



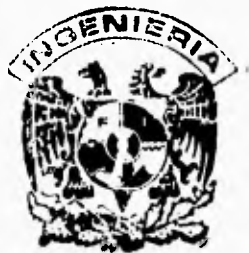
35
Rejón
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Red de Transmisión de Datos
en la Banda de los 500 MHz
Área Metropolitana**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N
Victor Barrón Trejo
Isaías Vara Flores

ASESOR. ING. ANTONIO GARCÉS MADRIGAL



México, D. F.

Febrero de 1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A mis padres:

Dedico el presente trabajo de tesis con todo mi cariño y admiración, a mi padre y a mi madre, quienes con su ejemplo de trabajo, empuje y superación nos han estimulado a mis hermanos y a mí a culminar las metas trazadas.

Espero que este trabajo retribuya una pequeña parte del esfuerzo y la dedicación mostrada para forjarnos un camino de éxito, esperanza y cordialidad.

¡Los quiero mucho y me siento muy orgulloso de ser su hijo!

A mi esposa:

Por animarme siempre (especialmente en los días de mucha fatiga) y "obligarme" a concluir la tesis; por tu alegría; por compartir los momentos felices; por tus bromas; por tus consejos; por tus deseos de ser mejores; por tu amor y por todo lo que implica estar felizmente a tu lado, te dedico este trabajo; el cual, será la base para un futuro mejor.

A Mis Padres:

Muchas gracias por sus consejos, siempre han sido y serán un ejemplo para mi. Gracias por toda la confianza y también por los regaños que en ocasiones he merecido.

Hemos compartido y superado juntos las pruebas que nos ha puesto el destino y gracias a ustedes soy lo que soy ahora. Gracias por estar conmigo y apoyarme en los momentos difíciles; son los mejores padres del mundo y espero no defraudarlos nunca.

Perdonen si en ocasiones los he lastimado con mi proceder pero quiero decirles que son ustedes lo que mas quiero y admiro, me siento orgulloso de ser su hijo.

Gracias por ser como son.

A Dios:

Gracias por darme una familia en la que existe el amor, la tolerancia y la comprensión. Gracias por la vida y por la capacidad de disfrutar los dones con que dotaste al mundo.

A mis hermanas por su bromas y consejos (y en ocasiones su mal caracter), Alfredo por la Compu y sus chistes de elefantes, a mis Abues que aunque no entienden nada de esto estoy seguro que les gustará, a mis Tíos por conformar una bonita familia, Víctor "El Jefe" por su compañía y amistad, Juan por sus "enseñanzas" en cuestiones delicadas, Doctor Pablo Herrera por su atención y don de gente, Miguel por sus puntadas, Hugo por hacer efectivo mi pronóstico, Javier "Much" por la confianza, Profesor Hilarión Cruz por saber demasiado, Víctor Hugo por su apoyo en las "depres", Sportillo por las situaciones chistosas, Martha Olivia por los momentos de dedicación y las minis entalladas y en general a toda la banda de la gloriosa Facultad de Ingeniería de la UNAM.

PRÓLOGO

El objetivo del presente trabajo es proporcionar una red eficiente de transmisión de datos entre Banco de México y los diferentes intermediarios financieros del país, los cuales en su mayoría se encuentran ubicados en el área metropolitana.

Los requerimientos básicos que se tomaron en cuenta para el diseño de esta red fueron los siguientes:

- Capacidad para enlazar 55 nodos remotos.
- Continuidad en el servicio.
- Alta seguridad en la transmisión de información.
- "Fácil" de implementar.
- Posibilidad de crecimiento.
- Bajo costo.
- Eficiente.

El Capítulo I proporciona una visión general de los medios de comunicación frecuentemente usados al integrar una red de datos, y se mencionan las características de las redes públicas, así como de las redes privadas, ya que como se verá en capítulos posteriores, resulta ser muy importante determinar si la administración y la responsabilidad de mantener la red operando dependerá 100% de Banco de México ó será delegada a un tercero.

La necesidad de contar con una Red Financiera Nacional y las condiciones bajo las cuales operaba Banco de México; son analizadas en el Capítulo II; donde además, se describen algunos aspectos básicos de la Red Digital Integrada (RDI) de Telmex.

PRÓLOGO

El objetivo del presente trabajo es proporcionar una red eficiente de transmisión de datos entre Banco de México y los diferentes intermediarios financieros del país, los cuales en su mayoría se encuentren ubicados en el área metropolitana.

Los requerimientos básicos que se tomaron en cuenta para el diseño de esta red fueron los siguientes:

- Capacidad para enlazar 55 nodos remotos.
- Continuidad en el servicio.
- Alta seguridad en la transmisión de información.
- "Fácil" de implementar.
- Posibilidad de crecimiento.
- Bajo costo.
- Eficiente.

El Capítulo I proporciona una visión general de los medios de comunicación frecuentemente usados al integrar una red de datos, y se mencionan las características de las redes públicas, así como de las redes privadas, ya que como se verá en capítulos posteriores, resulta ser muy importante determinar si la administración y la responsabilidad de mantener la red operando dependerá 100% de Banco de México ó será delegada a un tercero.

La necesidad de contar con una Red Financiera Nacional y las condiciones bajo las cuales operaba Banco de México; son analizadas en el Capítulo II; donde además, se describen algunos aspectos básicos de la Red Digital Integrada (RDI) de Telmex.

Es importante señalar que la implementación de la red de transmisión de datos en Banco de México se llevó a cabo en 1990, año en el que la RDI de TELMEX aún no era una realidad comercial como lo empezó a ser en el año de 1993; por tanto, la posibilidad de contar con enlaces digitales de alta velocidad haciendo uso de la infraestructura de Teléfonos de México, resultaba muy problemático en esos tiempos, pues la cobertura era limitada, teniendo tiempos, costos de instalación y mantenimiento muy elevados, lo cual hacía prohibitivo su uso; sin embargo, la RDI se vislumbraba como una buena alternativa de comunicación en un futuro próximo.

En el Capítulo III se estudian las diversas alternativas de conexión para establecer los enlaces de comunicación entre los intermediarios financieros (Bancos, Casas de Bolsa e Instituciones Gubernamentales) y Banco de México, dando como resultado, la adopción del uso de radio-frecuencia como medio de transmisión de datos por ser el que más se adaptó a las necesidades y requerimientos de esta red en particular.

La implementación detallada de la red se describe en el Capítulo IV, donde se incluyen los trámites que se llevaron a cabo ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), para obtener el permiso del uso de frecuencias en la banda UHF.

Los costos de inversión y los costos de mantenimiento se detallan en el Capítulo V, incluyendo el pago de derechos anual por el uso de las frecuencias a SCT. El costo de los equipos instalados en el lado de los usuarios remotos será cubierto por cada institución, y Banco de México será responsable de contratar el mantenimiento que requieren todos los radio-modem; es decir, la administración de la red corre por cuenta de BANXICO.

En el Capítulo VI, se puntualizan algunos de los aspectos más importantes que determinaron el uso de la radio-frecuencia como el medio idóneo de comunicación para esta red en particular.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
I.1	Importancia de la comunicación de datos	3
I.2	Medios de transmisión de datos	6
I.3	Conceptos básicos de comunicaciones y redes	8
I.4	Redes privadas de datos	10
I.5	Redes públicas de datos	12
I.6	Importancia del radio en la comunicación de datos	14
II.	SITUACION ACTUAL Y PROBLEMÁTICA	16
II.1	Necesidad de una red financiera nacional	16
II.2	Infraestructura Actual	20
II.2.1	Red Telefónica Pública	21
II.3	Red digital Integrada	23
II.3.1	Conceptos de la Red Digital de Servicios Integrados	24
II.3.2	Canales Básicos	27
II.3.3	Interconexión con otras redes	27
II.3.4	Servicios Prestados	28
II.3.5	Terminales RDSI	30
II.3.6	Red Digital Superpuesta	30
II.3.7	Ventajas de la red Digital Superpuesta	31
II.3.8	Beneficios que brinda la Red Digital Superpuesta	32
III.	ALTERNATIVAS Y SOLUCION PROPUESTA	34
III.1	Comunicación vía satélite	35
III.1.1	Elementos básicos de un sistema vía satélite	35
III.1.2	Características de transmisión y frecuencias utilizadas	36

III.1.3 Cobertura de la transmisión vía satélite	37
III.1.4 Reglamentaciones de un sistema vía satélite	37
III.1.5 Características de la transmisión vía satélite	38
III.2 Fibra Optica	39
III.2.1 Elementos básicos de un sistema con fibra óptica	40
III.2.2 Ejemplos de enlaces con fibra optica	40
III.2.3 Características de la fibra óptica	41
III.3 Microondas y laser	42
III.3.1 Consideraciones acerca de un enlace de laser	43
III.3.2 Microondas	43
III.3.3 Consideraciones de un enlace de microondas	45
III.3.4 Características de un enlace de microondas	45
III.4 Radio Comunicación	46
III.4.1 Consideraciones acerca de enlaces vía radio	46
III.5 Comparación de las diversas alternativas	48

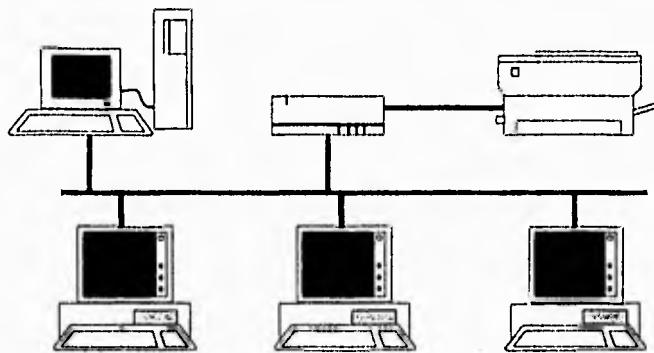
IV. DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO 50

IV.1 Requerimientos del sistema	50
IV.1.1 Números de usuarios	51
IV.1.2 Ubicación de los usuarios	53
IV.1.3 Equipo de Respaldo	53
IV.1.4 Configuración de la red	56
IV.1.5 Tipos de configuraciones analizadas	57
IV.1.6 Velocidad de transmisión	61
IV.2 Banda de Frecuencias a utilizar	62
IV.2.1 Trámites ante SCT	62
IV.2.2 Agrupación de los usuarios	63
IV.2.3 Experiencia de otros usuarios	66
IV.3 Parámetros de la red	66
IV.4 Estudio de propagación	69
IV.4.1 Objetivos del estudios de propagación	69
IV.4.2 Consideraciones generales	71

IV.4.3 Especificaciones principales de los equipos de comunicación y cableado	74
IV.4.4 Recomendaciones	75
IV.4.5 Pruebas de campo y equipo empleado	76
IV.4.6 Reporte de una inspección técnica a un nodo remoto del sistema SIAC-BANXICO	77
IV.4.7 Presentación de resultados	78
IV.4.8 Ubicación de los usuarios dentro de la Cd. de México	80
IV.5 Equipos que integran la red	81
IV.5.1 Radio Módem, modelo y características	81
IV.5.2 Paquete de emulación PEP	89
IV.5.3 Software del SIAC	93
IV.5.4 Multiplexor	95
IV.5.5 Combinadores, duplexores y multiacopladores	102
IV.5.6 Módems de distancia corta	105
IV.5.7 Antena	108
IV.5.8 Torre	115
IV.5.9 Características de la PC	117
IV.6 Conexión del equipo de Radio al Host	118
V. COSTOS	121
V.1 Inversión	121
V.2 Mantenimiento	124
V.2.1 Actividades del personal de mantenimiento	125
V.2.2 Horarios de trabajo	127
V.2.3 Sitios donde se prestará el servicio y personal asignado	128
V.2.4 Tiempo de respuesta a solicitud de mantenimiento	128
VI. CONCLUSIONES	129
VII. BIBLIOGRAFIA	134

I. INTRODUCCIÓN

Debido al desarrollo de computadoras y equipos digitales que se ha dado en los últimos años, se han logrado muchos avances científicos, industriales y comerciales que no se hubieran podido llevar a cabo por otros medios. Muchas empresas e instituciones trabajan eficientemente gracias al procesamiento automático de datos. Sin embargo, recientemente surgió la necesidad de la intercomunicación de éstos equipos para lograr así un flujo ágil de información que permita tomar decisiones con oportunidad y plena certeza de la validez de la misma; es decir, ahora que ya contamos con las herramientas necesarias para el procesamiento de datos, nos encontramos con una nueva exigencia que marca una nueva fase dentro del mundo de los sistemas informáticos, a la que se ha llamado "**Era de la Conectividad**".



Esta nueva y creciente necesidad se manifiesta día con día en la mayoría de las actividades del ser humano y como tal requiere ser satisfecha por sistemas de comunicación eficientes, que no inhiban el crecimiento de una institución o frenen su desarrollo.

Tal es el caso de Banco de México, organismo central del Gobierno Federal encargado de la coordinación diaria de las actividades bancarias y financieras del país en conjunción con todas las instituciones de crédito. Dentro de esta institución, la transferencia de información oportuna es de vital importancia y se requiere por lo tanto de actualizar los diferentes medios de comunicación que se han venido utilizando, los cuales ya no proporcionan el servicio requerido con la eficacia necesaria.

Debido a lo antes señalado, se han evaluado diferentes opciones que permitan resolver dichas necesidades en forma adecuada desde el punto de vista técnico y económico.

Como posibles alternativas; la más viable dados los requerimientos de los usuarios es el tener como medio de comunicación enlaces de radio frecuencia, siendo el objetivo del presente trabajo el establecer una red eficiente de transmisión de datos, usando éste medio como canal primario para el flujo de la información entre Banco de México y sus Cuentahabientes.

Algunas de las características más importantes con las que deberá contar dicha red son las siguientes:

- Disponibilidad durante las 24 horas del día.
- Posibilidad de crecimiento.
- Optimizar recursos, tanto técnicos como humanos.
- Alta seguridad en el manejo de la información.
- Continuidad en el servicio, proporcionando medios alternos de comunicación.

I.1 IMPORTANCIA DE LA COMUNICACIÓN DE DATOS.

Podemos decir que el desarrollo de los medios de comunicación surgió de la necesidad de intercambiar noticias y de conocer acontecimientos ocurridos en otros lugares. Remontándonos en la historia encontramos que el primer medio de información lo constituyó la transmisión oral debiéndose esencialmente al comercio, dado que los mercaderes transmitían las noticias de una a otra comunidad; y así, a medida que avanzamos en la historia de la humanidad siempre se concluye que el conocer la "actualidad" es lo que propicia el desarrollo de los sistemas de comunicación, los cuales han y seguirán evolucionando conforme sean requeridos. Así por ejemplo, aparecieron las comunicaciones telegráficas y gracias al continuo perfeccionamiento tecnológico éstas sentaron las bases para llegar al teléfono y la radio, los cuales se convirtieron en los medios de información inmediata más usados.



TELEGRAFO



TELEFONO CONVENCIONAL



TELEFONIA CELULAR



SATELITE

Sin embargo, al mismo tiempo que las telecomunicaciones evolucionaban tecnológicamente, también lo hacían los sistemas para almacenar y manejar la información generada en diversos puntos geográficamente alejados.

Debido a esto se desarrollaron sistemas de cómputo de gran capacidad los cuales se han diseminado en todo el planeta, y dada la continua necesidad de comunicación y actualización de la información, se requiere ahora de compartir las grandes bases de datos manejadas por estas modernas computadoras.

Uno de los principales objetivos que se persiguen actualmente es el mejorar las comunicaciones de datos y el ordenar los enormes volúmenes de información que se generan mundialmente. Esto se debe en esencia a que especialistas en el manejo de la información se han percatado de que el volumen de conocimientos almacenados en el mundo se dobla cada seis años, lo cual está acarreado por así llamarlo, una pérdida de utilidad, ya que los conceptos requeridos por una persona o grupo de usuarios determinado, se encuentra inmerso o perdido entre miles de páginas de información, lo cual en cierta forma esta frenando el avance científico, tecnológico, administrativo y económico de países enteros.

Las soluciones que se den a estos problemas deberán ser herramientas capaces de manipular esta inmensidad de información y permitir una transmisión de datos prácticamente instantánea, así como métodos poderosos para seleccionar un tema en particular.

Podemos decir que los primeros pasos rumbo a la solución óptima ya se han dado pues entre los países más desarrollados tecnológicamente existen grandes bases de datos que permiten su consulta en línea y están distribuidas a través de diferentes servicios comerciales los cuales para difundirse y fomentar su uso ofrecen sus servicios sin cargo o con tasas anuales muy bajas. A este respecto podemos mencionar que la información en línea llegará a convertirse en una gran industria que moverá muchos millones de dólares en un futuro próximo; algunas de estas empresas en México son Bloomberg, Reuters y Telerate por citar solo algunas.



Grandes bases de datos pueden accesarse
utilizando módems.

En el mundo de los negocios siempre llevará las de ganar ante sus competidores, aquel que disponga o tenga acceso a la información de manera rápida y eficiente lo cual siempre otorgará grandes ventajas en la toma de decisiones

En años anteriores se dedicó mucho dinero y esfuerzo de investigadores para el desarrollo de los equipos de procesamiento de datos; más sin embargo, las telecomunicaciones no fueron avanzando a la par sino que se relegaron a un segundo término.

Sin embargo lo que hará resurgir éste ámbito de la tecnología, es el entender lo atractivo de conocer los hechos generados a grandes distancias y en cualquier momento en forma "**inmediata**", lo cual será posible solamente gracias a medios electrónicos. Como ejemplo podemos citar a las agencias noticiosas, quienes gracias a dichos medios pueden recibir de manera casi instantánea, las noticias de última hora desde cualquier parte del mundo en un formato que permite almacenarlas, (en soporte magnético en una superficie reducida), combinarlas, imprimirlas, catalogarlas y usarlas tantas veces como sea necesario.

El futuro de las telecomunicaciones en cuestión de comunicaciones a larga distancia es muy prometedor y a medida que estas se vuelvan más accesibles, será posible formar una red internacional de telecomunicaciones cuya característica primordial sea el acceso "instantáneo".

I.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

En todo sistema ó enlace de datos siempre es de vital importancia contar con un buen medio de transmisión dependiendo éste de las condiciones tanto físicas como económicas, incluyendo la importancia de la información a ser manejada:

Así pues, pueden ser enumeradas los siguientes medios de transmisión:

- Líneas telefónicas
- Líneas privadas
- Cable coaxial
- Canales de satélite
- Canales de radio frecuencia
- Fibra óptica
- Guías de onda

Las líneas telefónicas actualmente son usadas para llevar a cabo enlaces temporales y cuando se requiere de un acceso rápido a algún sistema de información. Tienen la ventaja de ser económicas y de que se puede contar con una línea de éstas en casi cualquier punto del planeta.

Las desventajas de contar con un enlace usando este medio es que presentan grandes problemas de ruido provocados principalmente por inducción de fuentes de alta tensión y por interferencia con otras llamadas. Una línea telefónica dado que consiste en un par de alambres, posee un ancho de banda reducido por lo cual las velocidades de transferencia son bajas, típicamente entre 4800 y 9600 bps.

Las líneas privadas son utilizadas generalmente cuando se requiere de un enlace permanente entre sistemas, tiene un bajo costo de mantenimiento e instalación comparado con otros medios. Presentan casi los mismos problemas de ruido que las líneas telefónicas convencionales debido a interferencia e inducción pero permiten velocidades de operación mayores, en la actualidad hasta 19,200 bps en forma confiable.

Los enlaces de datos mediante líneas privadas generalmente se observan en redes de consulta permanente y también para la interconexión de nodos en los sistemas de conmutación de paquetes.

Otra opción es el cable coaxial, es confiable para la transmisión a grandes velocidades, del orden de Mbps; sin embargo, su utilización se reduce a la conexión de sistemas en redes locales o cuyas distancias no excedan el kilómetro, esto debido a su difícil instalación pues no es tan flexible y resulta caro en comparación con hilos telefónicos. Cabe mencionar que el cable coaxial es prácticamente inmune al ruido por inducción e interferencia pero su mantenimiento es costoso ya que si por algún motivo se daña algún sector del cable se requiere cambiar la sección entera.

En los últimos años ha cobrado gran importancia el uso del satélite como medio de comunicación, esto gracias a su cobertura ya que puede alcanzar cualquier punto sobre la tierra. El problema con este medio de comunicación consiste en el equipo necesario para el procesamiento de las señales. El costo considerablemente elevado de las instalaciones requeridas como son antenas, cable, amplificadores y decodificadores hacen que su utilización sea relativamente reducida y con propósitos bien definidos.

Los enlaces vía microondas se han utilizado principalmente en situaciones que requieren de un gran ancho de banda con la elevada velocidad de transmisión que esto significa y donde las condiciones económicas lo permitan.

En un enlace vía microondas siempre debe existir línea de vista y tiene un límite en cuanto a distancia se refiere. También se deben considerar las condiciones climatológicas que imperen porque es frecuente que una fuerte tormenta interrumpa la comunicación.

Recientemente se han venido implementando varios tipos de enlaces entre computadoras mediante la utilización de canales de radio frecuencia, los cuales han tenido gran aceptación debido a su costo bajo y a la amplia cobertura que poseen. Las frecuencias en las que operan estos equipos varían de acuerdo a los reglamentos propios de cada país y las condiciones de saturación del espectro, sin embargo generalmente trabajan en la banda de UHF.

El estudio de este tipo de enlace debe ser cuidadosamente revisado, pues se deben tener en cuenta aspectos tales como la frecuencia utilizada, la potencia de la portadora y las condiciones de propagación sobre el terreno en cuestión.

1.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNICACIONES Y REDES

Con objeto de definir los elementos que determinan el diseño de una red de datos se hace necesario introducir algunos conceptos básicos que posteriormente serán mencionados.

COMPUTADOR CENTRAL O HOST

Es el dispositivo maestro que se encarga de almacenar, procesar y distribuir la información que proviene o se dirige a las terminales que conforman la red. Cuenta con gran cantidad de "espacio" o memoria para almacenamiento de grandes volúmenes de información así como la capacidad de procesamiento para manejarla rápidamente.

PROCESADOR DE COMUNICACIONES

Se trata de un equipo externo al Host pero que trabaja en conjunción a él. Se encarga del manejo de los procesos relacionados con las comunicaciones con lo cual libera al procesador del computador central de esa carga de trabajo.

MODEM

Su nombre proviene de los términos *modulator-demodulator*. Este dispositivo se utiliza para transmitir información proveniente de algún equipo de procesamiento de datos a través de una línea telefónica pública. Para realizar lo anterior, el módem transforma la señal digital - que es la utilizada por una computadora - a una señal analógica que se modula para poder transmitirse a grandes distancias. Con el proceso de modulación se altera algún parámetro de una señal de alta frecuencia (portadora) por medio de una segunda señal (moduladora) insertándose en esas alteraciones la información que desea enviarse. El proceso de modulación se lleva a cabo por un módem "transmisor", en el otro extremo de la línea un segundo módem se encargará de demodular la señal recibida y de retornarla a su forma digital original para que ésta pueda ser procesada nuevamente dentro de un equipo de cómputo.

TERMINALES

Dentro de una red, una terminal es un equipo conectado al computador central por medio de algún tipo de enlace. Una terminal es capaz de introducir datos o solicitarlos al computador central, es decir, es un dispositivo de entrada/salida por lo cual una impresora puede ser considerada como terminal.

CANAL DE COMUNICACIONES

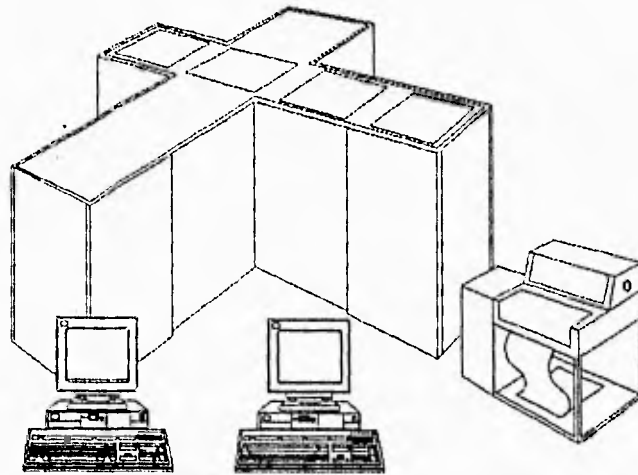
El medio físico por el cual se transmitirá la información desde un sitio a otro se conoce como canal de comunicación.

Existen varios tipos de canales de comunicación y la principal característica que los distingue es el rango de frecuencias que soportan es decir, su ancho de banda.

I.4 REDES PRIVADAS DE DATOS

La proliferación de las computadoras personales en el mercado ha hecho que éstas cautiven la atención de infinidad de usuarios, debido esencialmente a la diversidad de aplicaciones, funciones y posibilidades ofrecidas por las mismas. Sin embargo, no debemos de dejar a un lado el papel aún muy importante que juegan los grandes **mainframes** o hosts, pues las comunicaciones entre redes deben su existencia o giran casi siempre en torno a un gran computador central. Esto se debe a que los mainframes han demostrado un alto grado de confiabilidad en el manejo y almacenamiento de grandes cantidades de datos.

No obstante, en la actualidad hemos observado que la tendencia a utilizar redes de PC's conectadas a grandes computadores es cada vez mayor y esto debido a la creciente demanda para recoger, recuperar analizar y almacenar información con rapidez y eficiencia. Por tanto, el compartir recursos entre usuarios ubicados geográficamente en puntos diversos, ha sentado las bases para la creación de redes privadas de transmisión de datos.



PC'S CONECTADAS A UN MAINFRAME

Dichas redes de transmisión de información utilizan diferentes medios de comunicación, el cual es seleccionado muy cuidadosamente en base al uso que se hará de la red, velocidad a la cual se transmitirán los datos, seguridad y confiabilidad en la información, cobertura geográfica y otros aspectos más.

Algunos de los medios más usados para transmitir información de un punto a otro son las líneas telefónicas conmutadas, líneas telefónicas privadas, cable coaxial, enlaces vía satélite, enlaces de radio y fibra óptica.

La elección del medio de comunicación en una red será determinado por las necesidades del usuario y en la implementación se tendrán que considerar las técnicas y equipos que se dispongan en el momento. Además es necesario optimizar recursos en la medida de lo posible pero esto no debe cerrarnos los ojos ante el advenimiento de nueva tecnología, pues como se ha mencionado anteriormente, las telecomunicaciones se encuentran en un periodo de evolución impresionante en donde lo que hoy es eficiente, en un corto periodo de tiempo podría resultar obsoleto.

Algunos ejemplos de empresas e instituciones que han implementado redes privadas de transmisión de datos son las siguientes: agencias noticiosas, cadenas hoteleras, líneas aéreas, instituciones de crédito, corporaciones policíacas, aseguradoras, etc.; siendo el común denominador el procesamiento distribuido de datos y la información confiable y oportuna, características primordiales en redes de este tipo.

I.5 REDES PUBLICAS DE DATOS

La evolución tan grande que se ha visto en el campo de la informática ha creado la necesidad de establecer medios que permitan la transferencia de información entre diversos sistemas. Para satisfacer dicha necesidad se han desarrollado varias redes públicas de datos las cuales tienen como objetivos:

- 1) Compartir recursos, esto es que una persona pueda ejecutar sus programas en computadoras situadas en otra localidad.
- 2) Desarrollar un alto grado de confiabilidad y economía en la comunicación de datos.
- 3) Permitir un acceso único y poderoso de facilidades que sólo es factible cuando existe una manera amplia de compartir recursos.

En su mayoría las redes públicas de datos emplean la técnica de conmutación de paquetes que viajan a través de distintos nodos para llegar a su destino. Por otra parte, los medios utilizados para la comunicación de los usuarios a la red incluyen líneas telefónicas conmutadas y líneas privadas.

Para la conexión entre nodos se han usado también líneas privadas de gran ancho de banda y enlaces vía satélite.



La utilización de estas redes han tenido una gran aceptación a nivel mundial, de tal manera que han sido muchas las que se han implementado; como ejemplo podemos citar a Telnet, Datapac, o Telepac además de otras disponibles en más de 30 países, lo cual muestra la importancia que actualmente tiene la transferencia de la información.

Otro de los logros de estas redes es la capacidad de acceso a grandes bancos de datos que ha permitido sobre todo en el campo científico, que no haya duplicación de proyectos o estudios técnicos con su consecuente pérdida de tiempo.

Actualmente se están desarrollando nuevos sistemas tanto para la transmisión y acceso, como para el almacenamiento y el procesamiento de la información. Hablando de los medios de comunicación ya se trabaja con los enlaces vía microondas, satélite y fibra óptica lo cual permitirá una mayor eficiencia de las redes públicas de datos.

I.6 IMPORTANCIA DEL RADIO EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Los diversos sistemas de comunicación que utilizan radio transmisión son clasificados de acuerdo a la frecuencia de su portadora hablando en términos de radio frecuencia. En la siguiente tabla se muestran los nombre de varios rangos de frecuencia en el espectro de radio.

FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN	ABREVIACIÓN
38- 300 Hz	Extremadamente baja frecuencia	ELF
300-3000 Hz	Frecuencia de la voz	VF
3- 30 KHz	Muy baja frecuencia	VLF
30- 300 KHz	Baja frecuencia	LF
300-3000 KHz	Frecuencia media	MF
3- 30 MHz	Alta frecuencia	HF
30- 300 MHz	Muy alta frecuencia	VHF
300-3000 MHz	Ultra alta frecuencia	UHF
3- 30 GHz	Super alta frecuencia	SHF
30- 300 Ghz	Extremadamente alta frecuencia	EHF

En un medio de comunicación que utiliza ondas de radio, siempre se habla de una frecuencia portadora la cual es modulada por la señal de información que es posteriormente amplificada antes de su transmisión.

La unidad receptora del sistema recoge la señal transmitida pero tiene que reamplificarla para compensar las pérdidas ocurridas durante su transmisión. Posteriormente es demodulada para extraer la información de la portadora. Es de suma importancia asegurar un uso eficiente del canal debido a que la banda de frecuencia utilizable es limitada y vivimos en un mundo que cada vez depende más de las radio comunicaciones. Existen organismos reguladores encargados de localizar el canal que puede ser usado para una aplicación dada en un área específica.

Esto es con el fin de minimizar las posibilidades de interferencia que pudieran existir entre dos señales diferentes operando a la misma frecuencia. También se encargan de establecer los anchos de banda, potencia de la portadora, frecuencia, modulación y horarios de operación para hacer un uso más eficiente del espectro electromagnético.

II. SITUACION ACTUAL Y PROBLEMATICA

En el capítulo anterior se citaron algunas características que deberá tener la red de datos a implementar, la cual vendrá a sustituir el sistema actual. En este capítulo se analizará cual es la problemática que nos lleva a buscar nuevos métodos para el procesamiento de la información que el Banco de México intercambia con las demás instituciones financieras del país.

II.1 NECESIDAD DE UNA RED FINANCIERA NACIONAL

Se ha hecho énfasis en lo importante que resulta el contar con información oportuna de las actividades que realizamos cotidianamente, sin embargo, ahora daremos especial atención a una actividad en particular que es la actividad bancaria; el propósito de ésta tesis será cubrir las necesidades de un amplio grupo de usuarios que requieren contar con medios de comunicación eficientes y preparados para los cambios que se están dando en el país en todos los ámbitos.

Para entender las necesidades que impulsan a la búsqueda, el análisis y la puesta en marcha de una red de transmisión de datos, iniciaremos explicando el papel que juega **Banco de México** dentro del entorno financiero de la nación y daremos una perspectiva general de las actividades básicas que se efectúan dentro del mercado de dinero.

Banco de México es el Instituto central encargado de normar y regular la operación, administración, compensación, liquidación y transferencia de valores; todas y cada una de estas actividades se llevan a cabo diariamente con las instituciones de crédito, siendo estas principalmente bancos y casas de bolsa, que en su mayoría operan dentro del área metropolitana del Distrito Federal.

Todas las instituciones financieras mantienen una relación directa con el **Banco de México** a fin de mantener informado al Estado de sus operaciones bancarias tanto con moneda nacional como con moneda extranjera. Para tal efecto cada una de ellas mantiene una cuenta en el Banco Central de manera similar en la que una persona ordinaria tiene una cuenta en alguna institución financiera. Cada entidad tiene necesidad de afectación de sus cuentas, compra venta de divisas, intercambio de valores, consulta de estados de cuenta y subastas de títulos gubernamentales entre otras.



Relación entre Banco de México y sus cuenta habientes

En términos generales podemos decir: Para que una institución de crédito sea dada de alta ante el **Banco de México**, ésta deberá demostrar su solvencia económica depositando en una o varias cuentas una determinada cantidad de dinero, la cual podrá ser invertida durante el día y al final de éste se deberá mantener al menos la misma cantidad en la cuenta designada. El no acatar estas disposiciones dentro de ciertos horarios definidos ocasiona fuertes sanciones económicas.

Para mantener informadas a todas las instituciones de crédito de las operaciones efectuadas el día anterior y el reflejo de éstas en sus cuentas, **Banco de México** pone diariamente a disposición de cada Banco y/o Casa de bolsa su correspondiente estado de cuenta, el cual constituye un documento de vital importancia para iniciar un nuevo día de movimientos financieros.

Dichos estados de cuenta son listados impresos que contienen los saldos de las diferentes cuentas manejadas por cada institución y se entregaban en las oficinas centrales de **Banco de México** a mensajeros enviados por los cuenta habientes a partir de las 9:30 horas. Los cuenta habientes de **Banxico** (Banco de México) que se encuentran geográficamente más alejados, tenían la desventaja de contar con sus estados de cuenta ya muy avanzada la mañana, lo cual les impide en cierta forma, saber exactamente con cuanto disponen para iniciar el día y retrasa la cantidad de operaciones que pudieran efectuar en caso de contar con estos documentos en forma más rápida.

Durante el día se llevan a cabo infinidad de movimientos bursátiles entre bancos y casas de bolsa dichos movimientos eran concertados en su mayoría telefónicamente; de un funcionario a otro y por lo tanto no existía forma alguna de corroborar un traspaso, compra o venta de valores gubernamentales de manera inmediata.

Así pues, las operaciones efectuadas eran enviadas en papel vía mensajeros a Banxico y en algunos casos vía telex para ser concertadas y capturadas dentro del sistema contable que manejaba Banco de México en su computador central.

El volúmen de las operaciones tramitadas se incrementó enormemente en los últimos tiempos; debido a esto surgió la necesidad de establecer un medio de comunicación eficiente, ágil y seguro puesto que ya no era posible soportar la carga de trabajo diaria sin contar con herramientas modernas que optimizaran el intercambio de información y permitieran un desarrollo integral de la Banca Mexicana.

Algunas de las dificultades a los que se enfrentaban diariamente los cuenta habientes en cuanto al envío de información a **Banxico** eran las siguientes:

- Condiciones climatológicas adversas
- Congestionamientos
- Manifestaciones
- Extravío de documentos o robos
- Doble captura de datos
- Tiempo efectivo de operación muy corto
- Falta de información durante la operación diaria.

Por otra parte, **Banco de México** invertía gran cantidad de recursos humanos y materiales para cubrir las necesidades de registro de operaciones, actualización contable, emisión de saldos en listados impresos de alrededor de 20 a 30 hojas diarias por usuario, así como la impresión y distribución de formas para la captura de datos.

Además, se contaba con un gran número de terminales conectadas al computador central encargado de efectuar procesos contables dentro de las instalaciones de Banxico quien también requería de los servicios de igual número de capturistas y operadores de terminales.

Por todo lo anterior, **Banco de México** en su afán de alentar el desarrollo económico y financiero del país y de no convertirse en un lastre para las instituciones de crédito nacionales, se planteó como objetivo establecer una red de transmisión de datos que cubriera el Valle de México, lugar donde se encuentran la mayoría de los Bancos y Casas de bolsa del país para lograr una comunicación eficiente y segura, con la característica importantísima de poder contar con información en línea.

II.2 INFRAESTRUCTURA ACTUAL

Para llevar a cabo sus operaciones, el Banco cuenta con un sistema de correspondencia que se encarga de distribuir los estados de cuenta y toda la demás papelería involucrada en el manejo del dinero de las instituciones financieras ante él registradas. Dicha correspondencia debe ser entregada siempre con toda oportunidad, más aún considerando que se trata de traspaso de títulos o compraventa de valores. Sin embargo, este método de correspondencia tiene que enfrentarse a toda la problemática que ya se mencionó anteriormente: congestionamientos, manifestaciones, etc.

Para evitar contratiempos ocasionados por estas dificultades, se habían venido probando diversos sistemas que permitían un cierto grado de comodidad y oportunidad en la transferencia de información, algunos ejemplos son:

- Transporte físico de los mismos hasta el lugar requerido, exponiendo la información a pérdida, robo y retraso.
- Uso del Telex o del Fax; sin embargo estos sistemas se enfrentan a la baja calidad de las líneas telefónicas que ocasiona grandes periodos de indisponibilidad del servicio.

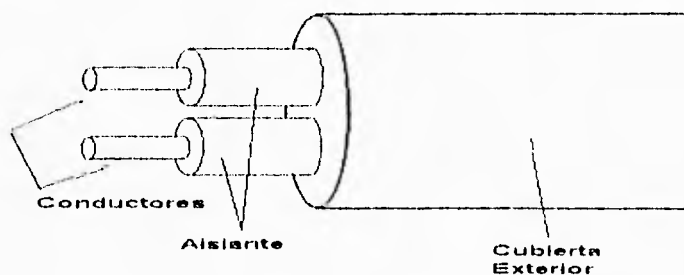
Todas las operaciones han de procesarse finalmente en el computador central utilizando los programas elaborados para tal fin desarrollados en el propio Banco. Por lo tanto, toda la información recibida tiene que capturarse en forma manual por el personal interno lo cual genera un alto porcentaje de horas-hombre utilizadas.

Dado que toda la información finalmente es procesada por el computador central se deberá pensar en un sistema que de alguna manera se comunique con el procesador central. Para tal efecto deberá haber cierta compatibilidad con los centros de procesamiento remotos de manera que haya una fluidez constante de la información manejada. A lo anterior tiene que agregarse el hecho de contar con un canal de comunicación disponible para la transferencia de datos.

II.2.1 RED TELEFONICA PUBLICA

A continuación se hace un breve análisis de las líneas conmutadas y se explican las causas que determinan porque el uso de líneas telefónicas convencionales no es el adecuado para establecer una red de datos como la que se pretende.

La red telefónica actual tiene ya más de 20 años en operación lo que ha provocado un gran deterioro; además las características del cable telefónico provocan algunas situaciones problemáticas.



Las características de este tipo de cable son las siguientes:

- Ancho de banda reducido, hasta los 4 KHz máximo.
- Altas pérdidas lo cual hace necesario contar con gran número de repetidores.
- Bajo costo.
- Sufre de interferencias producidas por ruido e inducción.

Aún cuando se ha dado mantenimiento a la gran red telefónica pública, su magnitud impide que los problemas sean resueltos en su totalidad lo cual ha provocado diversas dificultades entre las que podemos mencionar las siguientes:

Deterioramiento de los conductores: Lo cual provoca que opongan mayor resistencia al paso de la corriente, es decir, disminuye su conductividad y por lo tanto disminuye la calidad de la línea.

Envejecimiento de los aislantes: De manera semejante a lo que pasa con los conductores, los aislantes también sufren este problema, provocando que los hilos conductores se cortocircuiten o que se presenten contactos frecuentes manifestándose en forma de chasquidos los cuales en la mayoría de los casos rompen con los enlaces.

Estrangulamiento de cables: Esto ha sido provocado en la mayoría de los casos por la introducción de nuevos cables en ampliación de servicios, o en otros casos, por derrumbes internos en los registros o ductos.

Saturación de servicios: En una red de datos siempre es indispensable contar con líneas adicionales para enfrentar cualquier situación de contingencia y si estos servicios telefónicos no se pueden obtener rápidamente, entonces resulta inadecuado tener una red con periodos considerablemente largos de indisponibilidad.

Centrales telefónicas antiguas: Existen todavía centrales telefónicas analógicas, las cuales no ofrecen un servicio de buena calidad como lo ofrecen las nuevas centrales digitales.

Envejecimiento de ductos y registros: El envejecimiento tanto de los ductos como de los registros es prácticamente inevitable y desgraciadamente esto ha traído graves consecuencias reflejándose en un mal servicio telefónico.

Inducción y ruido: Aún cuando ya se había mencionado, cabe incorporarlo dentro de los problemas observados con líneas telefónicas; es muy factible que en ella se introduzcan ruidos generados por cables de alta tensión que crucen cerca o que corran paralelamente a las líneas.

Podemos concluir entonces que el hecho de utilizar un enlace de datos con líneas telefónicas como medio principal de comunicación, presenta bastantes desventajas las cuales nos llevará a evaluar otro sistema, con más posibilidades de ofrecer un servicio seguro y constante dada la importancia de la información que será manejada.

II.3 RED DIGITAL INTEGRADA

El campo de la comunicación de datos esta en un estado de evolución constante. Día a día se introducen nuevos estándares y prestaciones. Muchos de los antiguos estándares deben actualizarse para estar a la par con la tecnología actual.

A continuación se hará una breve descripción del funcionamiento de la Red Digital de Servicios Integrados, se explicarán algunos de sus conceptos para posteriormente concretarnos en la Red Digital Integrada de Telmex (Red Superpuesta).

II.3.1 CONCEPTOS DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Para satisfacer la demanda de un canal de comunicación eficiente y acorde con las tecnologías actuales ha surgido un nuevo servicio llamado Red Digital de Servicios Integrados implementado por las compañías telefónicas que incorpora servicios de voz, datos, y video sobre un mismo canal. Este sistema utiliza las redes telefónicas públicas existentes para proporcionar los servicios antes mencionados a sus suscriptores. Adicionalmente la RDSI (en inglés ISDN, Integrated Services Digital Network) convive con redes de área local (LAN), redes de área amplia (WAN), redes metropolitanas (MAN), redes tipo PBX y se interconecta con ellas.

Los beneficios de usar una red digital integrada incluye una alta velocidad de transferencia de datos, uso compartido de una o varias líneas, fácil identificación de paquetes de datos y reconocimiento de errores.

Según la definición que el CCITT realiza de la RDSI, esta es una red que procede de la evolución de una Red Digital Integrada telefónica (como la existente en nuestro país y en muchos otros en el mundo) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo, lo que permite que los trenes de bits se transmitan transparentemente desde una terminal de abonado a otra para soportar una amplia y variada gama de servicios, tanto de voz como de datos o de otro tipo, y a la que los usuarios tienen acceso por medio de un conjunto de interfases normalizadas.

A continuación se hará una breve descripción del funcionamiento de la Red Digital de Servicios Integrados, se explicarán algunos de sus conceptos para posteriormente concretarnos en la Red Digital Integrada de Telmex (Red Superpuesta).

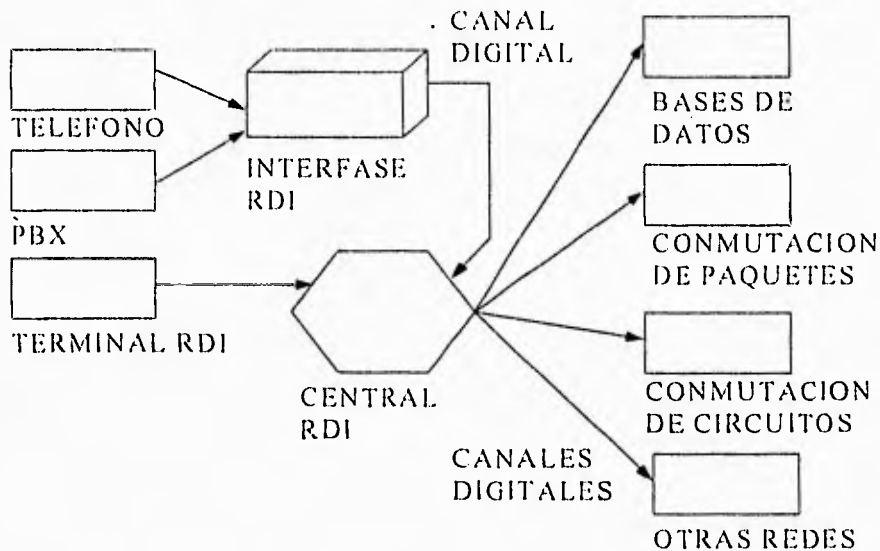
II.3.1 CONCEPTOS DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Para satisfacer la demanda de un canal de comunicación eficiente y acorde con las tecnologías actuales ha surgido un nuevo servicio llamado Red Digital de Servicios Integrados implementado por las compañías telefónicas que incorpora servicios de voz, datos, y video sobre un mismo canal. Este sistema utiliza las redes telefónicas públicas existentes para proporcionar los servicios antes mencionados a sus suscriptores. Adicionalmente la RDSI (en inglés ISDN, Integrated Services Digital Network) convive con redes de área local (LAN), redes de área amplia (WAN), redes metropolitanas (MAN), redes tipo PBX y se interconecta con ellas.

Los beneficios de usar una red digital integrada incluye una alta velocidad de transferencia de datos, uso compartido de una o varias líneas, fácil identificación de paquetes de datos y reconocimiento de errores.

Según la definición que el CCITT realiza de la RDSI, esta es una red que procede de la evolución de una Red Digital Integrada telefónica (como la existente en nuestro país y en muchos otros en el mundo) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo, lo que permite que los trenes de bits se transmitan transparentemente desde una terminal de abonado a otra para soportar una amplia y variada gama de servicios, tanto de voz como de datos o de otro tipo, y a la que los usuarios tienen acceso por medio de un conjunto de interfases normalizadas.

Diagrama conceptual de las características de la RDI



Las diferentes redes públicas existentes en el mundo se caracterizan por estar compuestas por un conjunto de redes separadas, especializadas cada una de ellas en la prestación de un determinado tipo de servicio - voz, datos, imagen, con sus esquemas propios de numeración y señalización. Esta diversidad de redes dificulta su explotación e incrementa sus costos de operación. Para evitar estos problemas es por lo que se pretende su evolución hacia una red única y universal, en la que se integren todos los servicios actuales y futuros que pudieran aparecer. Esta evolución ha de ser en forma gradual y en varias etapas las cuales comprenden:

- RED DIGITAL INTEGRADA:

A esta primera etapa, soporte básico de la RDSI, se llega por la digitalización de los medios de transmisión, centrales de conmutación y sistemas de señalización de la red telefónica básica.

Esta digitalización concede a la RDSI la potencialidad necesaria para el intercambio de información entre centrales, permite el avance hacia la nueva arquitectura de red, caracterizada por vías de enlaces dobles entre sus nodos y una mayor capacidad de conmutación de los mismos; todo ello y debido además a la introducción de fibra óptica implica una reducción significativa en sus costos a largo plazo.

- RED DIGITAL DE BANDA ESTRECHA:

La RDSI-BE, primera etapa de la que en el futuro será la red universal, presenta una serie de características a destacar, y entre los que quizá sea mas relevante, está la de su naturaleza enteramente digital que le permite soportar todo tipo de servicios, ya sean éstos de voz, datos, texto o imágenes. Su procedencia, por evolución de la red telefónica, garantiza la continuidad de los actuales servicios que ésta ofrece.

- RED DIGITAL DE BANDA ANCHA:

La RDSI-BA permite la integración de todo tipo de servicios portadores, teleservicios y servicios complementarios, de distribución o interactivos, que requieran velocidades superiores a los 2 Mbps.

Hay dos aspectos tecnológicos básicos para el desarrollo de la RDSI-BA, que son la introducción de la fibra óptica hasta el propio abonado y la elección del modo de transferencia de la red. La introducción de la fibra óptica permitirá ofrecer el ancho de banda requerido por la RDSI-BA para soportar la gran demanda de servicios.

El acceso de los diferentes usuarios a la RDSI se realiza por medio de una línea digital multiservicio de características funcionales y eléctricas muy diferentes a las utilizadas en las redes telefónicas convencionales.

II.3.2 CANALES BASICOS

El acceso del usuario a la RDSI está compuesto por varios tipos de canales de transferencia de información, los cuales son:

- Canal A:

Transmisión de señal de voz analógica.

- Canal B:

Es un canal de 64 kbps destinado al transporte continuo de los flujos de información del usuario.

- Canal E:

Intercambio de información usando 64 Kbps, similar en su función al canal D.

- Canal D:

Utilizado fundamentalmente para el intercambio de información de control entre el usuario y la red, necesario para establecer las comunicaciones en los canales B o H. La información se transfiere a velocidades de 16 a 64 Kbps.

- Canal H:

Destinado al igual que el canal B al transporte continuo de los flujos de información del usuario con velocidades mucho mas elevadas.

H0 a 384 Kbps: para datos e imagen (6 canales).

H11 a 1.536 Kbps: 24 canales a 64 Kbps cada canal.

H12 a 1.92 Kbps: versión europea del H11, Usa 30 canales.

II.3.3 INTERCONEXION CON OTRAS REDES.

El concepto de red universal al que se tiende, implica la creación de toda una infraestructura común que sea capaz de soportar cualquier tipo de servicio.

La RDSI, como paso previo a la RU (red universal), ha de poder interconectarse a las redes existentes actualmente (red telefónica básica, red de conmutación de paquetes, red telex, redes privadas, etc), y además con otras RDSI existentes en otros países.

Fundamental en este proceso de integración es el desarrollo de estándares que faciliten la misma, la realización de una interconexión entre redes requiere la existencia de funciones que realicen las conversiones necesarias de protocolos, formatos, velocidades, etc, para que la comunicación entre dos abonados pueda ser posible.

Un caso que merece especial interés es el de la interconexión de la RDSI con redes de conmutación de paquetes (X.25). En un principio las centrales de conmutación RDSI no disponían de facilidades de conmutación de paquetes, por lo que las llamadas en este modo debían ser cursadas a través de la red específica existente. Una vez que se incorporen estas facilidades a las centrales RDSI, dichas llamadas podrán ser cursadas directamente.

II.3.4 SERVICIOS PRESTADOS

La RDSI como evolución de la red telefónica básica ofrece a los usuarios los mismos servicios que ésta, pero además otros, los cuales son posibles por la utilización de una mayor velocidad, a las funciones de control de las centrales digitales y al empleo de la señalización por canal común. Estos servicios se pueden encuadrar en tres categorías:

- Servicios Portadores
- Teleservicios
- Servicios complementarios

Servicios Portadores:

Son los que ofrecen al usuario de la RDSI una capacidad de transferencia de información, independientemente de su contenido y aplicación. Destacamos:

- a) Servicios portadores a 64 Kbps estructurados a 8 Kbps.
- b) Servicios portadores a más de 64 Kbps, estructurados a 8 Kbps. Ofrece velocidades de transferencia de 384 Kbps, 1536 Kbps y 1920 Kbps.
- c) Servicios portadores en modo paquete. Pueden utilizarse para su transmisión los canales B y D.

Teleservicios:

Definen el tipo de conexión a utilizar en la red y el tipo de terminal que los soporta. Dentro de ellos están:

- a) Servicios iniciales a 64 Kbps. Se soportan una serie de servicios tales como telefonía, fax del grupo 4, teletex y portador conmutado para comunicación de datos.
- b) Servicios finales a 64 Kbps. Telefonía de alta calidad, audio conferencia digital, video, servicios portadores por paquete.

Servicios Complementarios:

Este tipo de servicios o facilidades relativas al usuario es muy extenso, pero podemos enumerar principalmente a:

Información de tarifas, marcación abreviada, llamada en espera, llamada en conferencia, desvío de llamadas, identificación de llamadas, cobro revertido, línea directa, red privada virtual, etc.

II.3.5 TERMINALES RDSI

La RDSI como evolución de la actual red telefónica no podrá experimentar cambios dramáticos sino graduales, y esto mismo se dará con respecto a las terminales que presten los servicios, ya que no es posible su substitución inmediata por el alto costo que esto representaría.

Dentro de la presumiblemente amplia gama de terminales RDSI podemos destacar 3:

- Terminales telefónicas RDSI
- Fax RDSI (Grupo 4)
- Terminales de imagen

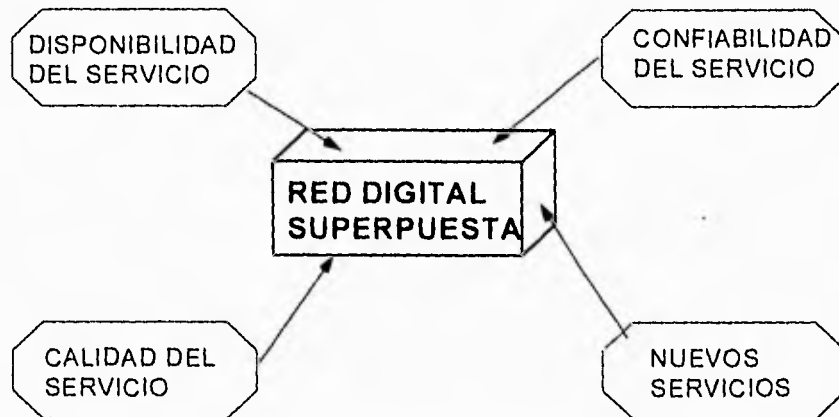
La evolución de la RDSI es muy variada, y mientras encontramos países con un alto grado de penetración de la misma, en otros es muy débil. Cabe el plantearse el porqué esto es así, y quizá encontremos una explicación a este fenómeno si captamos los rasgos esenciales que, a corto plazo, definan la situación del mercado.

II.3.6 RED DIGITAL SUPERPUESTA

Una vez analizado los aspectos generales de la Red Digital Integrada, es necesario hacer referencia específica a la red digital existente en nuestro país. Se han mencionado las ventajas que se ofrecerán en un futuro muy próximo por esta nueva red, sin embargo es importante determinar en que forma y hasta que grado ayudará al enlace entre Banco de México y sus cuentahabientes para lograr un intercambio de información ágil y confiable.

La red superpuesta es una red totalmente digital adicional a la red telefónica pública existente, apta para transportar señales digitales de información, que ofrece a los usuarios un medio de enlace para solucionar requerimientos de comunicación simultánea de voz y datos en altas velocidades con una calidad muy superior a la proporcionada por la red telefónica analógica tradicional.

CARACTERISTICAS DE LA NUEVA RED



II.3.7 VENTAJAS DE LA RED DIGITAL SUPERPUESTA

Las ventajas de esta nueva red completamente digital son las siguientes:

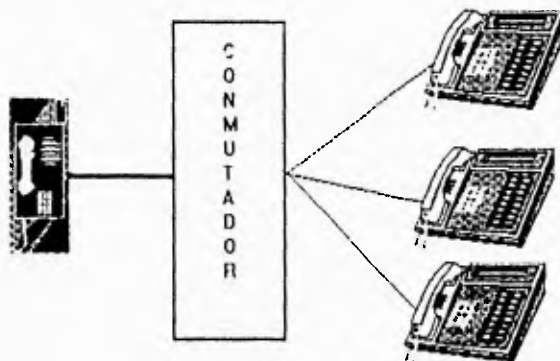
- * Disponibilidad de acceso digital de alta velocidad (desde 64 kbps hasta 2 Mbps) con sistemas digitalizados para comunicaciones de voz y datos, aún de manera simultánea.
- * Acceso digital a usuarios analógicos por medio de concentradores o multiplexores de abonado para transmisión de voz y datos.

- * Alta confiabilidad en su empleo debido al uso de la tecnología más moderna.
- * Inmunidad al ruido, ofreciendo fidelidad en la comunicación de voz y datos, lo cual es característico de un sistema totalmente digital.
- * Servicios adicionales como: Marcación directa, Grupo cerrado de abonados, enlaces privados digitales.

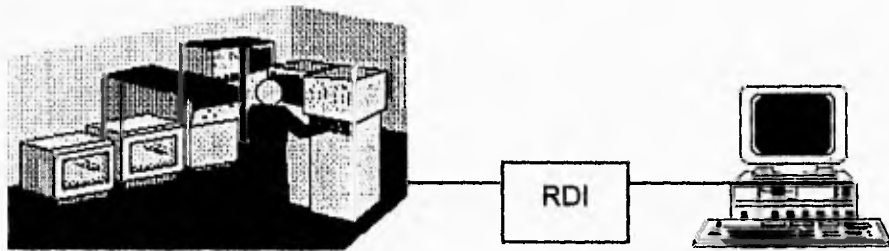
II.3.8 BENEFICIOS QUE BRINDA LA RED DIGITAL SUPERPUESTA

Algunos de los beneficios que podrían obtenerse mediante el empleo de esta red para el caso particular del sector financiero que es el que en estos momentos nos ocupa son:

- * Acceso inmediato a determinada institución mediante la marcación directa desde el exterior a extensiones interiores.



- * Acceso exclusivo a otras empresas o instituciones que participan de la red como Bancos, Casas de Bolsa, es decir, los cuentahabientes del Banco de México.
- * Facilidad para la implantación de enlaces para redes de cómputo.



- * Compatibilidad con otras infraestructuras de telecomunicaciones de alta tecnología tales como comunicaciones vía satélite, lo que permite tener acceso a localidades que no cuenten con la red superpuesta o la red Telepac (X.25).
- * Constituye una evolución sistemática hacia la red digital de servicios integrados
- * Facilidad de conectarse a una red privada exclusiva.

III. ALTERNATIVAS Y SOLUCION PROPUESTA

La red pública de telecomunicaciones de un país se utiliza para transmisión de voz, datos y señales de radio y televisión. Para poder llevar a cabo cualquier tipo de transmisión es necesario contar con cierta infraestructura tecnológica, es decir, contar con los equipos y dispositivos necesarios.

Existen varias opciones en cuanto a la manera de transmitir y recibir información, entre las que podemos mencionar: Microondas, Comunicación vía satélite, Fibra Optica (RDI), Radio comunicación

Cada una de estas alternativas cuenta con ciertas ventajas y desventajas en cuanto a su uso. ¿Cómo podemos entonces elegir alguna?. Para realizar una adecuada selección debemos tomar en cuenta varios factores relativos a cada situación en particular. Estos factores nos dirán cuales son nuestras necesidades específicas y por lo tanto cuál es la opción que más se adapta a nuestros requerimientos. Esos factores son los siguientes:

- Distancia física entre los sitios que desean entablar un enlace.
- Velocidad de transmisión de datos requerida.
- Costo de la instalación.
- Costo del mantenimiento de la instalación.
- Fiabilidad de los equipos.

De un adecuado estudio acerca de estos factores así como de la disponibilidad de la tecnología a utilizar dependerá que nuestra elección sea la correcta y cumpla con nuestras necesidades.

Sin embargo, eso no es todo; debemos tomar en cuenta que la tecnología avanza literalmente día con día y nuestra solución debe ser capaz de convivir con los dispositivos que en un futuro aparezcan, es decir, deberá ser compatible para no tener el peligro de quedar en la obsolescencia.

III. 1 COMUNICACION VIA SATELITE

La comunicación mediante satélite tiene algunas propiedades que la hacen atractiva en ciertas aplicaciones. Fundamentalmente un sistema de este tipo consta de dos partes primordiales: el satélite en sí y la estación terrena que transmite y recibe señales hacia y desde el satélite. La señal proveniente de la tierra que entra por la antena receptora puede contener muchos canales de televisión, o canales telefónicos o de datos, todos ellos enviados a frecuencias diferentes. Al rango de frecuencias que hay entre la frecuencia de operación mas baja y la mas alta se le conoce como ancho de banda.

III.1.1 ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA VIA SATELITE

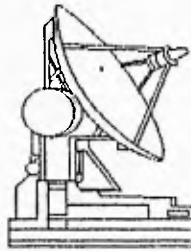
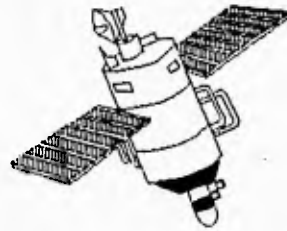
Un satélite puede tener varias antenas receptoras o quizá solamente una, dependiendo de su diseño y aplicaciones, y cada una de ellas debe ser capaz de recibir al mismo tiempo muchos canales con información que posteriormente serán amplificados por separado en distintos transpondedores.

A la trayectoria completa comprendida desde la salida de la antena receptora hasta la entrada de la antena transmisora se le da el nombre de transpondedor.

III.1.2 CARACTERISTICAS DE TRANSMISION Y FRECUENCIAS UTILIZADAS

Las antenas receptoras, y lo mismo se aplica para las antenas transmisoras, tienen un ancho de banda amplio, lo suficiente para operar a las frecuencias asignadas para los satélites de comunicación, cuya mayor parte funciona en las bandas de frecuencia C y Ku.

En cada una de estos rangos de frecuencias, el ancho de banda es de 500 MHz tanto para la transmisión como para la recepción.

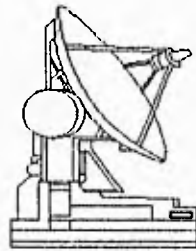
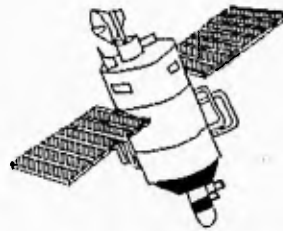


En la banda C las frecuencias que se utilizan para transmitir de la Tierra hacia el satélite están entre 5.925 y 6.425 GHz. Los transpondedores cambian las frecuencias de todas las señales contenidas en ese rango, bajándolas a otro cuyos límites inferior y superior son respectivamente 3.7 y 4.2 GHz. Todas las señales contenidas en estas frecuencias son entregadas a la antena transmisora para que las envíe de regreso a la Tierra. En la banda Ku las frecuencias Tierra-satélite están entre 14.0 y 14.5 GHz y las frecuencias satélite-Tierra están entre 11.7 y 12.2 GHz.

III.1.2 CARACTERISTICAS DE TRANSMISION Y FRECUENCIAS UTILIZADAS

Las antenas receptoras, y lo mismo se aplica para las antenas transmisoras, tienen un ancho de banda amplio, lo suficiente para operar a las frecuencias asignadas para los satélites de comunicación, cuya mayor parte funciona en las bandas de frecuencia C y Ku.

En cada una de estos rangos de frecuencias, el ancho de banda es de 500 MHz tanto para la transmisión como para la recepción.



En la banda C las frecuencias que se utilizan para transmitir de la Tierra hacia el satélite están entre 5.925 y 6.425 GHz. Los transpondedores cambian las frecuencias de todas las señales contenidas en ese rango, bajándolas a otro cuyos límites inferior y superior son respectivamente 3.7 y 4.2 GHz. Todas las señales contenidas en estas frecuencias son entregadas a la antena transmisora para que las envíe de regreso a la Tierra. En la banda Ku las frecuencias Tierra-satélite están entre 14.0 y 14.5 GHz y las frecuencias satélite-Tierra están entre 11.7 y 12.2 GHz.

III.1.3 COBERTURA DE LA TRANSMISION VIA SATELITE

El área cubierta por el "barrido" de frecuencias de un satélite puede ser muy amplia y cubrir una parte significativa de la superficie de la Tierra, o bien, puede ser estrecho y cubrir un área de sólo decenas de kilómetros de diámetro.



Con la tecnología actual, no es deseable tener satélites espaciados a una distancia menor de 4 grados, en un plano ecuatorial de 360 grados. El haz proveniente de la Tierra, considerando separaciones menores entre satélites "iluminaría" no sólo al que se desea sino también a aquellos que lo rodean.

Afortunadamente, los satélites que utilizan diferentes zonas del espectro de frecuencias no compiten entre sí, de manera que pueden tenerse varios flujos de datos transmitiéndose desde y hacia la Tierra en forma simultánea. Alternativamente, dos o más satélites podrían ocupar una ranura orbital si operasen a diferentes frecuencias.

III.1.4 REGLAMENTACIONES DE UN SISTEMA VIA SATELITE

Con objeto de prevenir posibles conflictos se han establecido acuerdos internacionales sobre quién puede hacer uso de qué ranuras orbitales y a qué frecuencias.

Como se mencionó anteriormente, las bandas C y Ku se destinaron para telecomunicaciones sin embargo ambas se encuentran ya congestionadas, en especial la banda C. Las bandas de frecuencias de 20 a 30 GHz también se han reservado para las telecomunicaciones comerciales, pero el costo del equipo necesario para utilizarlas es todavía muy elevado.

III.1.5 CARACTERISTICAS DE LA TRANSMISION VIA SATELITE

Un satélite típico divide su ancho de banda de 500 MHz en aproximadamente una docena de receptores-transmisores cada uno con un ancho de banda de 36 MHz. Cada receptor-transmisor puede emplearse para codificar un flujo de información de 50 Mbps, 800 canales de voz digitalizada de 64 Kbps, o bien, otras combinaciones diferentes.

Los satélites de comunicación tienen varias propiedades que son completamente diferentes de las que presentan los enlaces terrestres punto a punto. Por ejemplo, aún cuando las señales que van o vienen del satélite viajan a la velocidad de la luz (300 000 km/s), éstas introducen un retardo sustancial al recorrer la distancia total como consecuencia del tiempo que tarda la información en ir y venir. El tiempo de tránsito de extremo a extremo oscila entre los 250 y 300 mili segundos, dependiendo de la distancia que exista entre el usuario y la estación terrestre, así como de la elevación del satélite.

Los enlaces terrestres de microondas tienen un retardo de propagación aproximado de 3×10^{-6} s/km, mientras que para los enlaces por cable coaxial es de 5×10^{-6} s/km. Con frecuencia se dice que los enlaces vía satélite sufren un mayor retardo que los correspondientes enlaces terrestres. Aunque sea cierto que el retardo de propagación es mayor, el retardo total depende también del ancho de banda y de la tasa de error.

Por ejemplo, el retardo total para enviar X kilobits en una línea terrestre a 9600 bps es de $X/9.6$ segundos. Para enviar el mismo mensaje vía satélite a una velocidad de 5 Mbps se necesitan:

$$[(X/5000) + 0.3] \text{ segundos}$$

esto, incluyendo el retardo de propagación que típicamente es de 300 mili segundos. Otra diferencia, potencialmente revolucionaria que existe entre los satélites y los enlaces terrestres es el ancho de banda disponible.

Las líneas telefónicas privadas de mayor velocidad, normalmente transmiten a 56 Kbps, aunque existen líneas de 1.544 Mbps que se utilizan en algunos lugares donde se puede aceptar su alto costo. Los enlaces vía satélite ofrecen por su lado, velocidades de transmisión decenas de veces superiores.

III. 2 FIBRA OPTICA

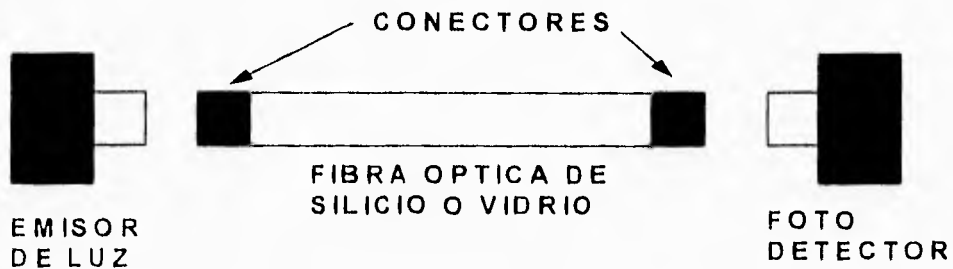
Los desarrollos recientes en el campo de la tecnología óptica han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor 1, la ausencia de un pulso indicara un bit de valor 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 10 MHz, por lo que el ancho de banda de un sistema de transmisión óptica presenta un potencial enorme.

Una fibra óptica es fundamentalmente un filamento muy delgado compuesto de silicio o vidrio. Tiene tres capas fundamentales: el núcleo, el recubrimiento y la capa exterior. La transmisión de información a través de una fibra óptica se basa en el fenómeno físico conocido como reflexión interna total.

Gracias a éste es posible la transferencia de los pulsos de luz con pérdidas mínimas.

III.2.1 ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA CON FIBRA OPTICA

Un sistema de comunicación óptica tiene fundamentalmente tres componentes: el medio de transmisión, la fuente de luz y el detector. El medio de transmisión es la fibra, que como ya se mencionó es un filamento ultra delgado de vidrio o silicio fundido, la fuente de luz puede ser un LED o un diodo láser mientras que el detector es un foto diodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz.



III.2.2 EJEMPLOS DE ENLACES CON FIBRA OPTICA

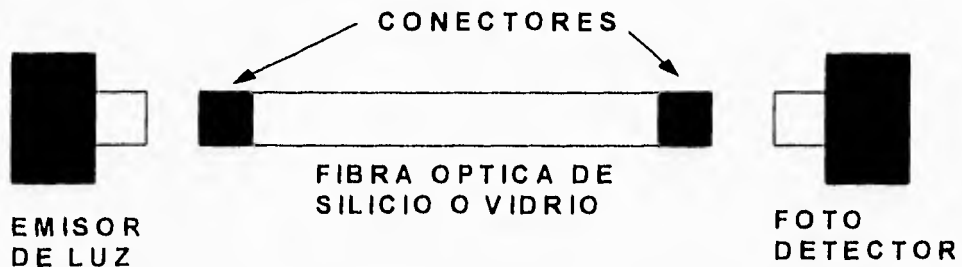
Los enlaces de fibras ópticas están siendo empleados en diferentes países en la instalación de líneas telefónicas de larga distancia, y esta tendencia seguramente continuará en las siguientes décadas.

Las fibras también son ampliamente utilizadas en redes de área local (LAN). El problema fundamental consiste en que el procedimiento para construir un conector resulta sumamente delicado y, en general, se pierde una cantidad considerable de luz con cada empalme.

Gracias a éste es posible la transferencia de los pulsos de luz con pérdidas mínimas.

III.2.1 ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA CON FIBRA OPTICA

Un sistema de comunicación óptica tiene fundamentalmente tres componentes: el medio de transmisión, la fuente de luz y el detector. El medio de transmisión es la fibra, que como ya se mencionó es un filamento ultra delgado de vidrio o silicio fundido, la fuente de luz puede ser un LED o un diodo láser mientras que el detector es un foto diodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz.



III.2.2 EJEMPLOS DE ENLACES CON FIBRA OPTICA

Los enlaces de fibras ópticas están siendo empleados en diferentes países en la instalación de líneas telefónicas de larga distancia, y esta tendencia seguramente continuará en las siguientes décadas.

Las fibras también son ampliamente utilizadas en redes de área local (LAN). El problema fundamental consiste en que el procedimiento para construir un conector resulta sumamente delicado y, en general, se pierde una cantidad considerable de luz con cada empalme.

Además la fibra óptica es el punto central del concepto de Red Digital Integrada (RDI) en el cual toda la red telefónica analógica actual será substituida por enlaces completamente digitales lo que traerá por consecuencia la eliminación de ruido, interferencia, así como velocidades de transmisión de datos mucho más altas que las permitidas hasta ahora mediante el uso de módems. Aunado a esto, la nueva red será completamente compatible con los equipos de cómputo sin necesidad de interfaces puesto que ambas manejan señales digitales. Para mas detalles acerca de la Red Digital Integrada referirse al capítulo anterior.

III.2.3 CARACTERISTICAS DE LA FIBRA OPTICA

La comparación entre el cable coaxial y la fibra óptica es muy instructiva. Algunas de las características de las fibras ópticas son:

- Elevado ancho de banda:

El empleo de la fibra óptica y el láser abre una ventana del espectro electromagnético en frecuencias muchísimas veces superiores a las mayores empleadas en transmisiones usando cable coaxial o transmisiones de radio.

- Bajas pérdidas:

Puesto que intrínsecamente las pérdidas de las fibras ópticas son bajas (2.5 dB/Km y menores), las distancias permitidas entre repetidores son grandes.

- Inmune a interferencia electromagnética:

La configuración de los campos electromagnéticos que se propagan en las fibras es tal que, en la práctica, se produce un completo aislamiento con el exterior. Así pues, las fibras no contribuyen a interferir con otros sistemas y, a la inversa, son inmunes a interferencias originadas por otros portadores.

- Seguridad:

Puesto que las fibras no radian energía electromagnética, la señal por ellas transmitida no puede ser captada desde el exterior.

III. 3 MICROONDAS Y LASER.

Aunque muchos de los sistemas de comunicación de datos utilizan cables de cobre o fibras ópticas para realizar la transmisión y recepción de datos, algunos otros simplemente emplean el aire como un medio para hacerlo. La transmisión de información por medio de rayos infrarrojos, láser, microondas o radio, no necesita de ningún medio físico; cada una de estas técnicas se adapta a necesidades y requerimientos particulares.

Una aplicación común en donde el recorrido de un cable o fibra resulta en general indeseable, es el caso tendido de una LAN a través de varios edificios. En el interior, la red puede utilizar cobre o fibra pero para las conexiones que se hagan entre los edificios necesitarían hacerse excavaciones en las calles para construir una zanja adecuada en la cual pueda depositarse el cable. Esto genera en el mejor de los casos un gasto bastante significativo. Si el trazado de dicha zanja debe cruzar una calle pública, este trabajo puede llegar a ser incluso, ilegal en muchos lugares.

Por otra parte, el hecho de colocar un transmisor y receptor de láser o infrarrojo en el techo de un edificio resulta relativamente sencillo, razonablemente económico y casi siempre está permitida su utilización. Este tipo de diseño nos conduce a una jerarquía de redes, en donde la red dorsal, que vendría a ser la red de láser o infrarrojo está localizada entre los edificios.

III.3.1 CONSIDERACIONES ACERCA DE UN ENLACE DE LASER

VENTAJAS

Como ventajas de la comunicación de este tipo podemos citar que ésta es por completo digital, altamente directiva, y en consecuencia, casi inmune a problemas de derivación u obstrucción. Además el ancho de banda de este tipo de enlaces es amplio y como consecuencia las velocidades de transferencia de información son también considerablemente elevadas.

DESVENTAJAS

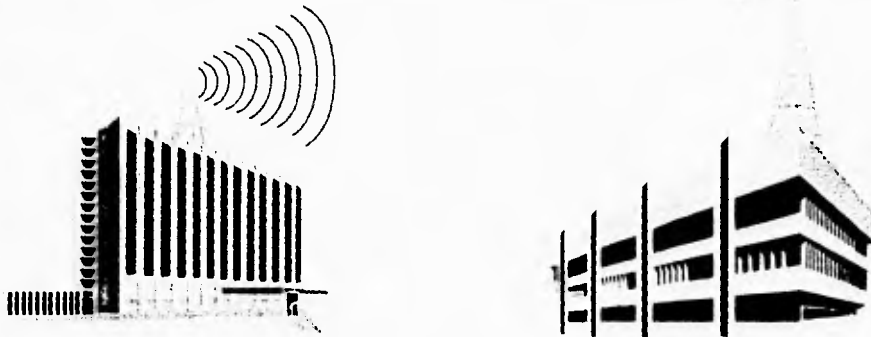
Como desventajas debemos mencionar que debe existir siempre línea de vista, además de que una lluvia o neblina intensa puede ocasionar interferencia en la comunicación, dependiendo de la longitud de onda elegida.

III.3.2 MICROONDAS

Una opción a mencionar en aplicaciones para comunicaciones de mediana a larga distancia es la transmisión por microondas. Existen diferentes tipos de sistemas de microondas que operan sobre distancias que van desde los 15 hasta los 4000 km de longitud (esto último mediante el empleo de estaciones repetidoras obviamente). La capacidad de estos sistemas puede variar desde una docena de canales de voz hasta cientos de ellos.

En los esquemas de la siguiente página se muestran los elementos básicos de un sistema de microondas. La etapa de preénfasis proporciona un "impulso" en amplitud a la frecuencia más alta de la banda base. El convertidor de FM provee la modulación de la portadora de IF (frecuencia de entrada). En el diagrama de la etapa receptora la etapa de separación de canales asegura el "aislamiento" y filtrado necesario para separar individualmente a cada canal y dirigirlo a su receptor correspondiente.

Las antenas necesarias para este tipo de transmisión se pueden montar sobre torres para enviar un haz de señales a otra antena que puede encontrarse a decenas de kilómetros de distancia.



ENLACE DE DOS SITIOS USANDO MICROONDAS

Este tipo de enlace es ampliamente utilizado para transmisiones telefónicas, de video y datos. Cuanto mayor sea la altura de la torre sobre la cual esta montada la antena, mas grande será el alcance que se obtenga.

Con una torre de 100 metros de altura, por ejemplo, es posible que la señal alcance a recibirse por otra antena distante 100 kilómetros de la antena transmisora. Sin embargo la distancia que habrá entre un transmisor y su respectivo receptor dependerá de algunas variables como son: potencia del equipo transmisor, condiciones atmosféricas, sensibilidad del equipo receptor, confiabilidad esperada del sistema, etc.

III.3.3 CONSIDERACIONES DE UN ENLACE DE MICROONDAS

Este tipo de enlace también presenta algunos inconvenientes. Las señales enviadas por una antena transmisora pueden llegar a dividirse y propagarse siguiendo trayectorias ligeramente diferentes hacia la antena receptora.

Cuando estas señales, que se encuentran desfasadas, se recombinan, puede suceder que se presente el fenómeno de interferencia entre ellas, de tal manera que se reduzca la intensidad de la señal que llega a la antena receptora. La propagación de las microondas también se ve afectada por las tormentas y otros fenómenos atmosféricos.

III.3.4 CARACTERISTICAS DE UN ENLACE DE MICROONDAS

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencias que va desde 2 a 40 GHz, correspondiendo a longitudes de onda que van desde los 15 a los 0.75 centímetros respectivamente. Estas frecuencias se han dividido en bandas de portadoras comunes para aplicaciones de tipo gubernamental, militar, comercial y otras.

Existe la posibilidad de emplear bandas de frecuencias superiores, pero éstas resultan de menor utilidad para el tráfico, debido a que su atenuación es mayor a medida que se incrementa la frecuencia.

III.4 RADIO COMUNICACION

La radio comunicación es una opción muy aceptable para aquellos sistemas que requieran de una velocidad moderada de transmisión y que no cuentan con el requisito de línea de vista (en el caso de un enlace de láser o infrarrojo) o de un presupuesto considerablemente alto (en el caso de enlaces vía satélite o fibra óptica).

III.4.1 CONSIDERACIONES ACERCA DE ENLACES VIA RADIO

Un enlace vía radio cuenta básicamente con 3 elementos: antena, equipo transmisor y equipo receptor. Como las anteriores alternativas, esta opción cuenta con ventajas y desventajas.

VENTAJAS

- Bajo costo:

Los enlaces vía radio llevan ya muchos años de funcionamiento y su confiabilidad ha sido ya probada. Es una tecnología sencilla que no requiere de grandes inversiones ni de una infraestructura complicada.

- No necesita de línea de vista:

Como se mencionó antes, para enlaces que utilicen láser es requisito indispensable que exista línea de vista entre los dos sitios que van a comunicarse. Aún cuando esta condición resulta útil bajo ciertas circunstancias, es también en ocasiones un obstáculo que nos hace buscar otras alternativas.

Un enlace de radio aún cuando requiere que la antena sea dirigida hacia un sitio en particular (como antecedente mencionaremos que el tipo de antena utilizada por el sistema propuesto es del tipo Yagui direccional) debido a su patrón de radiación, no requiere en el sentido estricto de la palabra de línea de vista por lo cual este tipo de enlace podría llegar a ser más conveniente en ciertas aplicaciones.

- Fácil mantenimiento:

Al ser una tecnología que lleva ya considerable tiempo en funcionamiento, ha llegado al punto de ser sencillo su servicio y reparación debido al grado de conocimiento y manejo adquirido por las empresas que se dedican a establecer este tipo de enlaces.

DESVENTAJAS

Por otro lado, este tipo de comunicación presenta también desventajas, entre las cuales tenemos podemos citar a:

- Baja velocidad de transferencia de datos:

Un enlace de radio frecuencia no cuenta con una ancho de banda muy amplio. Debido a esto las velocidades de transferencia de datos que se soportan no son muy elevadas.

- Atenuación de la señal:

Como todos los tipos de enlaces que utilizan el aire como medio para transmitir, la comunicación por medio de radio sufre atenuaciones de la señal al desplazarse de un sitio a otro. Esta atenuación se ve además influenciada por las condiciones del medio ambiente como son: temperatura, humedad, lluvia, etc.

- Ancho de Banda limitado:

Los enlaces de radio frecuencia se utilizan ampliamente; debido a esta causa y para prevenir conflictos entre señales (interferencias), se asignan anchos de banda limitados a los enlaces de este tipo. La tarea de asignar esos anchos de banda corresponde en nuestro país a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

III.5 COMPARACION DE LAS DIVERSAS ALTERNATIVAS

A continuación se presentan tablas comparativas de cada una de las alternativas analizadas, señalando sus virtudes y defectos para un análisis más rápido y conciso.

SATELITE

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Amplio ancho de banda (BW)	Costo
Alta velocidad de transmisión	Subutilización del BW para nuestro caso
Gran cobertura	Retardos (No muy considerables)
Seguridad	

FIBRA OPTICA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Amplio BW	Costo elevado de la infraestructura necesaria
Confiabilidad	Dependencia de Telmex
Inmune al ruido	
Seguridad	

MICROONDAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Amplio BW	Alto costo
Alta velocidad de transmisión	Se necesita línea de vista
Confiabilidad	Afectadas por el medio ambiente
Red propia	Es punto a punto

RADIO TRANSMISION

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Uso óptimo de las frecuencias	BW reducido
Confiable	Baja velocidad de transmisión
Red propia	
Costo reducido	
Punto multipunto	

IV. DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO

Una vez establecida la opción de radio transmisión como la más adecuada a los requerimientos y características de nuestra red, analizaremos los aspectos relativos al diseño de la misma, como pueden ser la velocidad de transmisión, el tipo de transmisión, configuración de la red, tipo de enlace y demás que afectan de manera directa el esquema de nuestro sistema.

IV.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

El sistema tendrá como usuarios a todos los Bancos, Casas de Bolsa e Instituciones gubernamentales y se deberán cubrir los siguientes requerimientos:

- a) Conexión de 55 estaciones remotas.
- b) Por el tráfico de datos esperado y las características del equipo de procesamiento del Banco, se conectan 16 terminales por cada tarjeta multipuerto del DCP.
- c) Se hace necesario contar con un sistema de respaldo para asegurar la continuidad del servicio durante las 24 horas. Este sistema de respaldo lo constituyen módems vía líneas telefónicas conmutadas.

IV.1.1 NÚMERO DE USUARIOS

Los usuarios directos del sistema propuesto son el Departamento de Tesorería en el caso de los Bancos y del Departamento de Mesa de Dinero en las Casas de Bolsa.

Estas áreas son las encargadas de llevar a cabo el control del flujo de valores gubernamentales y efectivo, mediante el análisis de sus respectivos estados de cuenta.

En un principio, se consideró adecuada, la instalación de una terminal por cuenta habiente; sin embargo, en reiteradas ocasiones se llevaron a cabo reuniones con los diversos organismos que conformarían la red de transmisión de datos, en las cuales se mostraron los beneficios en la operación diaria de las áreas antes mencionadas. Debido a esto, algunos usuarios solicitaron la instalación de más de una terminal por institución para cubrir las demandas de captura de datos, así como de consulta de movimientos y saldos.

De las encuestas realizadas con los usuarios, se resumen los datos que a continuación se presentan en la **Tabla 4.1** referente al número de usuarios, número de terminales y número de estaciones remotas dentro de las instituciones que se ubican en la Ciudad de México, área metropolitana.

Tabla 4.1

Ciudad de México, área metropolitana	No.de Bancos	No. de Casas de Bolsa	Total
Usuarios en el D.F.	26	25	51
No. de Estaciones Remotas de entidades del D.F.	30	25	55
Entidades con 2 estaciones remotas	2	0	2

Ciudad de México, área metropolitana	No. de Bancos	No. de Casas de Bolsa	Total
Entidades con 4 estaciones remotas	1	0	1
No. de estaciones remotas con 2 o más terminales en el D.F.	16	10	26
No. total de terminales en el D.F.	42	35	77

Tabla 4.1 (Continuación)

USUARIOS FUERA DEL D.F.

Existen sin embargo, usuarios que tienen sus instalaciones fuera del D.F., los cuales no podrán tener acceso al computador central del Banco de México mediante el sistema de radio comunicación propuesto.

En lugar de éste, se utilizará un módem para línea conmutada y como medio de comunicación la Red Telefónica de Telmex. En la **Tabla 4.2** se indican los datos referentes a estos cuenta habientes. Se observará que el número de usuarios que hay en el interior de la República es reducido; lo cual, no justifica la implementación de un sistema de cobertura nacional.

Provincia	No. de Bancos	No. de Casas de Bolsa	Total
No. de estaciones remotas para entidades de provincia	4	0	4

TABLA 4.2

TOTALES GENERALES PARA EL D.F.

	No. de Bancos	No. de Casas de Bolsa	Total
No. total de estaciones remotas	30	25	55
No. total de multiplexores	18	10	28

TABLA 4.3

Una de las características más importantes por las cuales fue seleccionado el sistema de radio comunicación, es porque brinda la facilidad de reubicar estaciones remotas e instalar nuevos nodos a la red en periodos cortos de tiempo. Específicamente, hablamos de 5 días como máximo, tomando en cuenta que para ello se requiere tener un stock completo de equipos, para disponer de ellos en el momento que se necesiten.

IV.1.2 UBICACIÓN DE LOS USUARIOS

Como se mencionó antes, la gran mayoría de los usuarios del sistema de radio comunicación propuesto tienen sus instalaciones dentro de la Ciudad de México, motivo por el cual implementar un sistema con cobertura nacional no hubiera sido lo adecuado. Dentro del estudio de propagación se incluye un mapa que señala la ubicación física de los nodos remotos dentro de la Ciudad de México.

IV.1.3 EQUIPO DE RESPALDO

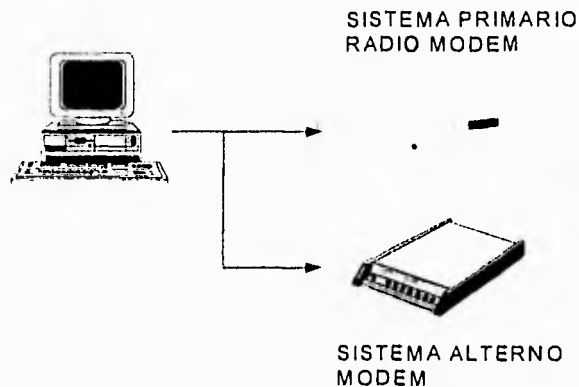
En el capítulo 1 y 2 se hizo especial énfasis en la importancia de contar con un sistema operando durante las 24 horas del día; es decir, sin interrupciones.

Debido a la relevancia que tienen las operaciones que se tramitan a través del mismo, se justifica la implementación de un sistema de respaldo.

Si ya contamos con un radio módem para la transmisión y recepción de datos el cual es susceptible a falla, lo más lógico parecería ser el disponer de un segundo radio módem como equipo alternativo de respaldo; no obstante, esto resultaría inadecuado dado el costo elevado de este equipo si tomamos en consideración que no será empleado con mucha frecuencia.

Un aspecto importante es tener en cuenta que el respaldo será usado temporalmente; es decir, solamente cuando exista interrupción en la transmisión de datos vía radio-frecuencia. Cabe mencionar que las fallas en la comunicación serán resueltas en un lapso no mayor a 24 hrs. Por tanto, entre las características deseables para el sistema alternativo de comunicación se mencionan las siguientes:

- Barato
- Instalación y operación sencilla
- Seguro
- Facilidad en la conmutación de un sistema a otro



Atendiendo a las características antes mencionadas la solución más viable es el empleo de un módem, el cual usará la red telefónica de Telmex para establecer el enlace entre las terminales de usuario y Banco de México.

CARACTERÍSTICAS DEL MODEM UTILIZADO

El módem empleado soporta velocidades de hasta 9600 bps vía línea conmutada o línea privada de 2 hilos y tiene la capacidad de aumentar o disminuir en forma automática la velocidad de transmisión de los datos dependiendo de la calidad de la línea.

Por ejemplo, si la tasa de error fuera de uno en 1000 bits o menor, entonces el módem se enlazará a 9600 bps; en caso contrario, si la tasa de error excede el límite antes mencionado, entonces la velocidad será probablemente de 4800 bps o aún menor, de 2400 bps. El modelo utilizado es el Penril Alliance V.32 o Racal-Milgo del mismo modelo. Aún cuando este equipo es capaz de almacenar números telefónicos para entablar un enlace automáticamente no se utiliza esta facilidad en nuestro sistema por razones de seguridad, sin embargo una de las características por las que se escogió este equipo es su capacidad para - una vez efectuado el enlace - tomar el control remoto del otro módem.

El usuario que por fallas del equipo principal tenga que enlazarse haciendo uso del sistema de comunicación alterno, generará la llamada telefónica hacia el centro de atención a cuenta habientes del Banco de México, será identificado y sólo entonces recibirá tono de módem para establecer el enlace. Cada uno de los nodos que conforman esta red cuenta con un instructivo detallado acerca del uso del módem en caso de contingencia.

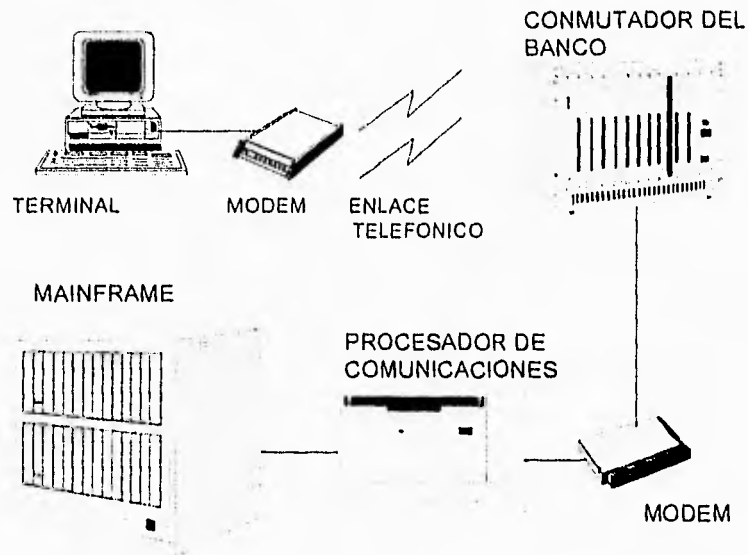


Figura 4.1

IV.1.4 CONFIGURACIÓN DE LA RED

A continuación explicaremos brevemente las configuraciones punto a punto y punto-multipunto, así como algunas de sus características.

a) PUNTO A PUNTO

La forma más simple de una red punto a punto es aquella que contiene sólo dos estaciones, las cuales intercambian información. En una red más complicada pueden existir varias estaciones que se comunicarán a través de un sistema de conmutación que permitirá la conexión entre los nodos.

b) PUNTO MULTIPUNTO

Una red punto-multipunto consiste de una estación maestra o "central" y varias estaciones remotas.

En este tipo de red, la estación maestra puede comunicarse con cualquiera de los nodos remotos, pero éstos no pueden comunicarse directamente entre sí; es decir, tenemos una topología de estrella. Para lograr la comunicación entre dos nodos cualesquiera de la red es forzoso que el mensaje enviado por una estación remota primero pase por la estación central, y ésta lo dirija posteriormente a la estación destino.

La red de radio comunicación contará con 60 usuarios aproximadamente y una estación maestra, que en este caso es Banco de México, institución donde se encuentra instalado el computador central, el cual será accesado por todas y cada una de las entidades financieras autorizadas. A continuación analizaremos algunas configuraciones para determinar cuál es la más adecuada.

IV.1.5 TIPOS DE CONFIGURACIONES ANALIZADAS

Debido a la necesidad de utilizar las frecuencias y el ancho de banda de la manera más eficiente posible, se analizaron varias configuraciones para determinar en base a sus ventajas y desventajas cuál sería la más adecuada a nuestro sistema. A continuación una descripción de cada una de ellas:

a) Punto a Punto Full-Duplex

En esta configuración se tendrían que utilizar tantos radios y pares de frecuencias como estaciones remotas. Si se considera el número de estaciones remotas que mencionamos anteriormente, estaríamos hablando de alrededor de 100 pares de frecuencias para cubrir las necesidades actuales y prever las instalaciones futuras, lo que es completamente inadecuado puesto que además del costo que implicaría la adquisición de alrededor de 100 radio módems maestros para enlazarse con sus correspondientes 100 nodos remotos, también significaría contar con 100 puertos libres en el DCP.

Aunado a lo anterior, la SCT no autorizaría el uso de 100 pares de frecuencias para una sola institución puesto que el espectro de frecuencias utilizado para la radio transmisión es limitado y debe ser utilizado eficientemente. El que una sola institución manejara 100 pares de ellas, representaría por así llamarlo un "monopolio" de esa banda, en este caso alrededor de los 500 MHz.

b) Punto a Punto Half-Duplex

Esta configuración sólo varía con respecto a la anterior en el número de frecuencias necesarias, puesto que se emplearían la mitad con respecto al tipo Full-Duplex. Además de que el número de frecuencias es todavía alto, con esta configuración se tiene el problema de la disminución de la velocidad efectiva de transmisión de datos puesto que en una transmisión tipo Half-Duplex sólo un equipo está autorizado a transmitir en un instante de tiempo dado.

El otro equipo está restringido a recibir, cuando el primer dispositivo termina de enviar, se invierten los papeles de receptor y transmisor.

c) Punto-Multipunto

En esta configuración se utilizará un par de frecuencias para enlazar a tres o más estaciones remotas con un radio módem maestro (en el nodo central). Bajo este esquema, 30 pares de frecuencias servirían para conectar casi 100 estaciones remotas (tomando en cuenta que cada radio maestro atiende a tres nodos remotos). Por el ahorro de frecuencias, este tipo de configuración resulta bastante atractivo y fue la característica principal que se buscó cumplieran los radio módem a instalarse en esta red.

Para poder lograr esta configuración y hacer posible que un radio maestro pueda atender a varios radios remotos, se hizo necesario el empleo de equipos conocidos como duplexores, combinadores y multiacopladores, los cuales serán abordados más adelante.

CONCLUSIONES ACERCA DE LAS CONFIGURACIONES

PUNTO A PUNTO

Si implementáramos la red bajo este concepto se haría necesario el contar en el nodo maestro, con tantos radio módem como estaciones remotas, lo cual a su vez implica el instalar el mismo número de antenas y se tendría que destinar un puerto del procesador de comunicaciones del computador central para cada uno de los radio módem. Otra de las desventajas de esta configuración y a nuestro parecer la más importante, sería el solicitar a SCT la asignación de alrededor de 100 pares de frecuencias, dado que se necesita un par por usuario y además se debe prever el crecimiento de la red por lo cual son necesarias frecuencias de respaldo.

Por lo tanto, tomando en cuenta dos aspectos fundamentales dentro del diseño de nuestra red que son el técnico y el económico, concluimos que la configuración punto a punto resultaría ineficiente pues no estaríamos utilizando adecuadamente los recursos con que contamos.

CONFIGURACION PUNTO A PUNTO

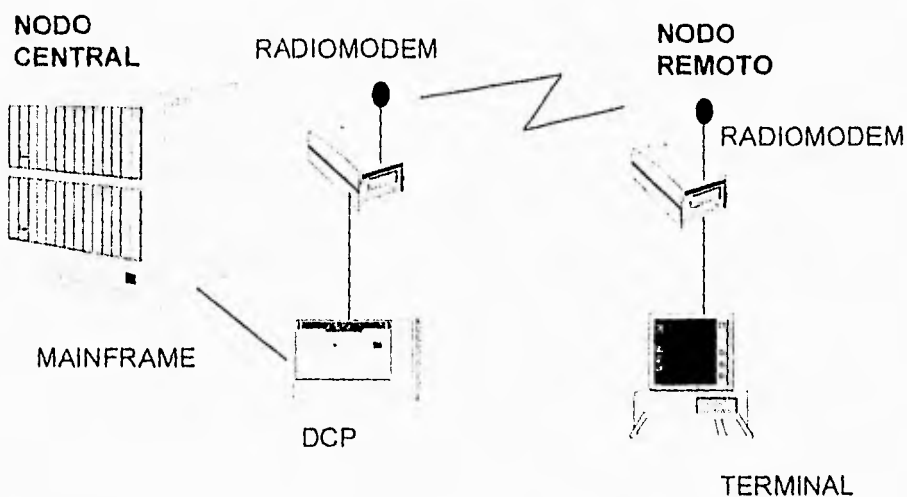


Figura 4.2

PUNTO MULTIPUNTO

A diferencia de la configuración punto a punto, la configuración punto-multipunto nos permite reducir el número de frecuencias y de equipo de comunicación asociado; principalmente en el nodo central, puesto que hace posible que un sólo radio maestro atienda a varios radios remotos lo cual representa un ahorro considerable. De la misma manera, disminuye el número de frecuencias necesarias al permitir enlazar a dos o más estaciones remotas usando solamente un par de frecuencias.

Por lo anterior, podemos observar que la opción que ofrece más ventajas en la implementación de una red con un gran número de usuarios como la nuestra, es la configuración punto-multipunto, puesto que aprovecha adecuadamente los recursos con los que contamos (30 pares de frecuencias) y nos permite ahorrar en los gastos relacionados con la cantidad de equipo necesario para el funcionamiento del sistema.

CONFIGURACION PUNTO MULTIPUNTO

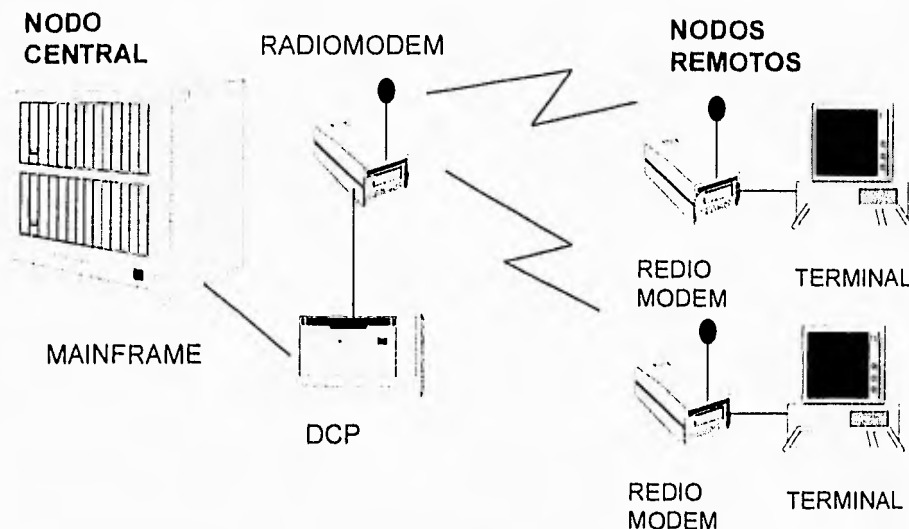


Figura 4.3

IV.1.6 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.

Todo sistema de comunicación además de ser confiable, debe tener también la característica de ser suficientemente rápido para satisfacer las demandas de transferencia de información a niveles adecuados en un tiempo razonablemente corto. Todos los equipos de comunicaciones y de proceso de datos se deben configurar para trabajar a una velocidad uniforme.

Tanto las líneas en los puertos del procesador de comunicaciones, como los multiplexores, radio módem, tarjetas emuladoras, y demás equipos están configurados para trabajar a 9600 bps (bits por segundo).

Dicha velocidad satisface las necesidades del sistema sin mayores problemas y aprovecha adecuadamente el ancho de banda proporcionado por un enlace de radio frecuencia.

Esta velocidad es adecuada gracias a la configuración del sistema (procesamiento centralizado) que no se hacen transacciones continuas dentro del sistema ni se consultan saldos u operaciones durante todo el día.

IV.2 BANDA DE FRECUENCIAS A UTILIZAR

Para poner en funcionamiento el sistema de radio comunicación propuesto, fue necesario contar primero con la aprobación de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), la cual es la encargada de regular y distribuir las frecuencias para evitar conflictos e interferencias entre distintos equipos que utilicen la misma banda. Por esto, se consultó a la SCT acerca de la posibilidad de la renta de frecuencias dentro de la banda de los 500 MHz, puesto que es la banda donde operan la mayoría de los equipos de radio comunicación internacionalmente.

IV.2.1 TRAMITES ANTE SCT

Debido a que la banda de frecuencias que utilizan los equipos del sistema propuesto esta bastante congestionada, se solicitó a la SCT (que es el organismo encargado de regular la distribución de éstas dentro de nuestro país) , la renta de varios pares de frecuencias que estuvieran libres para emplearlas en nuestro sistema.

En conversaciones sostenidas con personal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se notificó el interés del Banco de México por implementar un sistema de radio comunicación entre esta institución y sus cuenta habientes, para agilizar el flujo de información y proporcionar un medio seguro y confiable para efectuar sus movimientos financieros.

La S.C.T informó al Banco acerca de la problemática de la autorización de la renta de frecuencias en la banda de los 500 MHz, ya que su número es limitado y es una banda con bastante tráfico. Sin embargo se recomendó que formalmente el Banco solicitara su asignación de frecuencias, siendo éstas en total 60 pares. La S.C.T respondió a esa solicitud con 30 pares de frecuencias. Por este motivo se hicieron varios estudios para determinar la configuración más adecuada y que hiciera posible atender al número total de cuenta habientes del Banco de México con el número de frecuencias disponibles, resultando ser ésta la configuración punto-multipunto que ya se analizó anteriormente.

IV.2.2 AGRUPACIÓN DE LOS USUARIOS

Con la finalidad de hacer uso óptimo de las frecuencias asignadas, se optó por distribuir la red en 5 grupos con 6 pares de frecuencias cada uno de ellos. Cada grupo esta formado por 12 frecuencias, lo que permite optimizar tanto técnica como económicamente al utilizar por grupo:

- Una antena
- Un combinador de frecuencias de transmisión (TJ-2216)
- Un multiacoplador de frecuencias de recepción (RM-31208)
- Un duplexor

En la **figura 4.4** se ilustra de manera esquemática la configuración de la red.

El equipo principal quedará constituido por los radio módem, combinadores de frecuencias de transmisión (TJ2216), multiacopladores de frecuencias de recepción (RM 31208), duplexor (Q3330E) y antenas. Cada uno de los 5 grupos contará con estos dispositivos para su funcionamiento.

Todos los procesos de comunicaciones son efectuados por el DCP (Data Communications Processor) que es un equipo de cómputo que ayuda al Host, liberándolo de esos procedimientos. Los radio módem están numerados del 1 al 30, debido a que son 30 los pares de frecuencias que se manejan en el sistema; cada grupo tiene por consiguiente 6 radio módem maestros y maneja 12 frecuencias en total.

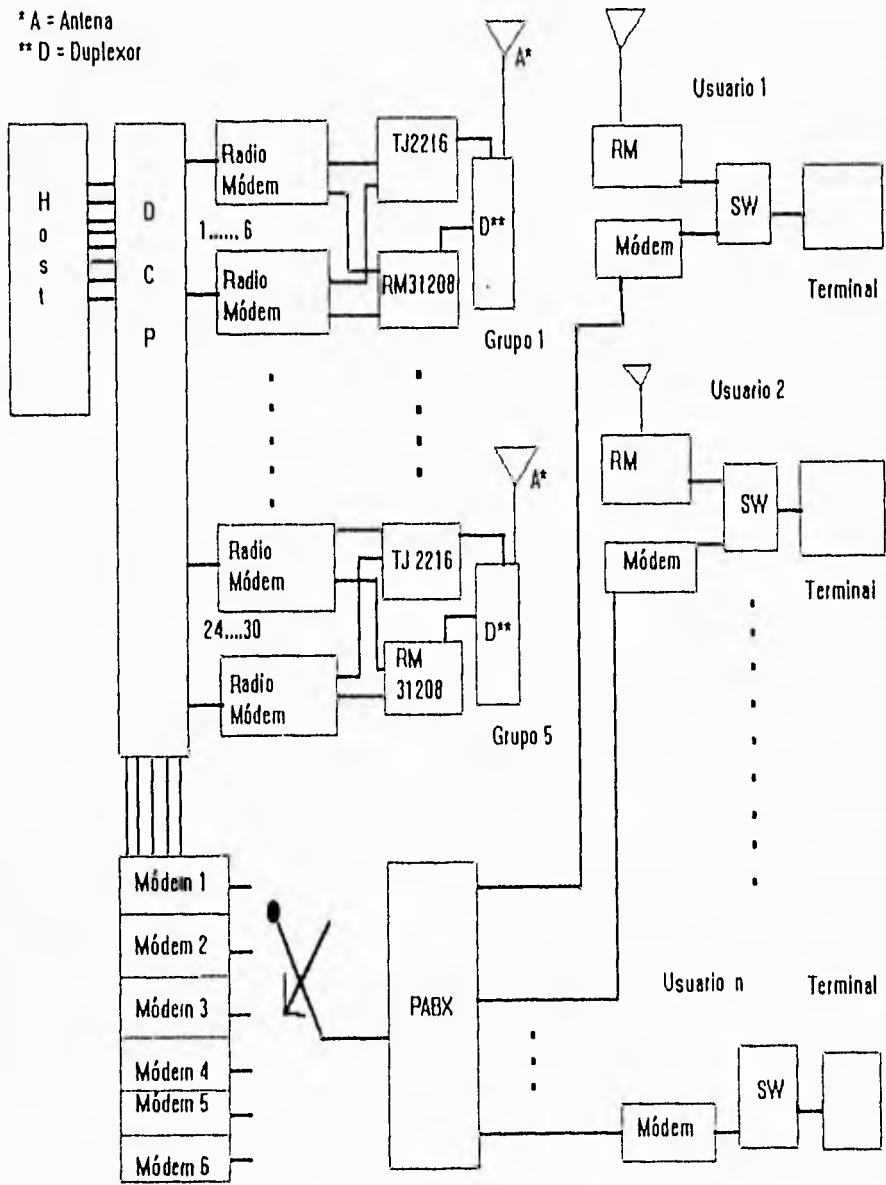
Como equipo secundario se tiene a los módem que utilizarán la red telefónica pública como canal de acceso temporal durante el tiempo que duren las reparaciones al sistema principal. Es por esto que en el esquema, los elementos marcados con las siglas SW representan un switch que cambiará de posición dependiendo del sistema de enlace que esté en operación.

El número total de módem dispuestos a usarse como respaldo del canal primario de comunicación es de 15, lo cual representa un 25% sobre el total de los usuarios. Los módem de los nodos remotos pasarán primero por el conmutador del Banco para posteriormente ser dirigidos hacia un módem en específico en el nodo central que se encargará de completar el enlace.

Cada grupo y cada uno de los radio módem que lo componen, dan servicio a los cuenta habientes asignados, y para su rápida identificación se les designó una llave que esta formada de la siguiente manera:

Grupo	Canal	Usuario	No. de ID	Descripción del cuenta habiente
1	6	1	3	Banco 1
1	4	2	9	Banco 2

CONFIGURACION DEL SISTEMA PROPUESTO



El número de grupo como máximo puede ser el 5 puesto que son 5 grupos, así como también el número de canal puede como máximo llegar al 6 puesto que son 6 los pares de frecuencias existentes por cada uno de los grupos en los que se dividió la red.

IV.2.3 EXPERIENCIA DE OTROS USUARIOS

Utilizar la radio transmisión para el enlace de equipos de procesamiento de datos no es una idea nueva, los cajeros automáticos que usamos cotidianamente han funcionado por bastante tiempo utilizando sistemas de radio comunicación para transmitir sus movimientos hacia las instalaciones centrales del Banco que opera esos equipos. Adicionalmente, se realizaron visitas de trabajo a Banamex y Bancomer con el fin de recabar información y experiencia de los equipos que utilizan estas instituciones para la transmisión de datos. Estos bancos utilizan también radios en la banda de los 500 MHz similares a los empleados en este proyecto.

En la visita a esos Bancos obtuvimos lo siguiente:

- Los enlaces son punto a punto Full-Duplex, y han resultado ser bastante confiables.
- Utilizan también la red telefónica pública como sistema de respaldo en caso de falla en el sistema principal.

IV.3 PARÁMETROS DE LA RED

Con el propósito de aprovechar de manera óptima los servicios de la red propuesta y tomando en cuenta las pruebas realizadas con tal fin, en el nodo central se dispondrá que cada radio módem maestro controle varios radios remotos a la vez (configuración punto multipunto).

Es entonces adecuado mencionar que el diseño de la red esta basado principalmente en dos parámetros muy importantes los cuales son: la **capacidad del canal** y el **tiempo de respuesta** del sistema.

Por Capacidad del Canal se entiende a la información que puede ser enviada a través de un medio o canal en un tiempo dado. El sistema establece al Host como estación maestra o central, la cual es la encargada de determinar que estaciones pueden transmitir y cuando pueden hacerlo; además debido a que varios nodos remotos comparten un grupo, es posible controlar que grupo de estaciones pueden transmitir, a esto se le conoce como **Poll Select**.

Con esta agrupación de estaciones se acelera la respuesta del sistema puesto que el Host no tiene que enviar un **Poll** (un poll es un instante de tiempo en donde el Host le pregunta a la estación si tiene algo que transmitir) para cada estación existente sino que sólo debe enviarlo a un grupo determinado que puede tener varias estaciones dentro de él, aunado a esto, si un grupo lleva determinada cantidad de tiempo sin enviar ni solicitar información, el Host deja de enviarle Poll para atender a otros grupos que si tengan actividad. El poll vuelve a enviarse cuando ese grupo requiera información o solicite autorización para enviarla.

Ahora bien, la capacidad del canal debe ser capaz de satisfacer el tráfico de datos, el cual esta determinado por:

- Número de estaciones que conforman la red
- Número de transacciones efectuadas
- Velocidad del canal

Si nuestro sistema trabaja a 9600 bps, entonces:
 $9600 \times 60 \times 60 = 34\ 560\ 000$ Caracteres / hora

Por Tiempo de respuesta se entiende al intervalo que transcurre desde que se efectúa una petición hasta que se obtiene la respuesta a esa solicitud. Este intervalo de tiempo se ve afectado por la cantidad de tráfico que exista en la red al momento de realizar la transacción, del número de paquetes de tal petición, del número de estaciones remotas existentes así como la capacidad del canal. Este parámetro es el que en realidad determina la cantidad de estaciones que puede manejar el radio maestro en la configuración punto-multipunto puesto que sería inadecuado por ejemplo tener que esperar 10 segundos para efectuar una operación de cualquier tipo dentro del sistema. Para un tiempo de respuesta adecuado aún en horas de intenso tráfico se determinó que cada radio maestro atiende un máximo de tres radio módem remotos.

IV.4 ESTUDIO DE PROPAGACION

Para obtener resultados adecuados del sistema de transmisión empleado, es necesario considerar varios aspectos importantes que influyen de manera determinante en la transmisión y recepción de señales, tanto por parte de los cuenta habientes como de Banco de México. Entre éstos podemos destacar los siguientes:

- Distancia entre el usuario y Banco de México
- Altura geográfica de la zona donde se encuentran las instalaciones del usuario.
- Altura del edificio del usuario

Debido a estos factores es necesario un estudio que nos proporcione los datos necesarios para determinar si es adecuado o no el nivel de señal en cada nodo remoto. En los subsecuentes puntos se darán los detalles acerca del estudio de propagación.

IV.4.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE PROPAGACION

El propósito de este estudio es analizar las trayectorias de los enlaces entre la Estación Maestra y cada una de las Estaciones Remotas correspondientes a cada usuario así como los niveles de señal recibidos. Mediante el análisis de las características de dichas trayectorias y de los sitios de ubicación se obtendrán conclusiones importantes que nos mostrarán si las metas en cuanto al desempeño del sistema son factibles o no. Se establecen además los requerimientos de estructura de soporte, así como los elementos y materiales diversos para los sistemas transmisores que permitan garantizar una comunicación con un alto grado de confiabilidad y desempeño para satisfacer de manera efectiva las expectativas sobre este sistema.

a) ESTRUCTURA DE LA RED

La red estará conformada por una estación maestra que se ubicará dentro de las instalaciones de Banco de México y un promedio de 60 estaciones remotas correspondientes a las diferentes instituciones financieras que se encuentran dentro del área metropolitana de la ciudad de México.

Por razones de seguridad se omiten los nombres y domicilios de los usuarios; sin embargo, para fines de ejemplificación se utilizarán algunos datos obtenidos durante pruebas de campo realizadas para determinar las características de cada instalación.

Se toma en cuenta la ubicación de las instalaciones de cada cuenta habiente, trayectoria, coordenadas geográficas, azimut, y distancia de cada una de estas estaciones (2 o 3 por canal), así como su ubicación dentro de un determinado sector comprendido en el patrón de radiación de la antena central correspondiente. De tal forma, se tienen 4 grupos con un total de 51 estaciones remotas utilizando 24 canales dúplex. Además existen 3 estaciones remotas adicionales, que debido a la distancia existente hasta la estación central, operarán en un canal dúplex compartido de un 5o. grupo que además se destinará como reserva para futuras expansiones.

En la estación central se instalarán los equipos y accesorios (duplexor, combinador, multiacoplador) correspondientes a cada estación remota. Adicionalmente se instalarán los sistemas radiadores de cada uno de los 5 grupos; constituidos por sus líneas de transmisión y antenas respectivas, las cuales se colocarán con un espaciamiento adecuado. sobre una torre de 45 metros de alto.

IV.4.2 CONSIDERACIONES GENERALES

La estructura de la red se basa primordialmente en las necesidades de comunicación requeridas por los usuarios del sistema, considerándose como objetivo principal el disponer del servicio de manera continua, con la capacidad, seguridad y calidad esperada. A continuación se considera la disponibilidad de medios económicos y recursos técnicos, los cuales se utilizarán en la medida apropiada para cumplir con las disposiciones y reglamentaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la operación de este tipo de sistemas.

Tomando en cuenta lo anterior, para cada uno de los enlaces se ha considerado la combinación más adecuada de elementos que constituyen las Estaciones Remotas como son:

- Equipo de radio comunicación
- Tipo de Antena
- Línea de Transmisión
- Estructura

Asimismo, para cada instalación se ha tenido siempre presente el aspecto de ubicación y altura del edificio del usuario, así como posibles obstáculos en la trayectoria de cada estación remota.

Debemos mencionar además, que la SCT establece 2 Watts como potencia nominal para los transmisores; como consecuencia, todos los demás elementos se basan en este parámetro. Debido a lo anterior y con el propósito de garantizar la confiabilidad de los enlaces, se utilizan antenas direccionales de alta ganancia (Tipo Yagui, las cuales son analizadas en una sección especial) y líneas de transmisión de baja pérdida. Aún cuando el costo pudiera resultar relativamente elevado, éste se justifica al disponerse de una red con un servicio de alto grado de confiabilidad.

Para determinar las características de los elementos físicos de los sistemas radiadores, fue necesario hacer mediciones en los nodos remotos pues no bastaba con ubicar al usuario dentro de un mapa orográfico de la Ciudad de México.

Dichas pruebas se deben principalmente a que algunos de los nodos que integran esta red, se encuentran rodeados por edificios que tienen mayor altura lo cual modifica el diseño de los elementos necesarios para establecer la comunicación, (altura de la torre, tipo de antena, ubicación del radio módem dentro del edificio, etc.).

Otro factor importante a considerar dentro de cada instalación es la ubicación del equipo de radio dentro del edificio del usuario; lo cual esta en función de las características del cable Heliac. La ubicación del radio módem dentro de las instalaciones del usuario final esta condicionada principalmente por recomendaciones del fabricante del cable Heliac en lo que se refiere a longitud máxima.

Esto es, el fabricante indica que la distancia máxima del cable que conecta a la antena con el radio módem no deberá exceder los 40 metros; por lo tanto, es recomendable que el equipo de radio comunicación sea instalado lo más cercano a la torre donde se encuentre la antena direccional tipo yagui. Sin embargo, en algunas ocasiones en las azoteas de los edificios es difícil encontrar un espacio adecuado para albergar el radio, pues se requiere de varias facilidades:

- Facilidad para el acceso.
- Maniobrabilidad.
- Limpieza.
- Ventilación.
- Vigilancia.

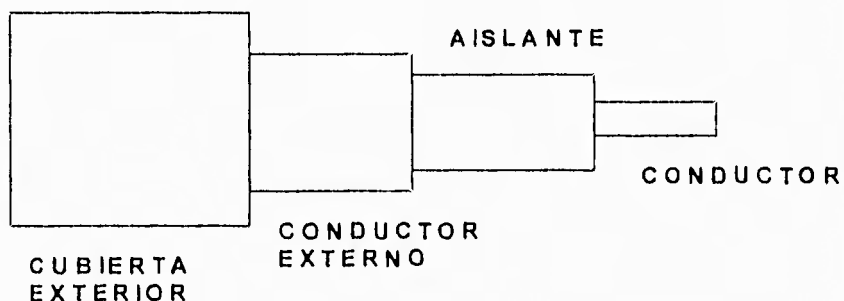
Si alguna de estas características no se cumple, entonces el radio módem se instalará en algún sitio del mismo piso donde se encuentren las instalaciones del usuario, donde se logre tener la ambientación necesaria para estos equipos y además no se sobrepase la longitud máxima del cable HeliAx. Para el caso de distancias que sobrepasen el límite anterior se hace necesario el empleo de equipo adicional para permitir la conexión entre el radio y la antena. El equipo extra recibe el nombre de Line Drivers y su funcionamiento se explicará en secciones posteriores.

Algunas de las especificaciones del cable HELIAX son:

Impedancia	50 Ohms
Atenuación	5 dB/100 m
Máxima frecuencia de entrada	8.8 GHz
Material del conductor	Cobre
Peso	0.22 kg/metro

El cable HeliAx de media pulgada es muy rígido por lo cual su manejo e instalación es delicada, pues no admite ser doblado más de 45 grados ya que puede sufrir fractura de las partes internas que conforman el mismo.

ESTRUCTURA DEL CABLE TIPO HELIAX



Finalmente, en lo que respecta a la estructura de la torre, se ha tratado de establecer un promedio razonable para obtener línea de vista en la mayoría de los casos, y por otra parte, para evitar emplear torres con demasiada altura. Se tomó en cuenta el aspecto ubicación y disponibilidad de espacio, y por supuesto el aspecto costo que ello involucra.

IV.4.3 ESPECIFICACIONES PRINCIPALES DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACION Y CABLEADO

Potencia del transmisor:	Nominal 2 Watts
Sensitividad del receptor:	0.3 microvolts
Frecuencia central de operación:	500 MHz
Rango de frecuencias de operación:	490 - 512 MHz
Tipo de Antena:	Direccional Yagui
Ganancia de la antena:	8 o 10 dB
Línea de Transmisión:	Coaxial tipo HELIAX
a) Tipo:	FOAMFLEX de 0.5 pulgadas
(Atenuación):	5 dB/100 m a 500 MHz
b) Tipo:	COAXIAL tipo RG-8
(Atenuación):	15.4 dB/100 m a 500 MHz
Duplexor tipo:	Alta selectividad (Estaciones remotas)

Separación Tx-Rx: 5 MHz

Pérdida de inserción: 1.2 dB

ESTACION CENTRAL (DUPLEXOR-COMBINADOR)

Margen de desvanecimiento: 30 dB

Confiabilidad dentro de los límites
establecidos como adecuados: 99.99 %

La confiabilidad se refiere a que si el nivel de señal esta sobre el límite recomendado (entre 8 y 10 microvolts), en el 99.99 % de las ocasiones la señal será reconocida correctamente por el radio módem con lo cual la transmisión será exitosa. Las pérdidas de inserción se refieren a la atenuación que sufre la señal debido al duplexor.

IV.4.4 RECOMENDACIONES

Debido a la trascendencia de las operaciones involucradas con este sistema, es de gran importancia garantizar el correcto funcionamiento de los equipos asociados con él; para esto se sugieren las siguientes acciones:

- a) Instalar las antenas con el azimut indicado.
- b) Instalar el sistema de protección contra descargas atmosféricas (Pararrayos) así como las conexiones a tierra en todas las estaciones.
- c) Utilizar Line Drivers (Módems de distancia corta) cuando la distancia de transmisión sea mayor a cuarenta metros, la cual se mide desde la antena hasta el radio módem.

Los valores de señal de referencia para un enlace de alta confiabilidad se consideran entre los 8 y 10 microvolts en el receptor del nodo remoto. Sin embargo el medio ambiente puede provocar en la señal alguno de los siguientes fenómenos:

a) Refracción

Es el cambio de dirección y velocidad al atravesar medios de diferente densidad como sucede con un rayo de luz al pasar del aire a un recipiente lleno de agua.

b) Reflexión

Es el cambio de dirección e intensidad cuando la señal choca con una superficie.

c) Absorción

Se refiere a la atenuación que las señales sufren cuando atraviesan nubes o lluvia.

d) Dispersión

Es la pérdida de energía debido a que las ondas de radio se distribuyen sobre un área muy extensa.

IV.4.5 PRUEBAS DE CAMPO Y EQUIPO EMPLEADO

Para determinar los parámetros de la señal de recepción en los diferentes nodos remotos se realizaron pruebas de campo en cada uno de ellos; para esto se empleó un analizador de comunicaciones marca Motorola Modelo R2600-A el cual cuenta con las siguientes características principales:

- Analizador de espectro en el rango de 400 KHz a 1 GHz
- Generador de señales en AM y FM en el rango de 400 a 1 GHz
- Receptor-Demodulador de señales en AM, FM, PM y SSB
- Medidor de potencia de 0.1 a 60 Watts
- Osciloscopio con rango de 0 a 20 KHz

- Voltímetro con medición tipo RMS desde 1 a 70 V
- Contador de frecuencia desde 5 Hz a 500 KHz, a 0.1 Vrms

Con este equipo se realizaron las mediciones necesarias para conocer las características de cada nodo:

IV.4.6 REPORTE DE UNA INSPECCION TECNICA A UN NODO REMOTO DEL SISTEMA SIAC-BANXICO

INSTITUCION:

ABACO CASA DE BOLSA S.A. DE C.V.

DIRECCION:

JOSE MA. IBARRARAN 84, COL. SAN JOSE INSURGENTES

UBICACION GEOGRAFICA:

LATITUD NORTE:	19 21'42"
LONGITUD OESTE:	99 11'01"
AZIMUT:	342.00
ALTURA DEL EDIFICIO:	30 m.

SISTEMA RADIADOR:

ANTENA: TIPO	YAGUI
No. ELEMENTOS:	6
IMPEDANCIA:	52 OHMS
GANANCIA NOMINAL:	8 dB
ALTURA DE LA ANTENA:	24 m

LINEA DE TRANSMISION:

TIPO	HELIAX DE 1/2"
LONGITUD:	37 m.
IMPEDANCIA:	50 OHMS
ATENUACION NOMINAL:	5.5 dB/100 m

SISTEMA DE RADIO:

TRANSMISOR:

FRECUENCIA TX: 504.625 MHz

POTENCIA DE TX: 2.2 Watts

ERROR DE FRECUENCIA: 115 Hz

RECEPTOR:

FRECUENCIA RX: 499.625 MHz

SENSITIVIDAD DE RX: 7 microvolts

IV.4.7 PRESENTACION DE RESULTADOS

(EJEMPLO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO, VALORES REALES)

CLIENTE 1

I) Parámetros de Atenuación	Valores Obtenidos en dB
Espacio Libre	- 102.00
Combinador	- 3.50
Línea de Rx	- 3.00
Conectores en Rx	- 1.00
Línea de Tx	- 5.00
Conectores en Tx	- 1.00
Duplexor en Tx	- 1.20
Margen de desvanecimiento	- 30.00
Total	- 146.70

II) Parámetros de Ganancia	Valores Obtenidos en dB
Potencia Tx	3.00
Ganancia de la antena Tx	10.00
Multi-acoplador	3.00
Ganancia de la antena ¹ Rx	15.00
Total	31.00

¹ La ganancia de la antena de recepción puede ser de 8 , 10 o 15 dB.

Diferencia en dB	- 115.70
Total en Microvolts	11.60

III) Características físicas

Distancia del Nodo a la estación central (Km/Millas):	10/6.3
Altura del Edificio (Metros):	18
Piso donde se instalará el equipo:	5o. Piso
Altura de la Torre (metros):	15
Longitud del cable HELIAX (metros):	27
Longitud del cable RGB (metros) :	6
Line Driver ² Si ()	No (X)

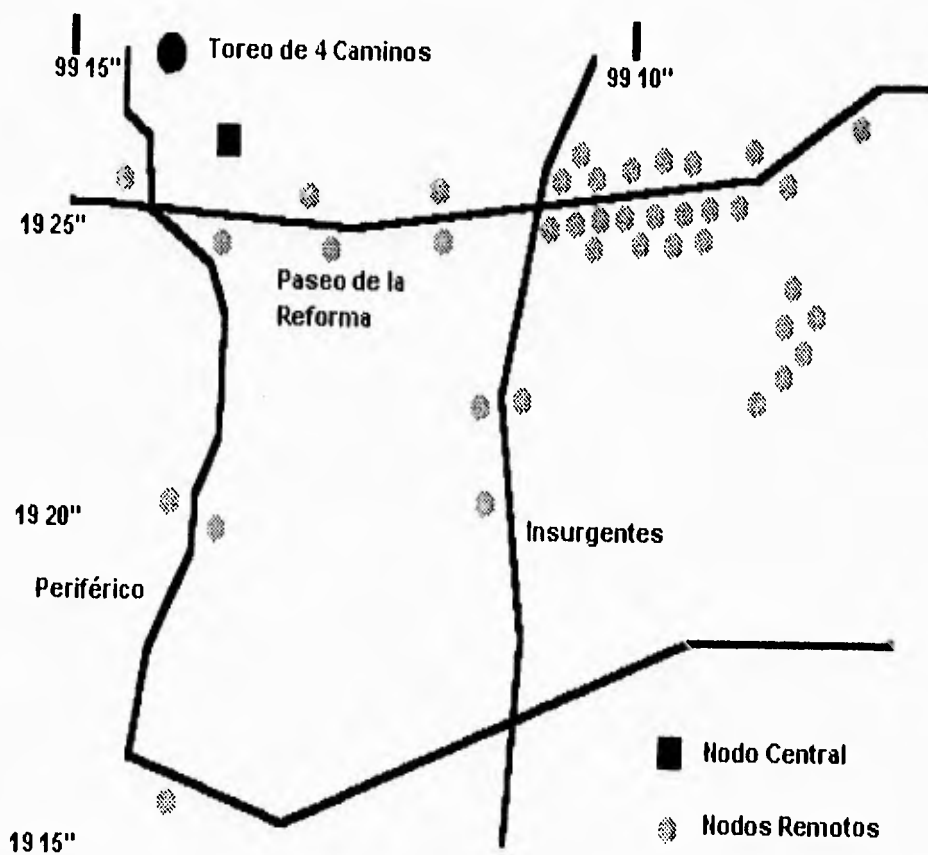
Latitud Norte	19 21' 40"
Longitud Oeste	99 10' 09"
Azimut (Grados)	335

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

² Como se mencionó anteriormente, se recomienda utilizar line drivers cuando la longitud del cable HELIAX sobrepase los 40 metros.

IV.4.8 UBICACION DE LOS USUARIOS DENTRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

En el siguiente mapa de la Ciudad se muestra la localización aproximada de cada uno de los sitios remotos que componen la red.



Aún cuando el diagrama no es una representación estricta de la red, nos permite conocer la ubicación y distribución aproximada de los nodos que la componen.

IV.5 EQUIPOS QUE INTEGRAN LA RED

La red de transmisión debe su funcionamiento a una gran variedad de equipos de procesamiento de datos y de telecomunicaciones que a pesar de provenir de distintos fabricantes, conviven y realizan su labor para lograr así el adecuado funcionamiento de toda la red. En este apartado cubriremos todos los dispositivos que intervienen en el sistema.

IV.5.1 RADIO-MODEM, MODELO Y CARACTERISTICAS

1.El radio módem que se utiliza dentro del sistema es el modelo 9600 SRM de la compañía Data Radio. Algunas de las características por las que fue elegido este equipo son:

- *Seguridad y eficiencia
- *La instalación es rápida y el servicio es sencillo
- *Ofrece rendimientos similares o superiores a los módems diseñados para líneas telefónicas.
- *Uso eficiente de las frecuencias asignadas
- *Opción de reutilizar frecuencias
- *Bajo costo comparado con las opciones consideradas anteriormente
- *Detección/Corrección automática de error
- *Conmutación automática de velocidad
- *Registro y reporte de errores
- *Operación Punto a punto y Punto-Multipunto
- *Auto diagnóstico/Diagnóstico Remoto

Cada radio módem contiene:

- Una unidad de control
 - Provee el algoritmo del sistema.
 - Proporciona las interfaces del usuario.
- Un módem diseñado para radio transmisión

Debido a que los radio módems son dispositivos autónomos, no se necesita de una estación maestra que los controle.

BREVE DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

El radio módem 9600 SRM opera a 9600 bps. Ha sido diseñado para asegurar la máxima transferencia de datos con el mínimo porcentaje posible de error (**Bit Error Rate**). Se utiliza técnica de conmutación de paquetes (**packet switching**) para la transmisión, lo que da por resultado un uso eficiente del espectro asignado.

Los datos se agrupan dentro de "bloques" antes de ser transmitidos. A cada bloque se le agregan datos de direccionamiento así como información de validez. El conjunto de bloques y datos adicionales es el paquete en si. Los paquetes difieren en tamaño dependiendo de la cantidad de datos que deban enviarse. Existe un tamaño máximo establecido que se determina en base al tamaño promedio del mensaje, el porcentaje nominal de error, además de otras consideraciones. Si los datos son mayores que el tamaño máximo de un solo paquete, deben enviarse dos o más paquetes que contengan además números de secuencia.

FORMATO DEL PAQUETE EMPLEADO POR EL RADIO MODEM

FLAG	ADDRESS	CONTROL	DATA	CRC-16	FLAG
------	---------	---------	------	--------	------

El proceso de agrupar los datos dentro de paquetes para después desmantelarlos en el sitio de destino, recibe comúnmente el nombre de PADing (Ensamble-Desmantelamiento de Paquetes o **Packet Assembling and Disassembling**).

Debido a que los radio módems son dispositivos autónomos, no se necesita de una estación maestra que los controle.

BREVE DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

El radio módem 9600 SRM opera a 9600 bps. Ha sido diseñado para asegurar la máxima transferencia de datos con el mínimo porcentaje posible de error (**Bit Error Rate**). Se utiliza técnica de conmutación de paquetes (**packet switching**) para la transmisión, lo que da por resultado un uso eficiente del espectro asignado.

Los datos se agrupan dentro de "bloques" antes de ser transmitidos. A cada bloque se le agregan datos de direccionamiento así como información de validez. El conjunto de bloques y datos adicionales es el paquete en si. Los paquetes difieren en tamaño dependiendo de la cantidad de datos que deban enviarse. Existe un tamaño máximo establecido que se determina en base al tamaño promedio del mensaje, el porcentaje nominal de error, además de otras consideraciones. Si los datos son mayores que el tamaño máximo de un solo paquete, deben enviarse dos o más paquetes que contengan además números de secuencia.

FORMATO DEL PAQUETE EMPLEADO POR EL RADIO MODEM

FLAG	ADDRESS	CONTROL	DATA	CRC-16	FLAG
------	---------	---------	------	--------	------

El proceso de agrupar los datos dentro de paquetes para después desmantelarlos en el sitio de destino, recibe comúnmente el nombre de PADing (Ensamble-Desmantelamiento de Paquetes o **Packet Assembling and Disassembling**).

El PAding es completamente transparente para el usuario. Para asegurar la correcta recepción de los paquetes, la estación destino efectúa una comprobación de los bits de validez mediante un ciclo especial de redundancia (CRC-16, *Cyclic Redundancy Check*) a través del cual se determina si se recibió el paquete libre de errores.

Si una vez efectuada la comprobación se concluye que el mensaje se recibió adecuadamente se envía una señal hacia la estación emisora para hacerle saber que el paquete fue correctamente recibido, esa señal se representa por las siglas ACK (**Positive Acknowledgement**).

Si por el contrario, el ciclo de redundancia determina que hay error en la transmisión, entonces no se envía señal ACK y la estación emisora envía nuevamente el paquete.

El método de transmisión empleado por el equipo Data Radio tiene como característica un error en un millón de bits enviados (1×10^{-6}). Con el método de CRC-16 se tiene una tasa de errores no detectados de 1×10^{-11} .

En sistemas con POLL se cancela la señal de ACK puesto que la estación maestra es la que "pregunta" a cada estación dentro de un grupo (Poll Group) si tiene algo que transmitir.

Las señales de recepción (Rx) y transmisión (Tx), provienen del duplexor el cual hace posible que las señales sean recibidas y enviadas a través de una sola antena, en vez de utilizar una para recepción y otra para transmisión, con lo que se hace un uso más eficiente de ésta, y se elimina el costo que representaría una segunda antena.

La banda de frecuencias empleadas va desde los 490 hasta los 512 MHz, es decir, dentro del rango de UHF. La potencia nominal de los radios es de 2 Watts.

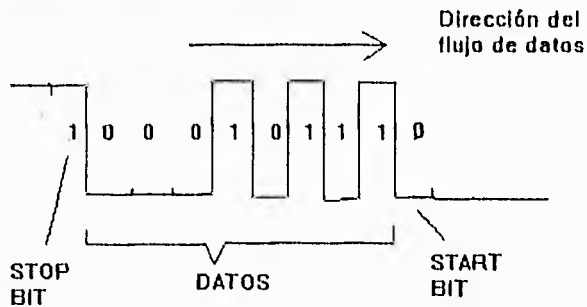
COMUNICACION SINCRONA .VS. COMUNICACION ASINCRONA

La comunicación es del tipo síncrono, principalmente debido a que de esta manera se aprovecha más eficientemente el ancho de banda disponible. Esto se debe a que un enlace asíncrono utiliza bits de inicio (*start bits*) y bits de parada (*stop bits*) que no representan información sino que únicamente sirven como marcas o señalizaciones para determinar cuando comienza y cuando termina una palabra o carácter. Si consideramos, en el mejor de los casos, que en una comunicación de tipo asíncrono se emplea un bit para inicio y un bit más para marcar el final de la palabra; entonces en una transmisión de 1000 caracteres, por ejemplo, tendríamos:

1 000	Caracteres
8	Bits por caracter
1	Bit de inicio por caracter
1	Bit de parada por caracter
<hr/>	
10 000	Bits en total
20 %	De Overhead

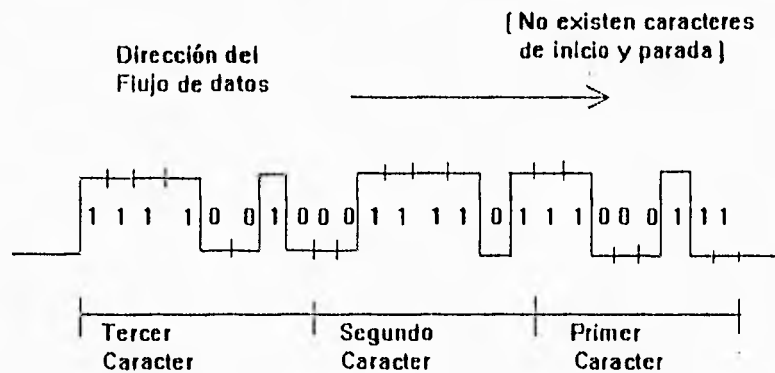
El 20 % de Overhead significa que de los 10 000 bits enviados, 8 000 corresponden a verdadera "información" y los restantes 2 000 representan las señalizaciones de inicio y parada de cada carácter. Con lo anterior podemos observar que no se hace un uso eficiente del ancho de banda disponible, ya que aún cuando esos 2 000 bits de señalización no transportan datos si ocupan "espacio" del ancho de banda asignado.

COMUNICACION ASINCRONA



Por el contrario, con una transmisión sincrónica, no se utilizan los bits de inicio y parada. En lugar de éstos, se emplea un reloj que mantiene la sincronía entre el equipo receptor y el transmisor. Al no introducir bits extras para señalar el inicio y el final del carácter, todos los bits enviados representan datos, es decir, no hay desperdicios, y por consiguiente el ancho de banda del canal se utiliza de manera más eficiente.

CONEXION TIPO SINCRONA



Los inconvenientes del enlace asíncrono se deben a que fue originalmente desarrollado cuando las comunicaciones digitales usaban teletipos mecánicos, y los caracteres eran introducidos manualmente.

Esto significaba que los equipos debían de estar preparados para recibir caracteres a intervalos irregulares de tiempo, además de que había largos periodos entre ellos.

Mientras que los teletipos mecánicos son ya cosa del pasado, su legado permanece aún en el mundo de las comunicaciones, dado que el enlace asíncrono que utiliza bits de inicio y parada es todavía ampliamente utilizado. No obstante, con el advenimiento de los equipos electrónicos para transmitir datos, ha sido posible enviar caracteres de forma continua sin espacios entre ellos.

No se utilizan bits de inicio y de parada; la distinción entre un caracter y el siguiente se da simplemente por el conteo del número de bits recibidos, hasta completar 8, con lo cual se inicia la transmisión de un nuevo caracter.

El inicio de un mensaje se indica por medio de un patrón especial de bits llamado **sync preamble** (o prólogo de sincronía), el cuál es reconocido por el equipo de recepción. Este patrón especial se utiliza como su nombre lo indica, para sincronizar al transmisor y al receptor, y lograr que la transmisión se lleve a cabo a la máxima velocidad permisible.

La comunicación síncrona tiene la ventaja de brindar una mayor velocidad de transmisión de datos (debido a la ausencia de los bits de inicio y parada) que la comunicación asíncrona; no obstante esta ventaja se pierde si los mensajes a transmitir son demasiado cortos, debido a que el prólogo de sincronía (sync preamble) ocuparía un gran porcentaje del tiempo total de la transmisión. En el caso extremo que se envíe solo un caracter, el prólogo de sincronía puede representar varias veces la longitud del mensaje en sí.

Además de que por medio de los radio módems tenemos un enlace síncrono, cabe aclarar que la comunicación es de tipo **Full-Duplex**.

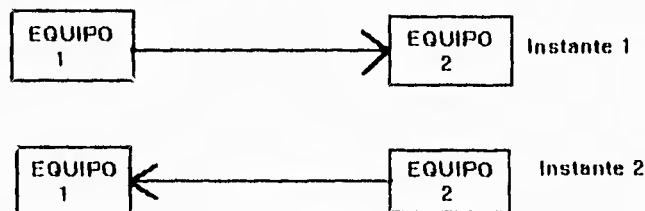
El término Full-Duplex se aplica a aquellas transmisiones en las cuales ambos usuarios pueden tomar el papel de transmisor y receptor a la vez, es decir, el flujo de datos es en ambas direcciones en un mismo intervalo de tiempo; obviamente esto requiere de un par de frecuencias.

COMUNICACION FULL DUPLEX



Por otro lado, si se usan dos frecuencias, pero sólo un usuario puede transmitir a la vez y el papel de receptor y transmisor se intercambia entre un usuario y otro, estamos hablando de una transmisión de tipo **Half-Duplex**.

COMUNICACION HALF DUPLEX



La comunicación es en ambos sentidos pero no al mismo tiempo.

Es fácil observar que la comunicación de tipo Full-Duplex brinda una mayor eficiencia en la transferencia de datos puesto que ambas partes están autorizadas a recibir y transmitir al mismo tiempo, en lugar de intercambiar el papel de transmisor y receptor cada vez que se requiere de enviar o recibir información.

FUNCIONAMIENTO DEL RADIOMODEM

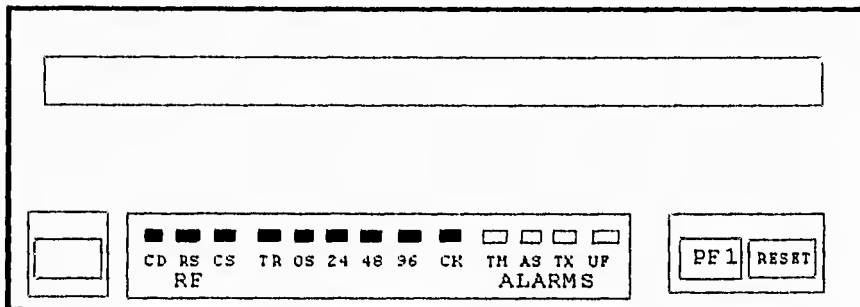
A continuación se enumerarán los controles y se explicará brevemente su funcionamiento:

PF1: Tiene principalmente dos funciones.

- Limpia las indicaciones de error de los LED's del display.
- Inicia el modo de prueba (test).

CD: Carrier Detect. La unidad esta recibiendo una portadora.

PANEL FRONTAL DEL RADIO MODEM
MODEL 9600 SRM



RTS: Request to Send.

TR: Data Terminal Ready.

CS: Clear to Send. La unidad esta transmitiendo una señal.

OS: Optional Speed selected. No utilizable en los modelos actuales.

24: 2400 bps.

48: 4800 bps.

96: 9600 bps.

CK: Check. Parpadea durante la operación normal.

TM: Test Mode. La unidad esta en el modo de prueba.

AS: Anti Streaming.

TX: Transmitter VSWR sensor. Indica problemas con la antena.

UF: Unit Failed. El fusible de TX se ha quemado, o hay una falla en el sistema.

FUNCIONAMIENTO DEL RADIOMODEM

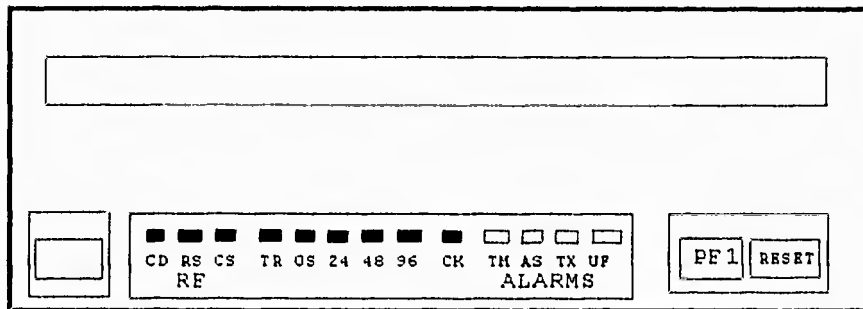
A continuación se enumerarán los controles y se explicará brevemente su funcionamiento:

PF1: Tiene principalmente dos funciones.

- Limpia las indicaciones de error de los LED's del display.
- Inicia el modo de prueba (test).

CD: Carrier Detect. La unidad esta recibiendo una portadora.

PANEL FRONTAL DEL RADIO MODEM
MODEL 9600 SRM



RTS: Request to Send.

TR: Data Terminal Ready.

CS: Clear to Send. La unidad esta transmitiendo una señal.

OS: Optional Speed selected. No utilizable en los modelos actuales.

24: 2400 bps.

48: 4800 bps.

96: 9600 bps.

CK: Check. Parpadea durante la operación normal.

TM: Test Mode. La unidad esta en el modo de prueba.

AS: Anti Streaming.

TX: Transmitter VSWR sensor. Indica problemas con la antena.

UF: Unit Failed. El fusible de TX se ha quemado, o hay una falla en el sistema.

IV.5.2 PAQUETE DE EMULACION PEP

Un elemento primordial para el funcionamiento del sistema de intercambio de información entre el computador central de Banco de México y los diferentes usuarios, es el paquete emulador PEP (Personal Emulator Package).

El paquete PEP es un grupo de programas que conjuntamente con una tarjeta que se instala dentro de una PC compatible 100% con IBM , permite a la computadora en cuestión comunicarse con un Host UNISYS modelo 2200/400 por medio del protocolo UNISCOPE.

Utilizando el hardware y software del PEP, la PC emula a una terminal UNISYS tipo UTS 20 (Universal Terminal System) además de ofrecer algunas características de los sistemas UTS 30, 40 Y 60. Adicionalmente PEP proporciona también algunas de las capacidades de transmisión terminal-host de los sistemas UTS U200P y UTS U400P.

CONFIGURACION DE PEP

Para lograr que la PC funcione como una terminal UNISYS y pueda comunicarse con el Host, ésta debe ser adecuadamente configurada.

La configuración de la computadora se realiza mediante el programa CONFIG que viene incluido en el disco del paquete PEP. Dentro de este programa de configuración se proporcionan datos que definen algunos atributos del ambiente de comunicación terminal-host, así como características de la computadora que se utilizará para la emulación. Esta información se almacena dentro de un archivo de DOS y es leído por el programa emulador mientras se efectúa la simulación de la terminal UNISYS.

CONFIGURACION DE LA PC

Como se mencionó antes, para el correcto funcionamiento de la PC como una terminal UNISYS, ésta debe configurarse a través del programa CONFIG.EXE. Dentro de este archivo se almacenan parámetros necesarios para la emulación, en la siguiente figura se muestra la pantalla principal de este programa.

LA PANTALLA DEL PROGRAMA CONFIG

```
PEP V3.3C Config Main Menu
06/12/90                               13:56

Quick Config
Full Config
Operator Services Config
Exit to DOS

<ESC>      for previous window
<ENTER>    to select an item
Cursor keys to highlight an item

Copyright <c> Computer Logics Limited. 1990
```

1) DIRECCION DE LA TARJETA:

Esta es la dirección (en forma hexadecimal) que PEP usa para comunicarse con la tarjeta dentro de la PC. El rango de valores que puede proporcionarse va desde la dirección 200 hasta la 3E0. Además de configurarse por medio del software, existen en la tarjeta unos jumpers que también determinan la dirección (versión 6). Los valores elegidos tanto por software como por hardware deben coincidir, en caso contrario PEP reportará que no fue posible localizar la tarjeta.

2) LINEA DE INTERRUPCION (IRQ):

PEP utiliza esta interrupción para solicitar la atención del CPU. Se permiten valores de interrupción desde el 2 hasta el 5.

El valor seleccionado para la tarjeta no debe entrar en conflicto con valores asignados a otros dispositivos como son los discos duros, los discos flexibles, etc.

5) TIPO DE CONEXION:

Las opciones son:

MUX: Un multiplexor proporciona acceso a varias terminales a la vez. Cada terminal deberá conectarse a un puerto del Mux para poder entrar en sesión.

Módem: Por medio de un módem síncrono puede establecerse un enlace Host-PC, la cual deberá estar corriendo la emulación PEP.

Direct Connection: La conexión directa permite un enlace con el Host sin el uso de un módem. Obviamente esta opción es completamente inadecuada para el sistema propuesto.

6) CLUSTER RID:

RID significa **Remote Identifier** (Identificador remoto). El Host utiliza el RID para identificar hacia que grupo (poll group) se dirigen o de que grupo provienen los datos. El RID se indica en forma hexadecimal. El rango válido de valores va desde 21 hasta 7F.

7) STATION SID:

SID significa **Station Identifier** (Identificador de Estación). PEP necesita conocer la dirección de la terminal lógica (estación) en forma hexadecimal. El rango va desde 51 hasta 6F.

8) PRINTER DID:

DID significa **Device Identifier**. El Host usa el DID para identificar la impresora conectada a la PC.

Quick Configuration			
PC Configuration			
Display Adapter			Standard
International Character Set			US/84
Emulator Board Type			Rev6
Emulator Board Address (Hex)			300
Interrupt Line (IRQ)			3
UTS Parameters			
Communications Port			Port A
Connection Type			MUX
Cluster RiD		21 Hex	! Char
		SID	
Station	Hex	Char	Type
1	51	Q	UTS20
2	0	.	UTS20
Printer	DID	Connection	
1	73	PAR1	
2	0	PAR2	

La pantalla del menú del Quick Config del paquete PEP

Una vez configurada e instalada la tarjeta PEP dentro de la PC, y después de ser elegidas las opciones adecuadas, la computadora se encuentra lista para correr el programa de emulación, el cual permitirá a nuestra terminal operar dentro de un ambiente de comunicación adecuado para la transmisión de datos hacia el computador central. Cuando observamos en nuestra terminal el **poll** que envía el Host, esto significa que ya se ha establecido la comunicación con el sistema de cómputo del Banco; entonces estamos en disponibilidad de correr el programa de aplicación para el intercambio de datos entre los cuenta habientes y el Banco de México. Dicho programa de aplicación recibe el nombre de SIAC, que significa **Sistema de Atención a Cuentahabientes**.

Quick Configuration			
PC Configuration			
Display Adapter			Standard
International Character Set			US/84
Emulator Board Type			Rev6
Emulator Board Address (Hex)			300
Interrupt Line (IRQ)			3
UTS Parameters			
Communications Port			Port A
Connection Type			MUX
Cluster RID		21 Hex	! Char
		SID	
Station	Hex	Char	Type
1	51	Q	UTS20
2	0	.	UTS20
Printer	DID	Connection	
1	73	PAR1	
2	0	PAR2	

La pantalla del menú del Quick Config del paquete PEP

Una vez configurada e instalada la tarjeta PEP dentro de la PC, y después de ser elegidas las opciones adecuadas, la computadora se encuentra lista para correr el programa de emulación, el cual permitirá a nuestra terminal operar dentro de un ambiente de comunicación adecuado para la transmisión de datos hacia el computador central. Cuando observamos en nuestra terminal el **poll** que envía el Host, esto significa que ya se ha establecido la comunicación con el sistema de cómputo del Banco; entonces estamos en disponibilidad de correr el programa de aplicación para el intercambio de datos entre los cuenta habientes y el Banco de México. Dicho programa de aplicación recibe el nombre de SIAC, que significa **Sistema de Atención a Cuentahabientes**.

IV.5.3 SOFTWARE DEL SIAC

El diseño del Sistema de Atención a Cuenta habientes de Banco de México, denominado en forma breve SIAC-BANXICO fue desarrollado por el Departamento de Sistemas del Banco de México. Dicha aplicación es un sistema automatizado cuyo propósito es agilizar el intercambio de información entre el Banco Central y sus cuenta habientes.

A través del SIAC-BANXICO, los usuarios pueden efectuar electrónicamente y en forma irrevocable sus transferencias de fondos y de valores gubernamentales, además tienen la facilidad de conocer la información referente a sus cuentas.

Mediante un contrato de prestación de servicios, el Banco Central autoriza a cada cuenta habiente a tener dentro de sus propias instalaciones un equipo terminal remoto conectado en línea al computador central a través de la red de radio transmisión planteada en esta Tesis. En el contrato se estipulan los derechos y obligaciones de las partes y se establece la existencia del Manual de Operación del SIAC-BANXICO. Este contiene los procedimientos y horarios de operación del sistema que debe seguir el cuenta habiente para tal efecto. Se especifican además las características y ubicación de los equipos de comunicación y terminales del sistema, instalados en las oficinas del cuenta habiente.

Algunas de las operaciones que el cliente puede tramitar dentro del sistema son:

- * Traspaso de fondos en moneda nacional y en dólares.
- * Traspaso de valores gubernamentales.
- * Ordenes de pago en moneda nacional.
- * Compra y venta de valores gubernamentales, etc.

Los cuenta habientes demandan, vía terminal remota del sistema SIAC-BANXICO, los estados de cuenta correspondientes al cierre del día hábil bancario inmediato anterior de las cuentas que mantienen en Banco de México, los cuales quedan almacenados en archivos, así como en listados impresos.

Para efectos de seguridad se tienen establecidos varios elementos de control:

- * Uso de claves de seguridad exclusivas por cada equipo, operador y cuenta habiente para operar el sistema. El uso de estas claves tiene por objeto permitir el acceso sólo al personal autorizado, asegurando de esa manera la confidencialidad y control de las operaciones.
- * Aplicación de contraseñas en la transmisión de operaciones con el fin de garantizar la integridad de la información de los mensajes.
- * Configuración de los equipos terminales para aceptar como mensajes válidos de una institución, solo los provenientes de sus terminales autorizadas.
- * Establecimiento de un Catálogo de Operaciones exclusivo por cuenta habiente para asegurar que cada uno de ellos tramite sólo las operaciones que Banco de México le ha autorizado.
- * Detección y retransmisión automática de mensajes no recibidos en el computador central o en las terminales.

Los cuenta habientes demandan, vía terminal remota del sistema SIAC-BANXICO, los estados de cuenta correspondientes al cierre del día hábil bancario inmediato anterior de las cuentas que mantienen en Banco de México, los cuales quedan almacenados en archivos, así como en listados impresos.

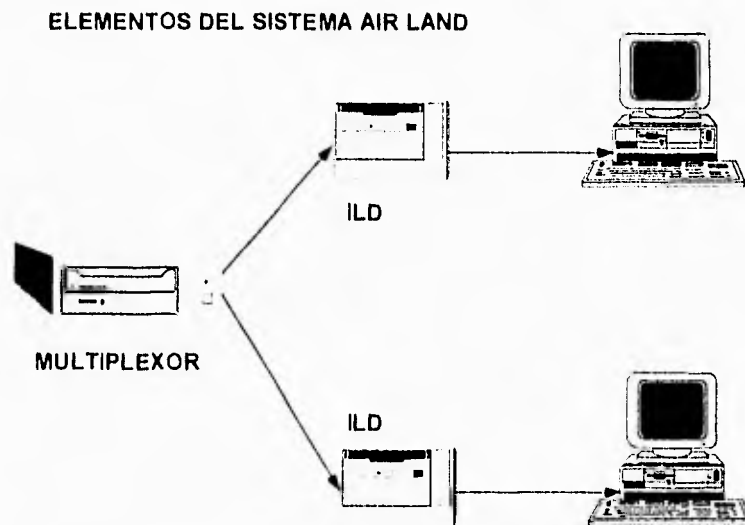
Para efectos de seguridad se tienen establecidos varios elementos de control:

- * Uso de claves de seguridad exclusivas por cada equipo, operador y cuenta habiente para operar el sistema. El uso de estas claves tiene por objeto permitir el acceso sólo al personal autorizado, asegurando de esa manera la confidencialidad y control de las operaciones.
- * Aplicación de contraseñas en la transmisión de operaciones con el fin de garantizar la integridad de la información de los mensajes.
- * Configuración de los equipos terminales para aceptar como mensajes válidos de una institución, solo los provenientes de sus terminales autorizadas.
- * Establecimiento de un Catálogo de Operaciones exclusivo por cuenta habiente para asegurar que cada uno de ellos tramite sólo las operaciones que Banco de México le ha autorizado.
- * Detección y retransmisión automática de mensajes no recibidos en el computador central o en las terminales.

IV.5.4 MULTIPLEXOR

La instalación básica de un cuenta habiente consta de la antena, el duplexor, el Radio módem y la computadora que funcionara como terminal para el intercambio de datos y la consulta de estados de cuenta por parte de los usuarios del sistema. Sin embargo, las necesidades del cliente pueden incrementarse, y contar con una terminal para la captura de datos puede resultar insuficiente. En esta situación, lo adecuado sería poseer mas de una terminal por instalación para cubrir los requerimientos del usuario.

Para lograr lo anterior, nos valemos de un equipo denominado Multiplexor. Por medio de éste es posible brindar servicio a varias terminales a la vez sin por ello requerir una instalación completa para cada una de ellas. Utilizando el enlace existente, el multiplexor puede servir a un máximo de 32 terminales dentro de un mismo **poll group**.



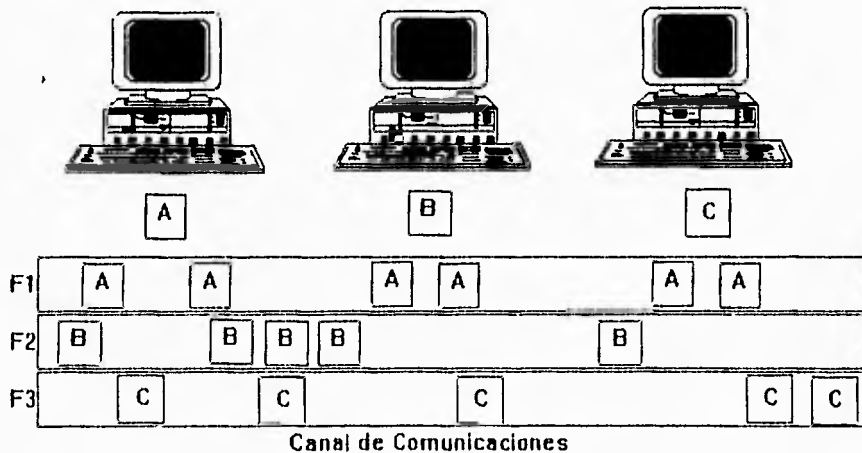
FUNCIONAMIENTO DEL MULTIPLEXOR

Para explicar el funcionamiento de este equipo consideremos el caso de varias señales de audio que emiten las estaciones radiodifusoras, sin modificación alguna. Estas señales se interferirían entre sí debido a que sus espectros ocupan aproximadamente las mismas frecuencias. Debido a esto, solo sería posible enviar una sola señal a la vez.

Esto sería un desperdicio, ya que el ancho de banda del canal puede ser mucho más grande que el de la señal. Una manera de resolver esto es utilizando la modulación. Se pueden utilizar varias señales para modular diferentes frecuencias portadoras, trasladando de esta forma cada señal a un rango diferente de frecuencias.

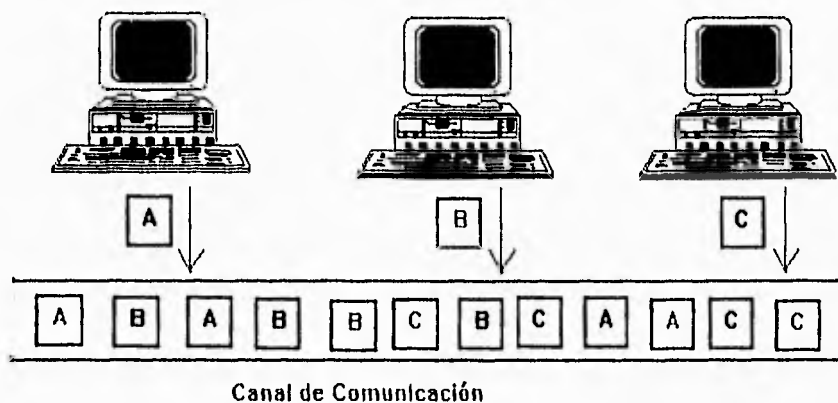
Si las diferentes portadoras se eligen lo suficientemente separadas una de otra, los espectros de las señales moduladas no se traslaparán y así no se interferirán una con otra. Este método de transmisión de varias señales en forma simultánea se conoce con el nombre de **Multiplexaje por división de frecuencia**.

MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA



Otro método de mezclar varias señales se conoce como **Multiplexaje por división de tiempo**. Este es conveniente cuando la señal se encuentra en la forma de un tren de pulsos (digital). Los pulsos se hacen más angostos y los espacios que quedan entre ellos se utilizan para enviar los pulsos de otras señales. Así, en efecto, el tiempo de transmisión es compartido por cierto número de señales al intercalar sus respectivos trenes de pulsos en un orden específico.

MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO



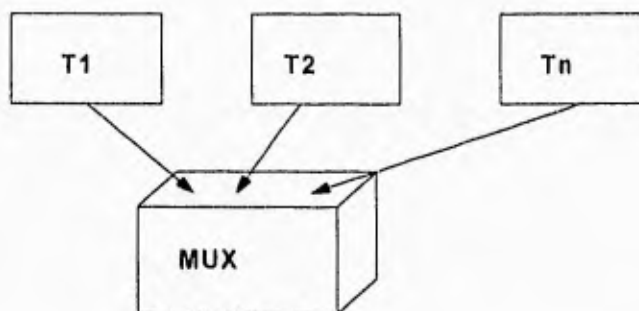
EQUIPO UTILIZADO

El multiplexor utilizado dentro del sistema es el modelo SA-36/16 de la compañía Air Land Systems Corporation. La elección de este equipo se debió a dos causas principales:

La primera de ellas es, obviamente su compatibilidad de funcionar bajo el ambiente del protocolo UNISCOPE. La segunda razón es que utiliza como medio de transmisión el par telefónico convencional brindando así la capacidad de localizar físicamente las terminales en casi cualquier sitio dentro del edificio en cuestión, puesto que la única limitante es la de contar con una salida telefónica cercana a la terminal, aprovechando así la red telefónica existente. Cabe además mencionar que utilizando este equipo es posible localizar los equipos con distancias de hasta 2 millas.

CONCEPTOS DEL SISTEMA

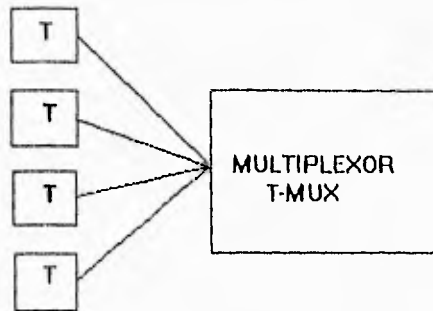
El concepto del sistema de Multiplexaje de Air Land es proporcionar una alternativa al esquema tradicional para redes de terminales UNISYS. Este sistema emplea el cable telefónico convencional y sus métodos tradicionales de conexión. Es fundamentalmente una red tipo "estrella" donde cada terminal es conectada vía el par telefónico hacia el multiplexor que controla la comunicación hacia el Host.



SISTEMA AIR LAND

Por otro lado, la típica red de terminales Sperry (UNISYS) esta controlada por un multiplexor (T-Mux) que opera, también, en una red tipo estrella. Este multiplexor tiene un conector DB-25 para unirse al radio módem que logra el enlace con el Host usando la radio transmisión.

ESQUEMA DEL SISTEMA UTILIZADO POR
LA RED DE TERMINALES SPERRY (UNISYS)



El cable utilizado para la conexión de cada una de las terminales es de 25 hilos, lo cual hace difícil su instalación. Por otro lado el Mux Air Land emplea sólo un par de hilos telefónicos. Las conexiones de las terminales se realizan sobre un conector tipo Telco (Punch Block) al cual llegan los pares telefónicos y a su vez éste se une al multiplexor mediante el uso de un cable con un conector tipo Amphenol el cual es un estándar en la industria telefónica.

DESCRIPCION DEL SISTEMA COMPLETO

El sistema Air Land (ALS) consta de tres elementos básicos:

1. El multiplexor ALS (MUX).
2. Un adaptador (ILD) para cada terminal.
3. La conexión de 2 hilos (Twisted Pair) para cada terminal.

MULTIPLEXOR

Esta disponible en dos versiones, SA-36/16 y SA-36/32 para atender a 16 y 32 terminales respectivamente.

Básicamente consiste de una unidad de conversión de protocolo (Protocol Converter Unit, PCU-36) que utiliza un microprocesador 6809, y una fuente de poder interna.

Sobre la tarjeta de la PCU-36 se encuentra un puerto para el Host (Host computer port) y los 16 puertos para las terminales (terminal line ports).

El modelo SA-36/32 consta además de la unidad PCU-36; de un adicionador de puertos (Port Expander, PE-36). Esta última unidad se usa para proporcionar los 16 puertos extra.

El multiplexor puede ser conectado de una manera directa al Host, o remotamente, - como es el caso del sistema propuesto por esta Tesis- a través del Radio módem o de un módem convencional. El Mux recibe los datos provenientes del Host y convierte la señal a un formato que pueda ser transmitido sobre los hilos telefónicos, hasta un adaptador de terminal (ILD). Además de lo anterior el Mux también realiza la tarea de seleccionar y dirigir el tráfico de datos entre la terminal y el Host.

Soporta velocidades de 2400, 4800, 9600, o 19 200 bps, lo cual indica que es compatible con la velocidad de los otros equipos empleados en el sistema.

ADAPTADOR DE TERMINAL (ILD).

Un adaptador de terminal (ILD) puede describirse básicamente como una dispositivo de interface que recibe la señal del par de hilos telefónicos proveniente del multiplexor y la convierte al formato tradicional de una terminal UNISYS; utiliza un conector DB-25 que va desde el ILD hasta la tarjeta PEP instalada dentro de la máquina. Se requiere de un ILD para cada terminal que vaya a colocarse.

El ILD soporta velocidades de 2400, 4800, 9600 o 19 200 bps. Utiliza un microprocesador 6802.

CONEXION DE LAS TERMINALES.

El mayor beneficio obtenido de emplear el Multiplexor Air Land; además de la conexión de varias terminales a una sola instalación, es la facilidad de utilizar el par telefónico para la transmisión de los datos.

Esto trae consigo un ahorro en los costos de ubicación de los equipos y la capacidad de localizar y reubicar terminales con sencillez y sin grandes esfuerzos, debido a que se usa el cableado de la red telefónica existente del edificio en cuestión, con las ventajas que ello significa.

IV.5.5 COMBINADORES, DUPLEXORES Y MULTIACOPLADORES

Combinadores

Cada uno de los cinco grupos en los que se dividió el sistema incluye 6 pares de frecuencias (para transmisión y recepción), lo que significa que se manejan 12 frecuencias por grupo. De no contarse con el Combinador, sería necesario contar con una antena por cada frecuencia lo que significaría colocar 12 antenas por grupo, es decir 60 antenas en total. Este dispositivo permite que un grupo completo utilice sólo una antena en lugar de 12.

Cada uno de los grupos consta de tres partes principales:

- Combinador de frecuencias de transmisión
- Multiacoplador
- Duplexor

Son 6 canales del combinador de frecuencias de transmisión y cada uno de ellos incluye un aislador de baja pérdida y una cavidad o filtro LC para evitar que frecuencias extrañas penetren al sistema. Las características principales de este equipo son:

* Número de canales:	6
* Rango de frecuencias de operación:	406 - 512 MHz
* VSRW Máximo:	1.25 : 1
* Potencia máxima de entrada:	125 Watts

El **multiacoplador de frecuencias** de recepción es un pre-selector de 5 MHz que filtra las señales recibidas separadas hasta 10 MHz de la banda central. Contiene un divisor de potencia con 8 salidas aisladas para cada uno de los receptores además de su propia fuente de alimentación. Sus características son:

Canales:	6
Rango de frecuencias de operación:	406 - 512 MHz
Ganancia:	4.5 dB
VSRW de salida máximo:	1.5 : 1

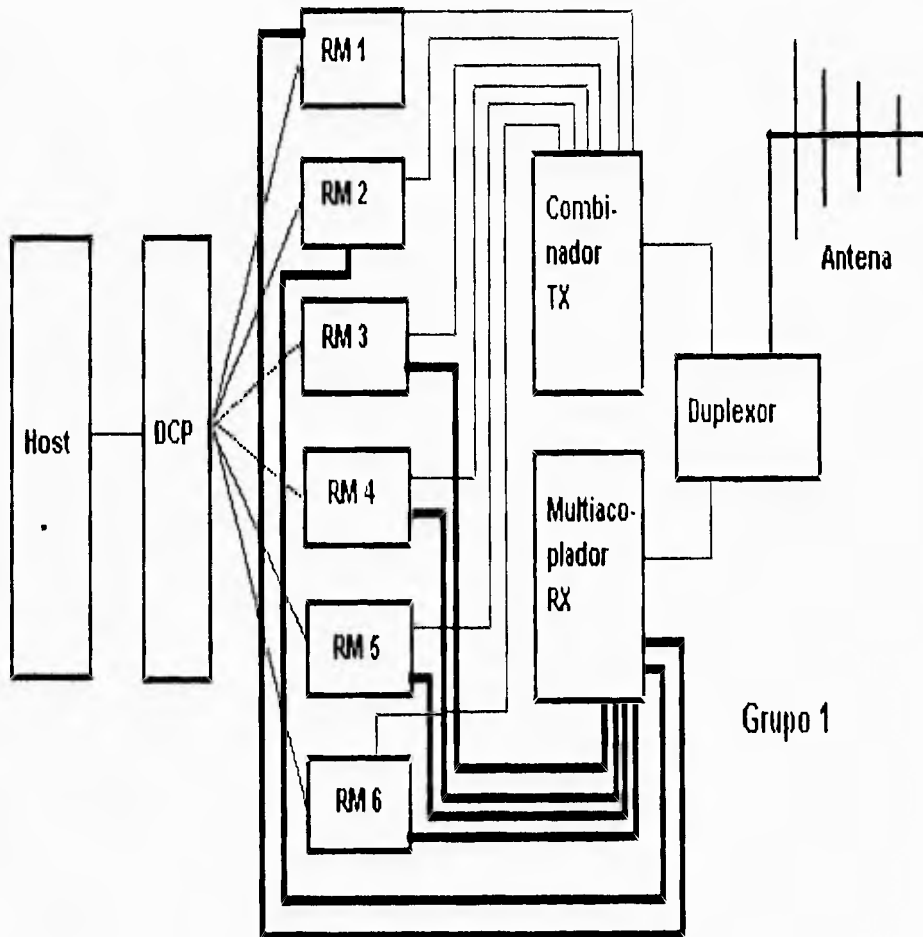
El **duplexor** tiene como propósito separar las frecuencias de transmisión de las de recepción por medio de filtros o cavidades con un ancho de banda de 1 MHz. Son una combinación de filtros pasivos del tipo LC los cuales permiten el uso simultáneo de una antena para propósitos de transmisión y recepción. Aún cuando el funcionamiento del duplexor del nodo remoto es el mismo que el duplexor del nodo central, algunas de sus características difieren.

Las siguientes son sus especificaciones:

Rango de frecuencias de operación:	406 - 512 MHz
Separación entre frecuencias	5 MHz
Pérdidas por inserción:	
Tx a antena	0.8 dB (nodo central) 1.2 dB (nodo remoto)
Antena a Rx	0.8 dB (nodo central) 1.2 dB (nodo remoto)
VSWR máximo:	1.5 : 1
Potencia máxima:	350 W (nodo central) 50 W (nodo remoto)

El diagrama completo de uno de los seis grupos que componen el sistema es el siguiente:

DIAGRAMA DE BLOQUES COMPLETO DE UN GRUPO DEL SISTEMA



IV.5.6 MODEMS DE DISTANCIA CORTA

Existen situaciones donde el equipo de transmisión y recepción de datos (Radio módem) se encuentra separado de la terminal de captura de información por una distancia considerable. El cable HELIAX utilizado comúnmente garantiza una transmisión satisfactoria en distancias menores a 40 metros, sin embargo en algunas instalaciones remotas las distancias sobrepasan el límite establecido. En aquellos casos donde la separación entre equipos no se ajuste a los límites marcados se hace necesario emplear un equipo extra conocido como módem de distancia corta (Synchronous Short Range Modem). El equipo utilizado es de la compañía RAD, modelo SRM-6SC.

Las siguientes son algunas de sus características:

- * Transmisión síncrona de hasta 19 200 bps.
- * Full o Half dúplex.
- * Reloj interno ó externo.
- * Rango de transmisión de hasta 18 km.
- * No requiere de fuente de alimentación.
- * Compacto y ligero.
- * Fácil de instalar.
- * Soporta transmisiones punto-multipunto.

DESCRIPCION

El SRM-6SC es un módem de distancia corta usado para instalaciones locales que soporta transmisiones de tipo **Half Dúplex** así como de tipo **Full Dúplex**. El sistema consta de un par de módems, los cuales aseguran la correcta transmisión de los datos en un rango de hasta 18 km (observar tabla 1) sobre 4 hilos telefónicos dependiendo de la velocidad con la que se envían los datos.

IV.5.6 MODEMS DE DISTANCIA CORTA

Existen situaciones donde el equipo de transmisión y recepción de datos (Radio módem) se encuentra separado de la terminal de captura de información por una distancia considerable. El cable HELIAX utilizado comúnmente garantiza una transmisión satisfactoria en distancias menores a 40 metros, sin embargo en algunas instalaciones remotas las distancias sobrepasan el límite establecido. En aquellos casos donde la separación entre equipos no se ajuste a los límites marcados se hace necesario emplear un equipo extra conocido como módem de distancia corta (Synchronous Short Range Modem). El equipo utilizado es de la compañía RAD, modelo SRM-6SC.

Las siguientes son algunas de sus características:

- * Transmisión síncrona de hasta 19 200 bps.
- * Full o Half dúplex.
- * Reloj interno ó externo.
- * Rango de transmisión de hasta 18 km.
- * No requiere de fuente de alimentación.
- * Compacto y ligero.
- * Fácil de instalar.
- * Soporta transmisiones punto-multipunto.

DESCRIPCION

El SRM-6SC es un módem de distancia corta usado para instalaciones locales que soporta transmisiones de tipo **Half Dúplex** así como de tipo **Full Dúplex**. El sistema consta de un par de módems, los cuales aseguran la correcta transmisión de los datos en un rango de hasta 18 km (observar tabla 1) sobre 4 hilos telefónicos dependiendo de la velocidad con la que se envían los datos.

Los datos se transmiten y se reciben con una impedancia balanceada, lo que asegura inmunidad al ruido. Adicionalmente, el SRM-6SC esta acoplado a la línea telefónica por medio de transformadores de aislamiento, los cuales, junto con la electrónica del circuito, protegen contra sobre voltajes de AC y DC. Los transformadores están diseñados para descargas de hasta 1500 V rms.

Un diseño innovador permite al SRM-6SC operar sin requerir una fuente de alimentación; emplea para su funcionamiento los niveles de señalización de los datos.

ESPECIFICACIONES

- Velocidad de transmisión:
900, 1200, 1800, 2400, 3600, 4800, 7200, 9600, 14400 y 19200 bps. Seleccionable por medio de un switch giratorio.
- Línea de transmisión:
4 hilos telefónicos (2 pares trenzados).
- Modo de transmisión:
Síncrono, Full o Half Dúplex sobre 4 hilos.
- Nivel de Transmisión:
-6 dB.
- Rango de transmisión:
Hasta 18 km (dependiendo de la velocidad de transmisión)
- Interface:
EIA RS-232C/CCITT V.24
- Alimentación:
No se requiere de fuente de alimentación independiente.

TABLA DE DISTANCIAS DE TRANSMISION DEL SRM-6SC

VELOC.	CALIBRE 19 (0.9 mm)		CALIBRE 24 (0.5 mm)		CALIBRE 26 (0.4 mm)	
	km	millas	km	millas	km	millas
19 200	5.7	3.5	3.2	2.0	3.2	2.0
9600	8.9	5.5	6.5	4.0	4.0	2.5
4800	12.0	7.5	8.9	5.5	4.9	3.0
2400	13.8	8.5	9.7	6.0	5.7	3.5
1200	17.8	11.0	11.3	7.0	8.9	5.5

TABLA 1

IV.5.7 ANTENA

INTRODUCCION

Las antenas son un elemento primordial dentro de cualquier sistema de radio transmisión. Tienen dos funciones: radiar y coleccionar energía electromagnética. En un sistema transmisor, se genera una señal de radio frecuencia, se amplifica, se modula y se aplica a la antena. La corriente de RF fluyendo a través de la antena produce ondas electromagnéticas que son radiadas hacia la atmósfera. En el sistema receptor, las ondas electromagnéticas que son captadas por la antena inducen corriente alterna que es usada por el receptor.

Para obtener un nivel de señal adecuado en el receptor podemos elegir dos opciones: la primera sería tener un transmisor con una potencia muy elevada, y la segunda, que la eficiencia de las antenas transmisoras y receptoras sea alta debido a las pérdidas que sufre la onda al propagarse desde el equipo transmisor al equipo receptor.

Cualquier antena receptora puede transferir energía de la atmósfera a sus terminales con la misma eficiencia con la que puede transferir energía de sus terminales hacia la atmósfera, tomando en cuenta una misma frecuencia; esta propiedad de la antena de funcionar como receptora o transmisora se conoce como **reciprocidad**. La reciprocidad es posible principalmente debido a que las características de la antena son las mismas sin importar si esta recibiendo o enviando energía electromagnética.

No solo las antenas pueden producir y coleccionar energía electromagnética (un pedazo común de alambre puede funcionar bajo ciertas circunstancias como una antena), sin embargo, ellas realizan esta tarea de una manera eficiente. Las antenas se componen de materiales conductores arreglados de cierta manera para permitir una adecuada operación.

Esta operación eficiente de la que hablamos requiere también que la **polarización** de la antena receptora sea la misma que la de la antena transmisora.

La polarización es la dirección de el campo eléctrico y coincide con la disposición física de la antena. Así, una antena vertical emitirá ondas verticalmente polarizadas. La señal recibida es teóricamente cero si un campo eléctrico (E) en dirección vertical llega a una antena que tiene como característica recibir señales con polarización horizontal.

Dado el importante papel que juegan las antenas en los sistemas de comunicación, es esencial conocer algunos conceptos importantes y las características que las describen, bajo las cuales realizan su tarea de enviar o recibir señales electromagnéticas. Un punto adicional a mencionar es el hecho de que en el pasado las antenas eran tratadas como algo separado del sistema de comunicación que las utilizaba; no obstante, en años recientes, las antenas son ya consideradas una parte fundamental del sistema y son diseñadas conjuntamente a él, para así aprovechar adecuadamente sus características.

PROPIEDADES DE LAS ANTENAS

Las características más importantes son: polarización, patrón de radiación, ganancia, resistencia de radiación, ancho de banda, apertura efectiva, transferencia de potencia y reciprocidad. Procederemos a dar una breve explicación de estos parámetros:

- **Polarización:**

Una onda electromagnética proveniente de una antena puede estar verticalmente u horizontalmente polarizada.

En el primer caso, el vector E esta en forma vertical y requiere de una antena en forma vertical para ser percibido.

De la misma manera, si el vector E esta polarizado en forma horizontal, requiere de una antena horizontal para ser recibido. Una polarización vertical u horizontal es también conocida como polarización lineal. En ocasiones se usa polarización circular la cual es una combinación de polarización vertical y horizontal.

La polarización lineal así como la circular son casos especiales de la forma general de polarización, la cual es llamada polarización elíptica.

- **Patrón de radiación:**

Una de las características más importantes de una antena es su patrón de radiación. En el caso de una antena transmisora, el patrón de radiación se refiere al diagrama de la magnitud del campo radiado por la antena en diferentes direcciones o ángulos. La gráfica puede ser obtenida para el plano horizontal o el vertical y es llamada patrón de radiación horizontal o vertical respectivamente.

Existen dos tipos principales de patrones de radiación: el **omnidireccional**, en donde la energía es radiada igualmente en todas las direcciones; y el **direccional**, donde la energía se dirige principalmente en una dirección y dentro del cual existen algunos tipos. El patrón de radiación es válido en ambos modos de funcionamiento de la antena, es decir como transmisora y como receptora debido al principio de reciprocidad.

- **Ganancia:**

Como una consecuencia del patrón de radiación, la potencia radiada por una antena puede ser concentrada en una dirección específica.

Esta propiedad se expresa usualmente en términos de ganancia de potencia o simplemente ganancia, la cual esta normalmente definida en la dirección de la máxima radiación por unidad de área:

$$G = PRA / PRAR$$

donde:

G= Ganancia

PRA= Potencia radiada por la antena

PRAR= Potencia radiada por una antena de referencia

La potencia de entrada a la antena que nos interesa es la misma que la potencia de entrada a la antena de referencia. Ocasionalmente la antena de referencia puede ser un dipolo o un cono estándar para microondas. La potencia radiada por una antena es ligeramente menor que la potencia de entrada debido a pérdidas en la antena. En la práctica, la ganancia de potencia se usa comúnmente y esta expresada en dB usando la expresión:

$$\text{Ganancia de Potencia} = 10 \text{ Log}_{10} G \text{ [dB]}$$

La ganancia (en dB) juega un importante papel en el diseño de un sistema y esta íntimamente relacionada con la potencia emitida por el transmisor y la sensibilidad del receptor.

- **Resistencia de radiación:**

La resistencia de radiación esta asociada con la potencia radiada por la antena. Si I es la corriente r.m.s. circulante por la antena y R_r es su resistencia de radiación, entonces la potencia radiada es $I^2 R_r$ watts, donde R_r es una resistencia ficticia.

- **Apertura efectiva:**

La potencia recibida por una antena puede ser asociada con una área colectora o de recolección. Toda antena puede considerarse "dueña" de un área colectora la cual es conocida como su apertura efectiva A_c . Si P_d es la densidad de potencia en la antena y P_R es la potencia recibida disponible en sus terminales, entonces:

$$P_R = P_d A_c \text{ [watts]}$$

ó

$$A_c = P_R / P_d \text{ [m}^2\text{]}$$

- **Ancho de Banda:**

El ancho de banda de una antena puede definirse como aquel rango de frecuencias que puede captar dicha antena. Las frecuencias recibidas por la ésta dependen de su diseño y de los materiales que la componen. En años recientes se tiende hacia amplios anchos de banda para satisfacer la demanda del tráfico de información.

- **Transferencia de Potencia:**

Para obtener una máxima transferencia de potencia de la antena receptora hacia el equipo receptor, la impedancia de la antena debe "emparejarse" o acoplarse con la del receptor, de acuerdo al Teorema de Máxima transferencia de potencia. Si la impedancia de la antena es normalmente resistiva, esto significa que la impedancia de entrada del receptor debe ser también resistiva. Si V es el voltaje r.m.s inducido en una antena conectada a un receptor con una impedancia de entrada R_i , la máxima potencia recibida por éste esta dada por:

$$P_R (max) = V^2/4R_i \text{ [Watts]}$$

- **Reciprocidad:**

Las propiedades de una antena transmisora son muy similares a las de una antena receptora debido al teorema de reciprocidad. Este teorema establece que si una *f.e.m e* es aplicada a las terminales de una antena **A** y ésta produce una corriente *i* en las terminales de una antena **B**, entonces la misma *f.e.m e* aplicada a las terminales de la antena **B** producirán una corriente igual *i* en las terminales de la antena **A**.

Como una consecuencia de esta propiedad de reciprocidad, el patrón de radiación de una antena transmisora es similar al obtenido cuando ésta se usa como antena receptora.

TIPO DE ANTENA UTILIZADA

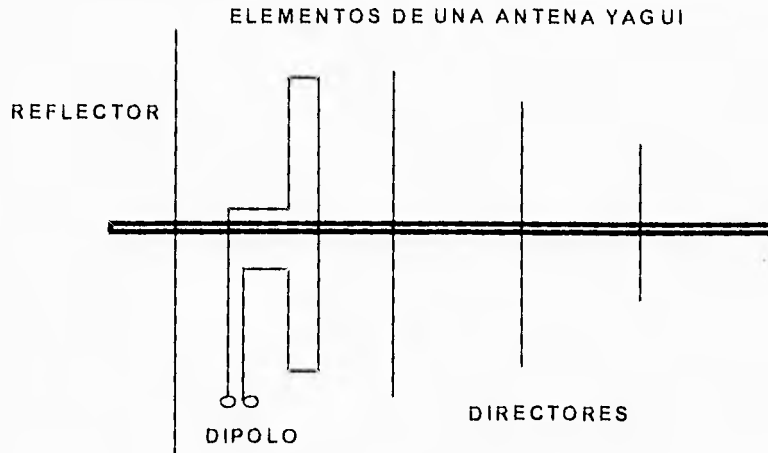
La antena empleada es de tipo Yagui-UDA (o simplemente Yagui) la cual es una arreglo de elementos.

Un elemento de antena es un radiador individual como puede ser un dipolo de un cuarto o de media onda. Los elementos son colocados físicamente de manera tal que sus campos o patrones de radiación se combinen entre sí para producir un patrón de radiación total que equivale a la suma de los patrones individuales. El propósito de un arreglo es el de incrementar la directividad de la antena y concentrar la potencia radiada dentro de un área específica, debido a esas características se eligió el arreglo Yagui para ser utilizado en este sistema.

En esencia, existen dos tipos de elementos de antenas: **conductores** y **no conductores (parásitos)**. Los elementos conductores están directamente conectados a la línea de transmisión y reciben la potencia de la fuente de señal. Los elementos no conductores no están conectados a la línea de transmisión y reciben energía sólo a través de la mutua inducción con el elemento conductor. Un elemento no conductor que tenga mayor longitud que el elemento conductor del cual recibe energía es llamado **reflector**.

Un elemento reflector, reduce la magnitud de la señal en su dirección y la incrementa en la dirección opuesta; de esta manera, actúa como un espejo cóncavo. Un elemento no conductor más corto que su elemento conductor asociado, recibe el nombre de **elemento director**.

Este incrementa la magnitud del campo en su propia dirección y la reduce en la dirección opuesta, actuando así como una lente convergente.



La directividad de una antena puede incrementarse ya sea en el plano horizontal, en el plano vertical o en ambos, dependiendo de los elementos que la compongan, conductores o no conductores, reflectores o directores.

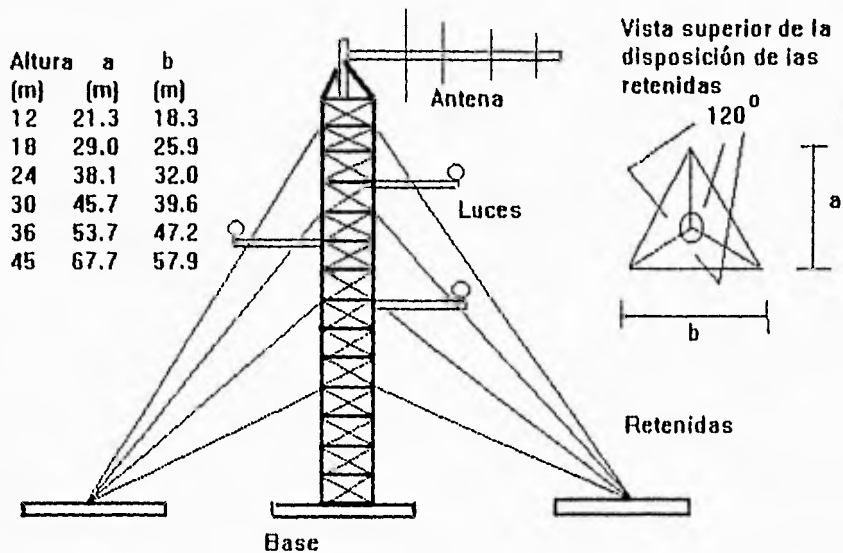
Un arreglo Yagui consiste básicamente de un dipolo y dos o más elementos no conductores; un reflector y uno o más directores. Su denominación procede del nombre del profesor japonés que la diseñó alrededor del año 1928. En la antena Yagui el elemento de mayor longitud es siempre el reflector y señala la parte posterior de la antena. Este tipo de arreglo es ampliamente utilizado para las bandas de VHF y UHF (como es nuestro caso).

CARACTERISTICAS DE LA ANTENA

Tipo de antena:	Direccional Yagui
Ganancia:	8, 10 ó 15 dB
Ancho de banda:	488 - 512 MHz
Polarización:	Horizontal o Vertical
Potencia máxima:	250 Watts
Protección contra rayos:	Tierra directa
Conectores:	Tipo "N" macho
VSWR:	1.5 máximo
Peso:	3.18 kg

IV.5.8 TORRE

Tanto en el nodo central como en cada uno de los nodos remotos, las antenas están montadas sobre torres de diversas alturas. El tipo de torre empleada esta formada por varias secciones que en su conjunto pueden llegar a medir hasta 45 metros. Consta de tres caras que forman un triángulo equilátero. Los ejes están fabricados de acero galvanizado de 1.25 pulgadas de diámetro y los soportes entre los ejes tienen un diseño de zig-zag realizados con varilla de acero de 5/16 de pulgada de diámetro.



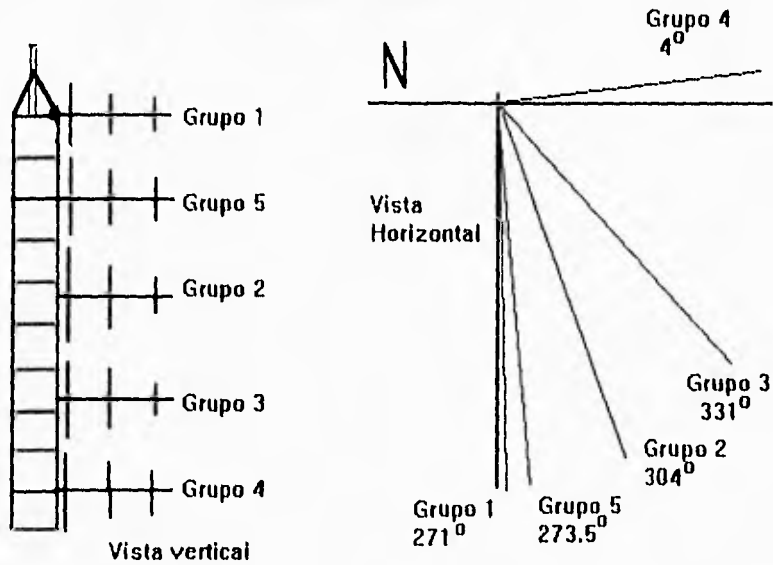
ESTRUCTURA DE LA TORRE DE SOPORTE DE ANTENAS

Para asegurar la estabilidad de la torre se utilizaron cables de alambre galvanizado que evitan movimientos oscilatorios producidos por el aire; estos cables reciben el nombre de retenidas.

Se separan de 6 a 9 metros unas de otras (verticalmente), forman un triángulo equilátero entre sus vértices y son fijadas al suelo mediante anclas. Sobre la estructura de la torre son colocadas además luces preventivas con el fin de hacerla visible durante la noche y pararrayos.

La torre del nodo central tiene una altura de 45 metros. En ella se instalaron las 5 antenas maestras separadas tres metros una de otra (la distancia mínima es 3 longitudes de onda de la frecuencia manejada) para evitar problemas de intermodulación. Las estaciones más alejadas tienen la antena más alta direccionada hacia ellas con el objeto de recibir con mayor facilidad la energía electromagnética puesto que ésta puede así viajar de manera mas directa.

TORRE DEL NODO CENTRAL



IV.5.9 CARACTERISTICAS DE LA PC

Ya se ha mencionado que el sistema de transmisión propuesto se utilizará para conectar terminales localizadas en las instituciones de los cuentahabientes al computador central del Banco de México, el cual es un Host UNISYS modelo 2200/400. La red será manejada por un DCP 40 (procesador de comunicaciones) del cual salen físicamente los puertos para cada uno de los radio módems maestros. Se usa el protocolo de comunicaciones UNISCOPE /100 de UNISYS.

Para poder llevar a cabo la captura de datos dentro de cada institución usuaria del sistema se dispuso de una computadora personal (PC) a la cual se le instalará una tarjeta emuladora así como un software para permitir su funcionamiento como terminal UNISYS tipo UTS. La descripción del paquete emulador (PEP) se abarcó ya en apartados anteriores.

La PC que ha de funcionar como terminal ha de tener ciertas características que a continuación se enumeran:

- Disco duro de 40 MB o mayor.
- Unidad de Disco flexible de 3.5 pulgadas y 1.44 MB como drive A.
- Procesador 80386 o superior.
- Bus de datos AT compatible (estándar ISA).
- Un teclado internacional de 102 teclas.
- Una impresora de matriz de puntos de carro ancho (16 pulgs.) y una velocidad de 200 cps.
- Memoria principal de 640 KBytes y 384 KBytes de memoria extendida.
- Un puerto paralelo.

Además se deberá contar con un sistema de fuerza ininterrumpida de 750 VA, que regule la corriente y garantice el suministro de energía por media hora para evitar pérdidas de datos durante apagones.

IV.6 CONEXION DEL EQUIPO DE RADIO AL HOST

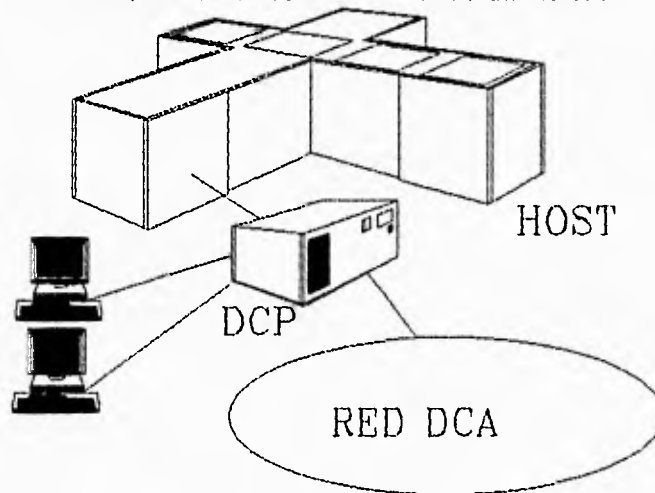
El **Banco de México** cuenta con un Host UNISYS modelo 2200/400 y por lo tanto utiliza la arquitectura DCA (Distributed Communications Architecture o Arquitectura de Comunicaciones Distribuida) propia de esa compañía. No obstante, como ya se ha mencionado, estamos en una era donde la comunicación entre diversos equipos es absolutamente necesaria sin importar si pertenecen a una arquitectura propietaria o a algún fabricante en particular. Esto significa que actualmente debe ser posible ya sea mediante **software**, **hardware** o ambos poder comunicar dos equipos de procesamiento de datos a pesar de que sean de diferente arquitectura.

Para poder lograr lo anterior, los equipos 2200 de UNISYS cuentan con un dispositivo llamado DCP (Distributed Communications Processor, o más brevemente Procesador de Comunicaciones) que se encarga de las tareas referentes a todos los procesos de comunicación a través de la red, no sólo del SIAC sino de otras redes que el Banco de México posee para otros usos. En las redes DCA, como la nuestra, las funciones relacionadas con las comunicaciones se dividen entre el Host y el DCP; cada uno de ellos cuenta con un software especialmente diseñado para este propósito; CMS1100 y Telcon respectivamente. Telcon permite al DCP manejar la mayoría de los procesos de comunicaciones dentro de la red, liberando así al Host de esa carga con lo cual éste puede dedicarse a otras tareas como es el proceso de datos y otros programas de aplicación. Además Telcon habilita al DCP para conectarse a otros hosts, a terminales remotas (como es nuestro caso), y otros dispositivos de comunicación.

Los radio módems que empleamos en nuestro sistema, son utilizados para conectar terminales remotas a la red, estas terminales son en realidad PC's con una tarjeta emuladora que les permite actuar como terminales del HOST tipo UTS. Los radio módems se conectan al DCP el cual se encarga de controlar las comunicaciones hacia cada uno de los nodos remotos, es decir a cada una de las instalaciones del cliente usuario del sistema SIAC.

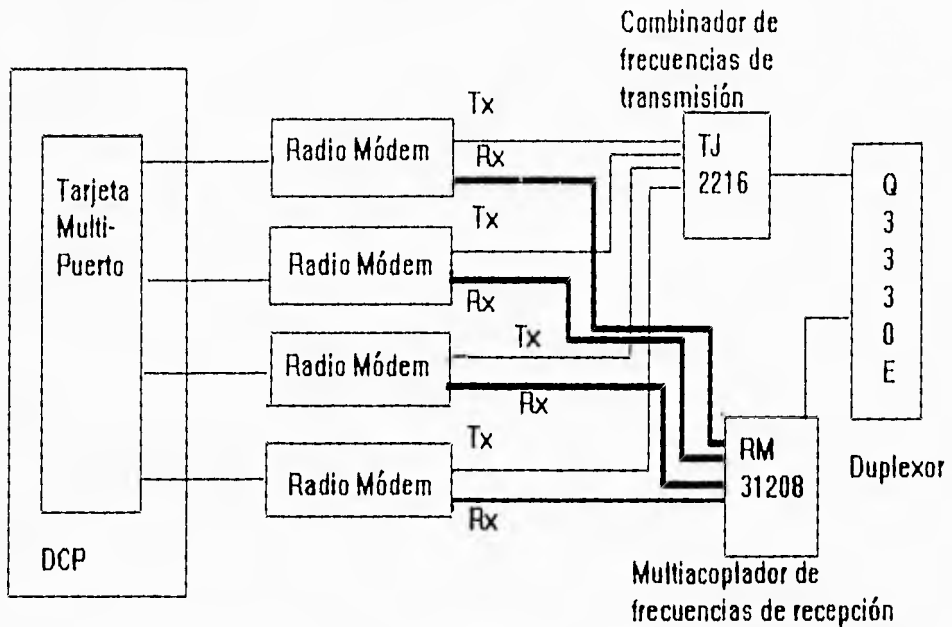
Dentro del DCP se instalan unas tarjetas controladoras multipuerto, cada puerto va hacia un radio módem maestro y éste a su vez controla hasta 4 radio módems remotos. Cada tarjeta cuenta con 4 puertos lo que significa que para conectar los 30 radios maestros se requirieron 8 tarjetas multipuerto. Se eligieron esas tarjetas debido a que el DCP cuenta únicamente 16 slots o ranuras por lo cual tener una tarjeta por cada radio módem no hubiera sido lo adecuado ni del punto de vista práctico ni del económico.

ESQUEMA BASICO DE UN RED DCA



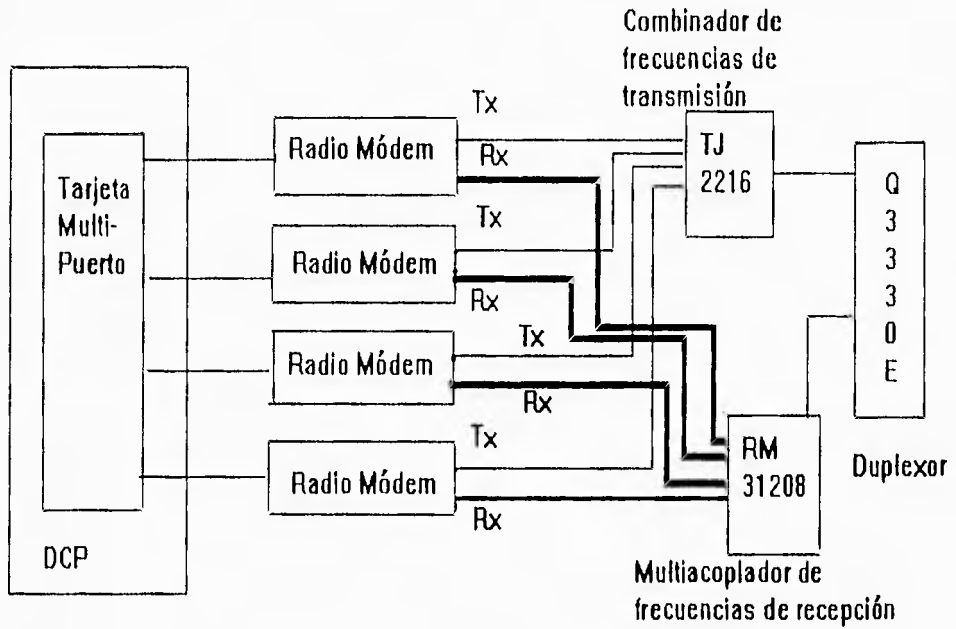
Adicionalmente mencionaremos que debe también de configurarse la velocidad de transmisión de cada una de las tarjetas y que debe obviamente ser compatible con la de los equipos de radio y demás elementos asociados.

DIAGRAMA DE LA CONEXION ENTRE EL DCP Y LOS RADIOMODEMS



Debido a que en la tarjeta controladora solamente existen 4 puertos, para conectar los 6 radio módems correspondientes a cada grupo se requiere de al menos 2 tarjetas multipuerto. Si recordamos que son 30 radio módems maestros, necesitaremos al menos de 8 tarjetas dentro del DCP.

DIAGRAMA DE LA CONEXION ENTRE EL DCP Y LOS RADIOMODEMS



Debido a que en la tarjeta controladora solamente existen 4 puertos, para conectar los 6 radio módems correspondientes a cada grupo se requiere de al menos 2 tarjetas multipuerto. Si recordamos que son 30 radio módems maestros, necesitaremos al menos de 8 tarjetas dentro del DCP.

V. COSTOS

Dentro de este capítulo daremos una visión general tanto de los gastos de inversión como de los gastos de mantenimiento del sistema de radio comunicación propuesto. Es muy importante mencionar que uno de los aspectos mas relevantes para la adquisición de un equipo de comunicaciones es el económico; ya que en ocasiones para un proyecto en particular podemos encontrar soluciones varias de las cuales siempre una de ellas resulta ser la mas eficiente tomando en cuenta los aspectos técnico y económico; sin embargo, el que se conjuguen ambas suele ser poco frecuente.

El mantenimiento a los equipos de cómputo y de comunicaciones que integran una red de transmisión de datos es vital para asegurar un adecuado funcionamiento y proporcionar así una alta confiabilidad de servicio.

V.1 INVERSION

NODO CENTRAL

- a) Renta de Frecuencias
- b) Instalación de Torre y Antenas
- c) Cableado
- d) Multiacopladores
- e) Radios Maestros

NODO REMOTO

- a) Instalación de Torre y Antena Remota
- b) Cableado
- c) Duplexor
- d) Radio Módem
- e) Módem

- f) Multiplexor (opcional)
- g) Line driver (opcional)
- h) Computadora Personal
- i) Tarjeta Emuladora

Renta de Frecuencias.

El sistema de radio comunicación emplea 30 pares de frecuencias que están divididas en cinco grupos. La banda autorizada por la SCT para Banco de México va desde los 490 hasta los 512 MHz. El pago por la renta de las frecuencias es anual y asciende a N\$ 32 536.00.

Antenas (Nodo Central y Nodos Remotos)

En el centro de comunicaciones del Banco de México existen cinco antenas maestras, cada una correspondiente a un grupo específico de frecuencias. Las antenas son direccionales (del Tipo Yagui) y cada una de ellas cubre una zona determinada del área metropolitana. En el nodo remoto se utilizan antenas con ganancias de 8, 10 y 15 dB dependiendo de la ubicación geográfica del usuario. El costo de una antena de 10 dB asciende a 465 dólares.

Instalación de la Torre

En base al estudio de propagación y a la orografía que presenta el Distrito Federal se determinó que la altura adecuada para la Torre del nodo central debía ser de 40 metros. Para los Nodos remotos, la altura de la torre varía dependiendo de la altura del edificio donde se encuentra instalado el usuario así como de los edificios adyacentes. Para la instalación de la antena sobre la estructura de la torre se deben emplear diversos tipos de conectores:

Conectores L44N para cable coaxial de 1/2 pulgada (2):
196 dólares

Arneses de interconexión UG21-BNC (2) y UG21-UG-21 (1):
126 dólares

Instalación de la torre: (Considerando 40 mts)
N\$ 10 000.00

Multiacopladores

Los multiacopladores, dispositivos que se encargan de combinar y multiplexar las diferentes señales de radio frecuencia provenientes de los radios maestros para así poder ser transmitidas por medio de una sola antena, tienen un costo de 8500 dólares.

Radio Módem Maestro

En la configuración del sistema propuesto se contempla tener un radio maestro capaz de atender la demanda de información de un máximo de tres usuarios remotos. La configuración punto-multipunto fue la clave para lograr una disminución importante en el número de radios, pues de otra forma, en una configuración punto a punto sería necesario tener tantos radios maestros como usuarios remotos. El costo de este equipo es de 4791 dólares.

Cableado

La unión entre la antena y el radio módem se realiza por medio de cable tipo heliax, el cual es un tipo especial de cable coaxial. Para una instalación típica, el costo por metro de este tipo de cable incluyendo la instalación asciende a 24 dólares.

Duplexor

El duplexor hace posible tener una comunicación del tipo full-duplex con el uso de una sola antena para transmisión y recepción. El costo de este dispositivo es de 690 dólares.

Radio módem remoto

El radio módem constituye el punto central del sistema de comunicación de esta red de transmisión de datos, se encarga de modular y demodular las señales provenientes de la PC y de la antena respectivamente. El costo de este dispositivo es de 4,750 dólares

Módem

El módem de línea conmutada solo se utilizará como equipo de respaldo del radio módem. Un equipo de comunicación de este tipo tiene un costo de 710 dólares

Multiplexor

El uso de este equipo se justifica cuando en las instalaciones del usuario se cuenta con más de una terminal.

Costo del multiplexor	1700 dólares
Costo del ILD	560 dólares

Line drivers

Cuando la distancia entre la antena y el radio módem sobrepasa los 40 metros es recomendable emplear los line drivers cuyo costo es de 200 dólares.

Computadora personal

El costo promedio de una computadora personal que cumpla con los requisitos mínimos para soportar el software que emplea este sistema es de aproximadamente 1500 dólares.

Tarjeta emuladora PEP

Para lograr que una PC emule una terminal del computador central UNISYS, se hace necesario contar con una tarjeta de comunicación PEP. El costo de la tarjeta y de su respectivo software es de 660 dólares.

V.2 MANTENIMIENTO

Dada la trascendencia de las operaciones efectuadas a través de este sistema, es de suma importancia mantener los equipos involucrados en él en óptimas condiciones para así poder asegurar un servicio confiable y eficiente durante las 24 horas.

Para poder lograr lo anterior, se debe brindar mantenimiento preventivo a los equipos de comunicaciones, con el propósito de evitar fallas que pongan fuera de operación a un nodo remoto en particular, o más aún, que inhabiliten el funcionamiento del nodo central, lo que sería de fatales consecuencias pues ello significaría que ningún cuenta habiente podría comunicarse y reportar sus transacciones al Banco de México.

Sin embargo, en ocasiones es posible que a pesar de las precauciones tomadas se presenten fallas que impidan la operación del sistema principal, es por ello que se cuenta en cada nodo remoto con un equipo secundario de comunicaciones o de respaldo el cual entra en operación si cualquier elemento relacionado con el enlace vía radio llega a fallar. Gracias a este sistema es posible mantener el enlace entre el nodo remoto y el nodo central mientras se repara el dispositivo dañado.

Para llevar a cabo adecuadamente y de la manera más rápida posible el mantenimiento de los equipos, se contrataran los servicios de una compañía externa que destinará permanentemente brigadas para atender cualquier anomalía. Para poder realizar adecuadamente las actividades de mantenimiento de los diversos nodos remotos así como del nodo central se tendrán en cuenta algunos aspectos importantes:

- Actividades realizadas por el personal de mantenimiento.
- Horarios de trabajo.
- Sitios donde se prestará el servicio.
- Tiempo de respuesta a las solicitudes.

Analizaremos a continuación cada uno de ellos :

V.2.I. ACTIVIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

1. Monitoreo diario del estado que guardan las instalaciones remotas, así como la elaboración de un reporte de las mismas.

Para poder lograr lo anterior, se debe brindar mantenimiento preventivo a los equipos de comunicaciones, con el propósito de evitar fallas que pongan fuera de operación a un nodo remoto en particular, o más aún, que inhabiliten el funcionamiento del nodo central, lo que sería de fatales consecuencias pues ello significaría que ningún cuenta habiente podría comunicarse y reportar sus transacciones al Banco de México.

Sin embargo, en ocasiones es posible que a pesar de las precauciones tomadas se presenten fallas que impidan la operación del sistema principal, es por ello que se cuenta en cada nodo remoto con un equipo secundario de comunicaciones o de respaldo el cual entra en operación si cualquier elemento relacionado con el enlace vía radio llega a fallar. Gracias a este sistema es posible mantener el enlace entre el nodo remoto y el nodo central mientras se repara el dispositivo dañado.

Para llevar a cabo adecuadamente y de la manera más rápida posible el mantenimiento de los equipos, se contrataran los servicios de una compañía externa que destinará permanentemente brigadas para atender cualquier anomalía. Para poder realizar adecuadamente las actividades de mantenimiento de los diversos nodos remotos así como del nodo central se tendrán en cuenta algunos aspectos importantes:

Actividades realizadas por el personal de mantenimiento.
Horarios de trabajo.
Sitios donde se prestará el servicio.
Tiempo de respuesta a las solicitudes.

Analizaremos a continuación cada uno de ellos :

V.2.I. ACTIVIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

- 1. Monitoreo diario del estado que guardan las instalaciones remotas, así como la elaboración de un reporte de las mismas.

2. Reubicación de estaciones de radio de la red SIAC. En el caso de que se requiera mover torres, estos trabajos se harán como trabajos especiales de acuerdo al punto 8 de este documento.
3. Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a la red de datos vía radio del Banco de México.
4. Sustituir el equipo o las partes que se considere convenientes para una correcta operación.
5. Dar respuesta a los reportes de fallas de equipo y enlaces de radio y coordinarse con los responsables dentro de cada institución a fin de concluir exitosamente las reparaciones.
6. Llevar a cabo los inventarios periódicos de los equipos.
7. Mantener actualizados los registros que lleva el Banco.
8. En el caso de instalaciones especiales, tales como construcción de nuevas redes de datos vía radio, la empresa realizará estos trabajos con personal adicional y para ello presentará previamente la correspondiente cotización al Banco de México para su aprobación.
9. El técnico deberá contar con el equipo adecuado para poder subir a las torres en caso necesario.
10. Sugerir al usuario la realización de trabajos para mejorar las instalaciones con el fin de evitar cualquier interrupción del servicio.
11. Los componentes del sistema SIAC en estaciones remotas en forma general son los siguientes:

- . Antena tipo yagui
- . Torre
- . Cable heliax y RG-8
- . Duplexor marca Sinclair
- . Radio módem marca Dataradio, modelo D211-9600
- . Line drivers marca Rad
- . Dos pares de hilos telefónicos
- . Cable de interface
- . Multiplexor marca Air Land, modelo SA-36/16.
- . Unidades de interface (ILD) marca Air Land.
- . Tarjetas PEP de Computer Logics en una computadora personal
- . Cajas de unión
- . Sistema multipunto operado a frecuencia de 500 MHz
- . Módem Racal Milgo V3 RM3296

V.2.2. HORARIOS DE TRABAJO:

Es de suma importancia contar con el personal permanentemente para así poder atender las fallas que se presenten durante la operación diaria, por ello se establecieron los siguientes apartados:

- El servicio deberá proporcionarse en los horarios de 9:00 a las 18:00 horas de lunes a viernes, en días hábiles bancarios.
- El horario señalado podrá ser modificado en base a las necesidades del Banco y previo acuerdo de las partes.
- La Empresa llevará a cabo un registro de asistencia de su personal, mismo que someterá a consideración del Banco para su aprobación y pago.
- En caso de ausencia de algún técnico, se notificará a la Empresa, que deberá cubrir la ausencia dentro de las 2 horas siguientes.

V.2.3. SITIOS DONDE SE PRESTARA EL SERVICIO Y PERSONAL ASIGNADO

Para proporcionar el servicio de mantenimiento, la Empresa mantendrá residentes en el Banco en los horarios señalados a tres técnicos para atender a cualquiera de las estaciones remotas comprendidas en el área metropolitana. El personal de mantenimiento contará con los siguientes equipos:

- . Analizador de comunicaciones
- . Analizador de protocolos
- . Osciloscopio
- . Multímetro
- . Wattmetro
- . Emulador de Terminal UTS

V.2.4 TIEMPO DE RESPUESTA A SOLICITUD DE MANTENIMIENTO

Se ha resaltado varias ocasiones la importancia de las operaciones involucradas con este sistema, es por eso que las fallas deberán atenderse con la máxima rapidez posible, se estableció entonces que el tiempo de respuesta máximo, para que la Empresa atienda un llamado del Banco, será de:

- a) Dos horas para cubrir ausencias de su personal.
- b) Cuatro horas para el caso de instalaciones especiales.

VI. CONCLUSIONES

Debido al análisis comparativo de las ventajas y desventajas de un enlace vía radio, así como de las necesidades de nuestro caso en particular, se pudo concluir que el utilizar la radio transmisión como medio de comunicación es la solución que más se adapta a nuestras necesidades. En este tipo de enlace la relación costo-beneficio aplicada a los requerimientos establecidos por la exigencia de contar con un sistema eficiente y seguro, era la más óptima. Es entonces necesario establecer los parámetros que se tomaron en cuenta para concluir que la radio transmisión es la solución apropiada:

- Velocidad de transferencia de datos adecuada a los requerimientos.
- Accesibilidad hacia todos los cuenta habientes.
- Costo relativamente bajo.
- Confiabilidad del sistema.

Cabe mencionar que cada una de las alternativas analizadas además del enlace de radio, posee características particulares que la hacen una opción atractiva; podría ser este el caso de la comunicación vía satélite por ejemplo, en donde la velocidad de transmisión de datos es mayor; sin embargo el costo de los equipos necesarios así como el hecho de que se no se aprovecharía al máximo el ancho de banda brindado por un enlace de este tipo nos hizo concluir que no era ésta una opción conveniente.

El quehacer de un Ingeniero consiste en poder dar la solución a un problema, sin descuidar un instante el aspecto económico que involucraría aplicar esa solución, es decir siempre balancear los costos con los beneficios.

Ahora bien, además de los factores antes mencionados, las siguientes características propias del sistema también determinaron la elección del enlace de radio como la mejor opción:

*** Distancia entre los sitios que van a enlazarse:**

La mayoría de los cuentahabientes de Banco de México tienen sus instalaciones dentro del área metropolitana lo que significa que la cobertura del sistema propuesto por esta tesis es adecuada para llegar a ellos, por lo tanto, por el momento no es conveniente contar con un sistema de cobertura nacional si la gran mayoría de los futuros usuarios del sistema residen en la Ciudad de México.

*** El costo más bajo en cuanto a equipo y mantenimiento:**

Este aspecto es de suma importancia puesto que el sistema no debía tener costos demasiado elevados que hicieran menos apropiada su elección. En cuanto al mantenimiento, en el Capítulo 5 se hace una descripción de éste así como de los aspectos que se cubren para asegurar siempre un óptimo funcionamiento de los equipos que hacen posible el enlace. Es además conveniente recalcar que el mantenimiento del equipo deberá ser lo más rápido posible para cumplir así con la obligación de contar con un sistema que sea confiable y se mantenga operando las 24 horas del día, es decir, reducir al mínimo la interrupción del servicio por la importancia de las operaciones efectuadas.

Es adecuado prever que con el constante desarrollo que se esta dando en el campo de las telecomunicaciones será necesario en un futuro emplear nuevos equipos para adecuar el funcionamiento de nuestra red a nuevas necesidades, es decir, emplear tecnologías o dispositivos que aprovechen la estructura ya establecida del sistema y que le proporcionen algunas ventajas, ya sea en el aspecto del costo, de la seguridad, de la velocidad e incluso de la cobertura.

Lo importante será hacer convivir esos nuevos equipos con los ya existentes para así proporcionar un desarrollo gradual al sistema que asegure la compatibilidad entre dispositivos.

Por lo tanto es muy importante que las nuevas tecnologías empleadas no desaprovechen la estructura de la red actual e impongan una reestructuración total de la misma y de los equipos asociados actualmente a ella sino que utilicen las bases del sistema y mediante algunos nuevos componentes mejoren su funcionamiento o le agreguen características nuevas.

La opción que se presenta en un futuro como la más adecuada es la RDI; si bien actualmente no se requiere de un sistema con cobertura nacional el desarrollo del país seguramente impondrá que muchas instituciones cuenten en un futuro con instalaciones en provincia donde por el momento la única manera de conectarse a la red es mediante módems que utilizan la red telefónica pública, esto se debe a que actualmente el número de instituciones con sucursales en el interior del país es muy reducido, no obstante, hablando ya de una red con cobertura nacional, las necesidades a cubrir serán distintas y el sistema que consideramos más adecuado es la RDI.

Nuestro sistema no eligió desde este momento a la fibra óptica como medio de enlace puesto que actualmente los costos son aún bastante elevados, tanto de los equipos necesarios para soportarlo como del mantenimiento necesario además de que los requisitos a cubrir no justificaban su instalación desde este momento, sin embargo debido al rumbo que actualmente están tomando las telecomunicaciones a través del mundo, es claro que el concepto de RDI representará la solución correcta a la demanda de comunicación de datos de una manera segura y rápida.

Sus prestaciones son muy atractivas, además es fácil asegurar que con el continuo desarrollo de la tecnología, los costos de este sistema habrán de disminuir, lo que contribuirá a que su empleo sea más factible y menos costoso; eso eliminaría una de sus principales desventajas en cuanto a otro tipo de sistemas.

Además del costo, la necesidad de obtener información de la manera más rápida y eficiente posible se vuelve cada vez más crítica, lo que obligará a que las velocidades de transferencia de datos se incrementen necesariamente para satisfacer esta demanda. La fibra óptica empleada en la RDI es capaz de alcanzar altas velocidades de transferencia de datos lo cual significa que su empleo se hará cada vez más frecuente en casi cualquier tipo de sistema que necesite de seguridad de envío de datos y alta velocidad de transmisión de éstos.

Los esfuerzos a través de todo el mundo por contar con una red mundial que pueda proporcionar servicios de voz, datos y video se han encaminado hacia el concepto de Red Digital de Servicios Integrados, la cuál es una evolución de la RDI existente ya en nuestro país a través de Telmex, y en casi todos los países del mundo.

Lo anterior representa la posibilidad de realizar enlaces con sitios muy distantes a través de esta red para el intercambio de información, la cual constituye en nuestros días el arma más importante para obtener beneficios y poder estar a la vanguardia de los demás.

Aunado a los problemas de establecer la opción adecuada a nuestro sistema agregaremos que se tomó en cuenta la compatibilidad de los equipos relacionados con éste. Las comunicaciones hoy en día proporcionan la facilidad de convivencia entre equipos de diferentes proveedores y arquitecturas sin embargo se debe tener presente los diferentes protocolos de comunicaciones, a los dispositivos involucrados, velocidades de transferencia de información de cada uno de ellos, y otros.

No obstante que el computador del Banco de México pertenece a una arquitectura propietaria, fue posible que computadoras personales pudieran convivir bajo un mismo ambiente mediante el software y hardware adecuado con lo cual se evitó que los nodos remotos se vieran forzados a utilizar un tipo de terminal especial; lo único que se les solicitó fue que esa PC fuera compatible con la arquitectura AT de IBM y reuniera ciertas características en cuanto a velocidad y memoria.

En cuanto a los equipos opcionales asociados al sistema principal, como multiplexores, line drivers y demás, permitieron satisfacer las necesidades particulares de cada usuario en cuanto a número de terminales requeridas, distancia entre los equipos y otros, lo cual significa que la red es versátil, es decir, la configuración de cada nodo remoto no es rígida, sino al contrario, es flexible y se adapta a las necesidades de cada cuenta habiente.

VII. BIBLIOGRAFIA

Optical Fiber Communications
John Senior
Prentice-Hall

Data and Computer Communications
William Stallings
McMillan Publishing Company

Data Transmission
Tugal
McGraw-Hill

Satélites de Comunicaciones
Rodolfo Neri Vela
McGraw-Hill

Redes de Comunicaciones
José Manuel Huidobro
Paraninfo

Introduction to Digital and Data Communications
Michael A. Miller
West Publishing Company

BIBLIOGRAFIA

Redes de Ordenadores
Andrew Tanenbaum
Prentice-Hall

Radio Systems Technology
DC Green
Longman Scientific & Technical

Electronic Communications Techniques
Paul H. Young
Prentice-Hall

Local Area Networks
Architectures and Implementations
Kathleen K. Chapman
The Arben Group Inc.

OS1100 DCP SERIES
Open Systems Communications Software
UNISYS Corporation

Distributed Communications Architecture
Technical Overview
UNISYS Corporation