



3006 17
22
2ej'

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M..

**"RED DE COMUNICACIONES VIA RADIO PARA
EL MANEJO DEL SISTEMA DE ATENCION A
CUENTAHABIENTES DE BANCO DE MEXICO
(SIAC-BANXICO)"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.
CON ESPECIALIDAD EN :
INGENIERIA ELECTRONICA.

P R E S E N T A :

LUIS JAIME GUERRERO GONSOR.

Director de Tesis : Ing. Patricia Vásquez Aguilera.

México, D. F.

1991.

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 está 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.

ÍNDICE

	Pág
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIÓN	
INTRODUCCIÓN	4
TIPOS DE COMUNICACIÓN	6
CONCEPTOS BÁSICOS DE REDES	6
CIRCUITOS TELEFÓNICOS	9
-LÍNEA CONMUTADA	9
-LÍNEA PRIVADA	10
FIBRA ÓPTICA	10
RADIO	11
MICROONDAS	12
SATÉLITE	12
OTROS MEDIOS	12
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN ESTUDIADOS	13
CONCLUSIONES	13
CAPÍTULO II.- DISEÑO Y CALCULOS DE PROPAGACIÓN DE LA RED	
DISEÑO DE LA RED	17
CAPACIDAD DEL CANAL	18
DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE UN CANAL	19
CALCULANDO EL TRÁFICO DE DATOS	19
TIEMPO DE RESPUESTA	22
CONCLUSIONES	22
RADIACIÓN Y PROPAGACIÓN	23
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN	25
ESTUDIO DE PROPAGACIÓN	25
ENLACE EJEMPLO: BANCOMER	26
CÁLCULO DE LA TRAYECTORIA PARA EL ESTUDIO DE PROPAGACIÓN	27

	Pág
PARÁMETROS DEL TRANSMISOR	28
-POTENCIA DE SALIDA	28
-POTENCIA DE SALIDA CON AMPLIFICADOR	28
-ATENUACIÓN DEL COMBINADOR	28
-ATENUACIÓN POR EL DUPLEXOR DE TRANSMISIÓN	29
-ATENUACIÓN EN LÍNEA DE TRANSMISIÓN	29
-ATENUACIÓN POR CONECTORES DE TRANSMISIÓN	29
-GANANCIA DE LA ANTENA DE TRANSMISIÓN	30
PÉRDIDAS DE PROPAGACIÓN	30
-PÉRDIDAS EN ESPACIO LIBRE	31
-MARGEN DE DESVANECIMIENTO	31
PARÁMETROS DEL RECEPTOR	31
-GANANCIA DE LA ANTENA DE RECEPCIÓN	31
-ATENUACIÓN DE LA LÍNEA DE RECEPCIÓN	31
-ATENUACIÓN POR CONECTORES DE RECEPCIÓN	32
-ATENUACIÓN POR EL DUPLEXOR DE RECEPCIÓN	32
-SENSIBILIDAD	32
RESULTADOS	33

CAPÍTULO III.- TORRES, ANTENAS, Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

LAS TORRES	35
LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS	36
LAS ANTENAS	37
CORRIENTE DE ANTENA	38
CAMPO DE FUERZA DE UNA ANTENA	39
IMPEDANCIA DE UNA ANTENA	40
LONGITUD DE UNA ANTENA	40
LA ANTENA YAGI	41
CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS UTILIZADAS	42
-DATOS ELÉCTRICOS	42
-DATOS MECÁNICOS	43
LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN	43

CAPÍTULO IV.- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA BASE Y CUENTAHABIENTES

	Pág
LA ESTACIÓN CENTRAL	45
LA TORRE DE LA BASE	45
LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y DESCARGAS ELÉCTRICAS	46
EL EQUIPO DE COMUNICACIÓN DE LA BASE	47
COMBINADORES	47
-COMBINADOR	47
-MULTIACOPLADOR	48
-DUPLEXOR	49
LAS ESTACIONES REMOTAS	51
-DUPLEXORES	51
-MODEMS DE DISTANCIA CORTA	52
-TERMINAL	53
-MULTIPLEXOR	54
-TARJETA DE COMUNICACIONES	54
EJEMPLOS DE CONEXIONES REMOTAS	54
-RADIOMODEM-TERMINAL	54
-RADIOMODEM-MULTIPLEXOR-TERMINAL	55
-RADIOMODEM-MDC-TERMINAL	55
-RADIOMODEM-MDC-MULTIPLEXOR-TERMINAL	56

CAPÍTULO V.- MODO DE OPERACIÓN DE LOS RADIOMODEMS

PARTES PRINCIPALES	58
-LA FUENTE DE PODER	58
-LA UNIDAD DE CONTROL	59
-LA TARJETA DE MODEM	59
TIPOS DE MODULACIÓN	60
-LA TARJETA DE TX	61
-LA TARJETA DE RX	62
EL PUERTO RS-232	63
LA COMUNICACIÓN ENTRE EL RADIOMODEM Y LA TERMINAL	64
LA COMUNICACIÓN SÍNCRÓNICA	65

CAPTULO VI.- COSTOS

MATERIALES Y ACCESORIOS	67
INSTALACIONES Y ESTUDIOS ESPECIALES	67
EQUIPO Y LINEAS DE TRANSMISION	68
COSTO DE ALGUNAS INSTALACIONES TÍPICAS	68
-BASE	68
-INVERLAT	69
-CASA DE BOLSA CREMI	69
-INVERSORA BURSATIL	70
-FINAMEX	70
COSTO TOTAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO	71
COSTO DE LAS INSTALACIONES, ACCESORIOS Y EQUIPO SI SOLO HUBIERA INCLUIDO RADIOMODEMS	71
COSTO DE LAS INSTALACIONES, ACCESORIOS Y EQUIPO SI SOLO HUBIERA INCLUIDO MODEMS	71
COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE CANALES DE RF Y LP	72
COSTOS FIJOS POR LINEA PRIVADA	72
COSTOS FIJOS POR FRECUENCIA EN UHF	73
RED SIAC POR LINEAS PRIVADAS	74
RED SIAC POR FRECUENCIAS UHF	74
RESULTADOS	75
COMPARACIÓN ANUAL DE COSTOS ENTRE EL SIAC POR LP Y POR RF	76
CONCLUSIONES	77
GLOSARIO	80
ANEXOS	87
ANEXO A	
DATOS TÉCNICOS DE CADA CUENTAHABIENTE	
ANEXO B	
FORMAS PARA LA SOLICITUD DE FRECUENCIAS ANTE LA SCT	
ANEXO C	
CÁLCULO DE ATENUACIONES Y GANANCIAS DE LOS CUENTAHABIENTES	
BIBLIOGRAFÍA	88

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El Banco de México es el regulador de las operaciones bancarias y financieras entre los bancos y casas de bolsa que se encuentran en el territorio nacional. La coordinación diaria de estas actividades se ha venido realizando a través de diferentes medios los cuales ahora ya no proporcionaban el servicio requerido con la eficacia necesaria.

Para solucionar este problema era necesario crear una red que abarcara gran parte del valle de México que permitiera conectar a las instituciones bancarias, de crédito, financieras y casas de bolsa con una computadora central de Banco de México donde se guardan y procesan las operaciones financieras. Se necesitaba que cada usuario tenga una terminal la cual le permita acceder sus movimientos y de esa manera llevar al día sus operaciones. Para ello, después de evaluar varias alternativas, se concluyó que la mejor manera de diseñar la red para los enlaces entre la computadora central y las terminales era utilizando radiomodems.

La red de telecomunicaciones de datos vía radio para el manejo del Sistema de Atención a Cuentahabientes de Banco de México (SIAC - BANXICO), pone a disposición de sus cuentahabientes un medio de comunicación moderno y seguro para el intercambio de información operativa, permitiendo el acceso directo a la computadora central de Banco de México desde las propias oficinas de los cuentahabientes. Por lo tanto desde sus instalaciones se pueden realizar las siguientes operaciones :

- Tramite de solicitudes para afectación de cuentas.
- Consulta de movimientos y saldos.
- Demanda de sus estados de cuenta.

Con ello los cuentahabientes obtienen los siguientes beneficios:

- Mejor control de las inversiones en el mercado de dinero.
- Información al minuto de los movimientos hechos durante el día.
- Seguridad en las operaciones realizadas.
- Oportunidad en el tramite de operaciones.
- Planeación de los flujos de efectivos.

El presente trabajo desea ser un documento donde se conozcan el diseño, la estructura y funcionamiento para el proyecto de la red de telecomunicaciones de datos vía radio multipunto más grande de latinoamérica : SIAC-BANXICO.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LAS REDES POR RADIO

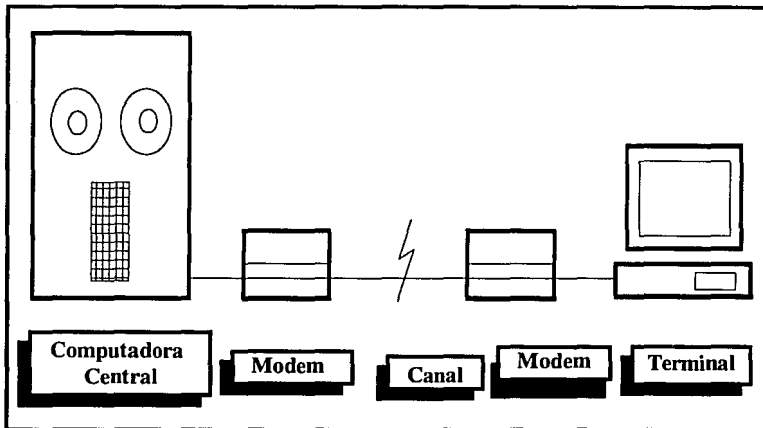
CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIÓN

El propósito del siguiente capítulo es el de conocer los conceptos básicos que intervienen en el diseño de una red, así como el de comparar y evaluar la decisión de diseñar una red con radiomodems en lugar de otros sistemas comunmente utilizados .

INTRODUCCIÓN

En la siguiente figura se muestra un diagrama típico utilizado para comunicar datos a grandes distancias entre una computadora y una terminal.



Como se puede observar este consta de varias partes, las cuales se explicarán a continuación:

-COMPUTADORA CENTRAL

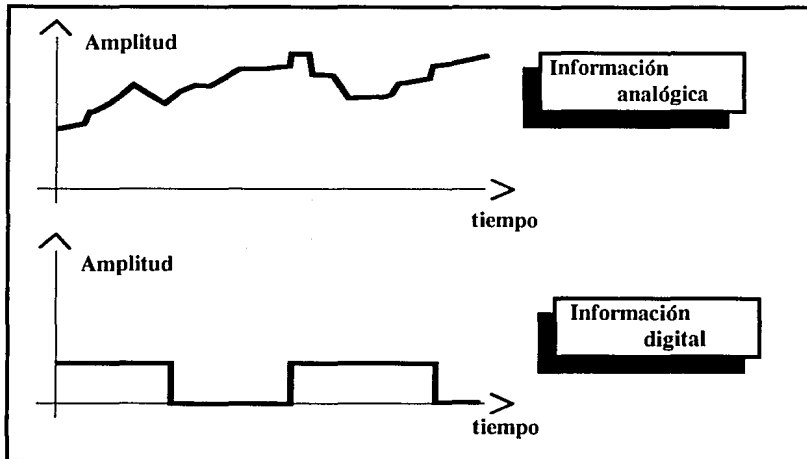
Como su nombre lo dice es una computadora maestra, la cual se dedica a procesar la información que viene desde las terminales que así lo soliciten. Generalmente consta de un equipo de cómputo con capacidad para grandes volúmenes de datos. Se encuentra auxiliado por equipo dedicado exclusivamente a la transferencia y recepción de la información, al control del equipo de almacenamiento, etc.

-MODEM

Si el computador central es capaz de procesar cierta cantidad de información, ahora se requiere contar con un equipo que pueda transmitir esa información a grandes distancias.

Antes de saber como se realiza este proceso es necesario saber que la información se puede dividir en dos grandes grupos :

- Información analógica** Información que varía en un rango contínuo de valores. Por ejemplo: la voz humana, la temperatura, entre otros.
- Información digital** Información que varía en un rango discreto de valores. Cuando una señal puede tener tan solo dos valores (puede ser prendido y apagado o uno y cero) se dice que conforma un *bit* de información. Algunos ejemplos son el telégrafo y los semáforos.



La información digital es la que utilizan las computadoras para realizar sus procesos y comunicarse entre sí. Cuando se necesita enviar información digital a cierta distancia lo más confiable es mandar un bit cada vez, o sea, en secuencia. A este método se le denomina *transmisión serial*. Cuando la información es enviada de esta manera es importante saber a que velocidad se esta trasladando, lo cual generalmente se da en bits/seg (BPS). Cuando un solo bit es transmitido en una señal discreta se le llama *baud*.

Pero la información digital en forma de cambios de voltaje y de corriente no puede viajar a grandes distancias; por esa razón la información digital se *modula*. Esto significa que se modifica alguna característica de una señal conocida de mayor frecuencia insertándole en esos cambios la información a transmitir.

Esta operación es desarrollada por los *modems*. La palabra modem viene de la contracción de las palabras *mod* ulador y *dem* odulador. Cuando la información entra al modem este la modula. El concepto de modulación, así como el de demodulación, serán explicados con mayor detalle en el capítulo V. En el otro extremo de la línea el otro modem se encarga de demodular la información, lo que significa extraer los cambios hechos a señal modulada para devolver la información digital a su formato original.

-CANAL

Se le denomina *canal* al medio físico por el cual la información va a viajar de un lado a otro.

Los canales se describen en términos del *tipo de transmisión* y *grado* de la capacidad de información. El tipo identifica como se va a manejar el flujo, mientras el grado se refiere al número BPS que el canal puede manejar. El grado es una de las más importantes características de un canal y está determinado por el rango de frecuencias que un canal admite. Para saber qué rango de frecuencias puede manejar un canal es necesario conocer su *ancho de banda*.

Al aumentar el ancho de banda podemos incrementar la velocidad, así como también la potencia.

-TERMINAL

Se le llama *terminal* a un dispositivo de donde se accesan y solicitan datos (entrada y salida) y en el otro extremo de la línea se encontrará la computadora que procesa y controla esa información. Estrictamente hablando, una terminal es cualquier localidad del sistema, que se encuentre en algún extremo del enlace, donde la información pueda entrar o salir. Esto significa que una computadora puede ser considerada como una terminal.

Existe una gran variedad de tipos de terminales. Las que tienen mayor uso hoy en día son:

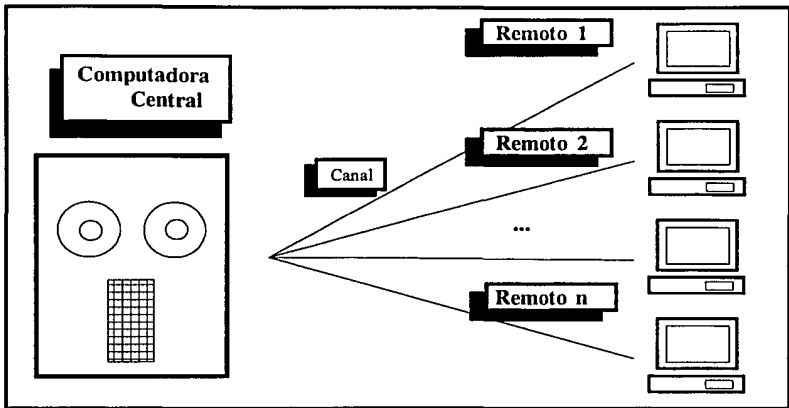
- Impresora
- Teclado con pantalla

TIPOS DE COMUNICACIÓN

Un enlace entre una computadora y una terminal puede requerir, al igual que en una conversación entre personas, transmitir y recibir al mismo tiempo. A este tipo de enlace se le denomina *duplex* (en algunos textos se encuentra como "full duplex"). En cambio, cuando el proceso de transmitir y recibir es alternado se le denomina *semiduplex* (o "halfduplex"). Para que un proceso se pueda desarrollar en duplex es necesario usar dos canales independientes, y para un proceso semiduplex cuando menos se necesita de un canal.

CONCEPTOS BÁSICOS DE REDES

Se le llama *red* a un conjunto de estaciones remotas que se encuentran conectadas por algún medio a una estación central por la cual pueden compartir recursos, ya sea equipo o información entre sí. Cuando se conectan varios puntos remotos con una unidad central se le denomina *multipunto*.



CONFIGURACIÓN MULTIPUNTO

Los sistemas multipunto pueden ser *centralizados o descentralizados*. En los sistemas centralizados las terminales no se pueden comunicar unas con otras; en cambio en los sistemas descentralizados se pueden comunicar las terminales entre sí, siempre bajo el control de la computadora central.

Si la comunicación fuera desde la central a un solo punto y el canal estuviera asignado exclusivamente a ese punto remoto la comunicación en este caso sería *punto a punto*.

Para conocer qué tipo de enlace es el más indicado y así definir la estructura de una red es necesario basarse primeramente en las necesidades de comunicación planteadas por los usuarios, considerándose como objetivo principal la disponibilidad de servicio en forma continúa con la capacidad de tráfico y calidad requeridas; en seguida, se debe tomar en cuenta la disponibilidad de los medios técnicos y económicos.

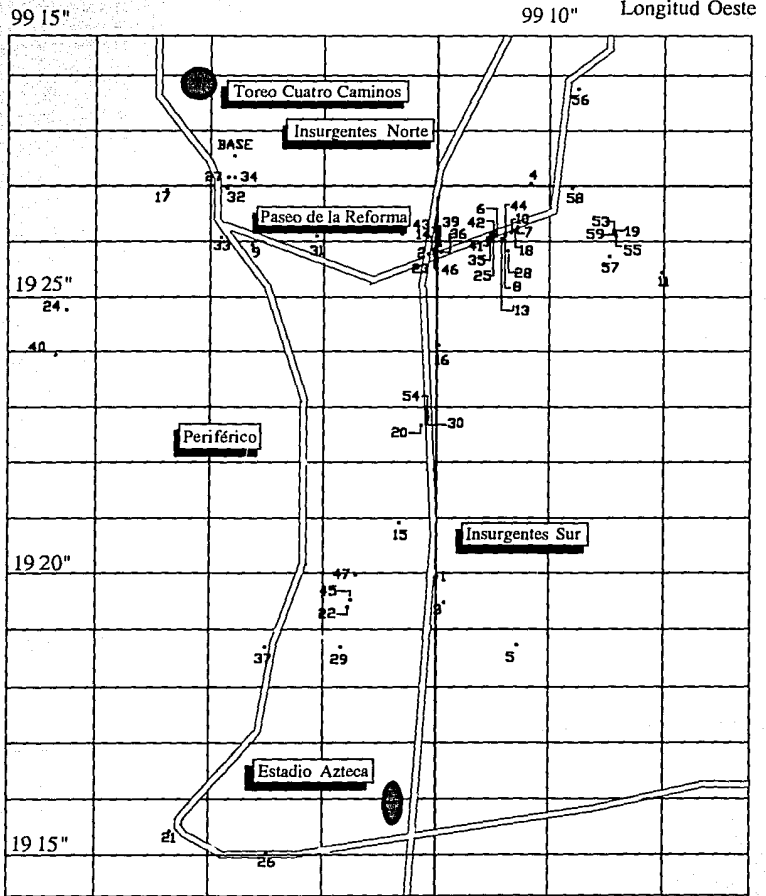
La finalidad de la red SIAC-BANXICO es permitir a los cuentahabientes de Banco de México acceder sus movimientos y transacciones que realizan por medio de una terminal remota, -instalada en la misma ubicación del cuentahabiente-, conectada a la computadora central de Banco de México. Para ello, cada cuentahabiente es considerado como un centro de captura para efectuar el trámite de sus operaciones.

Las características que constituyen a la red son :

El centro de comunicaciones se encuentra ubicado en las instalaciones de Banco de México de Calzada Legaria No. 691 en México, D.F. y por lo menos 54 estaciones remotas entre las diferentes instituciones bancarias, financieras y casas de bolsa cuyos datos de ubicación se encuentran en el anexo A. La distribución de las estaciones remotas se puede observar en el siguiente mapa de la zona metropolitana.

L
a
t
i
t
u
d

N
o
r
t
e



MAPA DE LA LOCALIZACIÓN DE LOS USUARIOS

Al observar el número de estaciones remotas, se puede concluir que el tamaño de la red impide que la comunicación que se haga entre la estación base y los remotos, sea punto a punto. Si así fuera, sería necesario asignar un puerto de la computadora central ,además de un par de modems para cada uno de los usuarios. Aunque técnicamente es posible, económicamente saldría muy caro hacerlo, por lo que se propuso que la red fuera multipunto. Esto significa que un solo puerto (con su modem asignado) pueda controlar cierto número de estaciones remotas ahorrando el número de puertos y equipos a utilizar.

Cuándo un diseñador busca implementar una nueva red para la comunicación de datos se enfrenta con el hecho de considerar las variadas alternativas existentes para así hacer la mejor elección. Entre las más comunes se encuentran: líneas telefónicas conmutadas, privadas, fibra óptica, radio, microondas y satélite. Cada método tiene sus propias características, mismas que se enumerarán a continuación.

CIRCUITOS TELEFÓNICOS

LÍNEA CONMUTADA

Se le denomina *línea conmutada* al sistema telefónico de voz *público*. Se le llama así porque cuándo hacemos una llamada esta es automáticamente conmutada al destinatario después de que el marcaje de los números ha concluido. Tiene la enorme ventaja que es universal, lo que significa que desde cualquier teléfono se puede comunicar a cualquier parte, además de que cuándo su tráfico de datos es bajo, resulta mucho más barata que una línea privada. Se puede comunicar con un destinatario distinto cada vez que la conversación ha terminado.

Está constituido por un par de conductores metálicos cubiertos por una capa de material aislante.

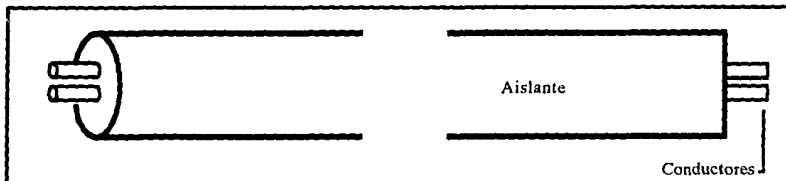


DIAGRAMA DE UN CABLE TELEFÓNICO

Sus características son las siguientes :

- Se utiliza principalmente para transmitir voz
- Su ancho de banda va desde 300 a 3400 Hz
- Baja capacidad de manejo de canales
- Usa repetidores cada 4 km
- Su costo lo hace útil en enlaces interurbanos
- Tecnología bien conocida
- Suceptible al ruido y a la inducción
- Existe producción nacional
- Fácil manejo, fácil reparación, fácil instalación

LÍNEA PRIVADA

La línea privada es un circuito telefónico que se encuentra permanentemente asignado para uso exclusivo entre dos lugares remotos, por lo tanto es independiente de la red conmutada. También se le llama *línea dedicada*.

Cuando el tráfico de información es alto, el costo por utilizar las líneas privadas es más bajo que si se usara la red conmutada. Para algunas aplicaciones la gran ventaja de la línea privada es que no necesita del tiempo de conmutación para hacer una llamada; simplemente se descuelga el teléfono y la conexión está hecha. Por otro lado, el costo de pedir a Telmex el servicio de línea privada llega a ser muy alto en comparación a las líneas conmutadas, además que el tiempo de entrega pueden ser algunos meses.

FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica consta de un conductor de silicio, rodeado de otro conductor no metálico con índices de refracción diferentes. Permite que la luz viaje direccionalmente a través de ella, transmitiendo grandes cantidades de información en forma de pulsos lumínicos, la cual la hace útil para transmitir señales de audio, video, datos, telemetría y telecontrol.

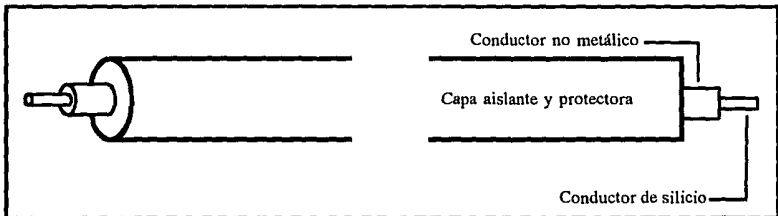


DIAGRAMA DE UNA FIBRA ÓPTICA

Sus características más importantes son las siguientes :

- Maneja señales ópticas (luz)
- Alta capacidad de manejo de canales (hasta 30,000 simultáneamente)
- Usada por lo general en enlaces locales
- Alta velocidad de transmisión
- Inmune a la inducción magnética e interferencia electromagnética
- Ideal para ambientes explosivos
- Menor necesidad de repetidores (cada 100 km y más en algunos tipos)
- Existe producción nacional
- Actualmente sólo está disponible en algunas ciudades del país
- Manejo delicado y de difícil reparación
- Gran ancho de banda

RADIO

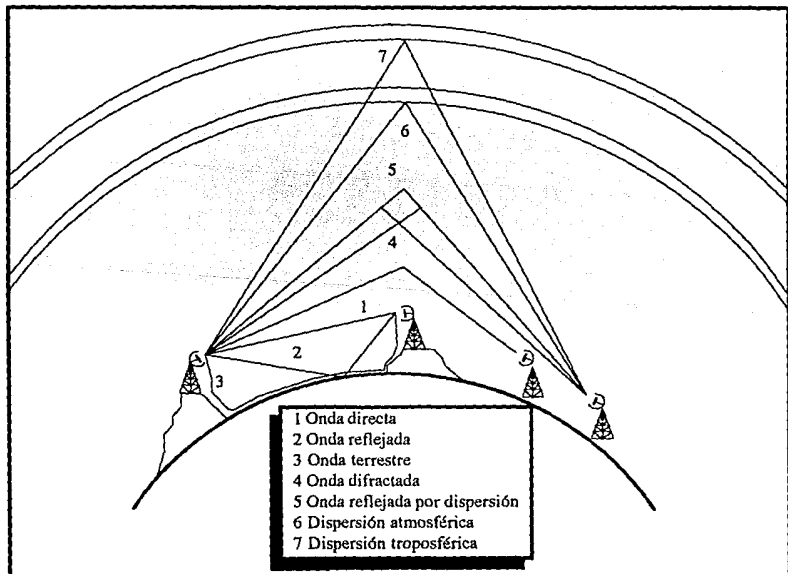
Tal vez estemos más acostumbrados en pensar en el radio como un medio para transmitir voz, pero desde hace algún tiempo se ha usado también para mandar información digital, - en ciertas bandas asignadas para ello-, con algunas ventajas que se enumerarán más adelante.

El rango de frecuencias usado para enlaces de radio es tan amplio que se ha clasificado en *bandas*. Cada una diferente a las demás de acuerdo a sus características.

Una de las bandas que se utilizan para transmitir datos digitales vía radiofrecuencia es la banda UHF; a continuación se enumeran algunas de sus características :

- Rango 300 a 3 000 MHz
- Propagación A través de la atmósfera y a lo largo de la superficie terrestre
- Efecto debido a reflexiones Interferencias entre onda directa y reflejada
- Ruido De efectos casi nulos
- Congestión Disminuye en razón directa al aumento de frecuencia

Las características de propagación varían para cada banda. La banda UHF se propaga principalmente a través de la onda directa y reflejada que se muestra en el siguiente diagrama.



PROPAGACIÓN RF

MICROONDAS

Los enlaces por microondas se encuentran constituidos por enlaces de radio en altas frecuencias (Gigahertz). Se les llama *microondas* debido a la pequeña *longitud de onda* con que cuentan. Por las características de la banda que utilizan, las torres donde se colocan las antenas que reciben y transmiten las microondas, se encuentran espaciadas cuando más 50 km, o sea que deben contar con línea de vista. Cada torre transmite y retransmite la señal hasta que llega a su destino.

SATÉLITES

Las comunicaciones por satélite pueden ser consideradas como un enlace de microondas, pero la diferencia principal es que la señal transmitida desde una estación es recibida por un satélite que se encuentra a una distancia de 36 000 km sobre el ecuador, y éste a su vez la retransmite a una o varias estaciones destino. Sus ventajas son: el gran alcance que pueden tener para cubrir una amplia zona geográfica sin necesidad de unidades repetidoras y el poder comunicar dos estaciones muy alejadas entre sí.

OTROS MEDIOS

Existen otros medios para la transmisión de información que han sido diseñados para algunos usos muy específicos :

- Laser
- Cable TV
- Infrarojos
- Guías de ondas

A continuación se muestra un cuadro comparativo con las características más importantes de los medios de transmisión estudiados aquí.

CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN

	TELÉFONO	FIBRA ÓPTICA	RADIO	MICRO ONDAS	SATÉLITE
VELOCIDAD	BAJA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
GRADO DE SERVICIO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
COSTO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
CAPACIDAD	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
REPETIDORES (CADA X KM)	4	150	50	50	NO HAY
FRECUENCIA DE TRABAJO	HASTA 4 KHZ	10 THZ	MHZ	GHZ	GHZ
UTILIZACIÓN	LY F	L	L	L	F
INMUNIDAD AL RUIDO	NO	SÍ	NO	NO	NO

L Local F Foránea

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION ESTUDIADOS

Ya con una idea más clara de las características de cada uno de los diferentes medios de transmisión es posible hacer una mejor decisión entre ellos.

Por un lado, las líneas telefónicas, ya sea por línea conmutada o privada, son la solución más conocida para comunicar datos digitales a distancia. Por ello, la mayoría del equipo que actualmente se construye está diseñado para trabajar adecuadamente por cables. Un sistema bien diseñado con estos equipos ofrece un bajo nivel de errores, y aunque en general es la solución más barata, no siempre es posible contar con una línea telefónica. Además, en muchos casos la calidad de las líneas hace que la transmisión de los datos se deba hacer a bajas velocidades sin ofrecer mucha seguridad y confiabilidad en los datos.

Por otro lado, la fibra óptica presenta una buena opción por calidad y grado de servicio. Desgraciadamente el servicio de contar con una fibra óptica todavía no se encuentra muy extendido, además que su precio es muy alto.

El radio presenta un medio idóneo para hacer enlaces multipunto. Las características de la banda de frecuencia que se utiliza lo hace útil en enlaces interurbanos, sin olvidar que presenta un grado de servicio que cumple con las especificaciones de la red.

En lo que se refiere a las microondas, éstas son un excelente medio por su eficiencia y capacidad del canal, pues se logran altas velocidades; pero desgraciadamente son muy caras y su precio no se justificaría para enlaces con poco tráfico de información, y tampoco son prácticas cuando se requiere de una red multipunto.

Por último, en lo que respecta a los satélites, se puede apreciar que generalmente se utilizan cuando en el enlace requerido necesita comunicar puntos muy alejados entre sí (no siendo el caso de esta red en particular), que al igual que las microondas el equipo asociado es muy caro, y además de que no es muy útil para enlaces interurbanos pues para comunicaciones de datos como los que se necesitan, los retardos provocados por mandar la señal al punto remoto serían excesivos.

CONCLUSIONES

Cuando se necesita intercambiar datos entre dos o más puntos es necesario decidir entre el mejor de los métodos tomando en cuenta: rentabilidad, tiempo de instalación, velocidad de operación, privacidad y costos, principalmente.

Dadas las características de la red a interconectar era necesario contar con un medio que nos diera la confiabilidad adecuada, así como una eficiencia y velocidad garantizada.

Las dos opciones eran claras o usar modems telefónicos o radiomodems.

La comunicación por cables es generalmente la primera decisión por ser la más familiar. Existen gran número de industrias que se dedican a fabricar equipos para este tipo de conexiones, por lo que existen gran cantidad de marcas y equipos diseños para ello. Cuenta con algunas ventajas y desventajas, las cuales se enumeran a continuación:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gran soporte de fábrica Rentables Silenciosas Fácilmente accesibles Comunicación potencial mundial Forma de trabajo muy conocida El equipo es comparativamente barato Posibilidad de red	Instalación lenta en algunos lugares El servicio depende de Telmex Cambiar la estación puede ser costoso y lento El servicio puede no ser confiable Pagos mensuales recurrentes por renta Diseño de sistema inflexible

Como se aprecia las desventajas más importantes para conexiones por líneas telefónicas son que el servicio puede ser *lento*, *sin la calidad requerida* y *a la larga muy caro por la renta del uso de la línea*, además de que aunque actualmente la mayoría de las redes existentes han sido construidas en base a las líneas telefónicas de las que nos provee Telmex en la red conmutada, la experiencia que se tiene es que la calidad de la líneas *no es ni uniforme* para todos los enlaces, y por lo tanto tampoco la velocidad. Otra desventaja importante es que de alguna manera la calidad de servicio que se brinde depende de Telmex, por lo que nos hace dependientes de sus instalaciones. Esto conduce a considerar equipos de radio, los cuales cuentan con las siguientes características:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Instalación rápida Configuraciones flexibles El sistema es totalmente independiente Posibilidad de red Confiable transmisión de datos Altas velocidades Muchos usuarios pueden compartir el mismo canal	Requiere de permisos especiales por parte de la SCT Designados para aplicaciones de corto rango Más caros que los modems telefónicos Requiere además instalaciones especiales Requiere de asignación de frecuencias por parte de SCT Pago por uso de frecuencia anual

Como se puede observar los sistemas por radiomodem combinan las ventajas del ambiente del radio y teléfono sin incurrir en las desventajas de ninguno: los radiomodems permiten velocidades uniformes, confiabilidad, seguridad, posibilidad de red multipunto, así como una red independiente a Telmex o SCT. Por lo tanto dados los requisitos planteados con anterioridad que deberían cumplir los enlaces, fueron escogidos los *radiomodems* como la mejor opción para la red y los *modems telefónicos* como sistema de respaldo.

CAPÍTULO II

DISEÑO Y CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN DE LA RED

CAPÍTULO II

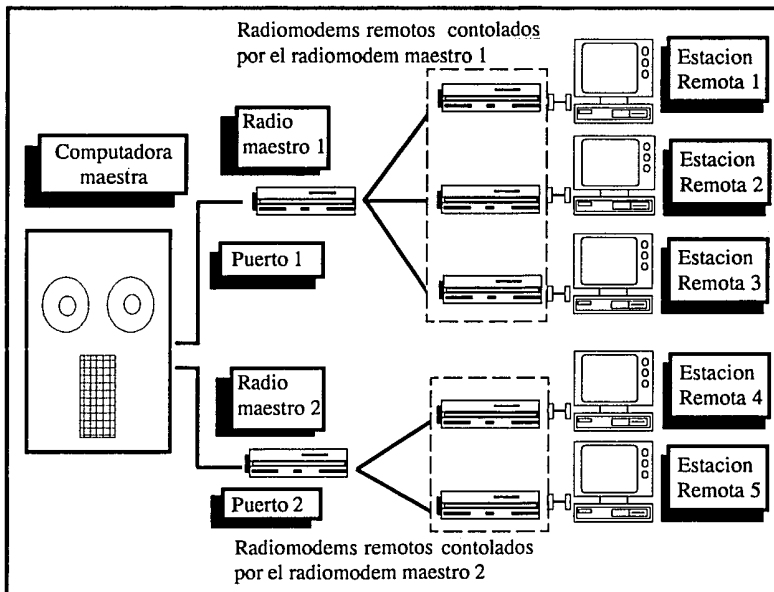
DISEÑO Y CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN DE LA RED

En este capítulo se explicará cómo se diseña la red, además se analizarán los cálculos de propagación para los enlaces efectuados.

DISEÑO DE LA RED

Cómo se mencionó en el capítulo anterior, se desea crear una red de datos para enlazar, por medio de radiomodems con enlaces multipunto en transmisión duplex, a los principales bancos y casas de bolsa dentro de la zona metropolitana.

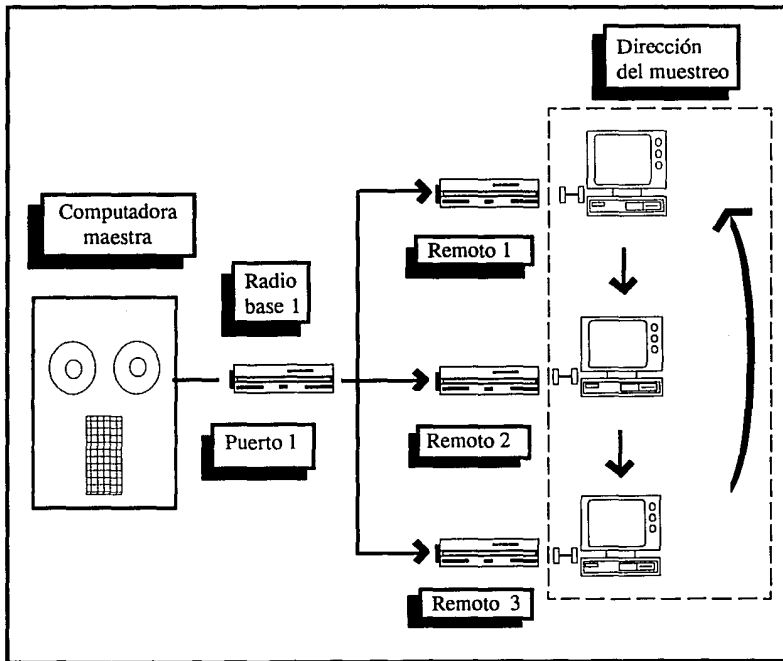
La cantidad de estaciones remotas que se desea conectar para la primera fase es de 54. En la estación base se requiere que cada radiomodem maestro maneje cierto número de estaciones remotas (para aprovechar la naturaleza multipunto del ambiente del radio), por medio de dos frecuencias distintas: una para transmitir y la otra para recibir. La siguiente figura muestra un ejemplo de la red con dos radiomodems maestros controlando cada uno cierto número de estaciones remotas.



El número de las estaciones remotas asignadas a cada radio central se puede calcular de acuerdo a dos criterios : *la capacidad del canal o por el tiempo de respuesta del sistema.*

CAPACIDAD DE CANAL

La *capacidad del canal* se refiere a la máxima cantidad de información que puede ser transferida en un tiempo determinado, limitando el número de estaciones que puede controlar adecuadamente un radio maestro. Para la red SIAC- BANXICO se utiliza un sistema de muestreo llamado "Poll-Select"; en él, la computadora maestra va muestreando cada una de las estaciones remotas. Cuando localiza alguna que requiere realizar una transacción ésta se efectúa, en caso contrario muestrea la siguiente estación. La figura siguiente muestra el proceso de muestreo :



EL MUESTREO DE LAS TERMINALES EN UN PUERTO

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CANAL

La cantidad de datos que pasan a través de un canal se le denomina *tráfico*. El cálculo del tráfico de un canal puede parecer un problema sencillo, pues después de todo, el equipo trabaja a una velocidad fija, o sea:

Si un enlace F/D a 9600 BPS en una hora 9,600x60x60	9,600 Caracteres/segundo 34'560,000 Caracteres/hora
--	--

esto significa que se necesita un tráfico de más de 34'000,000 de caracteres en una hora para saturar el canal. Pero, además existen otros parámetros que se deben considerar que dependen de las características intrínsecas del equipo de comunicaciones; éstos provocan retrasos adicionales, disminuyendo de manera considerable la cantidad de datos que pueden pasar a través de un canal:

- Tiempo de encendido de la tarjeta de transmisión
- Tiempo de sincronización entre los dos radiomodem's al inicio de una transacción (retardo RTS/CTS)

Retardo RTS/CTS	25 mseg
Caracteres perdidos en 25 mseg	240 Caracteres
Encendido de la tarjeta de transmisión	50 mseg
Caracteres perdidos en 50 mseg	480 Caracteres
Número peticiones de enlace por minuto	Varía de acuerdo al número de estaciones remotas conectadas

CALCULANDO EL TRÁFICO DE DATOS

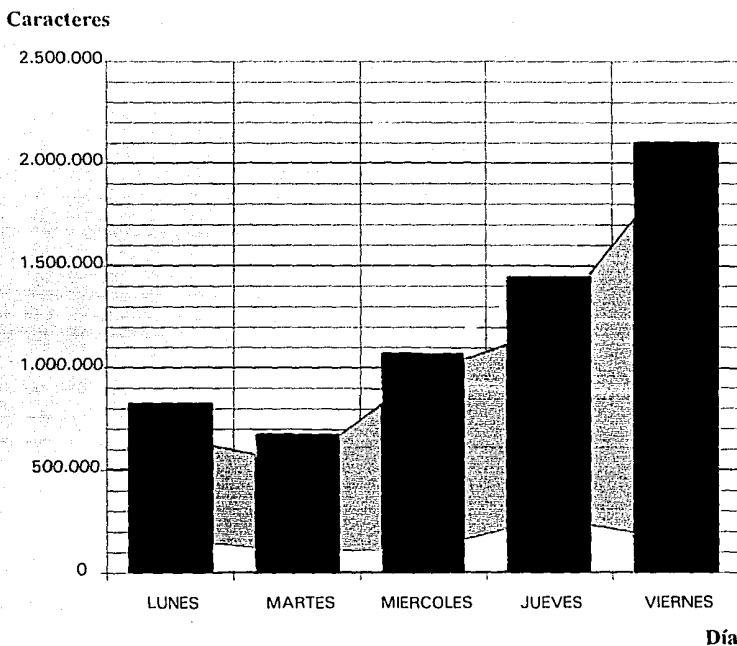
Para calcular el tráfico de datos en una aplicación o sistema es necesario obtener los siguientes datos :

- Número de estaciones que compartirán el canal
- Número de transacciones que cada estación genera por hora
- Tamaño de las transacciones

Para conocer la cantidad de información que se maneja, así como la frecuencia de las transacciones, se monitorean algunos enlaces típicos con la aplicación y se calculan sus estadísticas por medio de ciertos comandos del computador central. Gracias a que éste último posee comandos capaces de almacenar el número de transacciones por minuto de entrada y salida de las líneas que maneja el controlador de comunicaciones (DCP) es posible obtener los siguientes datos y gráficas:

- Número de línea que realizó las transacciones
- Intervalo de tiempo en que las ejecutó
- Promedio del número de mensajes por minuto que recibió el computador central
- Promedio de la cantidad de caracteres por mensaje que recibió el computador central
- Promedio del número de mensajes por minuto que envió el computador central
- Promedio de la cantidad de caracteres por mensaje que envió el computador central

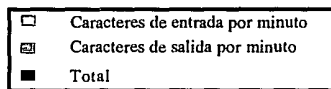
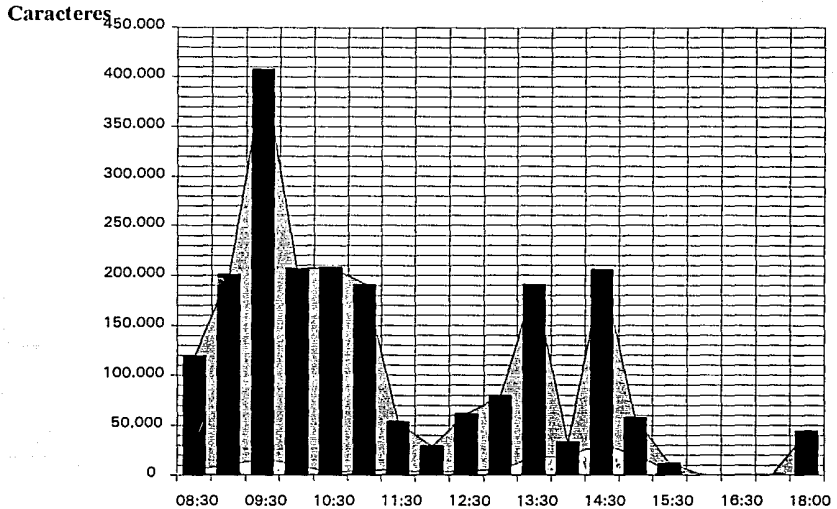
GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO SEMANAL DE UNA LÍNEA PROMEDIO



□	Caracteres de entrada por minuto
▨	Caracteres de salida por minuto
■	Total

	CAR ENTXMIN	CAR SALXMIN	TOTAL
LUNES	165,283	663,429	828,712
MARTES	105,997	570,000	675,997
MIERCOLES	115,107	959,098	1,074,205
JUEVES	268,727	1,177,114	1,445,841
VIERNES	162,962	1,943,866	2,106,828

COMPORTAMIENTO DE UNA LÍNEA PROMEDIO EN EL DÍA DE MAYOR TRÁFICO DE LA SEMANA (VIERNES)



Hora

	CAR	CAR	TOTAL		CAR	CAR	TOTAL
	ENTXMIN	SALXMIN			ENTXMIN	SALXMIN	
1	08:30	5,548	114,048	11	13:30	18,032	172,961
2	09:00	9,875	191,250	12	14:00	19,398	13,462
3	09:30	16,568	391,530	13	14:30	31,861	173,855
4	10:00	10,212	196,603	14	15:00	19,944	37,975
5	10:30	2,867	205,428	15	15:30	4,448	8,001
6	11:00	5,016	186,300	16	16:00	84	6
7	11:30	5,236	48,840	17	16:30	300	560
8	12:00	2,925	26,350	18	17:30	115	1,134
9	12:30	4,444	57,792	19	18:00	889	43,515
10	13:00	5,200	74,256		TOTAL	162,962	1,943,866
			79,456				2,106,828

TIEMPO DE RESPUESTA

El *tiempo de respuesta* (TR) es el intervalo que pasa desde que la estación remota hace una petición y se obtiene la contestación. Incluye los siguientes parámetros:

- Tiempo desde que al modem que inicia la petición recibe los datos de la computadora hasta que los manda por el canal
- Tiempo que requiere la computadora en procesar la información recibida
- Tiempo de encendido de la tarjeta de transmisión
- Tiempo desde que al modem que recibe la petición se le entregan los datos de la computadora hasta que los manda por el canal
- Tiempo de sincronización entre los dos radiomodems (retardo RTS/CTS)

Este tiempo varía considerablemente dependiendo de la hora en que se realiza la operación y del número de paquetes por petición. Si ésta se hace cuando el tráfico del canal es ligero, entonces el tiempo de respuesta es muy inferior a que si se hubiera hecho con tráfico alto.

El tiempo de respuesta de un sistema se obtiene de las tablas que proporciona cada uno de los fabricantes de los equipos involucrados en el enlace. La tabla siguiente muestra el TR en segundos y el número de peticiones por segundo (NPS) de acuerdo a las estaciones remotas asignadas por canal y al número de estaciones que estén trabajando en ese mismo instante (carga) considerando que cada transacción tiene un promedio de 20 paquetes.

ESTACIONES ASIGNADAS AL CANAL	C A R G A				
	0	1	2	3	4
	NPS TR	NPS TR	NPS TR	NPS TR	NPS TR
1	18 1.1	14 1.4	--- ---	--- ---	--- ---
2	14 1.4	12 1.6	7.3 2.7	--- ---	--- ---
3	10 2.0	8 2.5	6.5 3.0	4 5	--- ---
4	6 3.3	4.8 4.1	3.4 5.8	2.2 9	1.0 11

Para calcular el número de estaciones remotas que se pueden asignar a un radio maestro no se puede considerar el criterio de capacidad de canal, pues como el sistema de muestreo es "Poll-Select" al radio maestro se le pueden conectar cualquier cantidad de estaciones remotas. Pero, entre más estaciones remotas más tardará en responder a cada una de ellas, el número óptimo de éstas se debe calcular por el tiempo de respuesta. Entonces, tomando en cuenta que el tiempo que se requiere para responder una petición promedio para cuatro estaciones es de once segundos en horas pico, un usuario con una mediana cantidad de transacciones tardaría cuatro horas en hacer sus operaciones. Si el número de estaciones se reduce a tres el tiempo de respuesta en el peor caso es de cinco segundos, y el usuario trabajaría tardaría aproximadamente tres horas, lo cual es aceptable.

Por lo tanto considerando el grado de operación y eficiencia que se quiere dar a la red, a cada radio maestro se le asignarán dos usuarios pudiendo crecer hasta tres.

RADIACIÓN Y PROPAGACIÓN

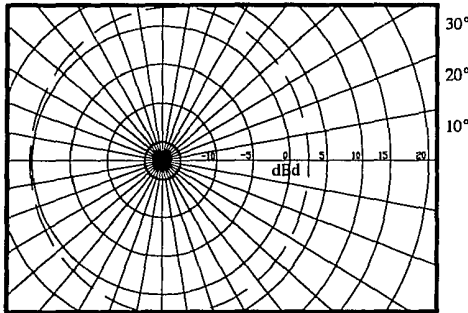
Al observar un mapa de la ciudad de México, se advierte que las estaciones remotas se encuentran irregularmente localizadas en una amplia zona .

Para poder comunicar por radio todas las estaciones remotas es necesario contar con una antena (o varias) que permita transmitir y recibir la información de todas aquellas estaciones que abarca su patrón de radiación.

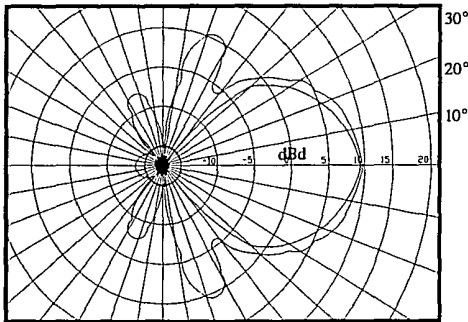
La transmisión de datos por radio desde la base central se puede hacer con dos tipos de antenas:

- La omnidireccional
- La direccional

En el primer caso, la antena transmite casi en forma equiradial la energía en todas direcciones describiendo -si hicieramos un corte de la vista superior-, un círculo. En cambio, con una antena direccional el patrón de radiación generado es semejante a una elipse con pequeños lobulos laterales.



Patrón de radiación horizontal con polarización vertical de una antena omnidireccional



Patrón de radiación horizontal con polarización vertical de una antena direccional.

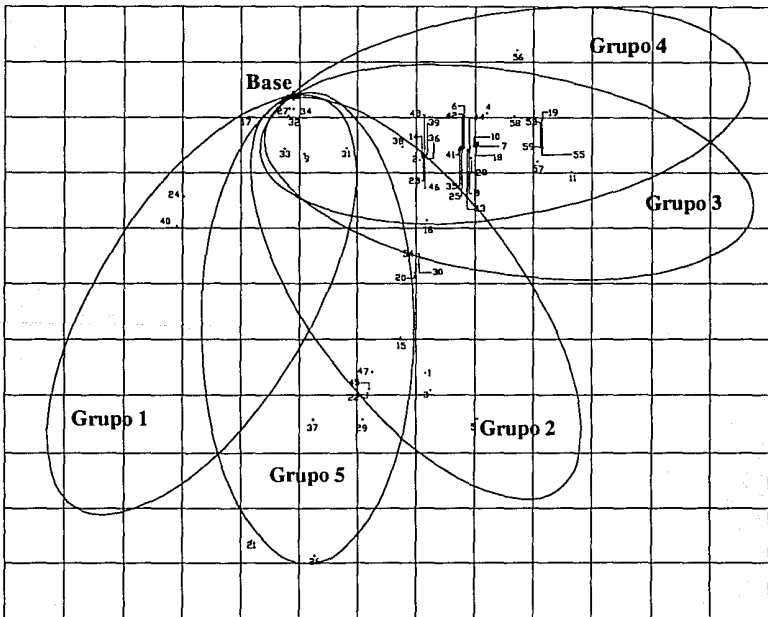
Al volver a ver el mapa de la zona metropolitana, es necesario dividir en grupos las estaciones remotas para poder estructurar la red.

Dado que una antena omnidireccional no permite concentrar la energía electromagnética y por lo tanto tiene un menor alcance que una antena direccional, se decidió utilizar antenas direccionales del tipo Yagi, que de acuerdo a sus características técnicas, con cinco de ellas se cubriría totalmente la zona donde se encuentran las estaciones remotas.

Tomando en cuenta la ubicación, trayectoria y distancia de cada una de estas estaciones remotas con respecto a la central, éstas se han distribuido en cinco grupos de seis canales (o pares de frecuencia) en forma equitativa.

Esto permite incorporar a cada grupo desde 12 hasta 18 estaciones remotas (dos o tres por canal) que se encuentren dentro del patrón de radiación de la antena central correspondiente. De esta manera se tienen cinco grupos con seis canales y un total de 54 estaciones remotas, los cuales pueden crecer hasta un máximo de 90.

La distribución de los grupos se muestra en el siguiente mapa del área urbana.



MAPA DEL AREA OCUPADA POR CADA GRUPO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PRINCIPALES DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE PROPAGACIÓN

Con el propósito de garantizar la confiabilidad en los enlaces, se consideraron antenas direccionales de alta ganancia y líneas de transmisión de baja pérdida, ya que aunque el costo pudiera resultar relativamente alto, finalmente resultaría justificable el disponer de una red que proporcione un servicio de alta calidad.

Dentro de este contexto se han establecido una serie de parámetros básicos, que se enlistan en la tabla siguiente, los cuales se han tomado como base para el cálculo de propagación en cada una de las trayectorias de los diferentes enlaces.

POTENCIA DEL TRANSMISOR	2 Watts
SENSITIVIDAD DEL RECEPTOR	0.3 Microvolts
FRECUENCIA CENTRAL DE OPERACIÓN	500 MHz
RANGO DE OPERACIÓN	490-512 MHz
TIPO DE ANTENA	Yagi direccional
GANANCIA DE LA ANTENA	8 ó 10 dB
LÍNEA DE TRANSMISIÓN	Coaxial heliax Foamflex 0.5 Pulgadas
ATENUACIÓN LÍNEA DE TRANSMISIÓN	5 dB por 100 m @ 500 MHz
ARNÉS	Coaxial RG8
ATENUACIÓN DEL ARNÉS	15.4 dB por 100 m @ 500 MHz
TIPO DE DUPLEXOR	Alta selectividad
SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE TX Y RX	5 MHz
PÉRDIDA POR INSERCIÓN	1.2 dB

ESTUDIO DE PROPAGACIÓN

Se conoce como estudio de propagación al cálculo de las ganancias y atenuaciones que intervienen en un enlace donde la señal viaja desde un transmisor hasta un receptor. Deben considerarse los siguientes elementos :

- Cálculo de pérdidas por la línea de transmisión y conectores
- Cálculo de pérdidas por el espacio libre y margen de desvanecimiento
- Cálculo de pérdidas por el uso de duplexores, combinadores y circuladores
- Cálculo de ganancias por la antena de transmisión y recepción
- Cálculo de ganancia por la potencia de salida
- Cálculo de ganancia por la sensibilidad del radio

Todos estos datos se pueden calcular o se consiguen de tablas. Es muy importante hacer notar que todos estos datos deben de estar en unidades homogéneas para que se puedan sumar o restar entre sí. Por ello los datos se calculan en decibeles (dB) o dBm.

ENLACE EJEMPLO : BANCOMER

Para que se entienda con mayor claridad los conceptos expuestos, se calculará un enlace típico. Los elementos a calcular serán :

PARÁMETROS EN EL TRANSMISOR :

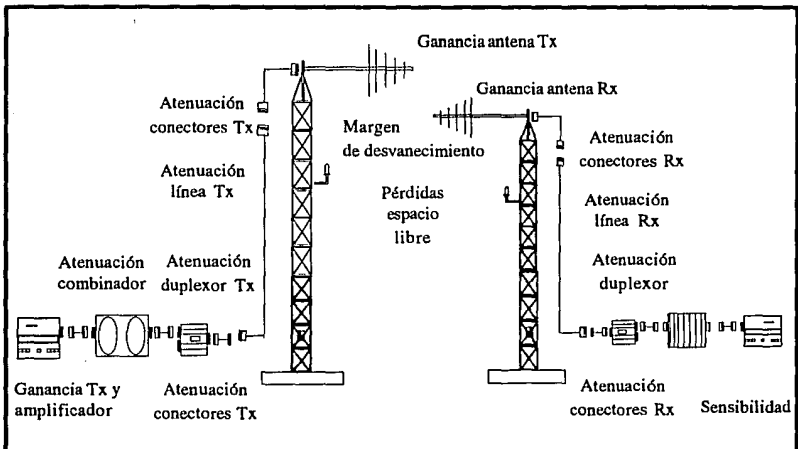
- 1 - Potencia de salida de la tarjeta de transmisión
- 2 - Atenuación por el combinador
- 3 - Atenuación por el duplexor de TX
- 4 - Atenuación en la línea de TX
- 5 - Atenuación por los conectores de TX
- 6 - Ganancia por la antena de TX

PÉRDIDAS POR PROPAGACIÓN :

- 8 - Pérdidas por espacio libre
- 9 - Margen de desvanecimiento

PARÁMETROS EN EL RECEPTOR :

- 10 - Ganancia por la antena de RX
- 11 - Atenuación por la línea de RX
- 12 - Atenuación por los conectores de RX
- 13 - Atenuación por el duplexor de RX



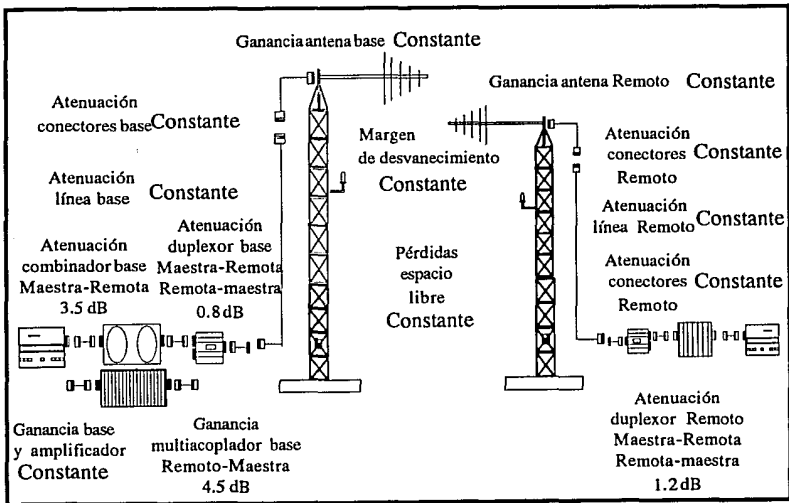
CÁLCULO DE LA TRAYECTORIA PARA EL ESTUDIO DE PROPAGACIÓN

Cuando se está calculando las ganancias y atenuaciones en un enlace de radio bidireccional (osea duplex o semiduplex), este se calcula en la dirección que existan pérdidas mayores, para así después del cálculo disponer de los elementos para mejorar los niveles de la señal en caso necesario, debido a que en este tipo de enlaces el flujo de datos se puede originar desde la estación maestra para ser recibida en la estación remota o viceversa.

Como en el caso de la red SIAC-BANXICO los equipos transmisores y receptores de la estación central y las estaciones remotas no son del mismo tipo (ver capítulo IV), entonces la transmisión de la señal desde la estación central a la remota y desde la remota a la central no tendrán la misma magnitud. Para saber cual de las dos direcciones es la que presenta pérdidas mayores se toman en cuenta todos los elementos que no sean constantes en las dos direcciones.

Éstos elementos son:

- BASE**
- Atenuación por el combinador
 - Atenuación por el duplexor de TX
 - Ganancia del multiacoplador
- REMOTOS**
- Atenuación por el duplexor de RX



El diagrama anterior muestra los parámetros de propagación que son constantes y aquellos que no lo son se indica la dirección en que se toman en cuenta:

Dirección **BASE-REMOTO**

Atenuación combinador base+Atenuación dupl. base +Atenuación dupl. remoto =
 $3.50+0.80+1.2=5.50$ dB

Dirección **REMOTO-BASE**

Atenuación dupl. remoto +Atenuación dupl. base -Ganancia combinador base=
 $1.2+0.8- 4.5=-2.5$ dB

Como la *dirección base- remoto tiene mayores pérdidas* es la que se debe tomar en cuenta para el análisis de propagación.

PARÁMETROS EN EL TRANSMISOR -POTENCIA DE SALIDA

Todo equipo para la transmisión de datos vía radio sale al aire con una potencia medida en Watts. Para el caso particular de este equipo es de 2 Watts. Ahora es necesario cambiar los Watts a decibeles mediante la siguiente fórmula :

$$\text{Pdbm} = 10 \log \text{PWatts} + 30$$

Pdbm Potencia en dBm
 PWatts Potencia en Watts

$$\text{PdBm} = 10\log(2)+30=33.01$$

POTENCIA DE SALIDA CON AMPLIFICADOR

Para garantizar que a una estación remota que se encuentra muy alejada le llege un buen nivel de señal, se coloca un amplificador de RF. Este multiplica la señal del transmisor del radio y de esa manera se obtiene un mayor alcance.

El radiomodem con el amplificador usado para Bancomer tiene una salida efectiva de 13 Watts, por lo que usando la fórmula anterior:

$$\text{PdBm} = 10 \log(13) + 30 = 41.14$$

ATENUACIÓN DEL COMBINADOR

El combinador es un equipo que se consideró para el desarrollo de la red con el propósito de aislar las frecuencias de transmisión de cada grupo y así poder transmitir todo un conjunto de frecuencias desde una misma antena. Pero, al entrar la señal a estas cavidades sufre cierta atenuación, la cual se puede obtener de las tablas del fabricante, sabiendo la separación entre los canales del grupo, así como el número de canales que se incorporan.

Para cada grupo se consideraron 6 canales con una separación entre frecuencias que va desde los 225 kHz hasta 275 kHz. Por lo tanto, de la tabla del fabricante se observa que el equipo mostrará una atenuación del orden de los 3.5 dB.

ATENUACIÓN POR EL DUPLEXOR DE TRANSMISIÓN

El *duplexor* aísla las frecuencias de transmisión y recepción de uno o varios equipos transreceptores, según sea el caso, para que se utilice una sola antena para recibir y transmitir de manera *simultánea*. La señal al entrar a este equipo sufre cierta atenuación, la cual se puede obtener de las tablas del fabricante conociendo de antemano el rango de frecuencias con el nuestros enlaces se realizarán.

Por lo tanto, de la tabla del fabricante se concluye que este elemento provocará una atenuación de **0.8 dB**.

ATENUACIÓN EN LÍNEA DE TRANSMISIÓN

La línea de transmisión es un conductor que alimenta a la antena con la señal de transmisión que produce el radio, o conduce la señal que recibe la antena a la tarjeta de recepción del radio. Como los conductores que la forman no son perfectos, existen pérdidas en función de la longitud, así como de la frecuencia que se maneje. De manera que lo más recomendable es que la longitud del cable se mantenga a la mínima cantidad necesaria.

Por ejemplo, la siguiente tabla muestra las pérdidas en dB de los dos tipos de cables utilizados (RG8 y Heliac), para 30 m de cable :

TIPO DE CABLE	PÉRDIDAS A 50 MHz	200 MHz	450 MHz	900 MHz
RG-8	1.3	3.1	5.0	7.8
Heliac 1/2"	0.46	0.88	1.55	2.4

Como se puede apreciar a mayor frecuencia mayor es la pérdida.

Considerando que la frecuencia central de operación para Bancomer, desde el punto de vista de la base, es de 500 MHz y que la línea de transmisión tiene una longitud de 100 m, buscamos en las tablas proporcionadas por el fabricante la atenuación en un cable Heliac de 1/2" de 100 m de longitud @ 500 MHz; por lo tanto, la atenuación será igual a 5 dB.

ATENUACIÓN POR CONECTORES DE TRANSMISIÓN

La señal al pasar por un conector sufre cierta atenuación, la cual debe ser considerada dependiendo del número de conectores, así como el tipo y calidad de ellos. De acuerdo al fabricante y al número usado las pérdidas por conectores son del orden de 1 dB.

GANANCIA DE LA ANTENA DE TRANSMISIÓN

Una antena es un elemento pasivo para ganar energía puesto que no necesita de ningún tipo de alimentación para obtener cierta ganancia. Las antenas usadas son direccionales del tipo Yagi y están compuestas por elementos parasíticos (reflector y directores) que permiten concentrar el haz de energía de la misma manera como se puede concentrar la luz al pasar por una lupa. Este fenómeno provoca una ganancia comparativa entre ésta antena y otra patrón llamada dipolo. Para este grupo la antena de la base tienen una ganancia de 15 dBd.

PÉRDIDAS DE PROPAGACIÓN

Las ondas de radio al propagarse son afectadas por los siguientes fenómenos :

REFRACCIÓN

Cambio de dirección y de velocidad al pasar a través de dos medios de diferente densidad.

REFLEXIÓN

Cambio de dirección e intensidad que sufren las señales al chocar con una superficie.

DIFRACCIÓN

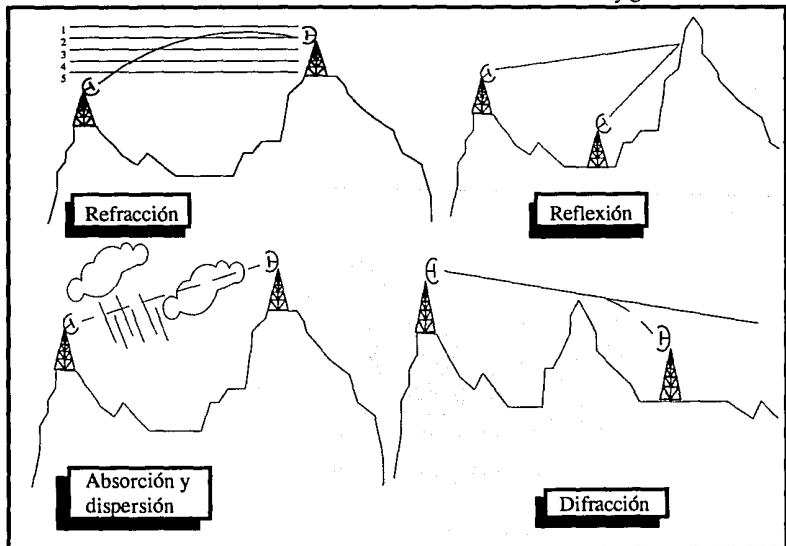
Curvatura que sufren las señales al rozar los bordes de un obstáculo.

ABSORCIÓN

Atenuación que sufren las señales al atravesar nubes, niebla o lluvia.

DISPERSIÓN

Pérdida de energía durante el desplazamiento de las ondas de radio a causa de su distribución sobre un área muy grande.



PÉRDIDAS EN ESPACIO LIBRE

Todos éstos fenómenos que han sido citados provocan pérdidas en la señal, las cuales pueden ser calculadas mediante la siguiente fórmula:

$$P_{el} = 32.5 + 20 \log D + 20 \log F$$

- P_{el}** Pérdidas en el espacio libre en dB
D Distancia en millas
F Frecuencia en MHz

Considerando que Bancomer se encuentra a una distancia de 6.31 millas de la base y su frecuencia de transmisión es de aproximadamente 500 MHz, sustituyendo :

$$P_{el} = 32.5 + 20 \log (6.31) + 20 \log (500) = 102.58 \text{ dB}$$

MARGEN DE DESVANECIMIENTO

Dentro de una ciudad existen un sinnúmero de obstáculos que evitan que la señal llegue limpia a un receptor. Todos éstos obstáculos provocan que la señal electromagnética rebote y si lo hace con el ángulo adecuado, llega a atenuar la señal. Otro problema común es que el equipo cambie de sensibilidad por los cambios de temperatura a través del tiempo. El cálculo exacto de todas estas pérdidas es complicado y por regla general se consideran dentro de este parámetro. La EIA establece que para los sistemas de comunicación de éste tipo, el margen de desvanecimiento debe tomarse como - 30 dB, pero es recomendable hacer pruebas de campo para tener un dato más exacto para las condiciones del enlace que se está efectuando

PARÁMETROS DEL RECEPTOR -GANANCIA DE LA ANTENA DE RECEPCIÓN

La antena de recepción es del tipo Yagi con una ganancia del orden de 10 dBd.

-ATENUACIÓN LÍNEA DE RECEPCIÓN

Esta pérdida se refiere al mismo parámetro que se calculó para la línea de transmisión, solo que en esta caso se refiere a la pérdida de la línea de transmisión del lado del receptor. De los datos del cuentahabiente se observa que cuenta con una línea de transmisión de 40 m, cable tipo Heliac de 1/2". De las tablas del fabricante se obtiene que la pérdida en la línea será de 2.0 dB.

-ATENUACIÓN POR CONECTORES DE RECEPCIÓN

Como obviamente la línea de recepción tiene conectores, éstos provocan pérdidas por los razones explicadas anteriormente. Las pérdidas en este punto son del orden de 1 dB.

-ATENUACIÓN POR EL DUPLEXOR DE RECEPCIÓN

El equipo receptor también tiene un duplexor para utilizar una sola línea de transmisión para transmitir y recibir al mismo tiempo. El duplexor aísla la señal que se está transmitiendo de la que se está recibiendo, pero al conectarse provoca pérdidas por inserción, que como se puede comprobar en los datos técnicos del fabricante, del orden de 1.2 dB.

-SENSIBILIDAD

La sensibilidad de un radio se refiere al nivel mínimo de señal que se requiere recibir para que los datos puedan ser identificados. El nivel mínimo que el receptor necesita- según datos del fabricante- es de 0.3 microvolts @ 12 dB. El nivel de señal que llegará a un receptor será la suma algebraica de las atenuaciones y las ganancias que se manifiesten en un enlace y al comparar este resultado con la sensibilidad podemos saber si el enlace trabajará adecuadamente. El fabricante recomienda que para garantizar la confiabilidad en un enlace de radio se debe recibir por lo menos -85 dBm.

Para la conversión de dBm a microvolts se utiliza la siguiente fórmula:

$$\mu V = \sqrt{\frac{(P_{dBm}-30)/10}{50 \times 10^6} \times 10^6}$$

Obteniendo los dBm para -85 microvolts =

$$\mu V = \sqrt{\frac{(-85-30)/10}{50 \times 10^6} \times 10^6} = 12.57$$

Despejando la fórmula anterior se obtiene para 0.3 μV -117.44 dBm

RESULTADOS

Haciendo una tabla con los datos obtenidos :

USUARIO	Bancomer	
	Ganancia en dB	Pérdidas en dB
TRANSMISOR		
Pot. de salida con amplificador	41.1	
Combinador		3.5
Duplexor		0.8
Línea de TX		5.0
Conectores		1.0
Antena	15.0	
PROPAGACIÓN		
Pérdidas por espacio libre		102.6
Margen de desvanecimiento		30.0
RECEPTOR		
Antena	10.0	
Línea de RX		2.0
Conectores		1.0
Duplexor		1.2
TOTAL	66.1	147.1

GANACIAS - PÉRDIDAS = 66.1 - 147.1 = -81

Por lo tanto a Bancomer llega un nivel adecuado de -81 dBm (19.92 μ V)

CAPÍTULO III

TORRES, ANTENAS, Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

CAPÍTULO III

TORRES, ANTENAS Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

En este capítulo se hablará sobre las características más importantes sobre las torres, antenas y líneas de transmisión usadas en la red.

LAS TORRES

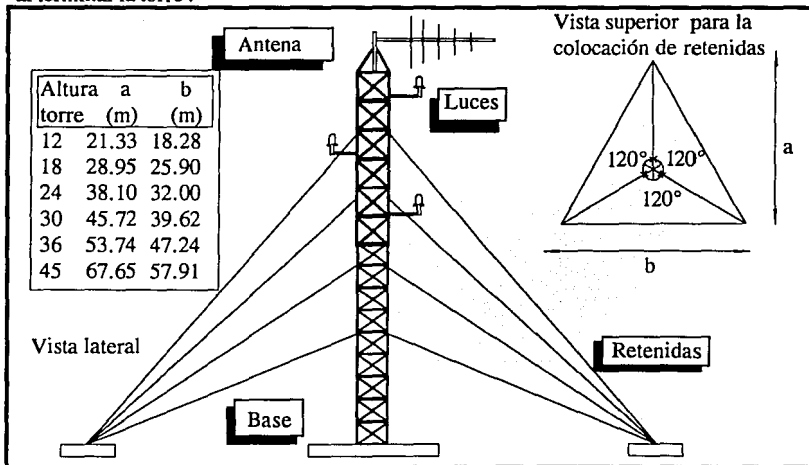
Se le llama *torre* a la estructura metálica que soporta a las antenas. Aunque existen varios tipos, aquí solo definiremos a la *torre con retenidas*, que fue la que se utilizó en la totalidad de los enlaces.

Este tipo de torre esta compuesto por tramos de dos o tres m y pueden crecer hasta una altura máxima de 45 m.

Vista transversalmente, consta de tres caras en forma de triángulo equilátero, y cada sección mide 29, 35 o 45 cm de acuerdo a la altura que se requiera la torre.

Sus ejes estan fabricados con tubos de acero galvanizado de 1.25 plg de diámetro y los soportes entre los ejes tienen un diseño de zig-zag hechos de varilla de acero contfínua de 5/16 plg de diámetro, -cumpliendo con el estandar EIARS-222-A-, y formada por tres partes principales:

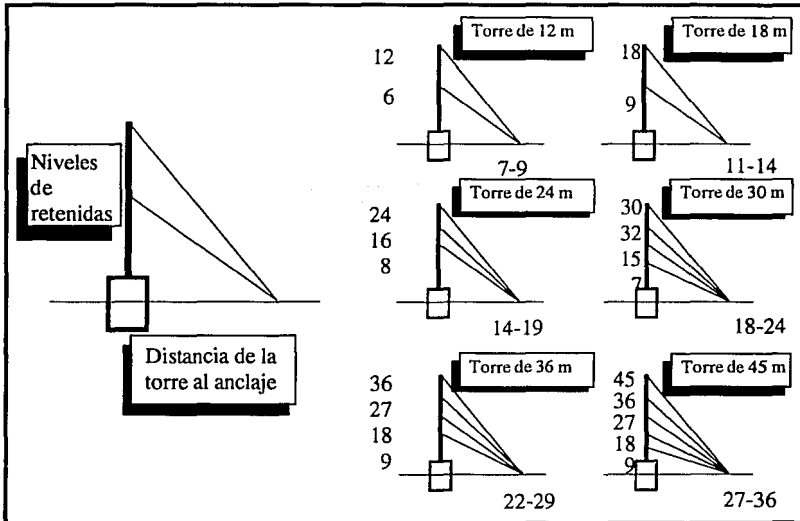
La primera es una *placa de acero triangular* que sirve de base y se fija al suelo mediante un tornillo central a una obra civil. Sobre esta placa se van coloca uno sobre otro los *tramos* que constituyen a la torre. Cada tramo se fija con el otro mediante tornillos en cada uno de sus soportes. El último elemento lo compone un *tramo en forma de punta* que se coloca al terminar la torre.



Para aumentar la estabilidad de la torre, ésta se fija con *retenidas*. Las retenidas son cables de alambre galvanizado que dan a la torre otros puntos de estabilidad, para evitar movimientos oscilatorios provocados por el aire. Verticalmente se encuentran separadas de 6 a 9 m. En el plano horizontal se colocan en tres grupos separados 120°, y forman un triángulo equilátero entre sus vértices. Las retenidas se fijan al suelo mediante anclas, de las cuales la más alta deberá instalarse a la siguiente distancia de la torre :

$$D = \text{Altura torre} \times 0.6$$

Sobre la torre se colocan, además de la antena, *focos preventivos* que indican su presencia en la noche.



COLOCACIÓN DE LAS RETENIDAS EN LAS TORRES

LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

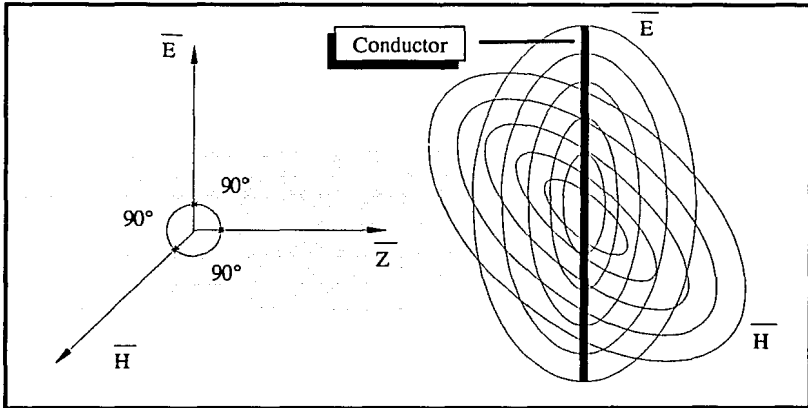
Para entender como se generan ondas electromagnéticas en una antena es necesario conocer algunas de las principales leyes físicas que explican el comportamiento de esta energía.

Para comenzar, una onda electromagnética esta formada por tres campos perpendiculares entre sí, a saber :

- a) Un campo eléctrico \vec{E}
- b) Un campo magnético \vec{H}
- c) Un vector desplazamiento \vec{Z}

Estas ondas no se comportan de la misma manera como lo hace una onda calorífica o sónica. La *ley de inducción de Maxwell* menciona que un campo eléctrico variable que circula por un conductor, genera o induce un campo magnético asociado, y por el contrario un campo magnético en movimiento genera un campo eléctrico (1).

Cuándo una corriente eléctrica fluye a través de un cable conductor, un campo magnético aparece inducido alrededor de él, provocando además que las cargas positivas y negativas separadas generen un campo eléctrico como se observa en la siguiente figura:



VECTORES QUE FORMAN UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA Y CAMPO DE FUERZA INDUCIDO

Esta energía que rodea al conductor se le conoce con el nombre de *campo inducido*; este campo permanece estático y no se desprende de la antena. En cambio, cuando la corriente eléctrica varía, las cargas eléctricas también están en constante movimiento, y como se explicó anteriormente se generará un campo magnético en fase con el eléctrico; esto provoca un campo electromagnético que puede ser radiado a grandes distancias. Los dos campos \vec{E} y \vec{H} están defasados 90° en tiempo y al sumarse vectorialmente producen un solo campo radiado que varía sinusoidalmente.

LAS ANTENAS

Una *antena* es un tramo de conductor que actúa como *transductor o dispositivo de conversión*, ya que convierte una señal eléctrica en una señal electromagnética, o viceversa, dependiendo si la antena se utiliza para mandar o recibir información. Cuando la antena es transmisora, la salida del transmisor del radio se conecta a la terminal de la antena, originando un flujo de corriente en él, entonces la antena convierte el flujo de corriente en una señal electromagnética que es radiada al espacio. El segundo tipo de conversión lo

1) A este último enunciado se le conoce como la 3a ley de Faraday y como se observa es complementario a la ley de inducción de Maxwell.

efectúa una antena receptora. La onda electromagnética, cuando pasa por la antena, induce en ella una corriente que se utiliza como la señal de entrada del receptor.

La relación entre la frecuencia y la longitud de onda es :

$$\text{longitud de onda } l = \frac{300}{f \text{ en MHz}}$$

Esta relación tiene un uso muy importante para el diseño de las antenas. Si conectáramos un amperímetro en el centro de la antena, y si por algún medio le introduciéramos energía de RF ajustable, al comenzar a elevar gradualmente la frecuencia encontraremos que la corriente del cable comienza a aumentar hasta llegar a un máximo donde empezará a decrecer. Así, la antena funciona como un *circuito resonante*.

CORRIENTE DE ANTENA

Cuando se aplica la salida de un transmisor a una antena se origina una corriente que fluye en ella, en un sentido y otro, a todo lo largo de la antena. Sin embargo, como la antena no es un *circuito cerrado*, este flujo de corriente hace que los electrones se distribuyan en forma desigual.

En un instante dado, la terminal izquierda de la antena puede ser negativa y la derecha positiva, entonces los electrones que hay en la entrada son repelidos por la terminal negativa y atraídos por la positiva. Sin embargo, la antena con sus dos extremos es un circuito abierto, de modo que la carga negativa tiende a crecer hasta el extremo izquierdo de la antena mientras que la carga positiva lo hace hacia la derecha. En los extremos de la antena la carga es máxima y la corriente nula; en el centro la carga tiene un valor cero y la corriente es máxima. Como la salida del transmisor varía sinusoidalmente, lo mismo ocurre con las polaridades de los extremos de salida. Esto significa que la corriente de la antena, así como la distribución de su carga, varía sinusoidalmente (esto se cumple siempre y cuando la antena tenga un longitud igual a una semilongitud de la onda de salida del transmisor a la frecuencia de operación de este), de acuerdo a la frecuencia de la onda transmitida.

Al punto donde la onda tiene una amplitud cero se le llama *nodo*. En una antena de media onda éste se encuentra en el centro, y al punto de máxima amplitud se le llama *antinodo*. En la antena anterior éste se encontraba en los extremos. Es importante hacer notar que como la corriente y el voltaje se encuentran *defasados*, donde se encuentra un nodo de voltaje se encuentra un antinodo de corriente y viceversa.

La antena puede tener *resonancias armónicas*, o sea, múltiplos de la frecuencia fundamental. En una antena de longitud unitaria se obtendrían resonancias armónicas que corresponderían a múltiplos aproximados (debido a que la longitud eléctrica no es igual a la longitud física de una antena) de la frecuencia fundamental.

CAMPO DE FUERZA DE UNA ANTENA

Las dos fuerzas variables, *corriente* y *carga*, varían sinusoidalmente y producen dos campos de fuerza en el espacio que rodea la antena.

La *corriente* produce un campo magnético, ya que el flujo de corriente en cualquier conductor, crea un campo de este tipo.

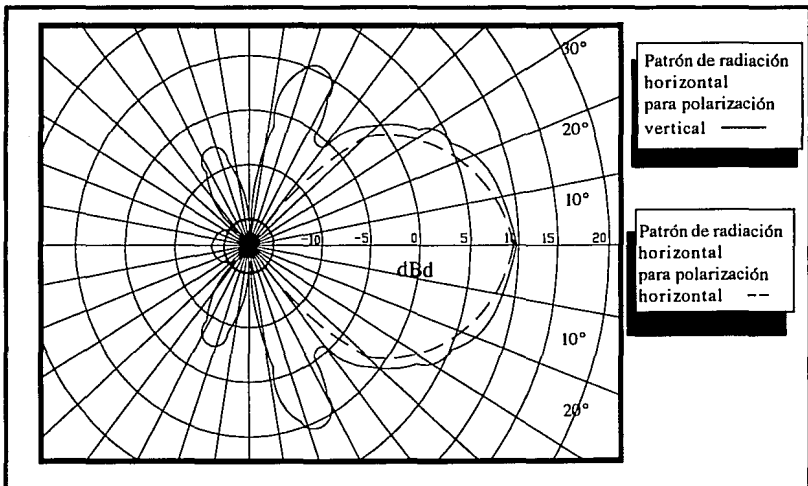
La *distribución de carga* a lo largo de la antena origina un campo eléctrico entre el extremo positivo y el negativo, pues éste se produce en cualquier par de cuerpos que presenten cargas opuestas. Éstos dos campos alrededor de la antena se encuentran defasados 90° uno con respecto al otro.

El *campo magnético* que radia la antena transmisora al espacio en forma de ondas electromagnéticas, no está constituido por los dos campos de fuerza anteriores, pero sí producido por ellos.

La *intensidad* de una onda de radio es máxima en las inmediaciones de la antena.

Al propagarse la onda en el espacio, su energía se distribuye sobre un área mayor, por lo que la relación existente entre la intensidad de campo y la distancia, es inversamente proporcional entre el transmisor y el receptor.

Si esta radiación fuera emitida por un punto, se propagaría igualmente por el espacio en todas direcciones; pero la antena no es un punto y su forma influye en el campo de radiación, de modo que no es uniforme en todas las direcciones. Así la antena tiene un patrón de radiación característico. Comúnmente se usan gráficas llamadas *diagramas polares* que dan una representación pictórica de tales patrones. En estos patrones se muestra como varía la intensidad relativa del campo de una antena en función de la distancia y de la directividad de la misma.



PATRÓN DE RADIACIÓN TÍPICO PARA ANTENA YAGI

Las antenas se seleccionan para determinadas aplicaciones en base a su *directividad*.

Otra característica importante es la *polarización* de la antena, la cual es la dirección de la componente del campo eléctrico de la onda con respecto a la superficie terrestre. Este será *vertical* si al propagarse la onda a través del espacio su campo es vertical con respecto al del suelo. Con una antena simple, la posición de la antena determina la polarización de la onda.

IMPEDANCIA DE UNA ANTENA

Se le llama *impedancia* al voltaje dividido entre la corriente. Como la corriente y el voltaje cambian a lo largo de la antena, esta tiene una impedancia distinta en cada punto. Por ello, al hablar de impedancia de una antena tenemos que especificar el punto de donde obtuvimos esta. Se utiliza la *frecuencia de resonancia* de una antena porque es en esta frecuencia cuando la reactancia inductiva y la capacitiva se cancelan una a la otra dejando solo la resistencia pura y es en este punto donde la impedancia de la antena tiene su mayor magnitud. Por ello, a la frecuencia de resonancia, la antena semeja una resistencia pura, y es en esta frecuencia cuando la corriente es mayor. Si se utiliza otra frecuencia que no sea la de resonancia la impedancia de la antena se vuelve compleja, pues se le sumará un factor de reactancia.

Las antenas son generalmente alimentadas por un extremo o por el centro. Si se alimenta por un extremo, la impedancia dependerá en gran medida del grosor del conductor mas que si se hubiera alimentado del centro. A mayor diámetro del conductor la resistencia será menor. Si la antena estuviera aterrizada, la impedancia se mediría entre el límite inferior de la antena y la tierra.

La resistencia de una antena es aprovechable. Esto sucede con la llamada *resistencia de radiación*, pues por ella pasa la energía que realmente se esta radiando al espacio. La parte no útil, -llamada *ohmica* -, representa pérdidas, unas originadas por el conductor, otras por el aislamiento del cable y otras por conductores y dieléctricos cerca de la antena. Todas estas pérdidas se convierten en calor. Por ello, la resistencia de radiación debe ser mayor a la resistencia ohmica.

Podemos medir diferentes valores de resistencia a lo largo de la antena, pero la razón entre las dos resistencias no cambiará. Entonces no importa desde donde se alimente la antena, siempre se radiará y perderá la misma cantidad de energía.

LONGITUD DE UNA ANTENA

Cuando una antena es energizada por la radiofrecuencia (RF) de un transmisor, las variaciones de corriente y voltaje a todo lo largo de la antena provocan el campo electromagnético radiado por la misma. La intensidad del campo depende de dichas variaciones. Además, del valor de la corriente y voltaje debe haber una relación entre la frecuencia de RF y la longitud de la antena.

Esta relación es correcta si la frecuencia de la energía aplicada es tal que la antena se comporta como un *circuito resonante* con respecto al transmisor. Para que esto ocurra, la antena debe ser algún múltiplo de la longitud de onda de la energía de RF aplicada. Esta antena se le llama de *media onda*.

En la práctica no corresponde realmente la longitud física de la antena a su longitud eléctrica, puesto que la onda no esta totalmente aislada, cualquier cuerpo contiguo provoca capacitancias parásitas. Por lo tanto, la velocidad con la que se desplaza a través de la antena es menor que la velocidad de la onda en el espacio libre. Para compensarlo, la longitud de la antena debe ser 5% menor que la longitud que tiene la correspondiente en espacio libre.

Las antenas de media onda y dipolos emiten la energía en todas direcciones. Para radiar la energía en una dirección específica se emplean sistemas más complejos, como la *antena Yagi*.

LA ANTENA YAGI

Cuando se requiere de cierta direccionalidad en frecuencias VHF y UHF generalmente se utilizan antenas tipo *Yagi*.

Este tipo de antena se forma por un *dipolo* excitado directamente y de varios *elementos parásitos* cuidadosamente acoplados sin conexión eléctrica directa con el transmisor (o receptor).

Se basa en el principio de que un dipolo alimentado en su centro en el cual paralelamente se sitúa otro con sus bornes cortocircuitados, se induce corriente que a su vez produce radiación.

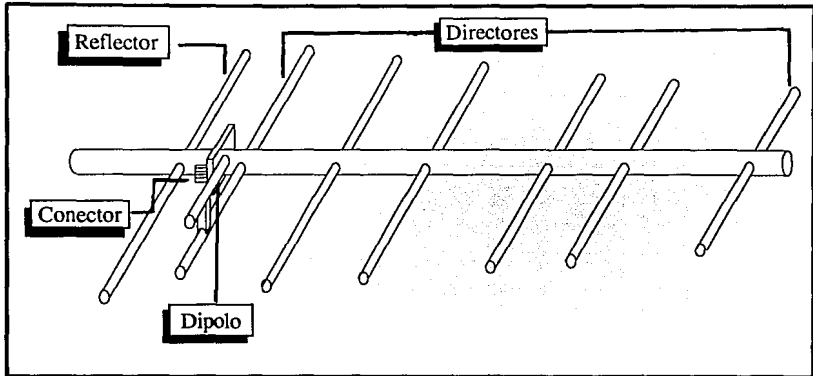
Si a una distancia de entre 0.05 l y 0.15 l de un dipolo resonante en media onda se sitúa otro elemento parásito de longitud total comprendida entre 0.51 l y 0.55 l se produce un reforzamiento de la radiación en sentido contrario, por lo que el dipolo inducido funciona como *reflector*. Si su longitud está comprendida entre 0.38 y 0.48 l el reforzamiento de la radiación se produce en la misma dirección en la que se halla este tipo de parásito y actúa como *director*.

Una de las características básicas de esta antena es que la ganancia disminuye cuando hay más de un reflector, pero en cambio aumenta la ganancia (hasta cierto límite) cuando hay más de un director.

Esta antena es la óptima para trabajar en frecuencias de VHF y UHF con un ancho de banda estrecho.

La influencia de los dipolos directivos sobre la impedancia de entrada del dipolo activo es tal, que la reduce en relación con la del dipolo solo. Esto ocasiona adaptar la antena a la línea de alimentación, por lo que normalmente se utiliza un dipolo plegado como dipolo activo.

La siguiente figura muestra los elementos de una antena Yagi:



ELEMENTOS DE LA ANTENA YAGI

CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS UTILIZADAS

El tipo de antena que se escoja depende de los requisitos del sistema, o sea: frecuencia, directividad, polarización y rango.

Como se explicó anteriormente las antenas utilizadas son del tipo Yagi, las cuales son las indicadas para los enlaces requeridos en este sistema de acuerdo a la aplicación planteada y al rango de frecuencias utilizadas. Por el tipo de patrón de radiación requerido se utilizó la polarización vertical. Están construidas de aluminio de alta resistencia y los brazaletes que la sujetan a la torre están hechos de acero galvanizado.

DATOS MECÁNICOS

RANGO DE FRECUENCIA	488 - 512 MHz
ANCHO DE BANDA	488 - 512 MHz
VSWR	1.5 Máximo
IMPEDANCIA NOMINAL	50 Ohms
GANANCIA	10 dB
POLARIZACIÓN	Vertical
ÁNGULO DE TRAYECTORIA VERTICAL	30°
ÁNGULO DE TRAYECTORIA HORIZONTAL	40°
POTENCIA MÁXIMA	250 Watts
PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	Tierra directa
CONECTORES	Tipo "N" Hembra

DATOS MECÁNICOS

PESO NETO	3.18 kg
DIMENSIONES	368.3 mm x 889 mm
SOPORTE AL VIENTO	
- Sin hielo	201 km/h Máximo
- Con hielo	145 km/h Máximo

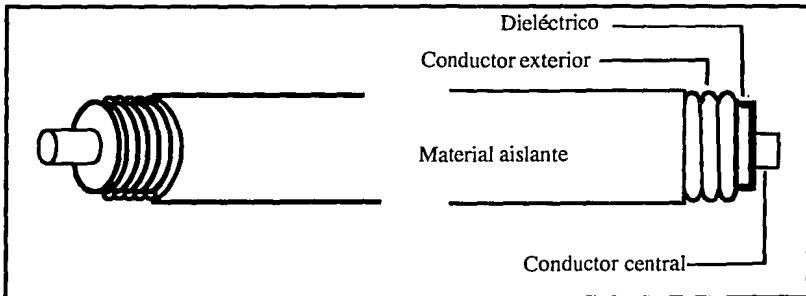
LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Se le llama *línea de transmisión* al conductor que se utiliza para llevar la señal de radiofrecuencia de transmisión o recepción del radio hasta la entrada de la antena. El conductor que se utiliza es el llamado *Heliac*, formado por un cable coaxial con un conductor central de cobre forrado de un dieléctrico de polietileno y por un conductor de cobre ondulado. Este conductor esta diseñado para evitar al máximo las pérdidas provocadas por la transmisión de la señal de un punto a otro. El forro de polietileno exterior le permite usarlo en instalaciones exteriores con buenos resultados. Como no es muy flexible, en ocasiones no podrá introducirse dentro de la ductería utilizada para los demás conductores.

Sus características principales son :

IMPEDANCIA NOMINAL	50 Ohms
ATENUACIÓN	1 dB/30.5 m @ 225 MHz
POTENCIA MÁXIMA	100 Watts @ 225 MHz
RADIOMÍNIMO DE CURVATURA	12.7cm
DIÁMETRO EXTERIOR	1.6 cm
PESO	0.24 Kg/m

NOTA Estas características son del modelo ASPR886 LDF4-50A con diámetro de 1/2" el cual fue utilizado



ESQUEMA DEL CABLE HELIAX

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA BASE Y CUENTAHABIENTES

CAPÍTULO IV

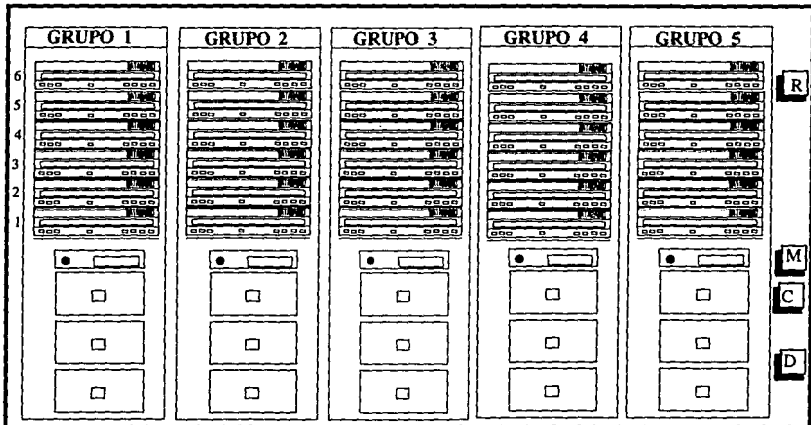
DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA BASE Y CUENTAHABIENTES

Ya descritos los elementos que son capaces de radiar la energía electromagnética al espacio, se estudiarán los que procesan, controlan y distribuyen la información en la red.

LA ESTACIÓN CENTRAL

Como se mencionó anteriormente la estación central se encuentra localizada en el centro de computo en las instalaciones de Banco de México de la calle Legaria No. 691 . Es ahí donde se instaló la nueva computadora marca UNISYS modelo 2200, así como todos sus equipos asociados (impresoras de alta velocidad, discos duros, fuentes ininterrumpibles de energía, y un controlador de comunicaciones), además de los sistemas de respaldo y los gabinetes con los radiomodems y combinadores. Es en este lugar dónde toda la información se centraliza para su posterior procesamiento y control.

Para visualizar mejor la agrupación de los equipos de radio encontramos que se encuentra constituida por 5 bastidores (1 por cada grupo) como en la siguiente figura :



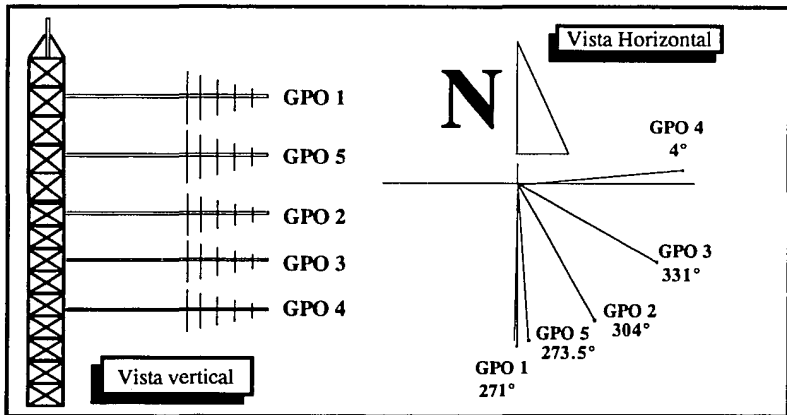
R Radiomodem M Multiacoplador C Combinador D Duplexor

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN LA BASE

LA TORRE DE LA BASE

Adicionalmente se tienen los sistemas radiadores para cada uno de los grupos, constituidos por sus correspondientes líneas de transmisión y antenas, las cuales se instalaron sobre una torre estructural de 45 m de alto. Para asegurar que no exista problema de intermodulación ocasionado por la cercanía de una antena con otra, se separaron tres metros entre sí (la distancia mínima debe ser tres longitudes de onda de la frecuencia que se está manejando).

La energía electromagnética puede viajar de forma más directa entre mayor sea la altura que se pueda colocar una antena; por esa razón, las estaciones más alejadas cuentan con la antena más alta direccionada hacia ellas. De esta manera, la asignación de grupos por antena quedó de la siguiente manera :



LA TORRE DE LA BASE

Cada línea de transmisión tiene en cada extremo un conector L44N y está conectado directamente a la antena para minimizar las pérdidas.

EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y DESCARGAS ELÉCTRICAS

La torre sobre la cual se encuentran alojadas las antenas que distribuyen la señal sobre el área metropolitana cuenta con *pararrayos* en su punta; éste evita que una posible descarga proveniente de algún rayo, sea absorbida por cualquier equipo eléctrico y sea dañado considerablemente. El parrarrayos está formado por una punta metálica localizada en la parte más alta de la torre, y se encuentra conectado al sistema de tierra del edificio por medio de un cable de cobre de 1/2 pulgada de diámetro.

Su funcionamiento se basa en el hecho de que los rayos al generarse en tierra por una concentración masiva de electrones, tienden a descargarse, primero de la tierra a la nube y después -ya que encuentra una vía de descarga- de la nube a la tierra , produciendo el efecto característico. Por lo tanto, el colocar un pararrayos en el punto más alejado de la superficie con la que cuenta el edificio a proteger , tiende a atraer a los rayos a un lugar donde no produzcan daños.

EL EQUIPO DE COMUNICACIONES DE LA BASE

El equipo principal de computo con el cual se atenderá a los cuentahabientes es marca Unisys modelo 2200. La red será manejada por un DCP ("Data Communication Processor" o Procesador de Comunicaciones de Datos) modelo 40; de éste salen físicamente los puertos para cada uno de los radiomodems bajo el protocolo Uniscope / 100.

El equipo de radio lo constituyen radiomodems marca Dataradio con las siguientes características :

MODELO	SRM D96G5NNRSSW
TIPO DE TRANSMISIÓN	Síncrono full duplex
VELOCIDAD	9600 BPS
TIPO DE MODULACIÓN	Gausiana 16 F9
TIPO DE PUERTOS	RS-232 DB25
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-30 a 60°C
POTENCIA DE SALIDA	2 Watts
BANDA DE OPERACIÓN	490-512 MHz
POSIBILIDAD DE ERROR	1×10^{-6}
SENSIBILIDAD	$0.3 \mu\text{V} @ 12 \text{ dB SINAD}$
ESTABILIDAD	10 ppm

El funcionamiento de estos equipos se explicará más ampliamente en el capítulo siguiente.

COMBINADORES

Si sabemos que cada radio esta manejando dos frecuencias y cada grupo esta formado por seis radios, significa que por cada grupo se estan manejando 12 frecuencias (6x2), y si para cada frecuencia se debe utilizar una antena entonces para cada grupo se necesitan 12 antenas, cada una con su respectiva línea de transmisión. Ante la imposibilidad práctica y económica de realizarlo, cada grupo está conectado a un *combinador*, el cual permite el utilizar una sola antena para cada grupo, en lugar de las 12 que se acaban de calcular.

Cada combinador consta de 3 partes principales:

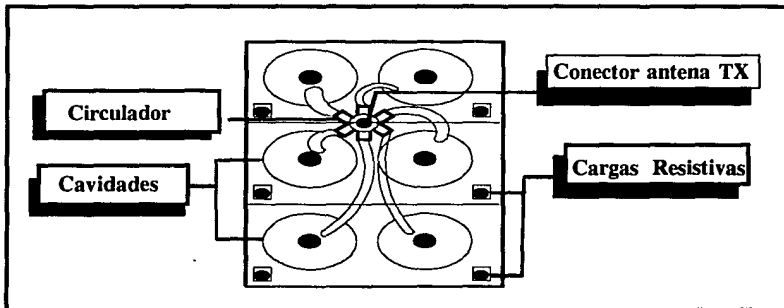
- Combinador de frecuencias de transmisión
- Multiacopladores
- Duplexor

Cada canal del *combinador de frecuencias de transmisión* incluye un aislador de baja pérdida y un filtro formado por una *cavidad* o *tanque metálico resonante* en base de un filtro del tipo LC rechazabanda, evitando que frecuencias no deseadas entren o salgan del sistema. Está auxiliado por un circunclador y cargas resistivas para atenuar, aislar y disipar todas esas frecuencias indeseables.

Cuentan con las siguientes características :

No. DE CANALES	6
RANGO DE FRECUENCIA	406-512 MHz
AISLACIÓN MÍNIMA	
-TX A TX	70 dB con 2 aisladores
-ANTENA A TX	65 dB con 2 aisladores
VSRW MÁXIMO	1.25:1
POTENCIA MÁXIMA DE ENTRADA	125 Watts
POTENCIA MÁXIMA REFLEJADA	60 Watts

La siguiente figura muestra el combinador:

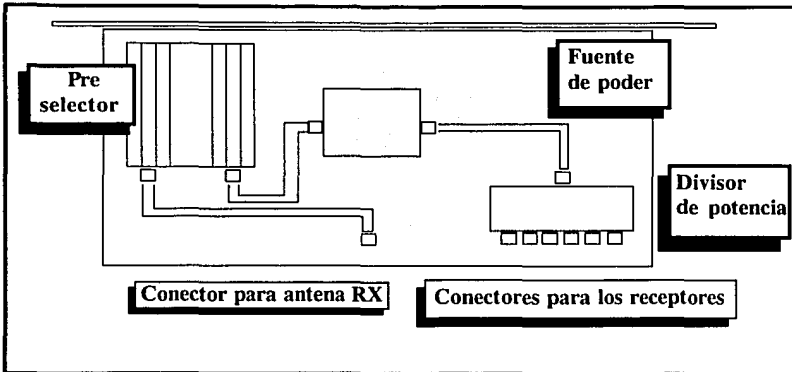


El *multiacoplador* es de marca Sinclair y consiste en un preselector de 5 MHz integral, el cual filtra las señales recibidas hasta 40 dB separadas 10 MHz de la banda central. Consta de un divisor de potencia híbrido con ocho salidas aisladas para los receptores y por último una fuente de poder de 110 VAC.

Las especificaciones de este equipo son las siguientes :

No. DE CANALES	6
RANGO DE FRECUENCIA	406-512 MHz
GANANCIA NOMINAL	4.5 dB
VSRW DE ENTRADA TÍPICO	1.5:1
VSRW MÁXIMO DE SALIDA	1.5:1
AISLACIÓN MÍNIMA	25 dB
PESO	2.5 Kg

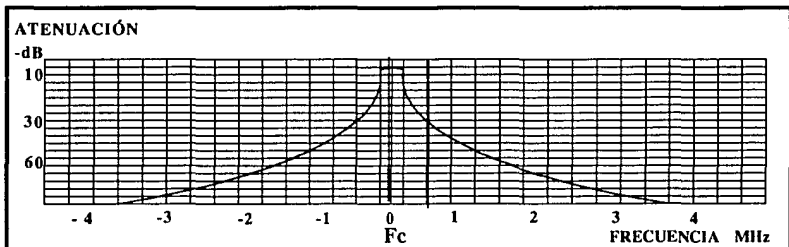
La siguiente figura muestra las partes del multiacoplador utilizado:



Por último, el *duplexor* de la base, es el modelo Q-03330E de marca Sinclair. Su función es la de aislar las frecuencias de transmisión de las de recepción por medio de seis cavidades con un paso banda de 1 MHz y un filtro tipo rechazabanda para frecuencias separadas entre sí 5 MHz. Sus datos técnicos son los siguientes :

RANGO DE FRECUENCIA	406 - 512 MHz
SEPARACIÓN ENTRE FRECUENCIAS	5 MHz
PÉRDIDAS POR INSERCIÓN:	
-TX A ANTENA	0.8 dB
-RX A ANTENA	0.8 dB
AISLAMIENTO	
SUPRESIÓN DE RUIDO ENTRE TX Y RX	90 dB
AISLACIÓN ENTRE TX Y RX	90 dB
VSWR MÁXIMO	1.5:1
POTENCIA MÁXIMA	350 Watts

La siguiente gráfica muestra su respuesta a frecuencia :



Por último se muestra un diagrama de bloques donde se observa como están conectados los equipos de radio.

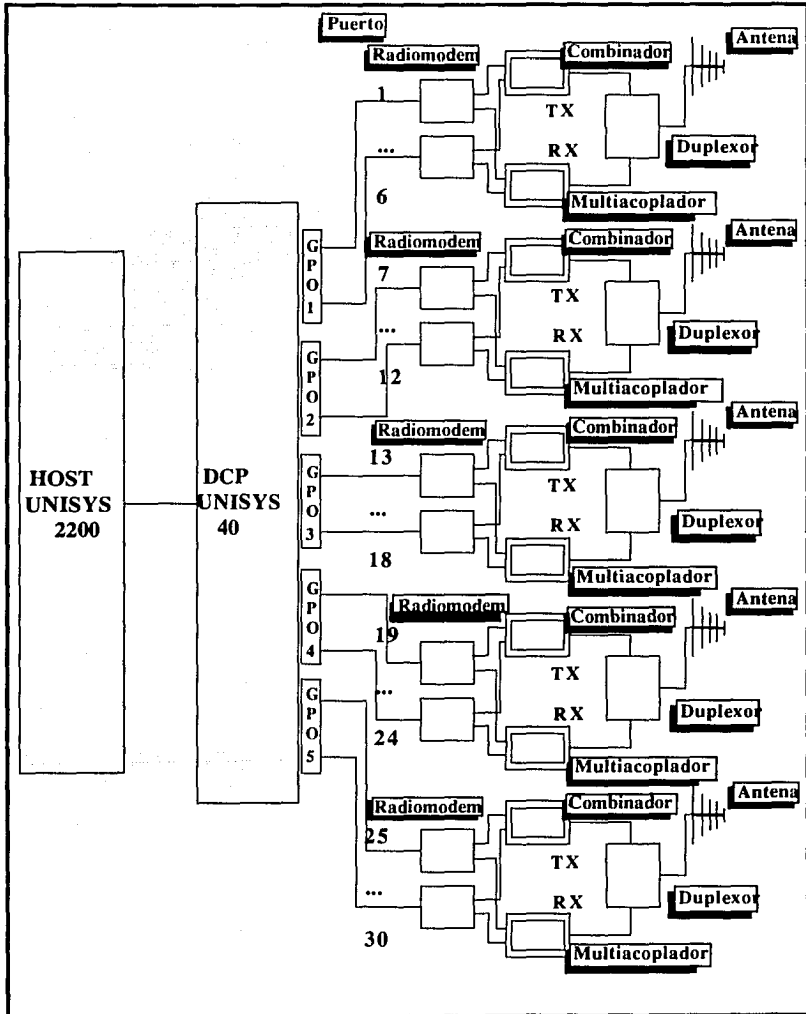


DIAGRAMA DEL EQUIPO DE LA BASE

LAS ESTACIONES REMOTAS

El equipo típico con el que cuentan los cuentahabientes es el siguiente:

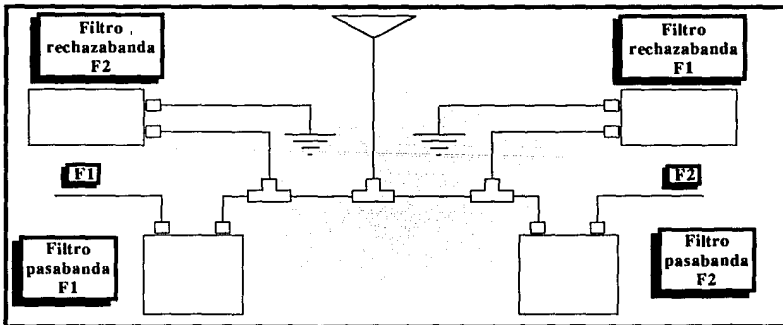
- Torre
- Antena
- Línea de transmisión
- Duplexor
- Radiomodem
- Modems de distancia corta
- Multiplexor
- Terminal
- Tarjeta de comunicaciones

- DUPLEXOR

Los duplexores son una combinación de *filtros pasivos LC*, llamados también *cavidades*, los cuales permiten utilizar *simultáneamente* una misma antena para dos frecuencias distintas, atenuando el paso o llegada de frecuencias distintas a las que se encuentra ajustado.

De esa manera, un duplexor permite la reducción de costos al eliminar el uso de otra antena y su línea de transmisión, en aplicaciones que se requiere manejar dos o más frecuencias al mismo tiempo.

El modo de operación de los duplexores se aprecia en la siguiente figura:

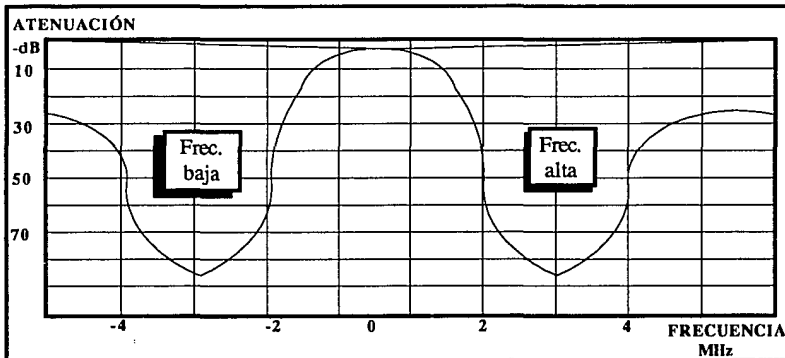


Los duplexores utilizados son marca Sinclair modelo MR-356, el cual está diseñado para *aplicaciones móviles*, y por ello su tamaño tan compacto. Están hechos para utilizarse en la banda de 406 - 512 MHz y consta de 6 resonadores compensados por temperatura y fabricados de una extrusión de aluminio muy liviano.

Sus características más importantes son :

FRECUENCIA DE OPERACIÓN	406-512 MHz
SEPARACIÓN DE FRECUENCIAS (MHz)	5 Mínimo 10 Máximo
PÉRDIDAS POR INSERCIÓN	
- DE TX A LA ANTENA	1.4 dB Máximo
- DE RX A LA ANTENA	1.4 dB Máximo
AISLAMIENTO	
- SUPRESIÓN DE RUIDO DE TX A RX	75 dB Mínimo
- AISLAMIENTO ENTRE RX Y TX	75 dB Mínimo
VSWR	1.5:1 Máximo
POTENCIA	50 Watts

El siguiente esquema muestra su gráfica de operación:



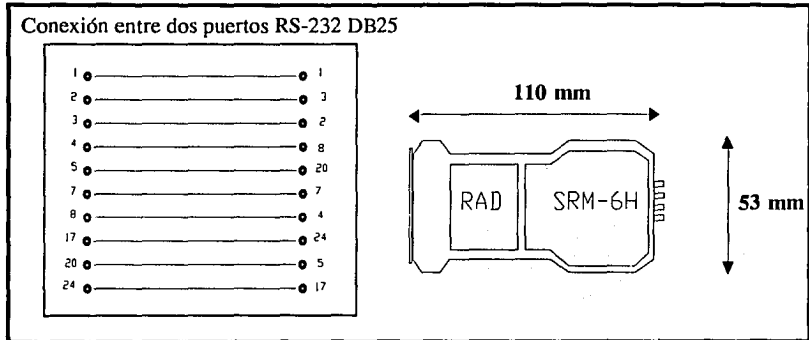
RESPUESTA A FRECUENCIA DE UN DUPLEXOR TIPO PASABANDA

- MODEMS DE DISTANCIA CORTA

Los *modems de distancia corta* (MDC) o mejor conocidos como "line drivers" son, como su nombre lo dice, pequeños modems que se utilizan cuando es pequeña la distancia que la información debe recorrer para llegar a la terminal. En este caso fueron ampliamente usados para ahorrar línea de transmisión, ya que gracias a los MDC es posible colocar el radiomodem lo más cercano posible a donde se encuentra la antena. Esto no solamente ahorra el costo de una línea de transmisión más larga, sino también disminuye las pérdidas ocasionadas por la misma línea de transmisión haciendo el sistema más eficiente.

Su operación es exactamente igual que la de un par de modems telefónicos convencionales: la señal recibida será modulada por un MDC y transportada por cuatro hilos (dos para transmitir y dos para recibir) hasta llegar al otro MDC el cual demodula la señal para que la terminal reciba la señal digital. Como la energía que requiere para poder funcionar es pequeña, le es posible sacarla de las mismas señales del puerto al que está conectado; por eso mismo, no puede mandar la información a grandes distancias.

Es importante recordar que al conectar entre sí los dos modems (el radiomodem y el MDC) se debe hacer por medio de un *cable cruzado* entre los dos puertos RS-232, conocido como "null modem" configurado de la siguiente manera:



"NULL MODEM" Y DIMENSIONES DE UN MDC

El MDC utilizado es marca RAD modelo SRM-6H, y tiene las siguientes características:

- Puede manejar reloj interno, externo o esclavo
- Puede manejar portadora conmutada o constante
- Velocidad seleccionable desde 300 hasta 19200 BPS
- Distancia de transmisión desde 18 km hasta 3 km (a mayor velocidad menor la distancia)

-TERMINAL

Para la terminal donde se realizarán las transacciones del SIAC- BANXICO se pidió al usuario que contara con una computadora con las siguientes características:

- Microprocesador 80286
- Disco duro de por lo menos 20 Mb
- Memoria RAM de no menos de 1 Mb
- Unidad de discos flexible de 3 1/2 " de alta densidad

Por ello los terminales de los usuarios son de varias marcas (IBM, HP, Gamma, BPM, Acer, Unisys, Pine, etc.).

- MULTIPLEXOR

Algunos usuarios manejan un gran volúmen de información con Banco de México. Ellos requieren más de una terminal para poder acceder todos sus movimientos diarios, por lo que utilizan un multiplexor. Un multiplexor permite compartir el mismo canal con varias terminales. El multiplexor es marca UNISYS con 16 puertos sincrónicos. Esto significa que un usuario con un multiplexor puede tener hasta 16 terminales en sus instalaciones conectadas a Banco de México por medio de un solo radiomodem o modem telefónico.

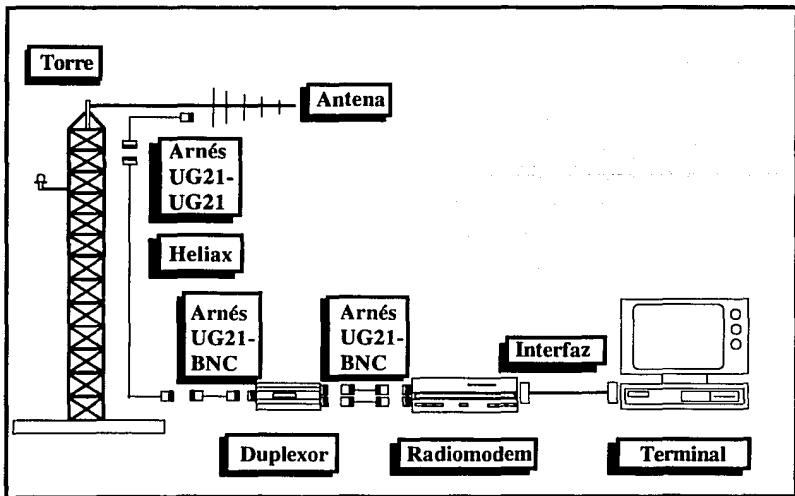
- TARJETA DE COMUNICACIONES

Para poder manejar una aplicación sincrónica en una computadora del tipo AT como las que se pidieron para el proyecto fue necesario colocar dentro de la computadora una tarjeta de comunicaciones. Esta tarjeta es capaz de manejar un puerto RS 232 sincrónico.

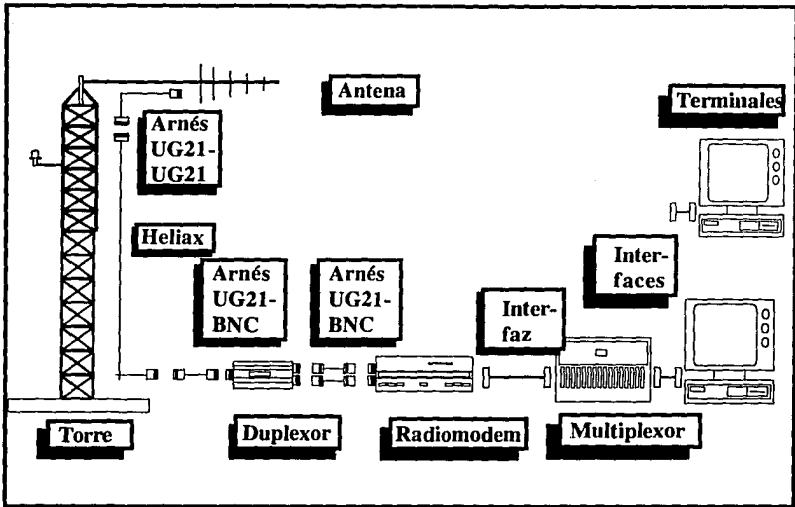
EJEMPLOS DE CONEXIONES REMOTAS

Para aclarar los diferentes tipos de conexiones utilizados en todas las instalaciones remotas del sistema se mostrarán a continuación los esquemas típicos.

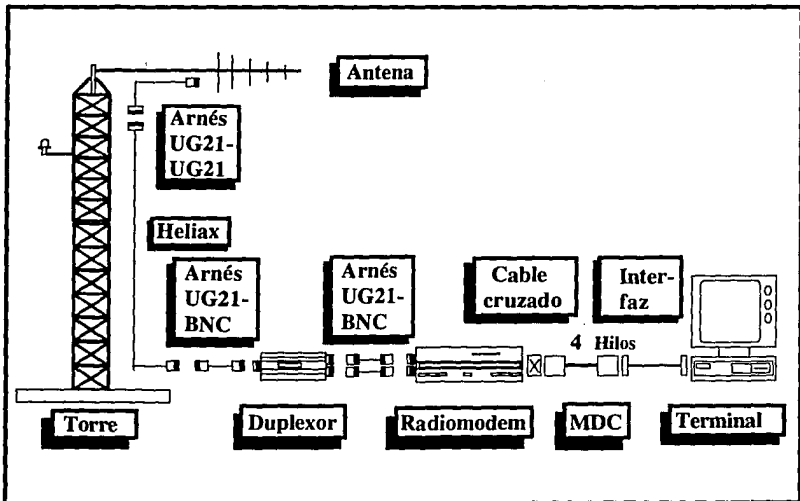
-RADIOMODEM-TERMINAL



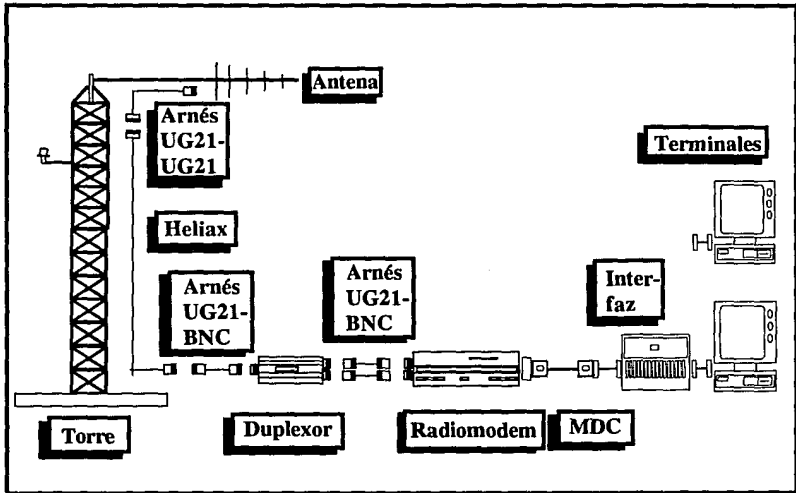
-RADIOMODEM-MULTIPLEXOR-TERMINAL



-RADIOMODEM -MDC-TERMINAL



-RADIOMODEM-MDC-MULTIPLEXOR-TERMINAL



CAPÍTULO V

MODO DE OPERACIÓN DE LOS RADIOMODEMS

CAPÍTULO V

MODO DE OPERACIÓN DE LOS RADIOMODEMS

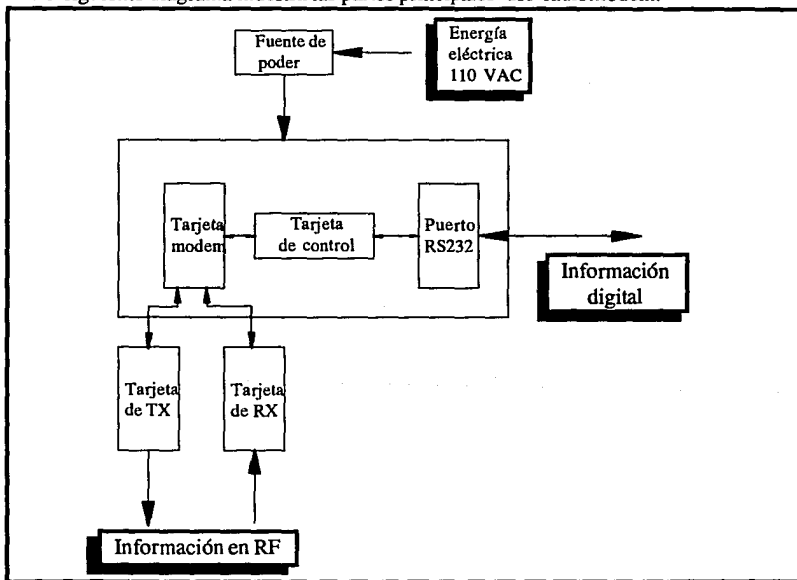
Donde se explicarán las características principales de este dispositivo.

PARTES PRINCIPALES

Cada radiomodem contiene :

- Fuente de poder
- Unidad de control
- Tarjeta modem
- T ransmisor y receptor de radio

El siguiente diagrama muestra las partes principales del radiomodem:



-LA FUENTE DE PODER

La fuente es del tipo regulada y esta diseñada para trabajar de manera continua en 110 o 220 VAC; de ella se alimentan las diferentes tarjetas de control, modem, transmisión y recepción con voltajes de ± 12 y ± 5 VDC.

-LA UNIDAD DE CONTROL

La unidad de control se encarga de *minimizar los retrasos* producidos por enviar la información de manera serial, pero de ninguna manera modifica o añade algún tipo de *información extra* al flujo de bits recibidos por el puerto RS-232.

-LA TARJETA MODEM

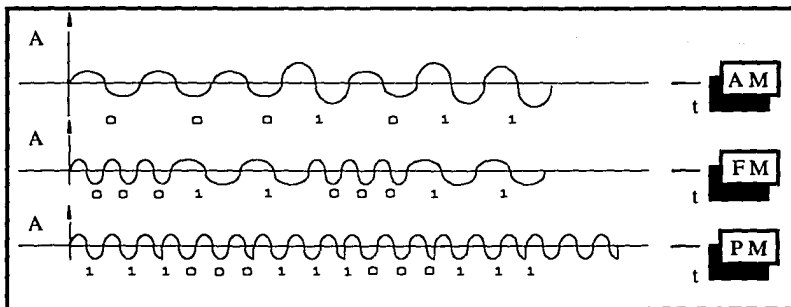
La conversión de los datos para su modulación y demodulación en un ambiente de radio se hace a través de una tarjeta especial localizada arriba de la tarjeta de control.

Como se explicó anteriormente el *modulador* es un circuito que modifica alguna de las características de una onda llamada *portadora*, de acuerdo a los cambios exigidos por una señal llamada *moduladora*, la cual contiene la información. Por lo tanto, un modulador se diseña para dos entradas: *la señal moduladora y la señal portadora*. Generalmente la señal portadora es de mayor frecuencia que la señal moduladora.

En la señal portadora sus características como frecuencia, amplitud y fase *permanecen constantes*. Como un mensaje consiste en cantidades que cambian impredeciblemente es necesario modificar alguna o algunas de las características de la portadora para que lleve el mensaje.

En la modulación se puede hacer variar cualquiera de estas tres características:

- Amplitud Modulación de amplitud o AM
- Frecuencia Modulación de frecuencia o FM
- Fase Modulación de fase o PM



DATOS DIGITALES MODULADOS

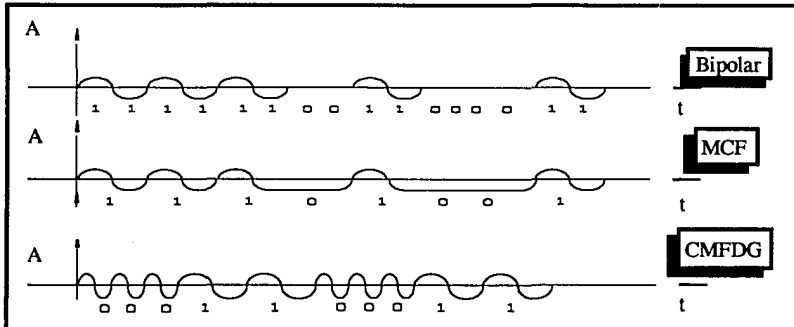
TIPOS DE MODULACIÓN

Aunque la *modulación por amplitud* requiere de circuitos muy sencillos, tiene la desventaja que no se le puede filtrar el ruido, pues en general éste se manifiesta como cambios de amplitud en la señal portadora. Es por ello que para la transmisión de datos donde es necesario mantener en mayor grado la integridad del mensaje se usan las modulaciones FM o PM.

Dentro de estas modulaciones existen algunas variaciones que se utilizan de acuerdo a la velocidad que se desea manejar:

VELOCIDAD	TIPO RADIO	NOMBRE
2400	FM o PM	Mínimo cambio de fase
4800-9600	FM o PM	Bipolar
4800-9600	FM o PM	Cambio mínimo de fase por diferencia gaussiana

Y sus gráficas son las siguientes:



La señal de información debe ser modulada porque de otra manera sería muy difícil poder enviarla a grandes distancias. Otro problema que tendríamos si las frecuencias no se modularan, es que las diferentes señales que se transmiten a la misma frecuencia al mismo tiempo, se mezclarían y sería imposible separarlas en el receptor. Para poder separar las señales, es necesario que éstas se puedan trasladar a diferentes porciones del espectro electromagnético, para que así cada una tenga su propia "casilla".

EL DEMODULADOR

Los *demoduladores*, o también llamados *detectores*, son circuitos que detectan y recuperan la señal de información llevada en una señal modulada. En esencia suministra una señal de salida con características que varían de la misma manera que las de la señal moduladora, originalmente usada para producir la onda modulada.

-LA TARJETA DE TRANSMISIÓN

La tarjeta de transmisión está diseñada exclusivamente para transmisiones de radio digitales, por lo que no puede transmitir voz.

El siguiente diagrama indica su modo de operación:

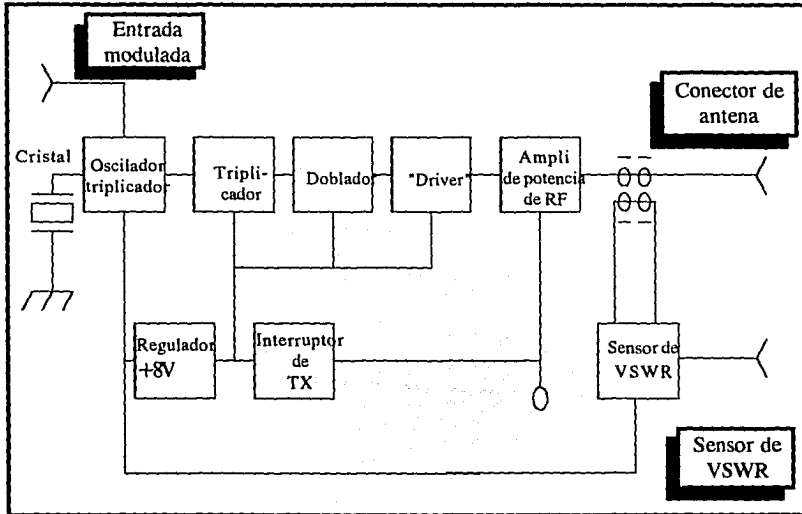


DIAGRAMA DE BLOQUES TARJETA TX

Sus características principales son :

RANGO DE OPERACIÓN	490-512 MHz
NÚMERO DE CANALES	1 controlado por cristal
POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA	2 Watts
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-30 °C hasta +60 °C
ESTABILIDAD	± 5 ppm
TIPO DE EMISIÓN	16F9
CICLO DE TRABAJO SIN DEGRADACIÓN	100%
DESVIACIÓN	± 5 kHz
RESPUESTA A FRECUENCIA	Plana dentro de ±2 dB de 50 a 10 kHz
DISTORSIÓN ARMÓNICA	5 % máxima
SALIDAS DE ARMÓNICAS	-50 dB abajo de la portadora
TIEMPO DE ATAQUE DE PORTADORA	5 mseg máximo

-LA TARJETA DE RECEPCIÓN

La tarjeta de recepción esta diseñada exclusivamente para recibir datos digitales de radio; por ello, no existe ningún tipo de circuito procesador de audio. El siguientes diagrama indica su modo de operación:

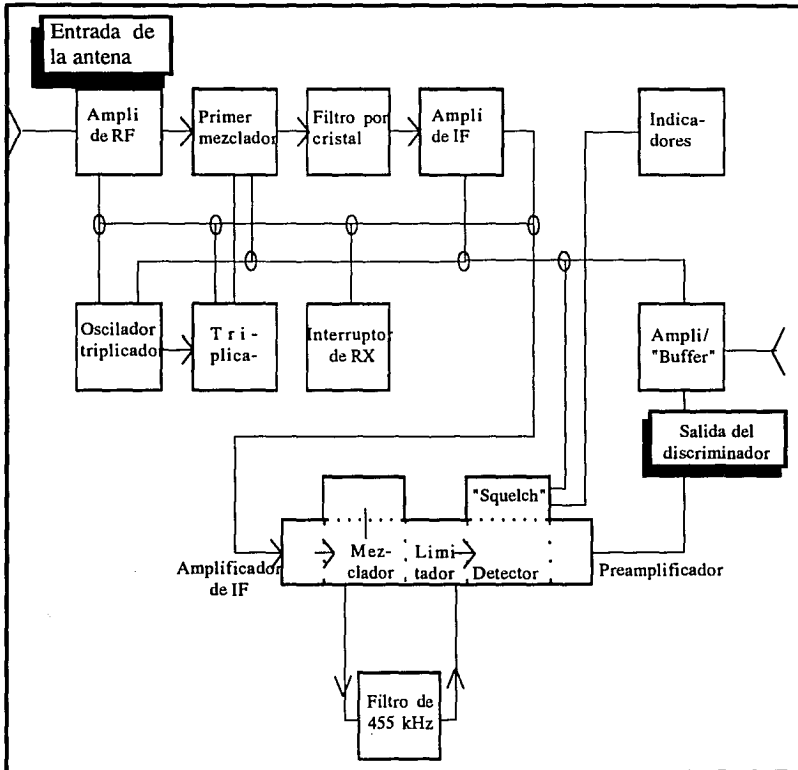


DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA TARJETA RX

RANGO DE OPERACIÓN	490-512 MHz
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	-30 °C hasta +60 °C
ESTABILIDAD	± 10 ppm
SENSIBILIDAD	0.25 µV @ 10dB S+N/N
INDICADOR DE UMBRAL	0.20 µV
SELECTIVIDAD	60 dB @ 25 kHz de ancho de banda
RESPUESTA A FRECUENCIA	± 2 dB de 50 a 4 500 Hz

EL PUERTO RS232

El radiomodem síncrono (SRM) marca dataradio esta diseñado para conectarse a una *terminal* o computadora (ETD o Equipo de Transmisión de Datos) por medio del puerto RS-232. Este es el nombre del puerto que usan los modems, así como la mayoría de los equipos para la transmisión de datos de manera serial. En respuesta a la necesidad de regular el modo de operación del mismo, la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) publicó la norma EIA-RS232-C, conocida usualmente por el nombre RS-232. Ésta define los niveles de voltaje, asignación de cada uno de los puntos así como las señales de control de flujo. Los niveles de voltaje con los que debe trabajar el puerto son los siguientes :

Para uno lógico : de -3 a -15 V bajo carga

Para cero lógico de 3 a 15 V bajo carga.

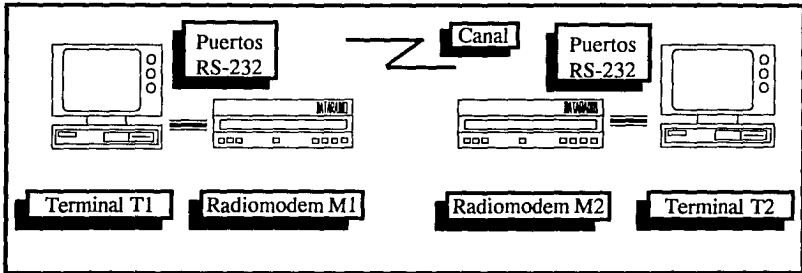
El puerto está formado por 25 señales las cuales son :

1		Tierra física
2	TX	Transmisión de datos
3	RX	Recepción de datos
4	RTS	Petición de envío
5	CTS	Listo para enviar
6	DSR	Terminal de transmisión de datos lista
7		Tierra de señal
8		Detector de señal de recepción de línea
9		Reservado para pruebas con datos
10		Reservado para pruebas con datos
11		Sin asignar
12		Receptor secundario de señal de recepción de línea
13		Receptor secundario de señal de listo para enviar
14		Transmisor secundario de datos
15		Reloj de transmisión
16		Receptor secundario de datos
17		Reloj de recepción
18		Sin asignar
19		Petición secundaria de petición de envío
20	DTR	Terminal de datos lista
21	SO	Detector de calidad de línea
22	RI	Indicador de anillo
23		Selector de velocidad de datos
24		Selector de velocidad de datos
25		Sin asignar

En la mayoría de los casos no se usan todas las señales del puerto. En el SRM se usan solamente las señales 1,2,3,4,5,7,8,17,20 y 24.

LA COMUNICACIÓN ENTRE EL RADIOMODEM Y LA TERMINAL

Las reglas para la comunicación entre un equipo modem (ECD o Equipo para la Comunicación de Datos) y un ETD esta regulada por ciertas reglas dadas por la EIA en su estandar RS-232C. Siguiendo las normas del estandar la comunicación entre las terminales y el radiomodem es la siguiente :



- La terminal T1 es encendida y al terminar su rutina de chequeo envía la señal DTR al modem M1
- El modem M1 responde con DSR para indicar que se encuentra listo
- La terminal T1 levanta la señal de RTS
- En respuesta el modem M1:
 - a) Enciende la señal PTT ("Push To Talk") para operar su transmisor
 - b) Envía un patrón para sincronizarse con el modem M2
 - c) Levanta la señal CTS después de el retraso suficiente para permitir que los radios se establezcan y los modems se sincronicen
- El modem M2 recibe el patrón y levanta la señal DCD
- La terminal T1 envía el mensaje
- Los datos son entregados a T2 tan pronto como M2:
 - a) Detecte la señal de portadora DCD ó
 - b) Reconozca un preambulo de sincronía válido durante el retraso fijado por los equipos
- Cuando el mensaje ha terminado, la terminal tira la señal RTS
- El modem M1 manda el mensaje faltante, y al terminar tira las señales de CTS y PTT
- El modem M2 tira la señal DCD

LA COMUNICACIÓN SINCRÓNICA

Existen dos métodos para transmitir los datos en forma de bits para una transmisión serial: asíncrono y síncrono. En el método *asíncrono*, usado por equipos mecánicos, todos los caracteres que son enviados se les agrega otro llamado bit de entrada. Este bit permite decirle al equipo receptor que se está por enviar información. Cuando el carácter ha terminado, se le manda uno o dos bits más de parada para indicarle el fin del carácter. Como se ve la transmisión de información no es muy eficiente, pues si se envían caracteres de ocho bits, al agregarse tres más (uno de entrada y dos de parada), se está perdiendo casi el 25% de la velocidad en la transmisión.

La comunicación *síncrona* aparece con la llegada de los equipos electrónicos. Al poder generar y transmitir datos digitales fue posible enviar los de manera continua, sin necesidad de tiempos de espera entre ellos. No se necesitaba ahora de los bits de entrada ni parada, pues se identificaba un carácter de otro simplemente contando cada uno de los bits, hasta que por ejemplo, si se recibieron ya ocho bits, el siguiente bit es el comienzo del siguiente carácter. Solo al comienzo del mensaje se manda un patrón para que los dos equipos se encuentren sincronizados, y así los dos cuentan el mismo número de bits. Este es el tipo de comunicación que usa el radiomodem SRM. Como se observa la información síncrona tiene la ventaja de que se logran mayores velocidades en mensajes grandes.

Al enviarse un mensaje se necesitan ciertas reglas que describen al método de comunicación. A estas reglas se les llama protocolos. Los *protocolos* que usan los sistemas síncronos generalmente cuentan con su propio código de detección de error y direccionamiento, por lo cual, el SRM simplemente pasa la información de manera *transparente* a través del canal.

CAPÍTULO VI

COSTOS

CAPÍTULO VI

COSTOS

La relación costo-beneficio es uno de los principales factores que se tienen que considerar cuando se va a tomar la decisión por algún sistema de comunicación. Por ello, el siguiente capítulo nos dará una idea del costo de un proyecto de este tipo, además se mostrará una comparación entre los costos de una red por radiomodem y otra por líneas privadas.

MATERIALES Y ACCESORIOS

La siguiente tabla muestra los precios de los equipos, materiales e instalaciones utilizados en el proyecto:

CONCEPTO	PRECIO EN MN.
Arnés RG8/UG21-UG21	\$48,015
Arnés RG8/UG21-BNC	\$183,300
Antena Yagi 8 dB	\$433,978
Antena Yagi 10 dB	\$3,321,904
Cable interfaz 3 m	\$87,300
Cable interfaz 5 m	\$116,400
Cable interfaz 8 m	\$194,000
Torre 2 m	\$637,635
Torre 6 m	\$805,585
Torre 10 m	\$1,363,723
Torre 15 m	\$1,677,033
Torre 16 m	\$1,677,033
Torre 24 m	\$2,508,006
Torre 30 m	\$3,920,740
Torre 45 m	\$5,789,400
Apartarrayos 2 m	\$500,089
Apartarrayos 6 m	\$1,025,290
Apartarrayos 16 m	\$1,429,683
Apartarrayos 30 m	\$1,944,365
Apartarrayos 45 m	\$2,679,600
Gabinete vertical 19"x22"x40"	\$3,200,100
Interruptor RS-232	\$170,000

INSTALACIONES Y ESTUDIOS ESPECIALES

Instalación modem y duplexor remotos	\$700,825
Estudio de propagación	\$13,337,500

EQUIPO Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

COTIZACIÓN DóLAR \$ 3,000.00		
	PRECIO US DOLAR	PRECIO MN
Radiomodem	\$4,791.17	\$14,373,510
Duplexor	\$684.32	\$2,052,960
Combinador (dup-multi-comb)	\$14,305.00	\$42,915,000
Conector L44N	\$58.54	\$175,620
Cable Heliac (m)	\$20.61	\$61,830
Line driver	\$262.00	\$786,000
Multiplexor	\$2,310.00	\$6,930,000
Modem RM-3296 Racal Milgo	\$1,817.00	\$5,451,000

COSTO DE ALGUNAS INSTALACIONES TÍPICAS

BASE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
Torre 45 m	1	\$5,789,400
Apartarrays	1	\$2,679,600
Antena Yagi 8 dB	5	\$433,978
Heliac (m)	495	\$61,830
Gabinete vertical 19"x22"x40"	5	\$3,200,100
Radiomodems	30	\$14,373,510
Combinadores	3	\$42,915,000
Instalación radiomodems-combinador	1	\$25,462,500
Modems RM-3296 Racal Milgo	10	\$5,451,000
Conector L44N	10	\$175,620
TOTAL		
Torre 45 m		\$5,789,400
Apartarrays		\$2,679,600
Antenas Yagi 8 dB		\$2,169,890
Heliac		\$30,605,850
Conectores L44N		\$1756,200
Gabinete vertical 19"x22"x40"		\$16,000,500
Radiomodems		\$431,205,300
Combinadores		\$128,745,000
Instalación radiomodems-combinador		\$25,462,500
Modems RM-3296 Racal Milgo		\$54,510,000
Adaptaciones y trabajos especiales		\$34,487,678
	SUBTOTAL	\$712,512,971
	+I.V.A.	\$125,737,583
	TOTAL	\$838,250,554
	PRECIO EN DLS	\$279,417

INVERLAT

Instalación modem y duplexor	\$700,825
Arnés RG8/UG21-UG21	\$48,015
Arnés RG8/UG21-BNC	\$183,300
Antena Yagi 8 dB	\$433,978
Cable interfaz 3 m	\$116,400
Cable interfaz 5 m	\$174,600
Radiomodem	\$14,373,510
Duplexor	\$2,052,960
Linedriver (2)	\$1,572,000
Conectores (2)	\$351,240
Cable Heliac (30 m)	\$1,854,900
Interruptor RS-232	\$170,000
Tarjeta PEP	\$2,189,182
Modems RM-3296 Racal Milgo	\$5,451,000
Multiplexor	\$6,930,000
SUBTOTAL	\$36,601,910
+I.V.A.	\$5,490,286
TOTAL	\$42,092,196
PRECIO EN DLS	\$14 ,030

CASA DE BOLSA CREMI

Instalación modem y duplexor	\$700,825
Arnés RG8/UG21-UG21	\$48,015
Arnés RG8/UG21-BNC	\$183,300
Antena Yagi 8 dB	\$433,978
Cable interfaz 5 m	\$116,400
Torre 24 m	\$2,508,006
Trabajos adicionales	\$3,880,000
Radiomodem	\$14,373,510
Duplexor	\$2,052,960
Linedriver (2)	\$1,572,000
Conectores (2)	\$351,240
Cable Heliac (70 m)	\$4,328,100
Interruptor RS-232	\$170,000
Tarjeta PEP	\$2,189,182
Modems RM-3296 Racal Milgo	\$5,451,000
SUBTOTAL	\$38,358,516
+I.V.A.	\$5,753,777
TOTAL	\$44,112,293
PRECIO EN DLS	\$14 ,704

INVERSORA BURSATIL

Instalación modem y duplexor	\$700,825
Arnés RG8/UG21-UG21	\$48,015
Arnés RG8/UG21-BNC	\$183,300
Antena Yagi 8 dB	\$433,978
Cable interfaz 5 m	\$116,400
Radiomodem	\$14,373,510
Duplexor	\$2,052,960
Linedriver (2)	\$1,572,000
Conectores (2)	\$351,240
Cable Heliac (45 m)	\$2,782,350
Interruptor RS-232	\$170,000
Tarjeta PEP	\$2,189,182
Modems RM-3296 Racal Milgo	\$5,451,000
SUBTOTAL	\$30,424,760
+I.V.A.	\$4,563,714
TOTAL	\$34,988,474
PRECIO EN DLS	\$11,662

FINAMEX

Instalación modem y duplexor	\$700,825
Arnés RG8/UG21-UG21	\$48,015
Arnés RG8/UG21-BNC	\$183,300
Antena Yagi 8 dB	\$433,978
Cable interfaz 3 m	\$87,300
Torre 6 m	\$805,585
Apartarrayos 6 m	\$1,025,290
Trabajos adicionales (lote)	\$1,192,850
Radiomodem	\$14,373,510
Duplexor	\$2,052,960
Linedriver (2)	\$1,572,000
Conectores (2)	\$351,240
Cable Heliac (76 m)	\$4,699,080
Interruptor RS-232	\$170,000
Tarjeta PEP	\$2,189,182
Modems RM-3296 Racal Milgo	\$5,451,000
SUBTOTAL	\$35,336,115
+I.V.A.	\$5,300,417
TOTAL	\$40,636,532
PRECIO EN DLS	\$13,545

COSTO TOTAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO

Para el costo total del proyecto SIAC en pesos se consideró la instalación y el precio del siguiente equipo: radiomodems, duplexores, antenas, líneas de transmisión, arneses, conectores, modems de respaldo, interruptores RS-232, tarjetas PEP y multiplexores para aquellos que lo adquirieron.

CASAS DE BOLSA	959,957,621
BASE BANXICO	838,250,554
BANCOS	1,155,250,554
TOTAL	2,953,458,729

COSTO DE LAS INSTALACIONES,ACCESORIOS Y EQUIPO SI SOLO HUBIERA INCLUIDO RADIOMODEMS

El costo de la red en pesos si el sistema de comunicaciones solo se hubiera incluido los radiomodems para los enlaces. Se tomó en cuenta el precio del radiomodem, duplexor, antena, línea de transmisión, arnés, conectores, tarjeta PEP, cables de interface y multiplexor para aquellos que lo adquirieron.

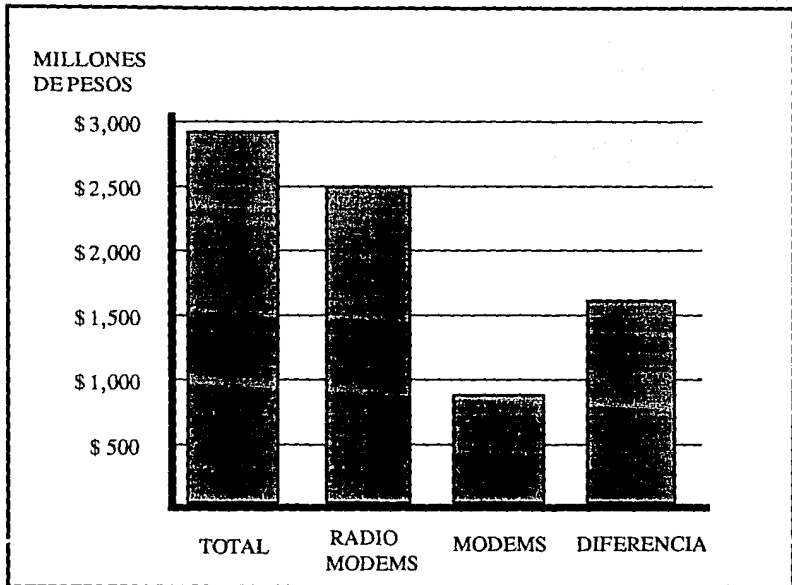
CASAS DE BOLSA	764,703,071
BASE BANXICO	783,740,554
BANCOS	937,181,327
TOTAL	2,485,625,952

COSTO DE LAS INSTALACIONES, ACCESORIOS Y EQUIPO DEL SISTEMA SI SOLO HUBIERA INCLUIDO MODEMS

El costo total de la red en pesos si solo se hubiera incluido los modems telefónicos. Se consideró: modem, cables de interface, tarjeta PEP y multiplexor para aquellos que lo adquirieron.

CASAS DE BOLSA	265,372,332
BASE BANXICO	307,002,000
BANCOS	317,446,896
TOTAL	889,821,228

GRÁFICA COMPARATIVA DE LOS COSTOS DEL EQUIPO



COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE CANALES DE RF Y LÍNEAS PRIVADAS

COSTOS FIJOS POR LÍNEA PRIVADA

POR INSTALACIÓN	\$400,000
RETROALIMENTADOR	\$38,000
RENTA MENSUAL	\$184,000
RESPALDO	OTRA LP

-GASTO EN EL PRIMER AÑO

Instalación + Retroalimentador + 12(Renta mensual) + Respaldo
 $(400,000 + 38,000 + 12(184,000)) * 2 = \$ 5'292,000$

-GASTO EN LOS AÑOS SIGUIENTES

12(Renta mensual) + Respaldo
 $(12 * (184,000)) * 2 = \$4'416,000$

COSTOS FIJOS POR FRECUENCIA PARA LA BANDA UHF

ESTUDIO TÉCNICO	\$1'114,000
VISITA INSPECCIÓN	\$1'114,000
COSTO POR BASE	\$724,000
NÚMERO DE BASES MÍNIMAS	2
COSTO POR FRECUENCIA	\$724,000
NÚMERO DE FRECUENCIAS MÍNIMAS	2
RESPALDO	No requiere

-GASTO EN EL PRIMER AÑO

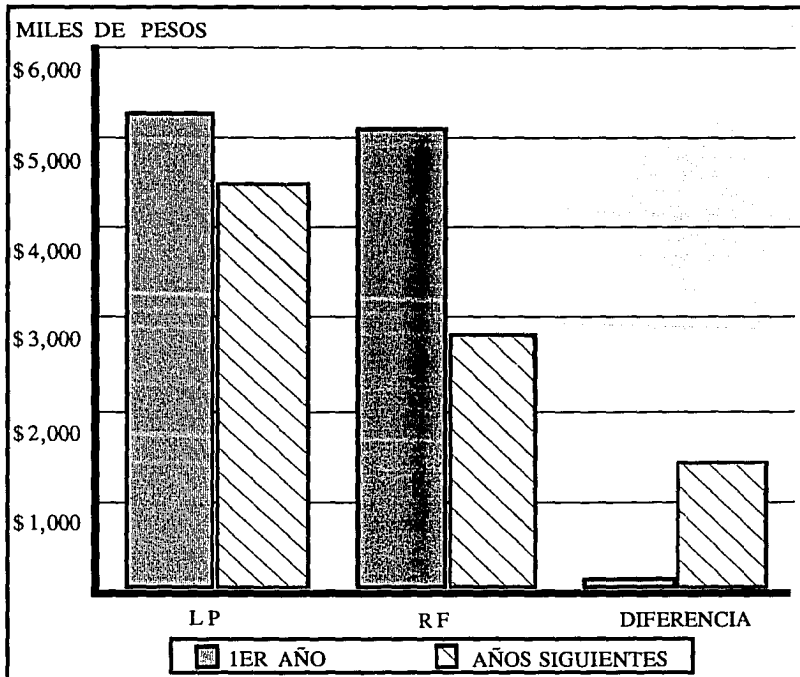
Estudio + Visita + Número de bases(Costo por base) + Número frecuencias(Costo frecuencia)

$$(1'114,000 + 1'114,000 + 2(724,000) + 2(724,000)) = \$5'124,000$$

-GASTO EN LOS AÑOS SIGUIENTES

Número de bases(Costo por base) + Número de frecuencias (Costo por frecuencia)

$$(2(724,000) + 2(724,000)) = \$2'896,000$$



RED SIAC POR LÍNEAS PRIVADAS

-COSTOS FIJOS TOTALES

NÚMERO TOTAL DE ENLACES 54

NÚMERO DE LP POR ENLACE 4

NÚMERO TOTAL DE LP 216

Número total de enlaces x Número total de LP por enlace = (54 x 4)

INSTALACIÓN TOTAL \$86'400,000

Costo de instalación x Número total de LP = (400,000 x 216)

RETROALIMENTADORES \$2'052,000

Costo por retroalimentador x Número total de enlaces = (38,000 x 54)

RENTA MENSUAL TOTAL \$39'744,000

Renta mensual x Número total de LP = (184,000 x 216)

-GASTO EN EL PRIMER AÑO

Instalación total + Retroalimentadores totales + 12(Renta mensual)

(86'400,000+2'052,000+12(39'744,000))= \$ 565'380,000

-GASTO EN LOS AÑOS SIGUIENTES

12(Renta mensual)

12(39'744,000)= \$ 476'928,000

RED SIAC POR FRECUENCIAS UHF

-COSTOS FIJOS TOTALES

ESTUDIO TÉCNICO \$1'114,000

VISITA TÉCNICA \$1'114,000

COSTO POR BASE \$724,000

NÚMERO TOTAL DE ENLACES 54

NÚMERO DE FRECUENCIAS POR ENLACE 2

NÚMERO TOTAL DE FRECUENCIAS 60

NÚMERO DE BASES TOTALES 55 (1 central y 54 remotas)

-GASTO EN EL PRIMER AÑO

Estudio+ Visita+Número bases(Costo por base)+Número frecuencias(Costo frecuencia)

(1'114,000+1'114,000+55(724,000)+60(724,000))= \$ 85'488,000

-GASTO EN LOS AÑOS SIGUIENTES

Número de bases(Costo por base)+Número frecuencias(Costo por frecuencia)

((55(724,000) + 60(724,000)) = \$ 83'260,000

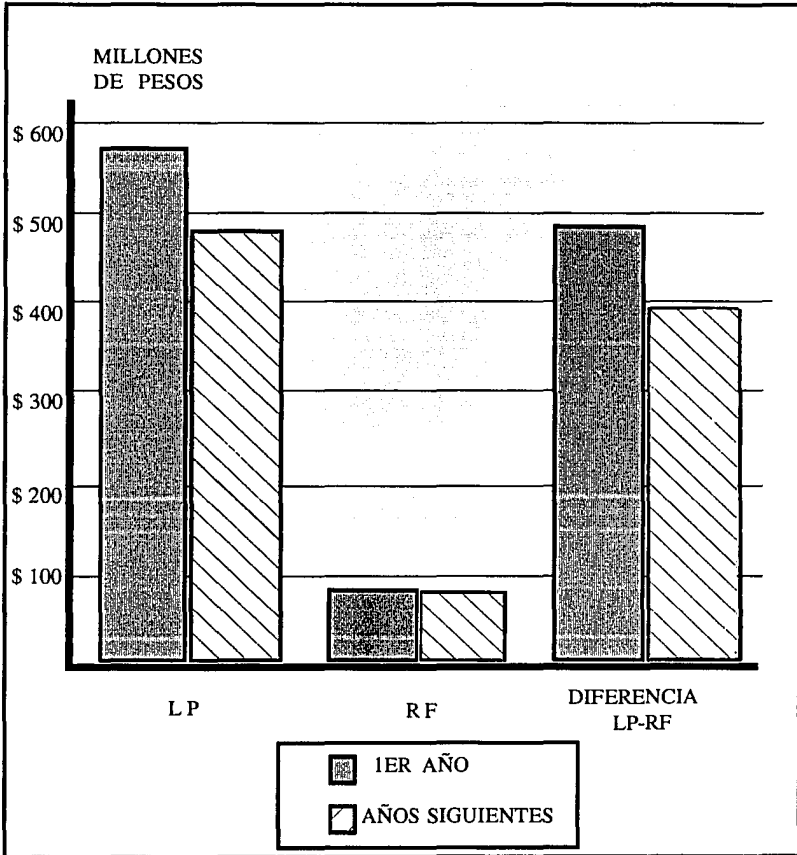
RESULTADOS

DIFERENCIA ENTRE LOS GASTOS DEL PRIMER AÑO

Gastos LP - Gastos RF = 565'380,000 - 85'488,000 = **\$ 479'048,000**

DIFERENCIA ENTRE LOS GASTOS DE LOS AÑOS SIGUIENTES

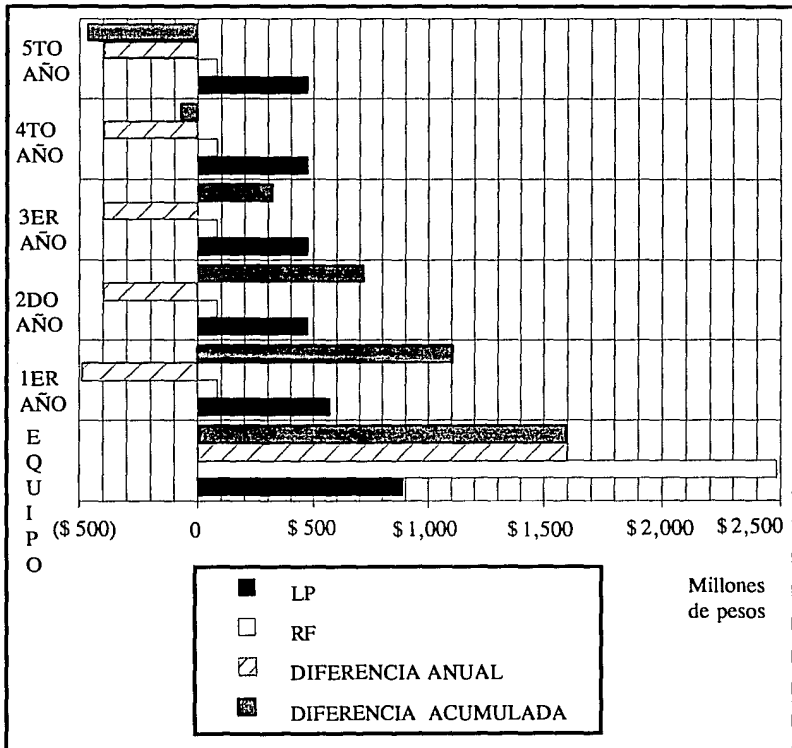
Gastos LP - Gastos RF = 476'928,000 - 83'260,000 = **\$ 393'668,000**



COSTOS DE LP Y RF PARA EL SIAC

**COMPARACIÓN ANUAL DE LOS COSTOS ENTRE EL SIAC
LP Y POR RADIOMODEMS**

COSTO DE	LP	RF	DIFERENCIA	
			ANUAL	ACUMULADA
EQUIPO	889,821,228	2,485'624,952	1,595'803,724	1,595'803,724
1ER AÑO	565,380,000	85,488,000	(479,892,000)	1,115'911,724
2DO AÑO	476,928,000	83,260,000	(393,668,000)	722,243,724
3ER AÑO	476,928,000	83,260,000	(393,668,000)	328,575,724
4TO AÑO	476,928,000	83,260,000	(393,668,000)	(65,092,276)
5TO AÑO	476,928,000	83,260,000	(393,668,000)	(458,760,276)



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

¿Fue justificable la inversión de los radiomodems para la red SIAC-BANXICO? La respuesta es clara: Sí, realmente se puede hablar de muchos beneficios obtenidos por el diseño de la red con este tipo de equipo de comunicaciones.

Ya en el capítulo I se analizan las ventajas de un enlace por RF y por LP en los aspectos de velocidad, confiabilidad y tiempo de instalación. Pero también se puede hablar de ventajas económicas.

Para demostrar esta afirmación podemos analizar los costos de canal con un enlace por LP y por RF. Para las LP's los gastos en el primer año son superiores con los modems en tan solo un 3% y en los años siguientes en un 34%. Por el lado de los costos del equipo de comunicaciones para la red, se observa que por hacerla con radiomodems se incrementa en aproximadamente un 300%, contra una red con las mismas características con modems telefónicos. A simple vista parece ser que no es económicamente justificable el uso de radiomodems, pero como el radio es por naturaleza multipunto, un mismo canal de RF puede ser compartido por varios usuarios; en cambio con una LP esto no es posible. Para la red SIAC el canal de RF se comparte, en el peor de los casos, con dos usuarios, lo que reduce a la mitad el costo del canal.

Esto significa que aunque en un principio pueda resultar más caro diseñar una red con radiomodems en lugar de una con modems telefónicos con LP, al cabo de cierto tiempo se dejaría de gastar por concepto de renta de canal mucho dinero. En el caso de la red SIAC el punto donde los costos de equipo y renta de canal se igualan es en el tercer año, en el cuarto se dejan de gastar más de \$70'000,000 y a partir del quinto es de más de \$460'000,000. (Ver las gráficas comparativas de los costos del capítulo VI).

La diferencia de costos entre los dos sistemas es debido exclusivamente por el uso compartido de los canales de RF. Si para un sistema los canales de RF solamente se utilizaran en configuraciones punto a punto, no sería justificables económicamente en comparación a un enlace por modems telefónicos por LP.

Pero no solamente se puede hablar de ventajas económicas. La instalación de LP en la ciudad depende de la posibilidad de que TELMEX, que es quien administra las LP en nuestro país, lo pueda hacer. Aunque en general en prácticamente toda la ciudad lo puede hacer, existen algunos lugares en que la instalación de una LP tardaría más de un año. Eso significa que el tiempo necesario para la instalación de todas las LP de los remotos hubiera sido muy grande.

Otra de las ventajas de esta red es que se ajusta fácilmente al cambio de domicilio de un usuario que ya existe o para agregar un usuario nuevo. En su primera fase la red consta de 54 estaciones remotas, pero para la segunda fase se piensa agregar a algunas dependencias de gobierno las cuales también tienen una relación muy estrecha con Banco de México

como Tesorería de la Federación, Pemex, Cecoban, entre otros. Éstos nuevos usuarios o todos aquellos que cambien de domicilio simplemente se agregaran a un radiomodem maestro que ya tenga otros usuarios asignados. La configuración de la línea para poder muestrear más usuarios, es sumamente rápida, así como la instalación de antena y línea de transmisión en la oficina del cuentahabiente, por lo que este comenzará a trabajar con el sistema tan pronto lo requiera.

Pero no todo es ventaja. El espectro de frecuencias en la Ciudad de México se encuentra muy saturado. La administración de las frecuencias por parte de la SCT no ha sido del todo correcta y existen servicios de voz en bandas asignadas para la transmisión de datos. Como para los sistemas de voz se necesita transmitir la señal con mucha potencia (la Policía usa transmisores de arriba de 200 Watts), éstos provocan en algunos casos interferencias y problemas de intermodulación con otras frecuencias. Cuando se trata de voz y si alguien empieza a oír otra conversación el problema no es muy grave, pero en cambio si al estar haciendo una transacción con el radiomodem en ese momento se origina una conversación a la misma frecuencia, la operación no se efectúa y no se da de alta en Banco de México. No se puede evitar que un radiomodem capte una señal de voz cuando está tiene un mejor nivel y se encuentra exactamente en la misma frecuencia. Aunque la banda asignada para el Banco de México se encuentra practicamente libre de estos problemas, es preciso hacer un buen muestreo de las frecuencias que a alguien le asigne la SCT para implantar un sistema de este tipo.

Para concluir se puede afirmar que apesar de los problemas por interferencias posibles, la red SIAC -BANXICO le dará a Banco de México un buen servicio por varios años.

GLOSARIO

GLOSARIO

AM

Método de modulación donde se varía la amplitud de una señal conocida de radio o audio.

ANCHO DE BANDA

Es el rango de frecuencias que ocupa una señal. Se calcula como la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de una señal, donde su nivel no debe ser menor a 3 dB del nivel medio de la señal.

ASCII

``American Standard Code for Information Interchange'' (Código estándar americano para el intercambio de información). Código estándar que se compone de un conjunto de 128 caracteres (en el formato extendido consta de 256 caracteres), símbolos y códigos de control, usados para la comunicación y almacenamiento de información en una computadora.

ASÍNCRONO

Información que puede ser enviada en periodos aleatorios y no se encuentra sincronizada con un reloj.

ATENUACIÓN

Cuando la ganancia de potencia es menor que la unidad, por lo que existe una pérdida de potencia.

BAUD

Unidad de velocidad a la que los datos digitales son transmitidos. Cuando solo se envía un bit a la vez, un baud es igual al número de bits por segundo.

BIT

La mínima unidad en que los datos digitales pueden subdividirse. Cada bit solo puede tener dos valores: prendido y apagado. Para transmisiones seriales ocho bits corresponden a un byte.

BPS

Es una unidad de velocidad en sistemas digitales. Se refiere a la cantidad de bits que pueden ser enviado cada segundo.

BUFFER

Lugar donde se almacena temporalmente datos en un dispositivo electrónico.

BYTE

Grupo de 8 bits.

CANAL

Medio por el cual se comunican datos de un lado a otro.

CIRCUITO ABIERTO

Circuito donde no existe continuidad eléctrica.

CIRCUITO CERRADO

Circuito donde existe continuidad eléctrica.

CONTROL DE FLUJO

Métodos que son usados para administrar el flujo de información cuando se requiere comunicar un dispositivo con otro. Se utilizan para que el dispositivo transmisor detenga temporalmente el flujo de datos hasta que el receptor esté listo para recibirlo. Se puede hacer a través de cables o introduciendo caracteres especiales en la información.

dBm

Decibeles en relación a un miliwatt.

$$\text{dBm} = \text{dBW} + 30$$

dBW

Decibeles en relación a un Watt.

DEMODULACIÓN

Proceso por el cual se recuperan los datos de una señal de radio o audio.

DESVIACIÓN

Medida del deslizamiento que sufre la frecuencia de una señal portadora cuando se modula en FM.

DISTORSIÓN

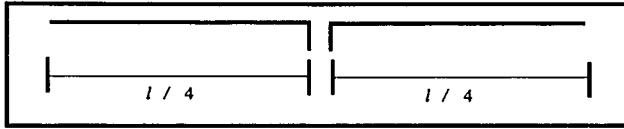
Cambios no deseados en la forma de onda de una señal.

DIPOLO

Longitud de un conductor muy corta donde la corriente que circula por él es la misma en toda su superficie.

DIPOLO DE MEDIA ONDA

Dipolo donde cada segmento mide longitud de onda / 4.



DUPLEX

Cuando en un sistema de comunicación de datos bidireccional entre dos dispositivos, el intercambio de datos se puede hacer de manera simultánea.

DUPLEXOR

Equipo que permite la transmisión y recepción simultánea en un enlace de radio cuando se usan dos o más frecuencias para transmitir y recibir.

ESTABILIDAD

Habilidad de un componente para mantener su frecuencia operativa a pesar de los cambios en la temperatura, corriente o tiempo. Se expresa en partes por millón (PPM).

ESTACIÓN MAESTRA

Estación que controla el flujo de información.

ESTACIÓN REMOTA

Estación de un sistema que puede enviar y/o recibir mensajes de una estación maestra.

FRECUENCIA

Número de vibraciones por segundo de una señal de radio o audio. Se mide en Hertz (Hz), Kilohertz (kHz) o Megahertz (MHz).

FM

Método de modulación de una señal de radio o audio donde se varía la frecuencia de una señal conocida.

GANANCIA

Se le llama ganancia en potencia de un amplificador a la razón entre la potencia de salida y la de entrada:

$$G = \frac{\text{Pot salida}}{\text{Pot entrada}}$$

La ganancia de potencia puede ser calculada en decibeles :

$$G' = 10 \log G$$

De aquí se puede concluir que cada vez que la potencia aumenta 3 dB, la ganancia de potencia *aumenta al doble*. Y por el contrario, cada vez que la ganancia disminuye 3 dB la ganancia de potencia se reduce a la mitad.

En general podemos decir que un dispositivo aporta cierta ganancia al sistema cuando la potencia que sale de ese dispositivo es mayor que la que entra.

HERTZ

Unidad de frecuencia que indica un ciclo por segundo.

INFORMACIÓN ANALÓGICA

Información que puede ser subdividida en un infinito número de valores.

INFORMACIÓN DIGITAL

Información representada por números la cual solo está limitada a cierto rango de valores posibles.

ISOTRÓPICA, ANTENA

Antena hipotética que permite enviar la misma cantidad de radiación en todas direcciones.

LP

Línea privada

MODEM

Circuito que convierte una señal digital a otra para que pueda ser transmitida a través de radio o cables y que también puede recibir esas señales para convertirlas en datos digitales.

MODULACIÓN

Proceso de conversión de una señal digital a una forma que pueda ser transmitida por radio o cables.

MULTIPUNTO

Sistema en el cual cierto número de estaciones remotas se comunican a través de un canal de comunicación común con una estación maestra.

OPERACIÓN A CUATRO HILOS

Transmisión de datos que permite operaciones duplex.

OPERACIÓN A DOS HILOS

Transmisión de datos que permite una operación semiduplex.

PM

Método de modulación donde se varía la fase de una señal conocida.

POTENCIA

Energía medida en Watts capaz de ser generada por un amplificador.

PROTOCOLO

Conjunto de reglas que describen un método de comunicaciones.

PUNTO A PUNTO

Sistema donde las estaciones se comunican directamente entre sí.

RADIOMODEM

Dispositivo que envía y recibe señales digitales por radiofrecuencia.

RF

Radiofrecuencia

RS-232

Conjunto de reglas que regulan el comportamiento del puerto DB25. Es útil en comunicaciones digitales.

RX

Recepción

SENSIBILIDAD

Nivel mínimo de señal que requiere un receptor para poder identificar una señal. Se mide en microvolts.

SEMIDUPLEX

Cuando en un sistema de transmisión de datos bidireccional la información se transmite de manera alternada: mientras una estación transmite la otra recibe y viceversa.

SÍNCRONO

Método para el envío de datos digitales donde los bits son esperados a intervalos regulares de tiempo y se encuentran sincronizados por un reloj.

SERIAL

Transmisión de datos digitales donde los bits son enviados uno tras otro.

TX

Transmisión

UHF

``Ultra High Frequency'' (Frecuencia ultra alta). Banda de frecuencia que se encuentra entre los 300 MHz y los 3 000 MHz.

VDC

Voltaje de corriente directa.

VHF

``Very High Frequency'' (Frecuencia muy alta). Banda de frecuencia que se encuentra entre los 30 MHz y los 300 MHz.

ANEXOS

ANEXO A DATOS TÉCNICOS DE CADA CUENTAHABIENTE

No. Nombre	Latitud Norte	Longitud Oeste	Distancia a la base		Altura Edif m	Piso Equipo	Altura torre		Heliax	MDC Mux
			Km	Mill			Insta lada	Dispo nible		
1 BANCOMER	19 21' 40"	99 10' 09"	10.15	6.31	18	5	--	30	40	***
2 CONFIA	19 25' 24"	99 10' 20"	4.50	2.80	57	2	--	16	70	***
3 SERFIN	19 21' 09"	99 10' 01"	10.25	6.37	60	15	--	15	45	*** ***
4 BCH	19 26' 08"	99 09' 05"	6.05	3.76	21	2	2	--	25	***
5 ATLANTICO	19 20' 58"	99 09' 20"	12.40	7.71	9	1	--	45	59	*** ***
6 SOMEX	19 25' 46"	99 09' 44"	5.40	3.36	54	12	--	18	42	*** ***
7 CREMI	19 25' 56"	99 09' 20"	5.80	3.60	48	5	--	18	120	***
8 INTER	19 25' 46"	99 09' 34"	5.60	3.48	57	10	16	--	33	***
9 MERCANTIL	19 25' 35"	99 12' 18"	2.10	1.31	9	2	--	10	13	*** ***
10 OBRERO	19 25' 50"	99 09' 27"	5.90	3.67	57	7	30	--	47	***
11 COMERMEX	19 25' 02"	99 10' 08"	8.60	5.34	12	4	--	15	60	***
12 ORIENTE	19 24' 00"	99 10' 00"	6.00	9.60	15	1	24	--	78	***
13 CENTRO	19 25' 42"	99 09' 38"	5.40	3.36	9	1	2	--	22	*** ***
14 CITIBANK	19 25' 28"	99 10' 13"	5.10	3.17	54	7	--	15	36	*** ***
15 BANPAIS	19 22' 04"	99 10' 52"	8.60	5.34	42	12	16	--	52	***
16 BANRURAL	19 24' 15"	99 10' 08"	6.10	3.79	33	5	10	--	15	*** ***
17 BANEJERCITO	19 26' 01"	99 13' 14"	1.80	1.12	6	1	--	24	96	***
18 BANCRESER	19 25' 52"	99 09' 23"	6.00	3.73	54	6	16	--	106	***
19 BANAMEX 1	19 25' 52"	99 08' 12"	8.10	5.03	18	6	30	--	33	***
20 BANORO	19 23' 20"	99 10' 28"	7.25	4.51	18	4	24	--	58	***
21 BANCOMEXT	19 18' 38"	99 13' 09"	14.90	9.26	39	7	--	15	30	*** ***
22 NAFINSA 1	19 21' 04"	99 11' 10"	10.30	6.40	33	7	24	--	61	***
23 ACCIVAL	19 25' 28"	99 10' 14"	4.80	2.98	18	5	24	--	62	***
24 BURSAMEX	19 24' 58"	99 14' 25"	4.50	2.80	30	6	30	--	78	***
25 MEXICO CDEB	19 25' 44"	99 09' 47"	5.10	3.17	33	1	15	--	25	*** ***
26 AFIN	19 18' 11"	99 12' 00"	26.70	16.5	9	2	33	--	52	***
27 FIMSA	19 26' 16"	99 12' 38"	0.80	0.50	42	6	6	--	82	***
28 COMERCIAL	19 25' 28"	99 09' 31"	5.80	3.60	9	1	16	--	58	***
29 ESTRATEGIA	19 20' 56"	99 11' 18"	10.80	6.71	12	5	30	--	45	*** ***
30 VALBUR	19 23' 35"	99 10' 21"	7.10	4.41	33	9	16	--	57	***
31 ARKA	19 25' 45"	99 11' 46"	2.20	1.37	3	1	6	--	30	***
32 INVERMEXICO	19 26' 03"	99 12' 46"	1.30	0.81	36	8	45	--	75	***
33 INBURSA	19 25' 44"	99 12' 53"	1.90	1.18	6	1	--	25	45	***
34 MULTIVAL	19 26' 16"	99 12' 45"	0.90	0.56	27	5	30	--	64	***
35 OPERADORA	19 25' 48"	99 09' 49"	4.90	3.05	12	1	30	--	70	***
36 ACCIBUR	19 25' 26"	99 10' 06"	4.90	3.05	18	1	18	--	75	***
37 PROBURSA	19 20' 56"	99 12' 03"	10.80	6.71	9	1	--	30	52	***
38 VECTOR	19 25' 48"	99 10' 50"	5.00	3.11	30	1	--	15	35	***
39 MEXIVAL	19 25' 34"	99 10' 07"	4.80	2.98	27	2	15	--	70	***
40 INVERLAT	19 24' 04"	99 14' 37"	6.10	3.79	39	5	--	24	30	*** ***
41 PRIME	19 25' 43"	99 09' 51"	4.80	2.98	30	3	6	--	70	***
42 FINAMEX	19 25' 45"	99 09' 47"	5.10	3.17	33	6	6	--	76	***
43 INTERACC	19 25' 32"	99 10' 12"	4.60	2.86	48	14	--	30	55	*** ***
44 CREMI CDEB	19 25' 48"	99 09' 34"	5.50	3.42	15	1	24	--	70	***
45 CBI	19 21' 12"	99 11' 07"	10.50	6.53	33	4	30	--	45	***
46 G B M	19 25' 29"	99 10' 11"	4.80	2.98	21	2	16	--	76	***
47 ABACO	19 21' 42"	99 11' 01"	9.50	5.90	30	2	--	30	36	*** ***
48 BANPECO	19 25' 48"	99 08' 10"	7.25	4.51	15	5	--	30	57	***
49 FINASA	19 23' 30"	99 10' 20"	7.10	4.41	36	9	16	--	42	***
50 NAFINSA 2	19 25' 45"	99 08' 10"	7.90	4.91	9	0	24	--	60	***
51 BANOBRAS	19 27' 22"	99 08' 52"	6.30	3.92	60	8	2	--	25	***
52 BANAMEX 2	19 25' 21"	99 08' 17"	7.90	4.91	24	4	--	2	2	***
53 BANAMEX 3	19 26' 03"	99 08' 58"	6.60	4.10	36	7	--	30	33	***
54 BANAMEX 4	19 25' 50"	99 08' 12"	7.90	4.91	18	3	--	42	39	***

(ANTES DE LLENAR, VEANSE INSTRUCCIONES AL REVERSO)

DIRECCION GENERAL
DE POLITICAS Y NORMAS
DE COMUNICACIONES

DIRECCION DE RADIOCOMUNICACION
Y ENLACE DE LARGA DISTANCIA
SUBDIRECCION DE RADIOCOMUNICACION PRIVADA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS PRIVADOS

ESTACIONES DE SISTEMAS RADIOTELEFONICOS DE SERVICIO
PRIVADO

Datos necesarios cuando los equipos se encuentran registrados en esta dependencia

ESTOS ESPACIOS NO DEBEN SER LLENADOS		1a) FRECUENCIA AUTORIZADA		1b) DISTINTIVO DE LLAMADA		1c) HORARIO DE OPERACION AUT.	
2a) RAZON SOCIAL Y NOMBRE							
UBICACION DEL EQUIPO TRANSMISOR (domicilio y poblacion, en caso de estacion fija; datos del vehiculo si es movil)							
3a) POTENCIA EN WATTS		4a) NUM. DE REG. DEL EQUIPO		5a) TIPO DE INSTALACION		6a) TIPO DE SERVICIO	
7a) SISTEMA DE ALIMENTACION PARA TODA LA INSTALACION							
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION DE LA VIDA HUMANA							
8a) SISTEMA RADIADOR							
Situación Geográfica:		LATITUD		Grados Min. Seg.		Omnidireccional <input type="checkbox"/>	
		LONGITUD		Grados Min. Seg.		Direccional <input type="checkbox"/>	
						Vertical <input type="checkbox"/>	
						Horizontal <input type="checkbox"/>	
Tipo de Antena				Impedancia en el punto de Alimentación: Ohms			
Azimut de Radiación Máxima				Angulo de Abertura del Lobul Principal: Grados			
Conancia en el Azimut de Radiación Máxima				Gr.			
LINEA DE TRANSMISION				DESCRIPCION DE ACOPLADORES DE ANTENA			
Coaxial <input type="checkbox"/>		Impedancia		Ohms			
Abierta <input type="checkbox"/>		Corriente en la Línea		Amps.			
SISTEMA DE SUSTENTACION							
Módul(es) Tubular(es) <input type="checkbox"/>		Sección Triangular <input type="checkbox"/>		Autoseparada <input type="checkbox"/>			
Terre (s) Estructural (es) <input type="checkbox"/>		Sección Cuadrangular <input type="checkbox"/>		Arriestrada con Juego de Retenidas <input type="checkbox"/>			
Altura sobre la Base				Altura total sobre el Suelo			
Número de Luces de Señalamiento de Obstrucción				Pintura Reglamentaria <input type="checkbox"/>			

NOMBRE Y FIRMA DE PERITO EN TELECOMUNICACIONES

FIRMA DE AUTORIZACION

SELLO DE AUT.

FECHA

REG. DGPNC NUM.

FECHA

ANEXO C

CÁLCULO DE ATENUACIONES

No.	NOMBRE	[---- SITIO BASE ----]					[-SITIO REMOTO-]				Total Aten
		Combi nador	Duplex Tx	Línea Tx	Conce Tx	Espacio Libre	Margen Desv	Línea Rx	Conce Rx	Duplex Rx	
1	BANCOMER	3.50	0.80	5.00	1.00	102.67	30.00	2.00	1.00	1.20	-147.17
2	CONFINA	3.50	0.80	5.00	1.00	95.60	30.00	3.50	1.00	1.20	-141.60
3	SERFIN	3.50	0.80	5.00	1.00	102.75	30.00	2.25	1.00	1.20	-147.50
4	BCH	3.50	0.80	5.00	1.00	98.17	30.00	1.25	1.00	1.20	-141.92
5	ATLANTICO	3.50	0.80	5.00	1.00	104.41	30.00	2.95	1.00	1.20	-149.86
6	SOMEX	3.50	0.80	5.00	1.00	97.19	30.00	2.10	1.00	1.20	-141.79
7	CREMI	3.50	0.80	5.00	1.00	97.81	30.00	6.00	1.00	1.20	-146.31
8	INTERNAC	3.50	0.80	5.00	1.00	97.50	30.00	1.65	1.00	1.20	-141.65
9	MERCANTIL	3.50	0.80	5.00	1.00	88.98	30.00	0.65	1.00	1.20	-132.13
10	OBrero	3.50	0.80	5.00	1.00	97.96	30.00	2.35	1.00	1.20	-142.81
11	COMERMEX	3.50	0.80	5.00	1.00	101.23	30.00	3.00	1.00	1.20	-146.73
12	ORIENTE	3.50	0.80	5.00	1.00	106.32	30.00	3.90	1.00	1.20	-152.72
13	CENTRO	3.50	0.80	5.00	1.00	97.19	30.00	1.10	1.00	1.20	-140.79
14	CITIBANK	3.50	0.80	5.00	1.00	96.69	30.00	1.80	1.00	1.20	-140.99
15	BANPAIS	3.50	0.80	5.00	1.00	101.23	30.00	2.60	1.00	1.20	-146.33
16	BANRURAL	3.50	0.80	5.00	1.00	98.25	30.00	0.75	1.00	1.20	-141.50
17	BANEJERCITO	3.50	0.80	5.00	1.00	87.64	30.00	4.80	1.00	1.20	-134.94
18	BANCRESER	3.50	0.80	5.00	1.00	98.10	30.00	5.30	1.00	1.20	-145.90
19	BANAMEX 1	3.50	0.80	5.00	1.00	100.71	30.00	1.65	1.00	1.20	-144.86
20	BANORO	3.50	0.80	5.00	1.00	99.75	30.00	2.90	1.00	1.20	-145.15
21	BANCOMEXT	3.50	0.80	5.00	1.00	106.00	30.00	1.50	1.00	1.20	-150.00
22	NAFINSA 1	3.50	0.80	5.00	1.00	102.80	30.00	3.05	1.00	1.20	-148.35
23	ACCIVAL	3.50	0.80	5.00	1.00	96.16	30.00	3.10	1.00	1.20	-141.76
24	BURSALEX	3.50	0.80	5.00	1.00	95.60	30.00	3.90	1.00	1.20	-142.00
25	MEXICO CDEB	3.50	0.80	5.00	1.00	96.69	30.00	1.25	1.00	1.20	-140.44
26	AFIN	3.50	0.80	5.00	1.00	111.07	30.00	2.60	1.00	1.20	-156.17
27	FIMSA	3.50	0.80	5.00	1.00	80.60	30.00	4.10	1.00	1.20	-127.20
28	COMERCIAL	3.50	0.80	5.00	1.00	97.81	30.00	2.90	1.00	1.20	-143.21
29	ESTRATEGIA	3.50	0.80	5.00	1.00	103.21	30.00	2.25	1.00	1.20	-147.96
30	VALBUR	3.50	0.80	5.00	1.00	99.56	30.00	2.85	1.00	1.20	-144.91
31	ARKA	3.50	0.80	5.00	1.00	89.39	30.00	1.50	1.00	1.20	-133.39
32	INVERMEXICO	3.50	0.80	5.00	1.00	84.82	30.00	3.75	1.00	1.20	-131.07
33	INBURSA	3.50	0.80	5.00	1.00	88.11	30.00	2.25	1.00	1.20	-132.86
34	MULTIVALORES	3.50	0.80	5.00	1.00	81.62	30.00	3.20	1.00	1.20	-127.32
35	OPERADORA	3.50	0.80	5.00	1.00	96.34	30.00	3.50	1.00	1.20	-142.34
36	ACCIBUR	3.50	0.80	5.00	1.00	96.34	30.00	3.75	1.00	1.20	-142.59
37	PROBURSA	3.50	0.80	5.00	1.00	103.21	30.00	2.60	1.00	1.20	-148.31
38	VECTOR	3.50	0.80	5.00	1.00	96.52	30.00	1.75	1.00	1.20	-140.77
39	MEXIVAL	3.50	0.80	5.00	1.00	96.16	30.00	3.50	1.00	1.20	-142.16
40	INVERLAT	3.50	0.80	5.00	1.00	98.25	30.00	1.50	1.00	1.20	-142.25
41	PRIME	3.50	0.80	5.00	1.00	96.16	30.00	3.50	1.00	1.20	-142.16
42	FINAMEX	3.50	0.80	5.00	1.00	96.69	30.00	3.80	1.00	1.20	-142.99
43	INTERACC	3.50	0.80	5.00	1.00	95.79	30.00	2.75	1.00	1.20	-141.04
44	CREMI C DE B	3.50	0.80	5.00	1.00	97.35	30.00	3.50	1.00	1.20	-143.35
45	CBI	3.50	0.80	5.00	1.00	102.96	30.00	2.25	1.00	1.20	-147.71
46	G B M	3.50	0.80	5.00	1.00	96.16	30.00	3.80	1.00	1.20	-142.46
47	ABACO	3.50	0.80	5.00	1.00	102.09	30.00	1.80	1.00	1.20	-146.39
48	BANPECO	3.50	0.80	5.00	1.00	99.75	30.00	2.85	1.00	1.20	-145.10
49	FINASA	3.50	0.80	5.00	1.00	99.56	30.00	2.10	1.00	1.20	-144.16
50	NAFINSA 2	3.50	0.80	5.00	1.00	100.49	30.00	3.00	1.00	1.20	-145.99
51	BANOBRAS	3.50	0.80	5.00	1.00	98.53	30.00	1.25	1.00	1.20	-142.28
52	BANAMEX 2	3.50	0.80	5.00	1.00	100.49	30.00	0.10	1.00	1.20	-143.09
53	BANAMEX 3	3.50	0.80	5.00	1.00	98.93	30.00	1.65	1.00	1.20	-143.08
54	BANAMEX 4	3.50	0.80	5.00	1.00	100.49	30.00	1.95	1.00	1.20	-144.94

ANEXO C

CÁLCULO DE GANANCIAS (dB)

RESULTADOS CÁLCULO

No.	NOMBRE	Pot sal dBm		Antena Tx	Antena Rx	Total Ganancia	Diferencia. Aten-Gan	Microvolts μV
		Normal	Con amplifi					
1	BANCOMER	-	41.14	15	10	66.14	-81.03	19.86
2	CONFIA	33	-	15	8	56.00	-85.60	11.73
3	SERFIN	33	-	10	8	51.00	-96.50	3.34
4	BCH	33	-	8	8	49.00	-92.92	5.05
5	ATLANTICO	-	41.14	8	10	59.14	-89.67	7.35
6	SOMEX	33	-	8	8	49.00	-92.79	5.13
7	CREMI	33	-	8	8	49.00	-97.31	3.05
8	INTER	33	-	8	8	49.00	-92.65	5.21
9	MERCANTIL	33	-	10	8	51.00	-81.13	19.63
10	OBRERO	33	-	8	8	49.00	-93.81	4.56
11	COMERMEX	33	-	8	8	49.00	-97.73	2.90
12	ORIENTE	-	41.14	8	10	59.14	-93.58	4.69
13	CENTRO	33	-	8	8	49.00	-91.79	5.76
14	CITIBANK	33	-	8	8	49.00	-91.99	5.62
15	BANPAIS	33	-	8	8	49.00	-97.33	3.04
16	BANRURAL	33	-	8	8	49.00	-92.50	5.31
17	BANEJER CITO	-	41.14	15	8	64.14	-70.80	64.46
18	BANCRESER	33	-	8	8	49.00	-96.90	3.19
19	BANAMEX 1	33	-	8	8	49.00	-95.86	3.60
20	BANORO	33	-	8	10	51.00	-94.15	4.39
21	BANCOMEXT	-	41.14	15	10	66.14	-82.66	16.46
22	NAFINSA 1	-	41.14	15	13	69.14	-79.21	24.50
23	ACCIVAL	-	44.47	10	10	64.77	-75.79	36.29
24	BURSAMEX	33	-	10	8	51.00	-91.00	6.30
25	MEXICO CDEB	33	-	8	8	49.00	-91.44	5.99
26	AFIN	-	44.77	10	10	64.77	-90.20	6.91
27	FIMSA	33	-	10	8	51.00	-76.20	34.63
28	COMERCIAL	33	-	8	8	49.00	-94.21	4.36
29	ESTRATEGIA	-	41.14	15	10	66.14	-80.62	20.83
30	VALBUR	33	-	8	8	49.00	-95.91	3.58
31	ARKA	33	-	10	8	49.00	-84.39	13.49
32	INVERMEX	33	-	10	10	53.00	-78.07	27.93
33	INBURSA	33	-	10	8	51.00	-81.86	18.04
34	MULTIVAL	33	-	10	8	51.00	-76.32	34.14
35	OPERADORA	33	-	8	8	49.00	-93.34	4.81
36	ACCIBUR	33	-	8	8	49.00	-93.59	4.68
37	PROBURSA	-	41.14	15	8	64.14	-84.17	13.84
38	VECTOR	33	-	8	8	49.00	-91.77	5.77
39	MEXIVAL	33	-	15	8	56.00	-86.16	11.00
40	INVERLAT	33	-	10	8	51.00	-91.25	6.13
41	PRIME	33	-	8	8	49.00	-93.15	4.91
42	FINAMEX	33	-	8	8	49.00	-93.99	4.47
43	INTERACC IONES	33	-	8	8	49.00	-92.04	5.59
44	CREMI C DE B	33	-	8	8	49.00	-94.35	4.29
45	CBI	-	41.14	15	10	66.14	-81.57	18.66
46	G B M	33	-	10	10	53.00	-89.46	7.52
47	ABACO	-	41.14	15	10	66.14	-79.05	24.94
48	BANPECO	33	-	8	8	49.00	-96.10	3.51
49	FINASA	33	-	8	8	49.00	-95.16	3.91
50	NAFINSA CENTRO	33	-	8	8	49.00	-96.99	3.16
51	BANOBRAS	33	-	8	8	49.00	-93.28	4.85
52	BANAMEX 2	33	-	8	8	49.00	-94.09	4.41
53	BANAMEX 3	33	-	8	8	49.00	-94.08	4.42
54	BANAMEX 4	-	44.77	8	10	62.77	-82.17	17.41

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE
ARRL Handbook

BARVICKS, ALEX
VHF Antenna Handbook

BIBLIOTECA DE ELECTRÓNICA INFORMÁTICA
Antenas
Serie Nuevas Tecnologías
Editorial Orbis Marcombo
Barcelona , 1986

FRIEND, GEORGE E.
Understandig Data Communications
Editorial Sams
N.Y., 1991

HALL, DOUGLAS V.
Microprocessors and Digital Systems
Editorial McGraw Hill
México, 1987

KENNEDY, GEORGE
Electronic Communications Systems
Editorial McGraw Hill
N.Y., 1985

KRAUSS, HERBERT
Estado Sólido en Ingeniería de Comunicaciones
Editorial Limusa
México, 1984

MILEAF, HARRY
Electrónica siete
Editorial Limusa
México, 1987

NET FONT, FRANCISCO JAVIER
Teoría Básica de Radiación y Propagación Electromagnética
Editorial Limusa
México, 1989

SCHWARTZ, MISCHA
Communication Systems and Techniques
Editorial Mc Graw Hill
N.Y., 1966

TEMES, LLOYD
Teoría y Problemas para la Comunicación Electrónica
Editorial McGraw Hill
México, 1984