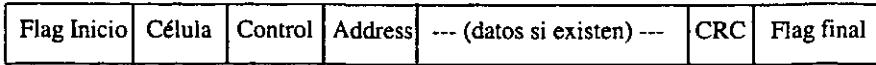
CRC:

"Frame Check Sequence" excluyendo las Banderas de Inicio y de Final (usa CRC-16) para checar si el paquete está bien.

Flag Final: (Bandera Final)

Marca el final del paquete de radio (dos bytes formados por DLE ETX).

2) Paquete (Control o Información) de Remotos a Base o Paquetes de Información de Remoto a otro Remoto:



donde:

Flag Inicio: (Bandera de Inicio)

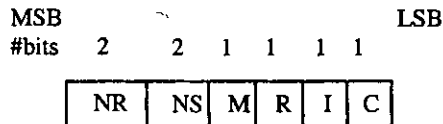
Marca el inicio del paquete de radio (dos bytes que consisten en DLE STX).

Célula:

Lleva el identificador de la célula a la que pertenece (Cell_ID).

Control:

Es el byte de control que lleva el número de secuencia y el número de request, además de otros bits para control interno del Equipo. El formato de Control es como se muestra a continuación:



donde:

C: es el bit de Control que indica si es un paquete de Control (C = 1) o es un paquete de Información (C = 0).

I: es el bit de Init que indica si está inicializado el protocolo de radio.

R: es el bit de Reservación. Cuando R es igual a 1 indica que el remoto está haciendo una reservación para el siguiente poleo.

M: es el bit de More para la segmentación (actualmente no se utiliza).

NS: número de secuencia de la información.

NR: número de request.

Address:

Este campo depende del bit de Control (C).

Si C es igual a 1 (paquete de Control), entonces Address es igual a Remote_ID (origen).

Si C es igual a 0 (paquete de Información), entonces Address esta formado por 4 bytes (Remote_Dest, Port_Dest, Remote_Orig, Port_Orig), donde Remote_Orig es el Remote_ID origen. Remote_Dest es el remoto destino (0 es para la Base).

CRC:

Frame Check Sequence excluyendo las banderas de inicio y final (usa CRC-16) para checar si el paquete está bien.

Flag Final:

Marca el final del paquete de radio (dos bytes que consisten en DLE ETX).

3) Paquete de Reservación de los Remotos:

Cada vez que un remoto recibe un RAC de la Base (DLE ENQ Cell_ID Control igual a 0x05, Address igual a 255 #MaxSlot CRC DLE ETX), o recibe un paquete direccionado a otro remoto con R igual a 1 en el byte de Control, el remoto envía un paquete de reservación cuando se tiene información que enviar. El paquete de reservación está formado por "DLE STX Cell_ID Remote_ID CRC DLE ETX".

El campo de datos es de longitud variable y lleva los datos de usuario o de administración. El tamaño máximo del paquete de radio es de 2048 bytes incluyendo los encabezados. Este protocolo de radio tiene un control de errores muy confiable porque los datos son protegidos por un CRC-16 que tiene un reconocimiento estricto.

Se usa también la técnica de DLE-Byte-Stuffing entre el campo de Address y el campo de CRC para no tener confusión con la bandera final. Esto es, cada vez que haya un DLE en estos campos, se inserta un DLE más (al recibir en otro lado, se tiene que usar DLE-Byte-Destuffing para quitar los DLEs insertados adicionalmente).

La compresión de datos se aplica en los paquetes de radio (entre el campo de Address y Datos) cuando tienen patrones repetidos, esto es, cuando existen más de tres bytes repetidos (iguales), y se usa el siguiente patrón de compresión:

CM Char_Rep Num_Rep

donde

CM: Marca de Compresión (0x14).

Char_Rep: Es el caracter que se repite.

Num_Rep: Es el número de caracteres repetidos.

Para no tener confusión entre un caracter normal igual a CM (0x14) y un patrón de compresión, se aplica otra vez la técnica de CM-Byte-Stuffing.

La Estación Base mantiene un estado de protocolo de radio por cada remoto (NS y NR), mientras que cada Estación Remota mantiene un estado de protocolo de radio con la Estación Base (NS y NR). Mediante estos estados de protocolo cada equipo sabe si tiene que repetir la información o no.

En situaciones normales, la Estación Base difunde (broadcast) periódicamente un comando de random-access (RAC), el cual permite a las Estaciones Remotas sincronizar a nivel de slot (una ranura en el tiempo que permita a las Estación Remotas acceder a la información) y enviar la información corta o reservación (cuando se tiene información que enviar), escogiendo aleatoriamente un slot. El número de ranuras por cada RAC es configurable (adaptado dinámicamente por software). Cuando la Estación Base recibe las reservaciones hechas por las Estaciones Remotas, la Estación Base pide inmediatamente a las Estaciones Remotas que envíen sus datos. Si algunas reservaciones se colisionan (por escoger la misma ranura), los remotos pueden seguir reservando en los siguientes RACs. El paquete de reservación es mínimo (8 bytes).

La duración de un slot debe ser mayor que el tiempo de levantamiento de la portadora (aproximadamente 15-20 ms) más el tiempo de transmisión de un paquete de reservación. El valor adecuado de un slot es de 30-40 ms (por default se usa 40 ms) considerando el tiempo de almacenamiento y el relleno al inicio y final del paquete.

Como en muchas aplicaciones se necesita saber el estado del enlace de radio, o el estado de su nodo contrario (puede apagarse por existir alguna falla en el suministro de energía), el protocolo de radio CRAR polea de vez en cuando a las Estaciones Remotas. Si en un cierto número de poleos consecutivos el remoto no ha respondido (este parámetro se define como MAXTRIES y es configurable), se declara caído a dicha Estación Remota y el software toma algunas acciones para adecuar las aplicaciones relacionadas con esta Estación. La frecuencia de poleo a las Estaciones Remotas es configurable.

La lista de las posibles Estaciones Remotas en esta célula se puede configurar en la Estación Base (parte de RADIO). La Estación Base utiliza esta lista para polear cíclicamente a las Estaciones Remotas configuradas. Una Estación Remota que no esté configurada en la Estación Base también puede levantarse sin problema.

La Estación Base tiene las siguientes prioridades para enviar los paquetes:

- 1) La información a las Estaciones Remotas o las repeticiones de la información (por request de remoto o por timeout).
- 2) Polear a las Estaciones Remotas reservadas (de la lista de reservación acumulada) ya que ellas tienen información que enviar.
- 3) Enviar RAC o Poleo individual dependiendo de la Frecuencia de Random-Access (RAF).

Una Estación Remota solamente puede enviar un paquete (control o información) si recibe el poleo direccionado a ella (de la Estación Base), excepto en el caso de RAC o un poleo a otro remoto con R igual a 1, la Estación Remota puede enviar una reservación por medio de random-access cuando existe información. De hecho, por cada paquete que se envía a la Estación Base, la Estación Remota checa si tiene más información en el buffer. En caso de que se tenga información en el buffer, se enciende el bit R (R igual a 1) en el byte de Control para que la Estación Base la inserte en la lista de las Estaciones Remotas reservadas.

La Estación Base declara caída (caído el enlace de radio) a una Estación Remota (puede ser Remoto o Host-Remoto) si ocurren los siguientes eventos:

- i) Se ha pasado el número de poleos consecutivos (MAXTRIES) a la estación remota sin tener ninguna respuesta positiva (por error de CRC o timeout de recepción).
- ii) El número de repeticiones de un paquete de información al remoto pasa a MAXTRIES (por error de CRC o se perdió en la transmisión).
- iii) La Estación Remota se reinicializa inmediatamente (indicado en un bit de Control del protocolo de radio). En este caso la Estación Base la declara caída y se levanta inmediatamente.

Una Estación Remota declara caído su enlace de radio con la Estación Base si durante un minuto la Estación Remota no ha recibido ningún paquete válido en cuanto CRC de la Estación Base (sin importar a quién, ni el tipo del paquete). Esto puede ser debido que la Estación Base está sin funcionamiento, apagada o el enlace con ella tiene errores.

A continuación se muestra un ejemplo del protocolo de radio con RAF igual a -2 (dos RAC por cada poleo) y con tres remotos 1, 2, 3.

Situación en la Base	Paquete de la Base ==>	Paquete de los Rem. <==	Situación de los Remotos
	RAC (3 slots)		Nadie tiene información
inserta en la lista de reservados	RAC (3 slots)	Reserva 2	Rem 2 tiene información
polea al Rem 2 por reservación	Polea a Rem 2	Información del Rem 2	
poleo individual por RAF = -2.	Polea a Rem 1	Respuesta de Rem 1	Rem 1 sin información.
	RAC (3 slots)	Reserva 1 y 3	Rem 1 y 3 tienen información
poleo por reservación	Polea a Rem 1	Información del Rem 1	
poleo por reservación	Polea a Rem 3	Información del Rem 3	
la Base no se da cuenta de las reservaciones por las colisiones.	RAC (3 slots)	Reserva 2 y 3, pero colisionado por estar en el mismo slot.	Rem 2 y 3 tienen información
poleo individual	Polea a Rem 2 con R=1	Reserva Rem 3, Información de Rem 2	Rem 3 puede reservar en un slot inmediato por R = 1. Rem 3 envía inf.
la Base tiene información para el Rem 3	Información para Rem 3	Respuesta de Rem 3	
la Base tiene información para el Rem 1	Información para Rem 1 con R=1	Reserva Rem 3, Información de Rem 1	Rem 1 y Rem 3 tienen información
Por reservación del Rem 3	Polea a Rem 3	Información de Rem 3	
	RAC (3 slots)		nadie tiene información
	RAC (3 slots)		nadie tiene información
poleo individual	Polea a Rem 3	Respuesta de Rem 3	
	RAC (3 slots)		
	RAC (3 slots)		
Regresa un ciclo de poleo individual	Polea a Rem 1	Información de Rem 1	solamente Rem 1 tiene información

Tabla 2-4 Ejemplo del Protocolo

2.4 Direccionamiento del equipo de radio.

La Red se dividen en células, cada célula tiene un identificador único llamado **Cell_ID**. Dentro de una célula, las estaciones tienen un único identificador llamado **Remote_ID**.

Cell_ID: a este identificador se le puede asignar un valor entre 1 y 254, mientras que los valores 0 y 255 están reservados para un uso posterior.

Remote_ID: a este identificador se le puede asignar un valor entre 0 y 254, donde:

- 0**: identifica a la BASE (única),
- 1-199**: identifican a los Remotos,
- 200-249**: están reservados para identificar los Host-Remotos (Ruteadores).
- 250-254**: identifican a los Repetidores (hasta cinco).

La dirección **255** se usa para difusión (broadcast) dentro de la célula.

Dentro de cada estación se identifican los puertos de aplicación como sigue :

- PORT 0**: identifica al módulo de administración y su puerto asociado.
- PORT 1**: identifica el Puerto de Usuario 1.
- PORT 2**: identifica el Puerto de Usuario 2.
- PORT 3**: identifica el Puerto de Usuario 3.
- PORT 4**: identifica el Puerto de Usuario 4.
- PORT 5**: identifica el puerto de la red Ethernet.

2.5 Descripción del protocolo de radio

En este capítulo se describe como se configura el protocolo de Radio para la puesta en marcha de los equipos

- **Configuración y Status de Radio**

La configuración del radio se muestra en las siguientes tablas. Antes de configurar los identificadores de la Célula y de las Estaciones Remotas, es conveniente hacer una planeación y registro. Cualquier Estación Base tiene una configuración por default, de Célula igual a 1, y también los remotos tienen una configuración por default (Célula igual a 1 y Remoto igual a 1).

Una vez configurado el identificador de la Célula, es muy importante que todas las estaciones de esta Célula tengan el mismo identificador (Célula_ID). Para cambiar el identificador de una Célula, es preferible cambiar primero el identificador a las Estaciones Remotas (al cambiar Célula_ID de una Estación Remota, ésta se queda incomunicado con la Estación Base), y después cambiar el identificador a la Estación Base.

El identificador de una Estación Remota tiene que ser único en la misma Célula, cualquier identificador que este duplicado puede provocar problemas entre ellos (no a otros remotos). De hecho, si existen Estaciones Remotas duplicadas, el equipo envía alarmas a su administrador. Se puede cambiar el identificador de la Estación Remota (Remoto_ID) sin ningún problema si el nuevo identificador es único.

Algunos parámetros del protocolo de radio tienen que ser los mismos en la misma célula, por ejemplo, la duración del slot (Slot-Time-Width). Una diferencia grande en este parámetro puede provocar desincronización de los slots de Acceso Aleatorio (RAF).

El parámetro de RAF (Random-Access-Frequency) de la Estación Base controla la frecuencia de difusión (broadcast) del comando Random-Access y la frecuencia de poleo a los remotos. Cuando RAF es mayor que 0 define la razón entre el número de poleos y el número de accesos aleatorios, cuando RAF es menor que 0 define la razón entre el número de acceso aleatorio y el número de poleo (inverso al caso de RAF > 0) y cuando RAF es igual a 0 deshabilita el acceso aleatorio. Para una Célula con muchos remotos, sería conveniente tener RAF negativo, por ejemplo -10.

Dentro de la configuración de radio existen cuatro parámetros de radio-modem que es necesario configurar: la frecuencia de transmisión y de recepción, potencia de salida del radio y la señal CTS_delay.

Dependiendo del Modo del radio-modem, El equipo de Radio Comunicaciones puede realizar las siguientes funciones: "Save", "Get", o Programar el radio-modem. Cada vez que se programe o se consulte al radio, éste entra al modo de comando y las aplicaciones se

caen automáticamente (se cae el enlace de radio). Una vez terminado este proceso (tarda aproximadamente 15 segundos), El equipo regresa al modo normal de datos.

PARÁMETRO	RANGO	VALOR RECOMENDADO	SIGNIFICADO Y NOTAS
ENABLE	() Rx Only () Rx/Tx	Rx/Tx.	"Rx Only" se utiliza solamente para recepción . Actualmente esta opción no se utiliza.
CRYPTOGRAPHY	() OFF () ON	OFF	Habilita la criptografía en la transmisión de radio. Actualmente esta opción no se utiliza.
CELL IDENTIFIER	1-254		Identifica la célula donde está la Base. Cada célula tiene que tener diferente Cell_ID para no tener duplicaciones.
REMOTE IDENTIFIER	0	0	Siempre es 0 por default para la BASE.
FILLING AT BEGIN	2-255 bytes	4 bytes. 6 bytes si usa	Relleno al inicio del paquete de radio para evitar la distorsión al levantar la portadora.
FILLING AT END	2-255 bytes	4 bytes. 5 bytes si usa	Relleno al final del paquete de radio para evitar la distorsión al bajar la portadora.
SLOT WIDTH TIME	28-255 ms	40 ms	Duración de un slot. Este parámetro tiene que considerar el tiempo para levantar la portadora (15-20ms) y el envío del paquete de reservación de un remoto (15 bytes aproximadamente incluyendo los paquetes de relleno al inicio y final). Este tiempo tiene que ser igual en todos los equipos de la Célula para no perder sincronía en el radio.
RANDOM ACCESS FREQUENCY (RAF)	-32768 a 32768	-10 a 10 dependiendo del tráfico.	Controla la frecuencia de poleo y el comando de acceso aleatorio. si RAF > 0 implica más poleo que random access comando, mientras que RAF < 0 es al contrario. Por ejemplo, RAF = 0: significa que no hay comandos de acceso aleatorio. RAF = 5: cinco poleos y un

			comando de acceso aleatorio . RAF = -5: cinco comandos de acceso aleatorio y un poleo.
SLOT FOR RANDOM ACCESS	1-255	2-4	Número de slots que deja para el comando de acceso aleatorio (reservaciones) cada vez que se envía un comando de random access a la Base.
POLLING DELAY	0-255 ms	0-5 ms	Retardo de transmisión después de recibir la respuesta (para dar tiempo de transición de entre Tx y Rx del radio remoto). Este tiempo depende de qué tan bien estén calibrados los radios.
REPEAT PAUSE	0-255 ms	100 ms	Retardo en la retransmisión de un "Frame" hacia los remotos
MAXIMUM NUMBER OF TRIES	1-255	5	Número máximo de reintentos (repeticiones). Este parámetro también se usa para detectar si un remoto está fuera de servicio (Down).
NUMBER OF REMOTES	0-64	depende de los remotos configurados realmente	Número de remotos configurados en esta célula. Es muy importante configurar este parámetro ya que la BASE tiene que saber a quién está viendo.
REMOTES	los identificadores de remotos configurados		Este campo depende del parámetro anterior.
<u>RADIOMODEM</u>			Esta opción permite entrar a la configuración del radio-modem. Los parámetros correspondientes son los siguientes.
MODE	() SAVE () GET () PROGRAM () UNKNOWN		Modo de manejo de programación de radio-modem SAVE: Guarda los siguientes parámetros sin programar al radio-modem. GET: Toma los parámetros programados en el radio-modem. PROGRAM: Programa el radio-modem con los siguientes parámetros. UNKNOWN: En caso de falla o por la configuración default este modo se configura

			automáticamente.
TX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación de radio MDS.		Frecuencia de transmisión del radio. En aplicaciones, esta frecuencia tiene que ser la misma que la frecuencia de recepción.
RX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación de radio MDS		Frecuencia de recepción del radio.
POWER	2 o 5 watts	2 watts para remoto. 5 watts para base.	Potencia de salida del radio (2 o 5 Watts). Este valor depende de la situación e instalación.
CTS DELAY	5-25 ms	15-20 ms	Retardo de CTS de radio MDS al recibir RTS del Equipo de comunicaciones.

Tabla 2-5 Configuración del radio en la estación base

PARÁMETRO	RANGO	VALOR RECOMENDADO	SIGNIFICADO Y NOTAS
ENABLE	() Rx Only () Rx/Tx	Rx/Tx.	"Rx Only" sirve solamente para recepción. Actualmente esta opción no se utiliza.
CRYPTOGRAPHY	() OFF () ON	OFF	Habilita la criptografía en la transmisión de radio. Esta opción no se usa actualmente.
CELL IDENTIFIER	1-254	igual a la Base.	Identificador de la célula donde pertenece el remoto.
REMOTE IDENTIFIER	1-199		Identificador del remoto. Este identificador tiene que ser único en la Célula. En caso de duplicación de Remotos podría causar serios problemas en el radio.
FILLING AT BEGIN	2-255 bytes	4 bytes. 6 bytes si usa	Relleno al inicio del paquete de radio para evitar la distorsión al levantar la portadora.
FILLING AT END	2-255 bytes	4 bytes. 5 bytes si usa	Relleno al final del paquete de radio para evitar la distorsión al bajar la portadora.
SLOT WIDTH	28-255 ms	40 ms	Duración de una ranura (slot).

TIME			Este tiempo tiene que considerar el tiempo para levantar la portadora (15-20ms) y el envío del paquete de reservación de un remoto (15 bytes aproximadamente incluyendo los rellenos de inicio y final). Este parámetro tiene que ser igual en toda la Célula para no perder sincronía.
RESPONSE DELAY	0-255 ms	0-5 ms	Retardo de transmisión de la respuesta a la BASE. Este tiempo depende de qué tan bien están ajustados los radios. Generalmente funciona con 0 ms.
REPEAT PAUSE	0-255 ms	100 ms	Retardo en la retransmisión de un "Frame" hacia la base
MAXIMUM NUMBER OF TRIES	1-255	5	Número máximo de reintentos (repeticiones) de información.
MAXIMUM NUMBER OF TIMEOUTS	1-255	5	No se usa actualmente.
<u>RADIOMODEM</u>			Esta opción permite entrar a la configuración del radio-modem.
MODE	() SAVE () GET () PROGRAM () UNKNOWN		Modo de manejo de programación de radio-modem. SAVE: guarda los parámetros sin programar al radio-modem. GET: toma los parámetros programados en el radio-modem. PROGRAM: programa al radio-modem con los siguientes parámetros. UNKNOWN: en caso de falla o por la configuración default, este modo se configura automáticamente
TX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz en la banda de operación de radio MDS.		Frecuencia de transmisión del radio. En aplicaciones esta frecuencia tiene que ser la misma que la frecuencia de recepción debido a que es half-duplex.
RX FREQUENCY	xxx.xxxxx MHz		Frecuencia de recepción del

	en la banda de operación de radio MDS		radio.
POWER	2 o 5 watts	2 watts para remoto. 5 watts para base.	Potencia de salida del radio (2 o 5 Watts). Este valor depende de la situación e instalación de la Red
CTS DELAY	5-25 ms	15-20 ms	Retardo de la señal CTS de radio MDS al recibir la señal de RTS-

Tabla 2-6 Configuración del Radio en una Estación Remota

En Estado (Status) de Radio, se presenta el número de paquetes y bytes que se encuentran esperando en el buffer de radio para ser transmitidos. En caso de que se llene el buffer (el tamaño del buffer es de 16 KB), se da un aviso mediante una alarma. También se muestra el estado de las Estaciones Remotas en cuanto al enlace de radio con la Estación Base.

Estos estados son:

ONLINE: el enlace de radio se encuentra operando.

READY: hay enlace con repetición (BASE) o solamente recibe bien (REMOTO).

DOWN: el enlace esta caído por exceder el número máximo de time-outs o repeticiones.

Las estadísticas de radio son las siguientes:

- Total de Paquetes Transmitidos (solamente información).
- Total de Bytes Transmitidos.
- Total de Paquetes Recibidos.
- Total de Bytes Recibidos.
- Repeticiones totales de información (Tx).
- Paquetes perdidos por exceder el número máximo de time-outs o repeticiones.
- Total de veces que se encuentra el buffer lleno (radio para tx).
- Total de time-outs recibidos.
- Total de CRC error en recepción.
- Total de mensajes de propagación (tx en BASE y Rx en Remotos).

El nivel de CRC-error sirve para saber si el enlace de radio se encuentra limpio.

Estado de Radio	Color en Monitoreo	Significado
DOWN	Rojo	El remoto o enlace de radio con el remoto está caído (excede MAXTRIES los poleos o repeticiones de información).
READY	Amarillo	Hubo por lo menos una repetición de información o timeout de recepción (pero menor que MAXTRIES).
ONLINE	Verde	El enlace de radio es perfecto.

**Tabla 2-7 Estado de Radio de la estación Remota
(Visto desde la estación Base)**

Estado de Radio	Significado
DOWN	Durante un minuto no se recibió ningún paquete válido de la Estación Base (sin importar el destino ni tipo de paquete).
READY	El remoto recibió correctamente los paquetes de la Estación Base destinados a él, sin embargo, la Estación Base no recibió correctamente su respuesta (no la reconoce). Esto implica que el enlace de radio está funcionando bien en el sentido de la Estación Base a la Estación Remota, pero mal de la Estación Remota a la Estación Base (hay que checar la antena o radio).
ONLINE	El enlace de radio con la Estación Base está bien.

**Tabla 2-8 Estado de Radio de Estación Remota
(Viendo desde una estación Remota)**

3

Diseño de la Red**3.1 Obtención de direcciones de nodos radiadores
(Bancrecer)**

Retomemos el esquema de conectividad sugerido y mostrado en la figura 3.1 el cual conserva la infraestructura básica ya existente y que cumple hasta ahora con el objetivo inicial.

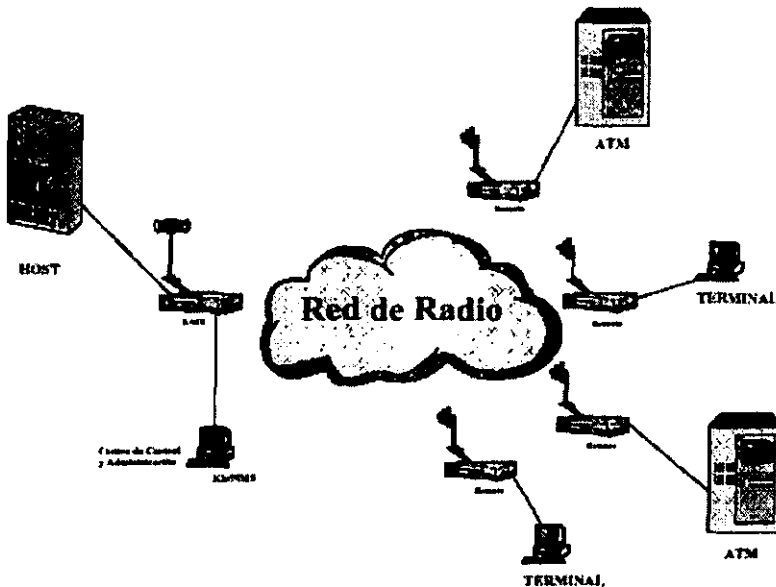


Figura 3-1 Esquema Sugerido

Para lograr los resultados esperados se procedió al asesoramiento en la instalación de los dispositivos de R.F. y en las siguientes páginas se muestran los pasos seguidos para la solución al problema:

- Se obtuvieron las direcciones físicas donde se colocarían los equipos de comunicación (los edificios dentro del área metropolitana). Se asignó un equipo, el cual realizaría la función de nodo central (maestro) asignado en las instalaciones de Palo Alto, y el resto de los equipos quedaría en 8 instalaciones en las sucursales de: Azcapotzalco, Fuente de petroleos, Legaria, Michoacán, Miramontes, Nueva Santa María, Observatorio y fausto Vega, como ya se había dicho en el capítulo 2, las frecuencias de operación autorizadas por la SCT fueron 493.350 y 488.350 MHZ.

- Se realizaron las visitas físicas a cada lugar de instalación donde se procedió al llenado de los formatos de datos técnicos donde se registran el tipo de cable y longitud además del tipo de antena y sus especificaciones (Altura, tipo de antena, potencia de transmisión, frecuencias utilizadas). El formato se complementa con un croquis del inmueble para mostrar la trayectoria aproximada del cableado.

- Tomando las frecuencias asignadas se realizó un análisis del espectro radio - eléctrico desde el nodo radiador ubicado en palo alto donde se verificó que no se tuviera ruido alguno.

- El estudio de propagación del nodo radiador fue realizado con ayuda de un software especializado donde se muestra la potencia de la señal sobre la geografía real del terreno, con esto se pudo comprobar que el lugar de palo alto era la mejor opción de instalación de la base gracias a la altitud donde se ubica y con los 5 watts de potencia se cubre gran parte del D.F.

- Obtenido el estudio de propagación se procedió a realizar los estudios punto a punto entre el nodo central o base y cada equipo remoto mediante otro programa especializado que contiene la geografía del terreno y genera los cortes transversales a escala del terreno entre los puntos a analizar, esto se realiza con el fin de comprobar que la señal llega a cada terminal remota sin problemas.

3.2 Formatos del levantamiento de terreno realizando visitas.

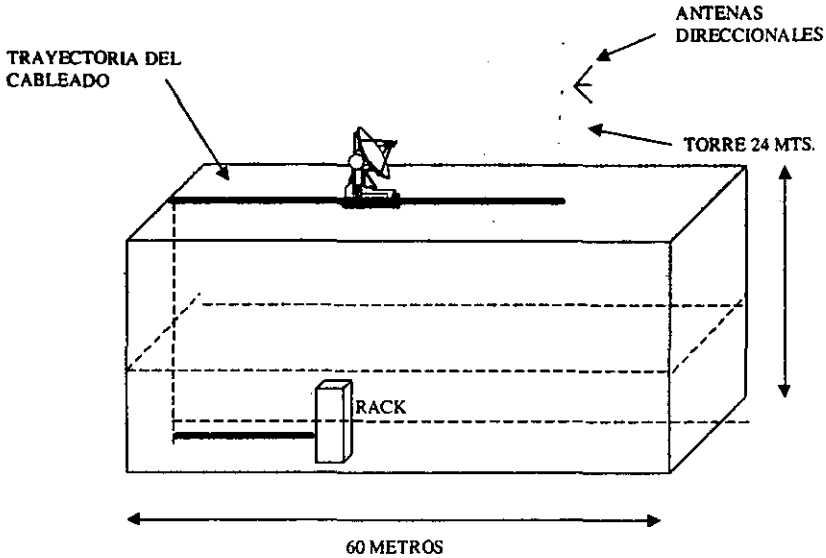


Ilustración 3-1 Datos Para Estación Base Palo Alto

Especificaciones técnicas para la estación Base:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancreer Palo Alto	Tipo: BASE
Dirección : Palo Alto # 32	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	10 Mts
Altura de la Torre	18 Mts
Altura de la Antena	28 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 60 Mts
Distancia entre Estaciones	0 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENAS	
Tipo de Antena	3 Yagi's Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	132° Cobertura 3 Antenas
Azimuth	0°
Pérdida de Línea	**5.3 db

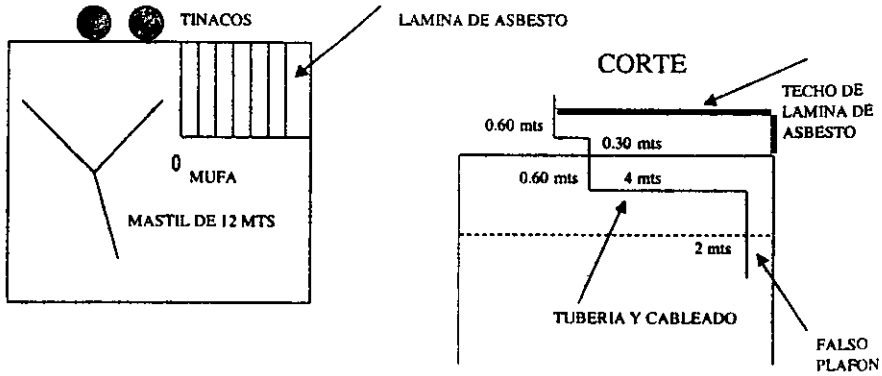


Ilustración 3-2 Datos Para Azcapotzalco

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Azcapotzalco	Tipo: Remoto
Dirección : Av. 22 de Febrero 196 Local C	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	.05 Mts
Altura de la Torre	12 Mts
Altura de la Antena	17 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 28 Mts
Distancia entre Estaciones	13.5 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	138°
Pérdida de Línea	**2.49 db

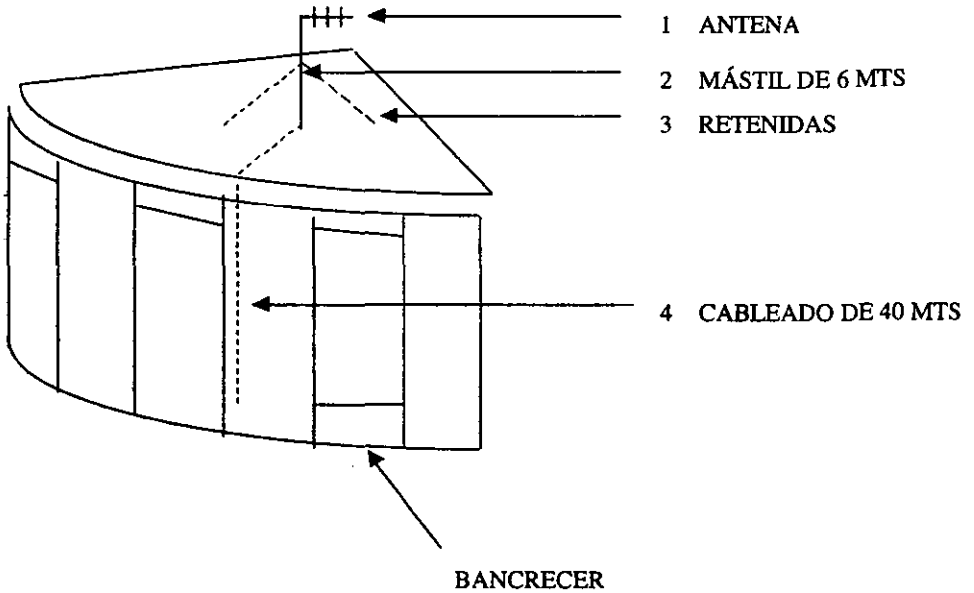


Ilustración 3-3 Datos Para Fuente Petroleos

Especificaciones técnicas para la estación:

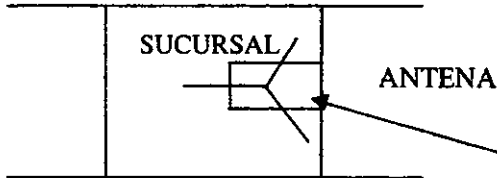
INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Fte. Petroleos	Tipo: Remoto
Dirección : Reforma # 110	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	24 Mts
Altura de la Torre	06 Mts
Altura de la Antena	30 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 40 Mts
Distancia entre Estaciones	8.1 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	138°
Pérdida de Línea	**3.5 db

VISTA AEREA AZOTEA

EDIFICIO DE 4 NIVELES



VISTA FRONTAL

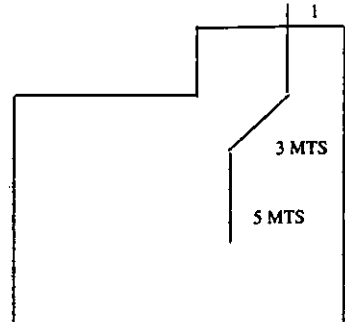


Ilustración 3-4 Datos Para Legaria Tacuba

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Legaria Tacuba	Tipo: Remoto
Dirección : Legaria # 22	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	3.80 Mts
Altura de la Torre	12 Mts
Altura de la Antena	15.8 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 21 Mts
Distancia entre Estaciones	10.5 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	142°
Pérdida de Línea	**1.8 db

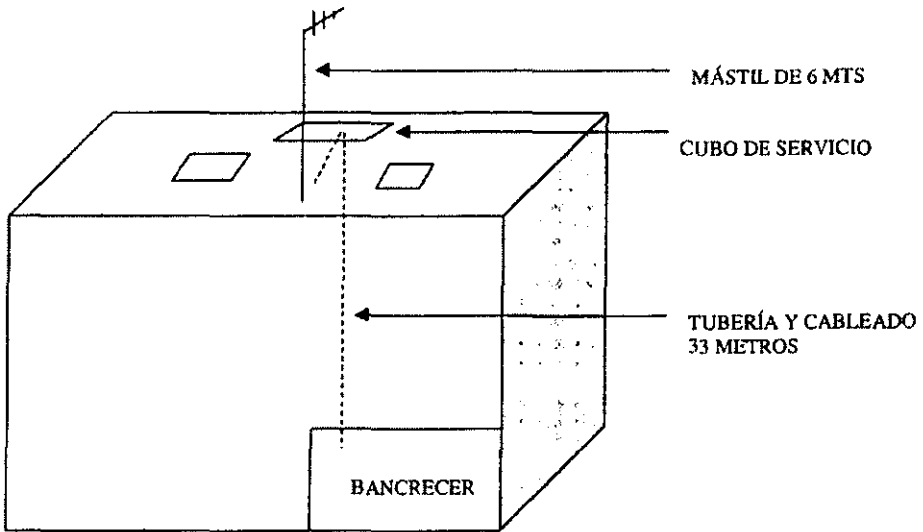


Ilustración 3-5 Datos Para Michoacán

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Michoacan	Tipo: Remoto
Dirección : Av. Michoacan # 34	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	15 Mts
Altura de la Torre	08 Mts
Altura de la Antena	21 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 33 Mts
Distancia entre Estaciones	9.22 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	113°
Pérdida de Línea	**2.9 db

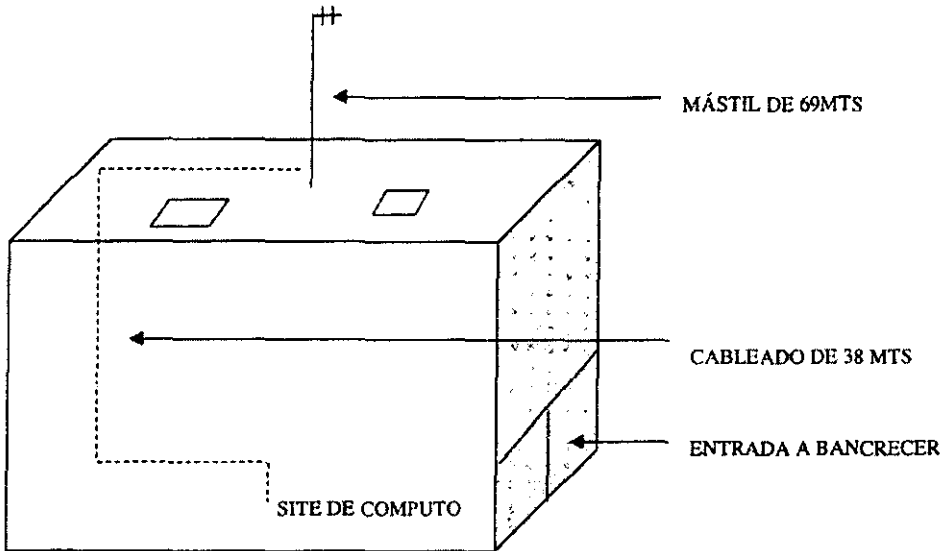


Ilustración 3-6 Datos Para Miramontes

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Miramontes	Tipo: Remoto
Dirección : Canal de Miramontes # 3144	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	12 Mts
Altura de la Torre	09 Mts
Altura de la Antena	21 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 38 Mts
Distancia entre Estaciones	16.2 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	63°
Pérdida de Línea	**3.3 db

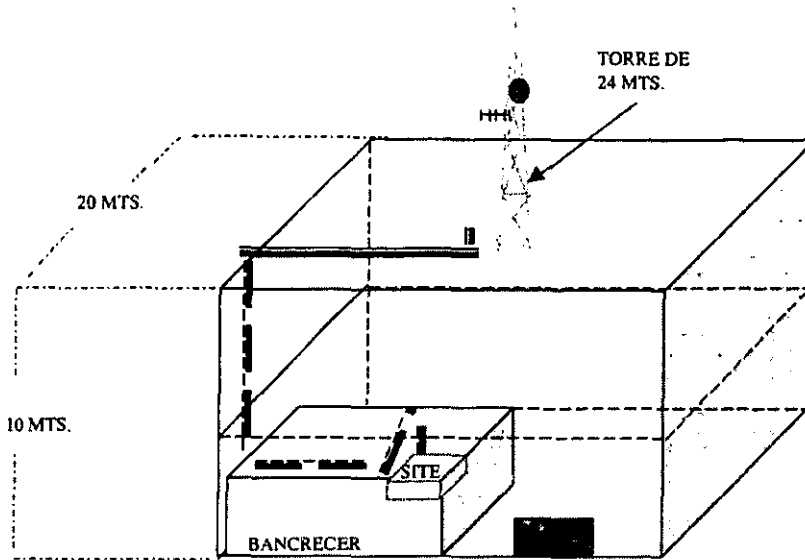


Ilustración 3-7 Datos Para Nueva Santa María

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Nva, Santa María	Tipo: Remoto
Dirección : Calle Piña # 155	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	20 Mts
Altura de la Torre	24 Mts
Altura de la Antena	42 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 50 Mts
Distancia entre Estaciones	13.05 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	146°
Pérdida de Línea	**4.4 db

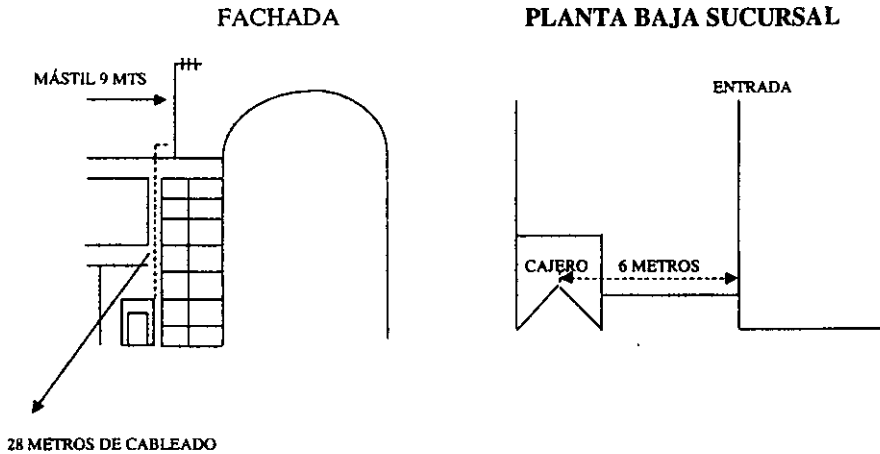


Ilustración 3-8 Datos Para Plaza Observatorio

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Plaza Observatorio	Tipo: Remoto
Dirección : Av. Observatorio # 457 Loc: 50-51	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	10 Mts
Altura de la Torre	09 Mts
Altura de la Antena	19 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 28 Mts
Distancia entre Estaciones	5.62 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	120°
Pérdida de Línea	**2.5 db

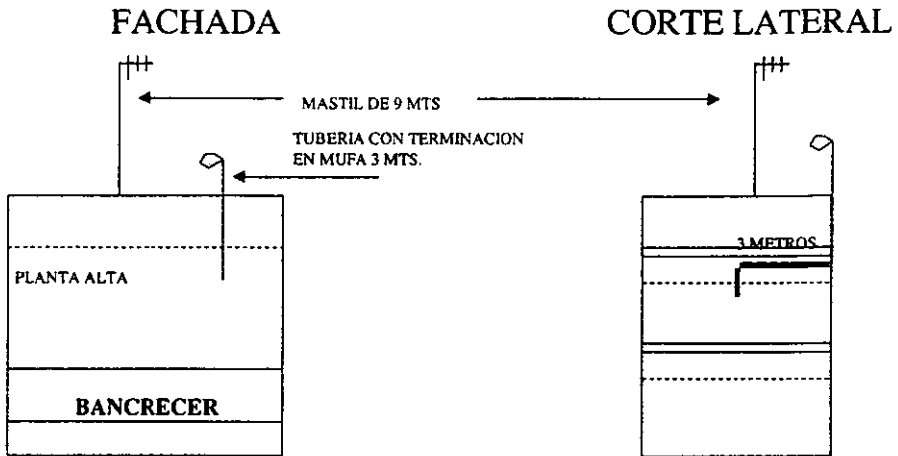


Ilustración 3-9 Datos Para Fausto Vega

Especificaciones técnicas para la estación:

INFORMACION GENERAL	
Nombre de la Estación: Bancrecer Fausto Vega	Tipo: Remoto
Dirección : Calle Fausto Vega # 433	Ciudad y Estado: México, D.F.

Altura del Sitio	08 Mts
Altura de la Torre	06 Mts
Altura de la Antena	14 Mts
Tipo y Longitud de Línea de Transmisión	Belden 9913 19 Mts
Distancia entre Estaciones	15.07 Km

ESPECIFICACIONES DE ANTENA	
Tipo de Antena	Yagi Direccional
Polarización	Vertical
Ganancia de Antena	10 dbs
Angulo de Abertura en la Antena	44°
Azimuth	83°
Pérdida de Línea	**1.6 db

Notas de especificaciones técnicas para las estaciones:

*El azimuth se calcula en base al ángulo de inclinación con respecto al Norte del punto remoto con respecto al punto central o base.

** La pérdida en línea depende de la cantidad de cable empleado en la instalación. La pérdida en Heliac cada 30 metros es de 1.60db y la de Belden 9913 es 2.7db por cada 30 metros. Esto para rangos de frecuencia entre 400 y 512 Mhz (Especificaciones de fábrica).

Los Parámetros de radio son iguales en todos los casos (Base y Remotos):

PARAMETROS DEL RADIO	
Velocidad de Transmisión	9600
Ancho de Banda	12.5 KHz
Modulación de Frecuencia	FSK
Desviación de Frecuencia	+/-2.5KHz
Potencia N6minal de TX	5 Watts
Rango de Frecuencia	470-494 Mhz

3.3 Estudio de propagación del nodo radiador

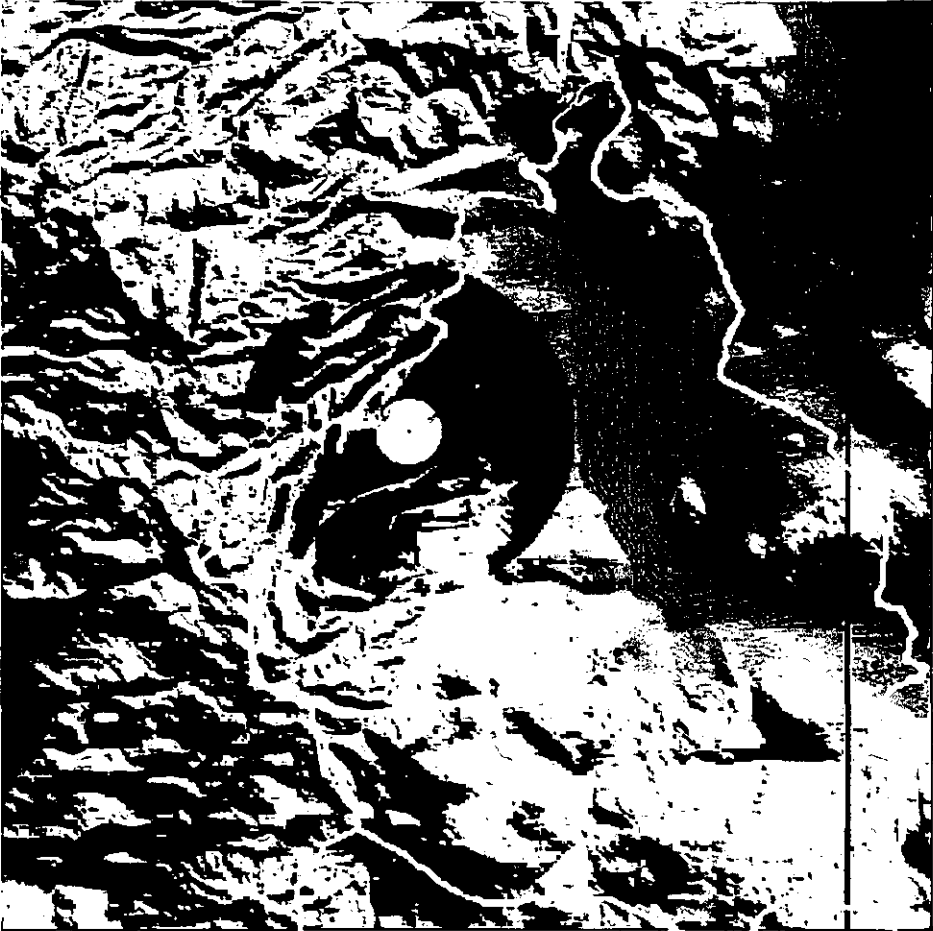


Ilustración 3-10 Propagación del Nodo Radiador

El análisis de propagación considera distintos niveles de recepción como a continuación se muestra (dbm = decibel x miliwatt):

Color	Nivel de Recepción
Blanco	0 ----- -40 dbm
Rojo	-41 ----- -50 dbm
Verde	-51 ----- -60 dbm
Azul	-61 ----- -70 dbm

3.4 Realización de estudios punto a punto entre nodo central y equipos remotos

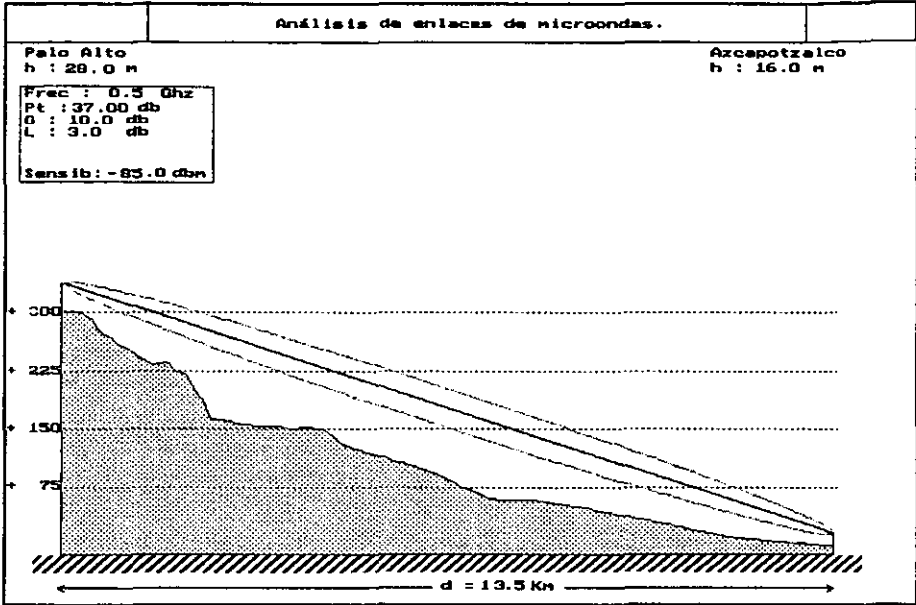


Ilustración 3-11 Estudio Punto a Punto Azcapotzalco

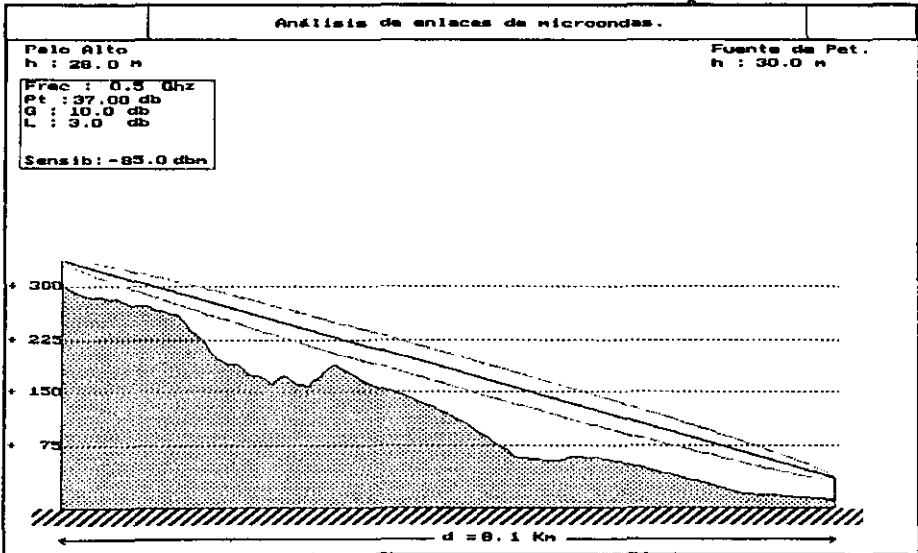


Ilustración 3-12 Estudio Punto a Punto Fuente de Petroleos

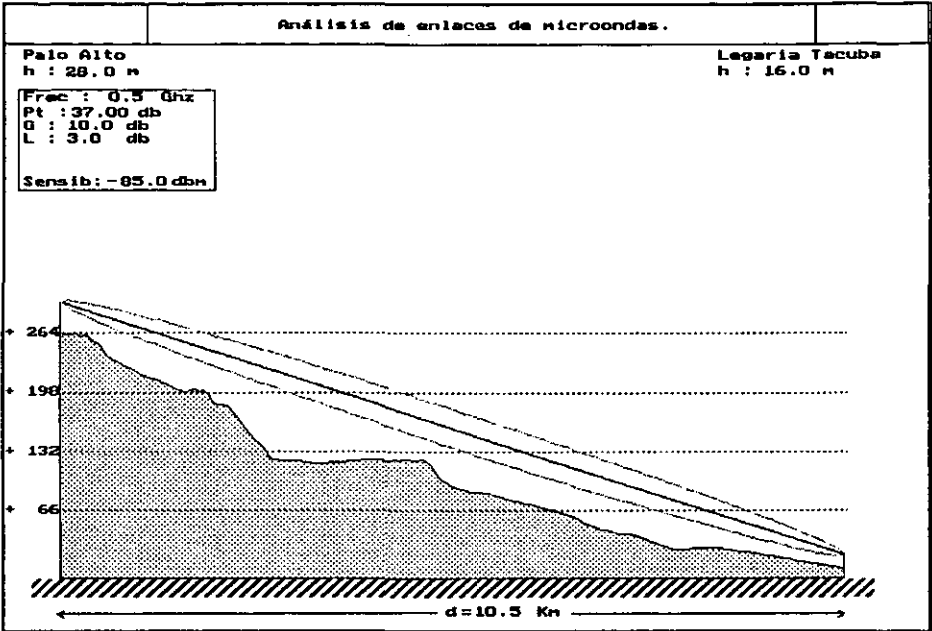


Ilustración 3-13 Estudio Punto a Punto Legaria - Tacuba

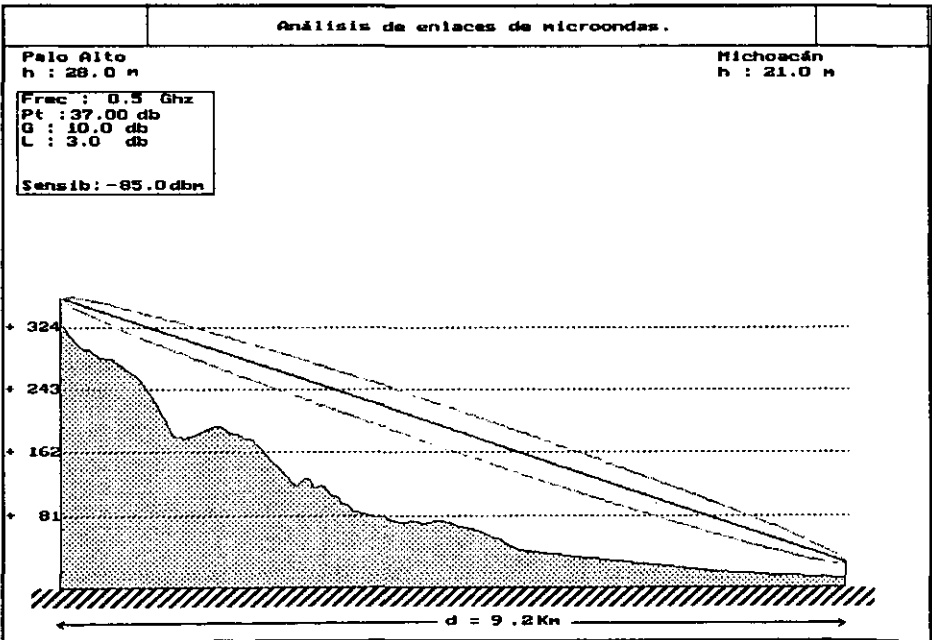


Ilustración 3-14 Estudio Punto a Punto Michoacán

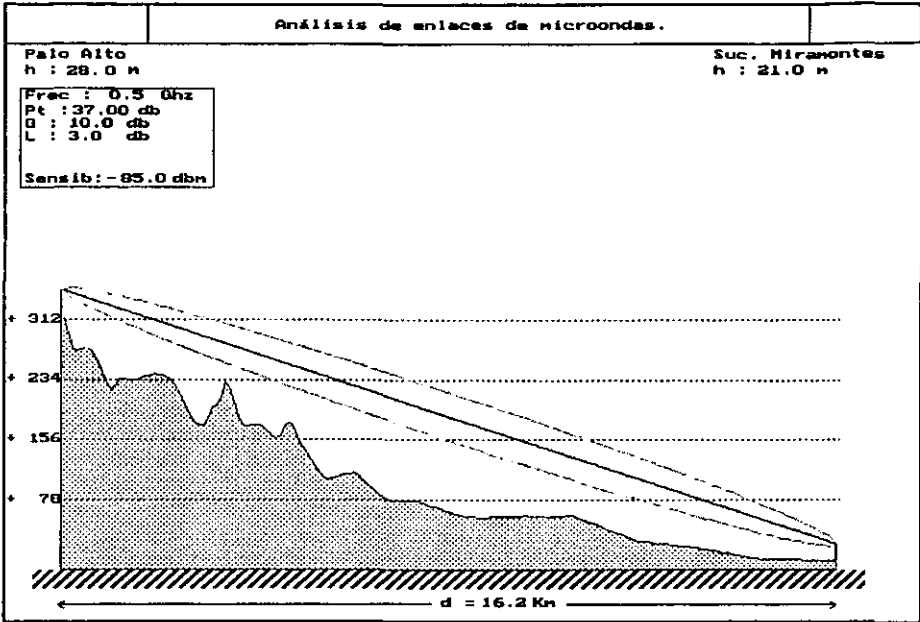


Ilustración 3-15 Estudio Punto a Punto Miramontes

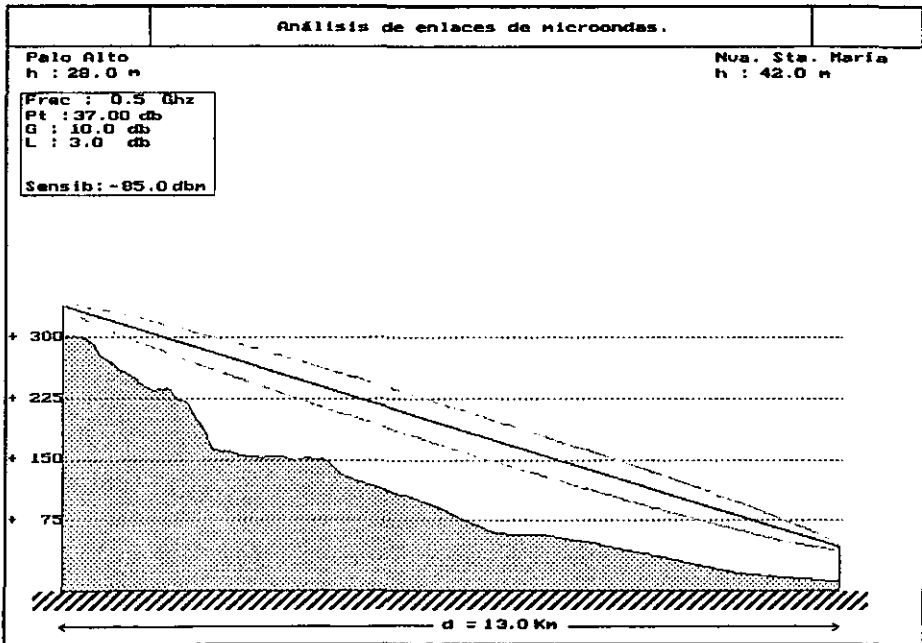


Ilustración 3-16 Estudio Punto a Punto Santa Maria

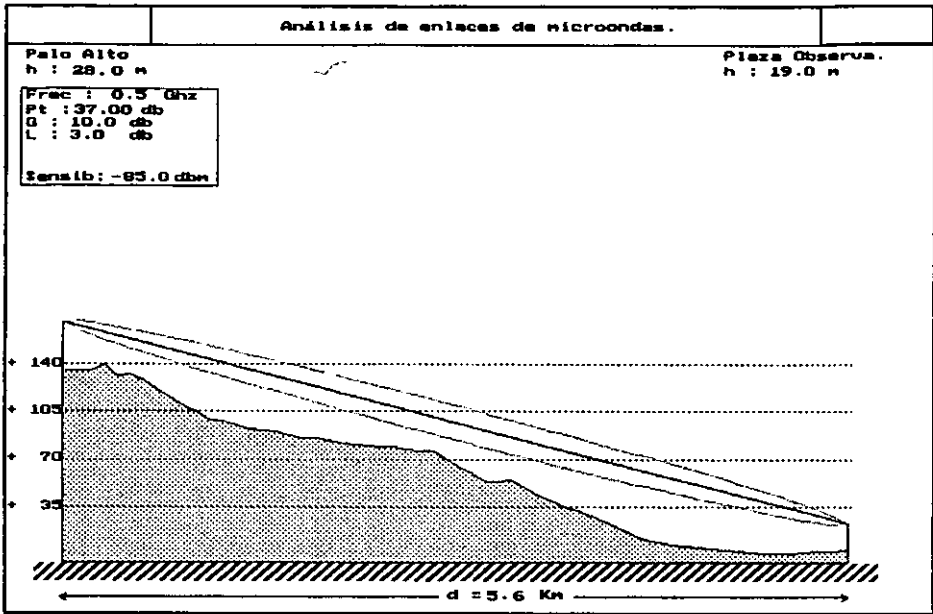


Ilustración 3-17 Estudio Punto a Punto Plaza Observatorio

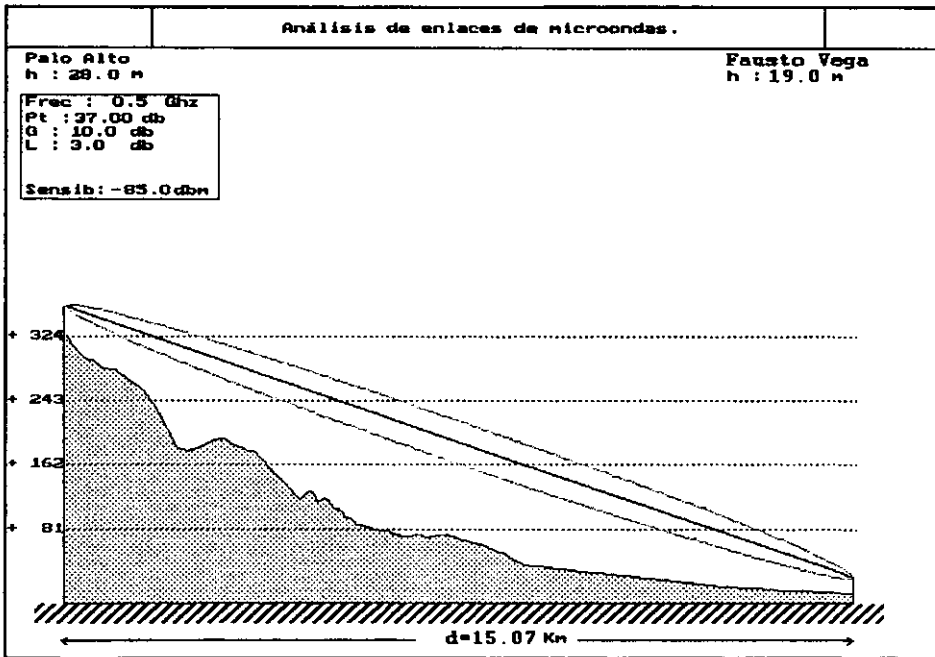


Ilustración 3-18 Estudio Punto a Punto Fausto Vega

4 Manejo del protocolo de usuario

4.1 Protocolo X.25

A principios de los años 70's ya existían muchas redes de comunicación de datos (también conocidas como redes publicas), de las cuales eran propietarias compañías privadas, organizaciones y agencias de gobierno. Sin embargo dichas redes eran muy diferentes internamente, y el crecimiento de interconexión crecía rápidamente, entonces surge la necesidad de crear un protocolo que sirva como interface entre redes.

En 1976 el protocolo X.25 surge como el protocolo deseado y fue recomendado por el Comité Consultivo Internacional de telefonía y telegrafía (CCITT) conocido desde 1993 como la Unión Internacional de Telecomunicaciones. X.25 es un protocolo de conmutación de paquetes de redes de datos, el cual define una recomendación internacional de conmutación de datos así como también el control de información entre el dispositivo de usuario (Host), llamado Equipo terminal de datos (DTE) y un nodo de red, llamado Equipo terminal de comunicaciones (DCE). X.25 utiliza un servicio orientado a conexión lo cual asegura que los paquetes serán transmitidos en orden.

X.25 esta basado en los tres primeros niveles de la arquitectura de 7 capas del modelo OSI definida por la organización internacional de estándares. Los tres niveles son:

El nivel físico describe el ambiente y la interface física a utilizar.

El nivel de enlace que es el responsable de realizar la comunicación entre el DTE y el DCE.

El nivel de red describe el protocolo de transferencia de datos en la red de conmutación de paquetes.

X.25 originalmente fue aprobado en 1976 y posteriormente revisado en 1976, 1980, 1984, 1988 y 1992. Este es actualmente uno de los protocolos mas ampliamente como interface en redes de comunicaciones de datos.

4.1.1 Nivel físico

El nivel físico es responsable de la transmisión de datos a través de medios físicos. La capa física de X.25 no especifica el medio a usar, pero establece una serie de reglas que rigen las características (eléctricas, mecánicas y de funcionalidad) de la interface entre el DTE y DCE.

En la recomendación X.25, la CCITT describe la interface física en dos breves paginas y sorprendentemente selecciona una interface física que no es la RS232 de EIA, sin embargo define su propia especificación conocida como X.21. Esto fue sorprendente ya que X.21 no es tan conocida ni tan popular en los Estados Unidos; donde el uso de esta es casi nulo.

La Recomendación X.21 es titulada "Interface entre Equipo Terminal de datos y Equipo Terminal de comunicaciones para operación sincronía en redes publicas de datos" y es una recomendación para operación de circuitos digitales que utiliza un conector compacto de 15 pines donde 7 señales mas la tierra son normalmente utilizadas, estas son:

- Tierra (Signal Ground).
- Regreso común de DTE.
- Transmisión.
- Recepción.
- Control.
- Indicación.
- Elemento temporizador de señal.
- Temporizador de byte.

En forma balanceada X.21 soporta tasas de datos arriba de 9.6 Kbit/s. Cuando utiliza una interface eléctrica balanceada, con un par de cables para cada señal, soporta tasas mayores a 64 Kbit/s. Esta recomendación especifica la forma como el DTE puede establecer y liberar llamadas con el DCE por medio de intercambio de señales.

Línea	Nombre	DTE	DCE
G	Tierra		
Ga	Regreso común de DTE	X	
T	Transmisión	X	
R	Recepción		X
C	Control	X	
I	Indicación		X
S	Temporizador de señal		X
B	Temporizador de byte		X

El DTE utiliza la señal T y C para la transmisión y control de la información. El DCE utiliza las señales R e Y para datos y funciones de control. La señal S emitida por el DCE es la señal de sincronización de la información de manera que el DTE conoce cuando cada bit empieza y termina. La señal B también puede proporcionar grupos de bits dentro de paquete de bytes proporcionando caracteres de sincronía (SYN) para conocer el comienzo y fin de un paquete (opcional).

Debido a la falta de popularidad de la recomendación X.21 la CCITT aprobó una interface física estándar para X.25 conocida como X.21-bis. Afortunadamente para la mayoría de los fabricantes y usuarios fue virtualmente idéntica a la estándar V.24 de la misma CCITT y a la RS232-C de EIA.

La recomendación X.21-bis define una interface análoga que permite el acceso a redes de conmutación de datos proporcionando procedimientos de direccionamiento, para la transmisión y recepción de información, lo cual habilita a un DTE para establecer conexión con otros DTE's que también tengan acceso a la red.

Para operaciones en tasas superiores a 19.2 Kbit/s, la interface V.35 es permitida bajo X.21-bis. V.35 es ampliamente utilizada en los Estados Unidos y se caracteriza por el uso un conector rectangular de 24 pines, típicamente empleado arriba de 64 Kbit/s.

4.1.2 Nivel de enlace

El nivel de enlace asegura la capacidad de transferencia de datos entre el DTE y el DCE, por medio de la transmisión de datos como una secuencia de tramas (una trama es una unidad individual de datos la cual contiene campos de dirección, control, información, etc.)

Las funciones realizadas por el nivel de enlace incluyen:

Transferencia de datos de manera eficiente y oportuna
Sincronización del enlace para asegurar que el receptor y el transmisor estén en sincronía.
Detección de errores en la transmisión y recuperación de los mismos.

El nivel de enlace de datos utiliza procedimientos de control de enlace los cuales son compatibles con el enlace de alto nivel de datos (HDLC) estandarizado por ISO y con el control avanzado de comunicaciones de datos (ADCCP) estandarizado por ANSI.

Existen varios protocolos pueden ser utilizados en el nivel de enlace de datos:

Protocolo de acceso de enlace balanceado (por sus siglas en ingles LAPB) se deriva de HDLC y es la más comúnmente utilizado. Este es implementado para habilitar una

conexión lógica.

Protocolo de acceso (LAP) de enlace es la versión previa de LAPB, este es raramente utilizado.

Procedimiento de acceso de enlace canal D (LAPD), se deriva de LAPB y es utilizado para redes integrales de servicios. Habilita la transmisión de datos a través del canal D, canal especial entre un DTE y un nodo ISDN.

Control lógico de enlace (LLC) este es un protocolo para redes de área local de IEEE el cual define la transmisión de paquetes de X.25 a través de un canal de LAN.

Como LAPB es el protocolo de nivel de enlace comúnmente utilizado para X.25 a continuación se realizará una breve definición del mismo.

El protocolo LAPB utiliza la siguiente estructura de trama:

1 byte	1 byte	1 byte	variable	2 bytes	1 byte
Bandera	Dirección	Control	Información	FCS	Bandera

El campo de bandera indica cuando empieza y cuando finaliza una trama.

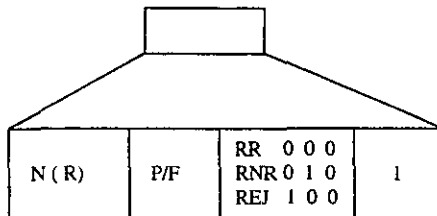
El campo de direcciones contiene la dirección del DTE/DCE.

El campo de control contiene los números de secuencia, comandos y respuestas para controlar el flujo de datos entre el DTE y el DCE.

El campo FCS sirve para indicar si existen errores en la transmisión, este es una variación del código de redundancia cíclica.

Tres distintas tramas son utilizadas en LAPB, las cuales son: de Información, de Supervisión, y no numeradas.

8 7 6 5 4 3 2 1 Bits



Nota: las tramas de supervisión no contienen campo de información.

Bit P/F poleofinal sirve para conocer que terminal realiza la función de transmisor y cual la de receptor (Estación primaria y secundaria).

Información: Llevan datos de usuario a través del enlace y son las únicas que requieren números de secuencia. Los datos de usuario se encuentran en el campo de información de una trama de este tipo. El campo de control contiene el número de secuencia de las tramas para asegurar que no se pierdan o se interpreten fuera de orden. Cada trama transmitida

tiene un número de secuencia en el rango de 0 a 7, es decir que utiliza una ventana de módulo 8 ó bien utiliza 3 bits del campo de control para definir los números de secuencia.

Supervisión: Son utilizadas para realizar control de flujo, retransmisiones, y reconocimientos de tramas de información. Hay varios tipos de supervisión.

RR trama de reconocimiento entre DTE y DCE, indica que la terminal está lista para recibir la siguiente trama de información y también es utilizada para enviar el reconocimiento de la trama previa (RR Receive Ready).

REJ trama de reconocimiento negativo, es utilizada para detectar errores en la transmisión (REJ Reject Frame) y pedir una retransmisión de la información.

RNR sirve para indicar al transmisor que detenga la transmisión de datos debido a problemas temporales (RNR Receive not Ready).

No numerada. Esta trama toma su nombre debido a que esta no lleva números de secuencia ni de recepción ni de transmisión. Es utilizada para proporcionar funciones extras de control de enlace como: inicialización de conexión, desconexión, restablecimiento del enlace, rechazo de tramas no válidas.

LAPB trata al equipo DTE igual que al DCE. En un procedimiento de acceso balanceado ambas terminales pueden inicializar el enlace enviando el comando de selección de modo Asíncrono balanceado SABM (Set Asynchronous Balanced mode). La confirmación de este comando es hecha por el nodo receptor cuando envía una respuesta de reconocimiento no numerada UA (Unnumbered Acknowledge). LAPB proporciona los siguientes comandos:

DISC : Comando de desconexión permite a una terminal anunciar que tirará la conexión (DISC Disconnection).

SNTR : Comando que permite a una terminal decir a la otra que tiene que estar lista para anunciar su presencia (SNTR Set Normal Response Time).

FRMR: Comando que indica que una trama ha sido descartada (FRMR Frame Reject).

4.1.3 Capa de red

La capa de red crea unidades de datos de red llamados paquetes los cuales contienen información de control y datos de usuario. La capa de red de X.25 proporciona procedimientos para manejar los siguientes servicios:

Circuitos Virtuales (VC) es una asociación temporal entre dos DTE's. Para inicializar un circuito virtual un DTE debe realizar una solicitud de llamada hacia la red. Este servicio asegura que exista un orden en ambas direcciones entre los DTE's. Este servicio es

establecido cuando cualquiera de los dos DTE's quieran comunicarse y es el más comúnmente empleado por el protocolo X.25

Circuito Virtual Permanente: Es una asociación permanente entre dos DTE's los cuales no requieren de realizar una solicitud de llamada y de liberación de conexión, ya que este servicio proporciona una conexión permanente entre ambas terminales.

Selección rápida: es un servicio el cual habilita paquetes de control sobre un circuito virtual para rutear datos.

Otros servicios. La capa de red proporciona procedimientos que son empleados sobre un servicio de circuito virtual como son la solicitud y liberación de la llamada. Además realiza funciones de control de flujo para asegurar que un usuario no sature de paquetes al otro usuario y para mantener a tiempo y eficientemente la liberación de paquetes. Este nivel también maneja errores en paquetes los cuales deben ser abortados ó en su defecto de ser necesario para restablecer el circuito virtual.

- SOLICITUD DE LLAMADA

Cuando un DTE A quiere comunicarse con un DTE B debe establecer una conexión por lo que debe construir un paquete de solicitud de llamada que pasara por el correspondiente DCE hasta su destino. El DCE B toma la solicitud y si este desea tomar la llamada envía de regreso un paquete de aceptación de llamada. En el momento que el DTE A recibe el paquete de aceptación el circuito virtual es establecido. En este momento ambos DTE's puede usar una conexión full-duplex para intercambiar paquetes de datos. cuando un lado quiere finalizar la llamada, este envía un paquete de solicitud de liberación al otro lado, el cual entonces debe enviar un paquete de confirmación de liberación a manera de reconocimiento.

- FORMATO DE PAQUETES

Dentro los paquetes que el protocolo X.25 maneja podemos mencionar los siguientes: paquetes de control, paquete de solicitud de llamada y paquete de datos.

El paquete de control como todos los paquetes de X.25 inician con un encabezado de 3 bytes. Los bytes 1 y 2 contienen los campos de grupo y canal que juntos identifican un numero de 12 bits para el circuito virtual. El número 0 esta reservado para usos futuros y entonces un DTE puede tener 4095 circuitos virtuales al mismo tiempo. A continuación se muestra el formato de dicho paquete.

P (R)	M	P (S)	0	LCN	Q D SS	LCGN
XXX		XXX		XXXXXXXX		XXXX

Byte 3

- P(R):** Número de secuencia de recepción
- M:** Indicador de categoría de paquete
- P(S):** Número de secuencia de envío
- 0:** Reservado

Byte 2

- LCN:** Número de canal lógico
- Q:** Bit cualificador
- D:** Bit de confirmación de envío
- SS:** Bits de módulo

Byte 1

- LCGN:** Grupo de canal lógico

El bit Q indica el tipo de dato, la intención es permitir a protocolos de capas superiores prender este bit para distinguir el paquete de los de control. Para paquetes de control este es siempre cero.

El campo de secuencia y piggyback son utilizados para funciones de control de flujo, por medio de deslizamiento de ventanas. El número de secuencia puede ser módulo 8 ó 128.

El bit D determina el significado del campo de piggyback. D=0, significa que el DCE local ha recibido el paquete pero no que el DTE remoto lo ha recibido aún. D=1 significa que el paquete ha llegado exitosamente hasta el DTE destino.

Otros paquetes de control son:

- **La aceptación de llamada:** este paquete es enviado por el DTE que recibe la llamada si es que la acepta.
- **Solicitud de liberación de llamada:** Este es enviado por una terminal para hacer una desconexión.
- **RR** es utilizado para realizar reconocimiento de paquetes.
- **RNR** es utilizado para no saturar al receptor e indicar a la terminal que esta enviando paquetes que se detenga.
- **FRAME REJECT.** Paquete de Reconocimiento negativo indica al transmisor que debe enviar retransmisión de paquetes.
- **RESTART.** Paquete de Restablecimiento sirve para restablecer una conexión de red debido algún problema sobre la misma.

El paquete de **solicitud de llamada** se describe a continuación:

00	FFL	TDA	RDA	TDAL	RDAL
----	-----	-----	-----	------	------

RDAL: Longitud de dirección de ETD llamante
TDAL: Longitud de dirección de ETD llamado
RDA: Dirección de ETD llamado
TDA: Dirección de ETD llamante
FFL: Longitud de campo de utilidades

La longitud de los campos para la dirección llamando y de la dirección llamada nos dicen que tan grandes son esas direcciones respectivamente. Los siguientes dos campos son para las direcciones la que llama y la llamada. El sistema de direccionamiento que utiliza X.25 esta definido en la recomendación X.121. Este sistema es similar al de las redes telefónicas publicas, es decir cada Host es identificado por un numero decimal el cual contiene un código para cada país, para el código de la red, y una dirección que lo identifica dentro de la red. Una dirección completa puede contener hasta 14 dígitos .

El campo de longitud de facilidades indica que tan grande es el identificador del servicio a prestar. El campo de facilidades es utilizado para prestar servicios especiales para la conexión. Estos servicios especiales pueden variar de red a red como son: longitud de paquete, tamaño de ventana etc.

El último campo es de datos de usuario, el cual permite enviar 16 bytes de datos junto con un paquete de solicitud de llamada.

4.2 Configuración del equipo central y nodos remotos para protocolo X.25

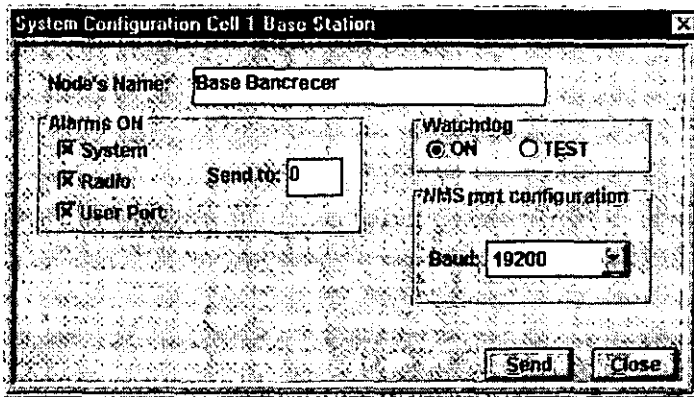


Figura 4-1 Configuración para X.25

En este esquema se muestra la configuración en la parte de sistema para el equipo central ubicado en Palo Alto, para la parte de Name corresponde a un campo alfanumérico para anotar una referencia al equipo, para la parte de Baud Rate significa la velocidad entre la computadora con el software de administración, esta velocidad es independiente de la velocidad de los puertos de usuario, y de la aplicación en general.

En cuanto al parámetro que significa Watch Dog, se refiere a que es un dispositivo de seguridad contra posibles fallas internas que pueda tener el equipo, en caso de presentar una falla da un auto-reset, este parámetro debe de permanecer siempre en ON.

Podemos recibir alarmas que sean generadas justo en el momento en que ocurre algún evento, para esto se habilita el parámetro de Alarms ON, podemos obtener alarmas de Sistema, de Radio, y de Puertos de Usuario.

Es muy importante que cuando se generen esos eventos permanezcan localmente en el equipo, esto es para no quitarle recursos al canal de radio.

En cuanto a la configuración y Parámetros de Radio tenemos la siguiente configuración.

RADIO CONFIGURATION Cell 1 Base Station

Protocol		Radio Modem	
Random access:	1	Random access frequency:	3
Slot width:	OFF	Slots for random access:	4
Fill at beginning:	4	Channel delay (ms):	1
Fill at ending:	4	Repeat Pause (ms):	200
Cell identifier:	1	Max number of tries:	6
Remote identifier:	0	Traffic Balance Level:	2
Slot width time (ms):	40	Number of Remotes:	6
		Mode:	Save
		Tx frequency:	493.35000
		Rx frequency:	493.35000
		Power:	5
		CTS delay:	020

Remotes						
Remote #	Client	Client's Code	Site	City	State	Contact
1		AA	Unknown			
3		AA	Unknown			
5		AA	Unknown			
6		AA	Unknown			
7		AA	Unknown			

Send Close

Figura 4-2 Configuración de Parámetros de Radio

Para la configuración del parámetro de Enable en el radio deberá ser Rx and Tx, en cuanto a la Criptografía, siempre debe de estar OFF.

En cuanto al Identificador de Célula es muy importante para el protocolo de radio, ya que si no coincide en todos los equipos de la célula, algunos equipos no podrán tener enlace de radio con la estación central.

El Remoto Identificador debe ser en la estación central cero (0), esto es por diseño del equipo.

Filling at Beginning y Filling at Ending son el Relleno al inicio y al final del paquete de radio para evitar la distorsión al momento de subir y bajar la portadora respectivamente.

El parámetro de Slot Width Time se refiere a la duración de un Slot, En este parámetro se tienen que considerar el tiempo para levantar la portadora del radio (15-20 ms), y el envío del paquete de reservación de un remoto (15 bytes aproximadamente incluyendo los paquetes de relleno al inicio y al final). Este tiempo tiene que ser igual en todos los equipos de la célula para no perder sincronía en el radio.

El parámetro de Random Access Frequency controla la frecuencia de poleo y el comando de acceso aleatorio, de la manera en que esta configurado actualmente representa 3 poleos y

un comando de acceso aleatorio, este parámetro es manipulable dependiendo de las condiciones de tráfico

En cuanto al parámetro de Slots for Random Access, se refiere al número de slots que deja para el comando de acceso aleatorio (reservaciones) cada vez que se envía un comando de Random Access a la base.

Para el parámetro de Polling Delay se refiere al retardo en la retransmisión después de recibir la respuesta (para dar tiempo de transición de entre TX y RX del radio remoto). Este tiempo depende de que tan bien estén calibrados los radios.

El parámetro especificado como Repeat Pause se refiere al tiempo de espera para que algún equipo remoto vuelva a retransmitir su información, con este parámetro podemos alentar o agilizar la red dependiendo de los requerimientos de la misma.

Máximum Number of Tries este parámetro se refiere al número máximo de reintentos (repeticiones). Este parámetro también se usa para detectar si un remoto está fuera de servicio.

Traffic Balance Level se refiere al nivel de tráfico que se va a manejar dependiendo de las condiciones del mismo el número 2 representa que es bajo condiciones de mediano tráfico.

El número de remotos es el número de elementos remotos que vayan a estar configurados en esta base, y que representa el número de clientes que utilizarán nuestro canal de radio.

A continuación presentaremos la configuración de los puertos de usuario .

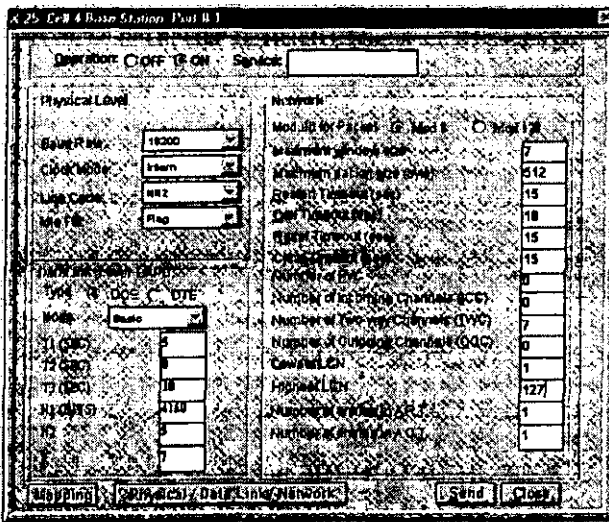


Figura 4-3 Configuración de Puertos de Usuario

4.2.1 Capa física

En el parámetro de Baud Rate representa la tasa de transmisión de los datos del usuario, en este caso es de 19200 bps.

En cuanto al parámetro de Clock Mode se refiere a que nosotros vamos a proporcionar el reloj de transmisión de los datos.

Para el parámetro de código de línea representa la forma en que van a viajar los datos a nivel eléctrico o por pulsos, a continuación pondremos un diagrama esquemático de la representación de los códigos de línea.

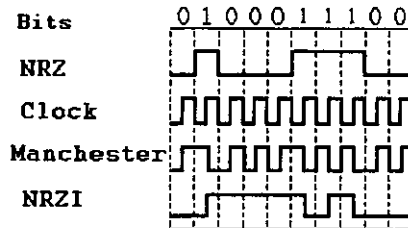


Figura 4-4 Códigos de Línea

En cuanto al Idle Fill que representa un carácter de relleno cuando el canal está ocioso, la representación esquemática del Flag se representa con una trama de ocho bits que tiene la siguiente forma 11111111, y su número en hexadecimal es FF, en cuanto concierne al Mark se representa con una trama de 8 bits de la siguiente forma 01111110 lo cual representa un número en hexadecimal de 7E estos parámetros son muy importantes sobre todo cuando se interconecta nuestro Equipo de comunicaciones muestra, es decir cuando usamos un dispositivo Sharing Device que puede ser un multiplicador digital, o algún dispositivo similar, y si este dispositivo funciona como Data Contention (Contención de Datos), es necesario ajustar este parámetro y utilizarlo como Mark.

Por consiguiente si nos conectamos a un dispositivo de Signal Contention (Contención de Señales), es necesario ajustar nuestro parámetro a Flag.

NOTA IMPORTANTE: SI NO SE SIGUEN LOS DATOS AQUI ESPECIFICADOS, SE PUEDE ALTERAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS NODOS PRIMARIOS QUE SE INTERCONECTAN CON LOS NODOS SECUNDARIOS (NUESTRO EQUIPO)

4.2.2 Capa de enlace o datalink

X.25 Cell 4 Base Station Port # 1

Operations OFF ON Service: _____

Physical Level		Network	
Baud Rate:	19200	Modulo for Packet:	<input checked="" type="radio"/> Mod 8 <input type="radio"/> Mod 128
Clock Mode:	Intern	Maximum window size:	7
Line Code:	NRZ	Maximum packet size (byte):	512
Idle Flag:	Flag	Restart Timeout (sec):	15
		Call Timeout (sec):	18
		Reset Timeout (sec):	15
		Clear Timeout (sec):	15
DataLink Level LAPB		Number of PVC:	0
Type:	<input checked="" type="radio"/> DCE <input type="radio"/> DTE	Number of Incoming Channels (IC):	0
Mode:	Basic	Number of Two-way Channels (IWC):	7
T1 (SEC):	5	Number of Outgoing Channels (OC):	0
T2 (SEC):	0	Lowest LCN:	1
T3 (SEC):	10	Highest LCN:	127
NF (BITS):	4160	Number of entries in A.R.T.:	1
N2:	5	Number of entries in A.C.I.:	1
	7		

Mapping: Physical / Data Link / Network

Send Close

Figura 4-5 Configuración de Enlace

En esta configuración podemos notar que dentro de la capa de DataLink existen 2 tipos de conexión lógica una de ellas es tipo DTE, y la otra es tipo DCE, para la identificación correcta de estos elementos hay que tomar en cuenta que un equipo va a ser DCE lógico cuando se genera el comando de inicialización SABM como podremos observar a continuación

DCE	DTE
XID→	←XID
SABM→	←UA
RR→	←RR

En relación a lo antes comentado y reiterando lo anterior podemos mencionar que se inicia sesión en x.25 cuando se manda el comando SABM (Set Asynchronous Balance Mode) y el equipo DTE Lógico contesta con su comando de UA (Unnumbered Acknowledgment)

En cuanto al parámetro de T1 podemos mencionar que se refiere al Timeout de respuesta, esto significa que cuando alguno de los equipos establece una conexión y mantienen el canal ocupado, y si uno de los 2 no transmite información este parámetro es el que lo determina, esto es muy similar a una línea telefónica, claro que mas restrictiva.

El parámetro T2 se refiere al retardo en la respuesta, y este parámetro no se usa actualmente.

El parámetro T3 se refiere al Keep Alive Timeout, esto es el tiempo en que la línea o el canal va a permanecer abierto, es decir cuando se establece una sesión y alguno de los equipos tanto como Host como terminales no contesta , se cierra el canal y por consiguiente se tiene que volver a establecer la conexión.

El parámetro N1 se refiere al número máximo de bits de trama (excluyendo flags). N1 debe ser un múltiplo de ocho, este parámetro tiene relación con el parámetro de maximum packet size establecido en la capa de red de este protocolo (esto lo comentaremos en la sección de capa de red más adelante).

N2 significa limite de reintento

K máximo número de tramas pendientes de reconocimiento 1-7 para modo básico, 1-15 para modo extendido, este parámetro se refiere a la cantidad de paquetes que manda antes de recibir un acknowledge

4.2.3 Capa de red o paquete

Esta capa se refiere básicamente al enrutamiento y manejo de PVC y SVC dentro del protocolo X25.

A) Circuitos virtuales permanentes PVC

El método de ruteo por PVCs es implementado usando el mapa de la ruta PVC, una tabla que contiene la información necesaria de cómo un paquete es enrutado en un PVC a su puerto destino. Para definir una conexión PVC entre 2 puertos X.25, debe incluirse una entrada en el MAP de enrutamiento PVC el cual describe las características del puerto X.25 distante. Esas características contienen la identificación de la estación y del puerto así como el número de canal lógico. En algunos casos donde el protocolo destino no es X.25 el identificador de protocolo y las direcciones correspondientes también son especificadas en la misma entrada del mapa.

B) Circuitos virtuales conmutados SVC

El método de ruteo para SVC es implementado al emplear el ART (Address Resolution Table), esta es un mapeo de la dirección X.121 del equipo DTE a la estación y el puerto correspondiente, con el fin de que las llamadas virtuales lleguen correctamente a su destino.

La dirección X.121 debe ser única para cada puerto X.25, en este caso la dirección X.121 se conforma de 1- 15 dígitos (0-9) o comodines. Los comodines se agregan al final de un prefijo para formar una dirección de subred de X.25. Este procedimiento se da conforme a la dirección definida por la recomendación X.121 (09/92) de CCITT.

La dirección del equipo de un puerto X.25 dentro de una red de radio se encuentra especificada por:

- Identificador de Estación
- Identificador de Puerto.

En algunos casos, el protocolo de puerto destino puede ser diferente de X.25 (ej. X.28 DP3201, etc.) este protocolo también debe ser especificado.

C) Control de acceso

En algunas aplicaciones se debe ejercer el control de acceso para prevenir la llamada virtual no deseada o no autorizada para su entrada o salida del sistema. Se puede alcanzar esta meta en gran parte al emplear la tabla ACT; ésta contiene el permiso para las direcciones de los DTE's conectados al sistema.

Ninguna llamada virtual tiene permiso de entrar al sistema a menos que la dirección del DTE que origina la llamada se encuentre en la ACT con el permiso apropiado de acceso. (TWC, ICC).

Ninguna llamada virtual tiene permitido salir del sistema a menos que la dirección del DTE que recibe la llamada se encuentre en la ACT con el permiso apropiado (TWC, OCC).

D) Capacidades de conmutación

Topología general (Mesh): Esta configuración permite alcanzar la mayor capacidad de conmutación, proporcionando circuitos virtuales entre los 2 DTE's conectados al sistema. Esta topología soporta la conexión entre puertos en cualquier estación base o Remota, incluyendo los puertos en una misma estación.

Topología Concentrada (Punto-Multipunto): En la mayoría de las aplicaciones sólo se requieren circuitos virtuales entre la estación Base y las estaciones Remotas. Esta configuración es una versión restringida de la topología general, que no permite la conexión entre las estaciones remotas. El beneficio de esta topología permite alcanzar mayor desempeño, porque no causa el retraso por los brincos de remoto-base-remoto.

E) Spoofing local

El store and Forward es una estrategia implementada para transportar los datos del usuario y paquetes de interrupción sobre circuitos virtuales. Los paquetes de control de flujo enviados por el sistema en respuesta a los paquetes de datos tienen solamente significado local.

Similarmente, los paquetes de confirmación a Restart-Clear-Reset se generan localmente. La llamada conexión/aceptación y la confirmación requieren reconocimiento de un extremo a otro.

Para asegurar la consistencia del estado de los circuitos virtuales de diferentes interfaces, se ha implementado un mecanismo de intercambio y mantenimiento del estado interno. Un paquete de datos no se puede enviar o recibir a menos que todas las interfaces respectivas a lo largo del circuito virtual X.25 se encuentren en estado Listo. Los circuitos virtuales que emplean el enlace RF se desconectan automáticamente a causa de la caída del enlace RF.

4.3 Emulación de ambiente real con los equipos de radio comunicación

Una vez que se tiene toda la información concerniente al equipo, se procede a la instalación y operación del equipo primero se prueba en el laboratorio y posteriormente en las instalaciones del cliente, este proceso se separa en los siguientes pasos:

- **Instalación necesaria para la RF**
Es la frecuencia Libre asignada al banco ya que ya se conoce.
- **Instalación de los equipos**
Es la parte de conexión que incluye la parte eléctrica, configuración y conexión con los equipos del usuario.
- **Instalación del centro de control y administración , y monitoreo de operación**

1) Instalación necesaria para la RF

Una vez obtenida la ubicación de todos los equipos, se tiene que la base se ubicará en Palo Alto, pues es el mejor lugar para la comunicación de todas las estaciones de célula, desde aquí se “ven” todas las celulas, y se tiene el host de aplicación. Y se instaló la antena Omnidireccional.

2) Instalación de los equipos

Esta parte consta de tres etapas básicas:

Etapas de configuración local (inicial):

Se configura el equipo sin conectarlo a la antena , radio o aplicaciones de usuario, es decir solo se configuran los parámetros del radio así como las aplicaciones propias del equipo.

Etapas de Prueba de Radio:

Se conecta la antena y se verifica que se tenga enlace de radio.

Etapas de conexión con equipos de usuario:

Se conectan los puertos del equipo con los del usuario (Hosts, terminales, equipos con multiplexores, multiplicadores digitales, modems, etc.) y finalmente se pone en operación.

4.3.1 Etapa de configuración local (inicial):

Las Herramientas necesarias para esta etapa son:

- Computadora con software de configuración.
- Cable RS-232 DTE a DTE (cruzado) para la conexión del puerto de administración del equipo de comunicación y la computadora personal.
- Una Carga fantasma (dummy-load) para sustituir la antena.
- El software del equipo Nb/Net se tiene que actualizar con la última versión que se tenga.

Pasos a seguir:

- 1) Conectar la carga fantasma al conector de la antena de RF del equipo de Radio Comunicación. Esto es muy importante antes de encender el equipo, ya que al encenderlo sin tener carga en la antena, el radio puede quemarse o dañarse.
- 2) Verificar el voltaje local que se maneja (110V o 220V) y si es necesario, cambiar el selector de entrada de la alimentación del equipo Usado. La alimentación de corrientes debe tener tierra física.
- 3) Ahora ya se puede encender el Equipo. Si el LED "POWER" se enciende y además el LED de "RADIO" empieza a centilear, el equipo está funcionando normalmente.
- 4) Conectar el Puerto serial de la computadora (COM1 o COM2) con el puerto de administración del Equipo de comunicaciones y correr el software de administración.
- 5) Al inicializar el software, éste hace un comando de reconocimiento "Hello" automático al equipo para obtener su identificador (Célula_ID) y Remoto_ID) así como la velocidad del puerto. Si el equipo responde al comando de reconocimiento, el software registra su identificador y ajusta los parámetros de tiempo de espera de los comandos de administración (local y remoto), dependiendo de la velocidad en la que se maneje. En caso de que no haya respuesta se tiene que intentar de nuevo mediante la reinicialización del equipo y del software, además de realizar la verificación de las conexiones del cable RS-232 y puertos seriales. (Se recomienda probar con los dos puertos seriales de la computadora y todas las velocidades posibles).
- 6) En caso de tener una velocidad muy baja, es conveniente cambiarla para tener una

configuración más rápida. Esto se hace cambiando la configuración del Sistema de equipo (baud rate). Al cambiar la velocidad es necesario ajustar la opción *serial Comm* en *Configuration*. Una vez realizado esto, se tiene que enviar un "hello", con el fin de verificar si el ajuste tuvo éxito.

- 7) Es necesario que la versión de Software sea la mas actual y la misma en los equipos, para revisarla se utiliza la opción *Show-System* del menú *status*. En caso necesario se necesitan los archivos *ROMBASE.IMG* y *ROMREMO.IMG* para la base y el remoto respectivamente o en su defecto los archivos *BASE.EXE* o *REMOTO.EXE* si el equipo es mas reciente. La versión se cambia mediante la opción *DOWNLOAD* del menu *UTILITIES*.
- 8) Una vez realizado lo anterior, se configura el identificador de nodo (Célula, Remoto). Esto se realiza en la ventana de configuración de radio. De igual forma es necesario el comando "Hello" para validar el cambio. Nota: Cada remoto de la célula debe tener un distinto identificador.
- 9) Se programa el radio (La frecuencia, Tx/Rx, Power, y CTS_Delay) y se verifica seleccionando GET de la opción "Radio-Modem" en la configuración de Radio.
- 10) Ahora se escribe el "nombre de la estación" y se habilitan las alarmas de forma local (SEND TO node_ID donde: node_ID es igual a remote_ID).
- 11) En este punto se configuran los parámetros del protocolo de radio considerando que el Slot Width Time de la celula tiene que ser igual para no perder sincronía en Random Access. En el caso de la base es importante dar de alta todos los remotos que pertenecen a la célula.
- 12) Configurar los puertos de Usuario, en este punto se declara el protocolo del usuario así como sus direcciones. Se habilitan solo los puertos necesarios.
- 13) Se procede a verificar que la configuración esta bien almacenada, para llevar a cabo esta tarea, es necesario reinicializar el equipo y revisar la configuración.
- 14) Por último se apaga el equipo. En este punto ya esta listo para conectar la antena de radio o bien llevarse a su lugar real de instalación.

4.3.2 Etapa de prueba de radio

Con el equipo apagado, conectar la antena de radio ya instalada, encenderlo, y conectarse a la computadora de administración. Una vez instalada el software, se pueden realizar las pruebas a nivel de radio:

El envío de un "ping" a alguna estación remota y verificar que esta levantada. Encaso de éxito, se verifica la configuración, en especial la de radio.

Para comprobar la calidad del enlace de radio (a nivel de datos), se utiliza la opción *RadioLink* en *DIAGNOSTICS*. Basta con poner el nodo destino, número de mensajes de prueba y la longitud de cada mensaje en bytes. Esta prueba es realizada en tiempo real y el resultado de la prueba muestra el estado del enlace de radio. Esto se puede hacer repetidamente cuando hay muchos tiempos de espera, pérdidas de mensajes o muchos retardos, en caso dado se tiene que revisar la instalación de la antena, el cableado, el nivel de recepción, la configuración, y posiblemente ajustar de nuevo el Radio MDS.

4.3.3 Etapa de conexión con los equipos de usuario

Una vez que el equipo de Radio Comunicación está instalado y funcionando, es el momento de conectar los equipos del usuario para levantar las aplicaciones.

La conexión se realiza mediante un cable RS-232 adecuado. Para que el funcionamiento se realice en ambos lados, el Host tiene que operar primero, y después el lado terminal.

Una vez realizado lo anterior pasaremos al punto final

4.3.4 Operación y monitoreo

Este centro se instala del lado de la base pues es donde se pueden ver todas las estaciones remotas en un solo brinco (de Radio). También es posible instalar el centro de operación y monitoreo en alguna estación remota, sin embargo esto no se recomienda por el tráfico que generaría.

Para el monitoreo se emplea SHOW-STATUS (en este caso) o bien MONITORING-STATUS del administrador del DOS. En la pantalla de monitoreo aparece el estado de las direcciones de todos los puertos de la Base y el estado del radio del Remoto y estan identificados por diferentes colores:

Amarillo: verificar el enlace de radio al Remoto, checar que el Host se encuentre poleando a esa dirección.

Rojo: Verificar si la terminal del lado remoto esta encendida y funcionando, o bien checar que las direcciones esten correctas

5

Conclusiones

Mediante este documento podemos concluir que la solución es integral y cubre perfectamente las necesidades a la problemática planteada en un principio, todo esto se basa en una arquitectura de radio bastante confiable, dándole al cliente otras alternativas como las siguientes:

Configuración

- Programación global de parámetros específicos para cada función a través de su administrador.
- Configuración detallada de puerto y protocolo de usuario.
- Identificación de usuario y control dentro de la red.

Control y monitoreo

- Alarmas en tiempo real, así como el estado de la red.
- Registro de eventos y alarmas.
- Manejo de estadísticas para puertos de usuario y protocolos.
- Control global o específico sobre los elementos del sistema.

Capacidades de diagnóstico y mantenimiento

- Pruebas en la calidad del enlace de radio, puertos de usuario, etc.
- Activación y procesos de elementos de prueba.
- Actualizaciones de software.

Otras

El sistema es amigable y funciona bajo las plataformas de Windows 95 (o mejor), en una PC Pentium (o mejor).

Como características adicionales el equipo tiene la capacidad para funcionar como un agente SNMP (Simple Network Management Protocol).

Dentro de las ventajas de este equipo podemos mencionar las siguientes:

- Instalación Fácil y rápida (infraestructura instantánea).
- Sistema de comunicación celular punto-multipunto.
- Conmutación de paquetes
- Configuración flexible.
- Completo control y operación local y remota.
- Completa compatibilidad con otros sistemas de Radio de la misma marca.
- Uso de cualquier protocolo y configuraciones para una sola célula.
- Uso eficiente del canal de radio.
- Como se puede observar a lo largo de este documento el equipo tiene diversas aplicaciones que a continuación se enlistan:

- 1.- Agencias de Viajes
- 2.- Cajeros Automáticos
- 3.- Terminales Puntos de Venta
- 4.- Loterías Electrónicas
- 5.- Sucursales Bancarias
- 6.- Sistemas de Reservación

Alcances y perspectiva

Dentro de los alcances de este documento incluimos el siguiente texto, pensamos que es importante por el hecho de que fue empleado en su totalidad para las etapas iniciales de este proyecto, además tiene como objetivo determinar un alcance extra en nuestro trabajo, todo esto para la instalación eficaz y mantenimiento del equipo.

Manejo y uso de Estadísticas para mantener la calidad de un enlace Bancrecer

Se deben de tomar en cuenta los siguientes puntos para llegar a este objetivo en común
Previamente se debió de haber realizado una visita de inspección (ver documento de procedimientos de instalación), en la cual se sugiere que se lleve un remoto de pruebas y anexarlo a la base o las bases cercanas como remoto 99, el cual se le deben de mandar un tren de paquetes de radio que pueden variar de 10 hasta 1024 bytes, se recomienda, que debe de mandar un tren de aproximadamente 10 mensajes por cada tamaño de paquete es necesario checar en los estadísticos de retransmisiones (para el caso de los equipos probados) contra el número de frames enviados esto es decir obtener la razón de esta manera:

Por ejemplo si se observaron 9 Retransmisiones TX de 60 Frames TX se observará al dividir $9/60 = 0.15$ a este número se le debe de aplicar la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad de radio TX} = (1-0.15) \times 100 = 85 \%$$

Esto nos ayuda a obtener la disponibilidad de radio de un equipo remoto con respecto a la base esta disponibilidad debe de ser del 99.9 %.

En cuanto a la recepción de nuestro equipo también podemos hacer uso de nuestras estadísticas con los siguientes parámetros:

Por ejemplo si se observaron 9 CRC RX de 60 Frames RX se observará al dividir $9/60 = 0.15$ a este número se le debe de aplicar la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad de radio RX} = (1-0.15) \times 100 = 85 \%$$

El parámetro del 85% puede ser bueno ya que únicamente se está realizando en la visita de inspección y suponemos que se realiza sin instalaciones adecuadas, quedará para el personal de instalaciones mejorar este porcentaje hasta el 100 %.

De acuerdo a la siguiente tabla de valores podemos tener un punto de referencia en porcentaje:

100% - 98 % Excelente
97.9% - 96 % Bien
95.9 % - 0 % Mal

Perspectivas y mejoras con los enlaces Bancrecer

Dentro de las perspectivas para este cliente y en general para sus enlaces, dado el antecedente que son clientes pequeños (es decir con infraestructura menor), proponemos una solución para la expansión de estos equipos a escala nacional (se pudo observar dentro del documento que únicamente sus enlaces cubrían el área metropolitana).

El ejemplo de esta infraestructura podemos observarlo en el esquema siguiente.

Como podemos observar esta infraestructura es bastante conveniente para nuestro cliente, el hecho es que tiene la facilidad de usar la red Uninet (nivel nacional), y esto es una solución poderosa para clientes los cuales no cuenten con mucha infraestructura.

Y obviamente podrá tener una extensión a escala nacional e inclusive internacional.

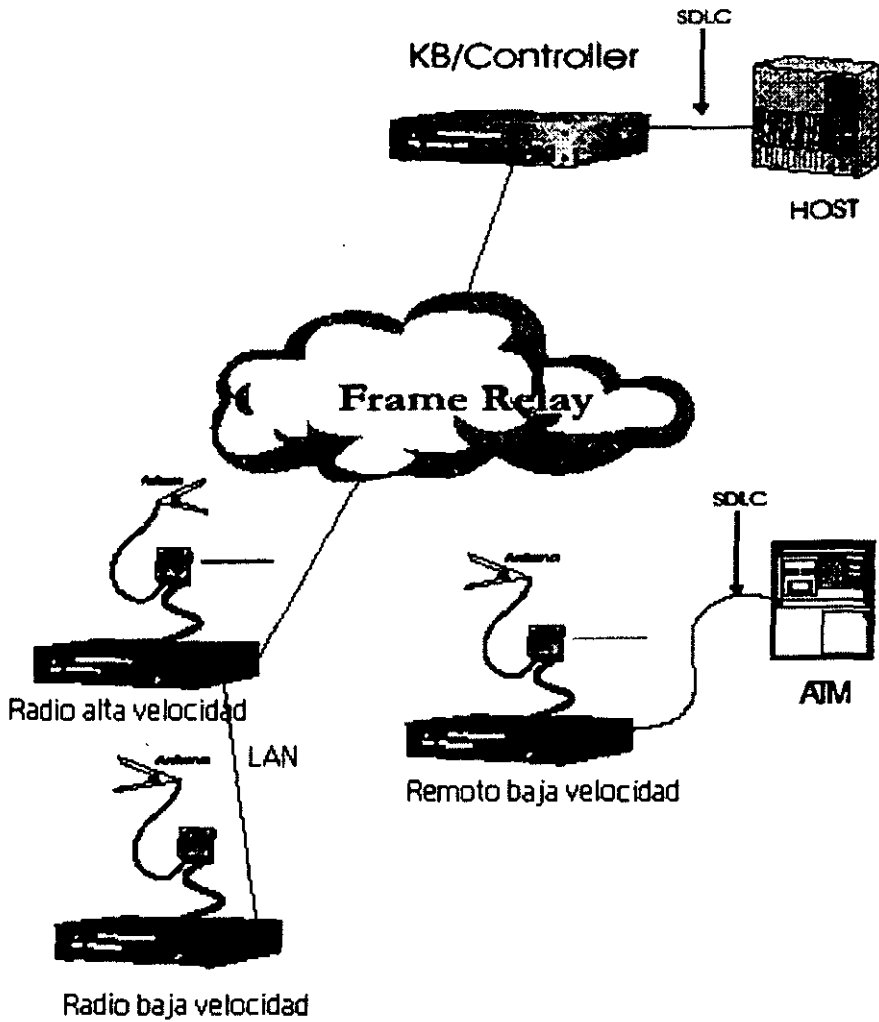


Figura 5-1 Mejoras de Enlace

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Bibliografía

Título: Principles of Communication Systems
Autor: Herbert, Taub & Schilling, Donald L.
Año: 1986
Editorial: Mc. Graw – Hill [2ª Edición]
ISBN: 0-07-100313-4

Título: ADSL and DSL Technologies
Autor: Goralsky, Walter
Año: 1995
Editorial: Mc. Graw-Hill
ISBN: 0-07-24679-3

Título: Telecommunication System Engineering
Autor: Freeman, Roger L.
Año: 1996
Editorial: Wiley Interscience
ISBN: 0-471-13302-7

Título: Redes de Computadoras Protocolos, normas e interfaces.
Autor: Uyles Black
Año: 1995
Editorial: Ra-ma [2ª Edición]
ISBN: 8-478-97151-3

Título: Manual de usuario equipo KB/NET
Revisión. Técnica: Ing. Fernando Valle, y/o Zdeneck Palecek

Indice alfabético

A

Address, 22, 23, 24, 25
 ALC, 11
 Antenas, 20
 Arquitectura, 2, 8, 9
 Asíncronos, 11, 18
 ATM, 7, 12

B

Bancreer, 2, 3, 5, 6, 7, 37, 38, 54
 Base, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28,
 30, 31, 32, 33, 35, 36
 BSC, 11

C

CCITT, 54, 55, 56
 célula, 8, 9, 10, 11, 12, 21, 22, 24, 26, 29, 30, 31, 32,
 33, 63
 Célula, 7, 12, 22, 24, 30, 31, 33, 63
 conmutación, 10, 54, 56
 Control, 11, 22, 23, 24, 25, 27, 55, 57
 CRC, 22, 23, 24, 25, 27, 35

D

DCE, 14, 16, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 67
 Desempeño, 12
 DOS, 11, 14
 DTE, 14, 16, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 67

E

esclavos, 6

F

Flag, 22, 23, 24, 25, 65
 frecuencia, 7, 9, 11, 15, 17, 20, 21, 26, 30, 31, 33, 34,
 63

H

Hosts, 7, 10

L

LAP, 57
 Línea, 20, 55, 65

M

maestro, 6
 Mhz, 7
 MHz, 6

N

NCR/ISO, 11
 Nodos, 9, 10

P

Poll / Select, 11
PORT, 29
 POS, 7, 8
 protocolo, 3, 8, 10, 11, 12, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,
 28, 30, 54, 57, 59, 62, 63

R

RAC, 23, 25, 26, 27, 28
 Radio Modem, 17, 18
 RAF, 26, 28, 30, 31
 Red, 5, 8, 9, 10, 29, 35, 37
 Remotas, 8, 11, 26, 27, 30, 35
 Repetidoras, 8
 RNR, 58, 60
 RS232, 55, 56

S

SCT, 6
 SDLC, 11, 22
 SLIP, 11

T

TCP/IP, 11

V

Visa, 11

W

Windows, 11

X

X.21, 55, 56
 X.25, 3, 11, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62
 X.28, 11

Figuras

FIGURA 1 ARQUITECTURA UTILIZADA	2
FIGURA 1-1 ESQUEMA DE CONECTIVIDAD	6
FIGURA 1-2 ARQUITECTURA DE LA RED DE RADIO	9
FIGURA 1-3 DESEMPEÑO DE UNA CÉLULA DE RADIO	12
FIGURA 2-1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES	13
FIGURA 2-2 PANEL FRONTAL DEL EQUIPO MUESTRA	14
FIGURA 2-3 PANEL POSTERIOR DE LA BASE	16
FIGURA 2-4 RADIO MÓDEM MDS	17
FIGURA 2-5 INTERFACE DE DATOS RS-232 DEL RADIO MDS	18
FIGURA 2-6 TOPOLOGIA DE UNA RED DE RADIO	22
FIGURA 3-1 ESQUEMA SUGERIDO	37
FIGURA 4-1 CONFIGURACIÓN PARA X.25	62
FIGURA 4-2 CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DE RADIO	63
FIGURA 4-3 CONFIGURACIÓN DE PUERTOS DE USUARIO	64
FIGURA 4-4 CÓDIGOS DE LÍNEA	65
FIGURA 4-5 CONFIGURACIÓN DE ENLACE	66
FIGURA 5-1 MEJORAS DE ENLACE	79

Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 3-1 DATOS PARA ESTACIÓN BASE PALO ALTO	39
ILUSTRACIÓN 3-2 DATOS PARA AZCAPOTZALCO	40
ILUSTRACIÓN 3-3 DATOS PARA FUENTE PETROLEOS	41
ILUSTRACIÓN 3-4 DATOS PARA LEGARIA TACUBA	42
ILUSTRACIÓN 3-5 DATOS PARA MICHOACÁN	43
ILUSTRACIÓN 3-6 DATOS PARA MIRAMONTES	44
ILUSTRACIÓN 3-7 DATOS PARA NUEVA SANTA MARÍA	45
ILUSTRACIÓN 3-8 DATOS PARA PLAZA OBSERVATORIO	46
ILUSTRACIÓN 3-9 DATOS PARA FAUSTO VEGA	47
ILUSTRACIÓN 3-10 PROPAGACIÓN DEL NODO RADIADOR	49
ILUSTRACIÓN 3-11 ESTUDIO PUNTO A PUNTO AZCAPOTZALCO	50
ILUSTRACIÓN 3-12 ESTUDIO PUNTO A PUNTO FUENTE DE PETROLEOS	50
ILUSTRACIÓN 3-13 ESTUDIO PUNTO A PUNTO LEGARIA – TACUBA	51
ILUSTRACIÓN 3-14 ESTUDIO PUNTO A PUNTO MICHOACÁN	51
ILUSTRACIÓN 3-15 ESTUDIO PUNTO A PUNTO MIRAMONTES	52
ILUSTRACIÓN 3-16 ESTUDIO PUNTO A PUNTO SANTA MARÍA	52
ILUSTRACIÓN 3-17 ESTUDIO PUNTO A PUNTO PLAZA OBSERVATORIO	53
ILUSTRACIÓN 3-18 ESTUDIO PUNTO A PUNTO FAUSTO VEGA	53

Tablas

TABLA 2-1 FUNCIONALIDAD DE LEDS	15
TABLA 2-2 FUNCIÓN DE LOS PINS DEL RADIO MDS.....	19
TABLA 2-3 INDICADORES EXTERNOS DEL RADIO MDS	19
TABLA 2-4 EJEMPLO DEL PROTOCOLO	28
TABLA 2-5 CONFIGURACIÓN DEL RADIO EN LA ESTACIÓN BASE.....	33
TABLA 2-6 CONFIGURACIÓN DEL RADIO EN UNA ESTACIÓN REMOTA	35
TABLA 2-7 ESTADO DE RADIO DE LA ESTACIÓN REMOTA	36
TABLA 2-8 ESTADO DE RADIO DE ESTACIÓN REMOTA.....	36