

72
Zejun



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS PARA EL DISEÑO Y OPTIMIZACION
DE LA RED DE COMUNICACIONES PARA
VOZ Y DATOS DE BITAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N
JAVIER FRIAS GARCIA
RICARDO ROJAS CALDERON
ROSA PATRICIA SANCHEZ BELTRAN
CARLOS SEGURA HERNANDEZ**



DIRECTOR DE TESIS: ING. MA. JAQUELINA LOPEZ BARRIENTOS

MEXICO, D. F.

1 9 9 5

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Deseamos agradecer a:

La Universidad Nacional Autónoma de México, por los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra vida universitaria.

La Facultad de Ingeniería, por albergarnos en sus aulas.

Y especialmente a la Ing. Ma. Jaquelina López Barrientos por su tiempo, orientación y amistad.

*Carlos
Paco
Javier
Paty
Ricardo*

A MIS PADRES:

Por su apoyo incondicional y su comprensión, por guiar mis pasos por el camino de la vida, por enseñarme el verdadero valor de las cosas y, sobre todo, por su amor.

A MIS HERMANOS:

Por impulsarme cada día. Por todos los sueños y momentos compartidos.

A JAMES RAY:

Por el collar de flores y los cisnes de cristal. Porque siempre serás único...

A IVONNE:

Por los vinjes, los libros, la música y el cine; con la certeza de que nuestra amistad será tan duradera como nuestras vidas. Quizá más...

A LAURA:

Porque en ti he encontrado cariño, confianza y una amistad sincera e incomparable. Por tu ejemplo y dedicación.

CON AFECTO ESPECIAL A:

Ana Ma. M., Alejandro G., Alonso C., Carlos S., Cecilia I., Francisco B., Gloria R., Javier F., Mónica E., Rafael B., Ricardo R., Samuel R. y Yolanda C.

IN MEMORIAM

Serifin Beltrán Pedroza.

Doy gracias a Dios:

Por todas sus bendiciones y por la oportunidad de ser cada día mejor.

A mis Padres:

Murtín Frias Furlong y Gloria García Rodal, por su fé y apoyo incondicional, como un reconocimiento a su esfuerzo y con mi eterna gratitud y amor.

A mi Hermana:

Vanessa Frias García, por creer siempre en mí y estar conmigo en los mejores momentos de mi vida, como una muestra de mi amor.

A Paty Aburto Rivas:

Por creer en mí y apoyarme durante el desarrollo de esta tesis, con todo mi amor.

A mi Gran Amigo:

Francisco Gerardo Berber de la Cajiga, compañero de toda la vida, con mi más sincero afecto y admiración. Para mí ha sido un privilegio realizar esta tesis juntos.

A mis Compañeros de Tesis:

*Que con su esfuerzo han hecho posible la realización de este trabajo.
Mi más sincero agradecimiento.
Si alguien tiene algo que objetar...*

A mis Inseparables Amigos:

Rolando Aquino Ortega y Luis A. Torres Baeza, que siempre han creído en mí y con el orgullo que me inspira el contar con su amistad.

A todos aquéllos que me han brindado su apoyo y aliento para la culminación de mi carrera. Mi más sincero reconocimiento.

Javier Frias García

A MIS PADRES:

*Muy en especial por la educación,
formación y apoyo brindado
durante todos estos años.*

A MIS HERMANOS:

*Por esa unión, confianza y respeto
mostrada por cada uno de ellos.*

A RAUL Y NESTOR HERNANDEZ:

*Conservar los lazos familiares es un
concepto muy importante, el demostrarlo
es una gran cualidad.*

A CONNIE PIÑA:

*Por su comprensión y apoyo mostrado
durante la realización de esta tesis.*

A PERLA VARELA:

Con gran afecto, por todos estos años de amistad.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

*Ya que sin ellos no hubiese sido posible
la culminación de este trabajo.*

A mis padres:

Por haberme dado la vida, apoyo, amor y confianza; por haberme sabido guiar por el camino del bien, por haber luchado y compartido conmigo; noches de desvelo, momentos de angustia y felicidad, por su ayuda moral y económica, sin la cual no hubiera cumplido mis sueños.

A mi hermano:

Por el apoyo brindado y su cooperación desinteresada siempre que la he necesitado. Por haberme ayudado y alentado en los momentos difíciles hasta el logro de mis objetivos.

A mis compañeros de tesis y amigos en general:

Por el estímulo recibido y por haberme brindado su ayuda y cooperación, en forma desinteresada en la culminación de mis metas.

A mis familiares:

Por el apoyo recibido y por haberme alentado a cumplir mis objetivos.

Con afecto especial a:

Chata, que siempre se ha preocupado por mi bienestar y superación personal.

Javier Frias García, por aguantarme tantos años y llegar a ser muy buenos amigos. Gracias por compartir conmigo la realización de este trabajo de tesis que tanto anhelábamos.

Gracias

Francisco Gerardo Berber de la Cajiga

A MIS PADRES:

Pedro Rojas y Eva Calderón

Porque ellos me lo han dado todo

Cómo les puedo agradecer

que me hayan dado la vida.

Cómo sus desvelos, cómo

sus cuidados y atenciones.

Nunca será suficiente.

A MIS HERMANOS:

Porque en ustedes encontré

unas veces inspiración,

otras consejo y algunas otras

un reto amable, pero siempre

encontré Amor en ustedes.

PARA ANGELICA:

Porque con tu presencia has

llenado mi vida de ilusión y de

Esperanza, nunca te separes

de mí.

Ricardo Rojas

Deseo hacer patente mi agradecimiento personal para el Ing. Javier Velázquez del Area de Ingeniería de Telecomunicaciones de Bitel, quien propuso este tema de tesis y siempre se mostró dispuesto a orientarme en la elaboración del texto y resolver las dudas que se presentaron en el desarrollo del mismo.

No puedo dejar de mencionar que Paty, Javier, Francisco y Carlos han sido unos compañeros realmente excepcionales, su disposición al trabajo, su espíritu de equipo y su afán por lograr el máximo objetivo fué esencial para llevar a término este trabajo, extrañaré las intensas veladas de trabajo en su compañía.

Gracias

Ricardo Rojas

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCION

I.1 Evolución de las telecomunicaciones	1
Las telecomunicaciones en México	4
I.2 Historia de las redes	5

CAPITULO II. REDES DE COMUNICACIONES

II.1 Definición de red	9
II.2 Componentes de una red	10
Elementos de hardware	10
Elementos de software	21
II.3 Estándares internacionales	24
El modelo OSI / ISO	24
Los estándares 802.x del IEEE	26
CCITT	27
II.4 Topologías de red	28
II.5 Protocolos	33
CSMA/CD	34
Token Passing	35
Polling	36

CAPITULO III. PRINCIPIOS DE COMUNICACIONES

III.1 Estructura básica de un sistema de comunicaciones	38
III.2 Señales	40
Clasificación y características	40
Factores que afectan las señales	43
III.3 Modulación	45
Modulación analógica	46
Modulación digital	48
III.4 Multiplexaje	52

CAPITULO IV. ANTECEDENTES DE LA RED BITAL

IV.1 Situación actual	57
IV.2 Infraestructura de la red existente	67

CAPITULO V. NECESIDADES DE COMUNICACION: VOZ Y DATOS	
V.1 Necesidades actuales de la red BITAL	103
Análisis de tráfico telefónico	107
V.2 Necesidades futuras de la red BITAL	113
CAPITULO VI. ALTERNATIVAS DE SOLUCION	
VI.1 La Red Digital de Servicios Integrados	115
VI.2 Factores a considerar para el crecimiento de la red BITAL	117
VI.3 Análisis para la implementación de una red X.25	119
VI.4 Análisis para la implementación de una red Frame-Relay	123
VI.5 Análisis para la implementación de una red ATM	128
Multiplexaje determinístico	129
Multiplexaje estadístico	130
VI.6 Análisis para la implementación de una red digital	133
VI.7 Cuadro comparativo	135
CAPITULO VII. REQUERIMIENTOS PARA LA RED BITAL	
VII.1 Requerimientos para actualizar la red	137
VII.2 Requerimientos para el crecimiento de la red	143
CAPITULO VIII. ESTUDIO COSTO-BENEFICIO Y FACTIBILIDAD	
VIII.1 Estudio costo-beneficio de la propuesta	145
VIII.2 Factibilidad para la implementación de la red	150
CAPITULO IX. CONCLUSIONES	153
GLOSARIO DE TERMINOS	157
BIBLIOGRAFIA	162
APENDICES	166

CAPITULO I
INTRODUCCION

I.1 EVOLUCION DE LAS COMUNICACIONES

El desarrollo de las comunicaciones ha sido un factor fundamental en el progreso de la civilización. La fase de la señal física o corporal que hace miles de años constituyó la única forma de comunicación entre los hombres quedó superada desde que el ser humano aprendió a hablar, aunque se ignora cuándo ocurrió.

En un momento determinado de la Edad de Piedra, que comenzó hace un millón de años, el hombre empezó a plasmar sus ideas en imágenes o símbolos, de donde nació la escritura.

Los antiguos aztecas, griegos y romanos utilizaban corredores adiestrados para llevar mensajes a través de largas distancias. Al principio se transmitían mensajes verbalmente, pero con la invención y generalización de la escritura, los comunicados empezaron a escribirse en láminas de piedra o en hojas de papiro.

En 1792 el ingeniero francés llamado Claude Chappe inventó un semáforo. Por medio de un poste provisto en su parte superior de un travesaño compuesto de brazos manejables por medio de cuerdas logró enviar mensajes en clave. El poste era colocado en un sitio elevado y mediante catalejos podían observarse las señales desde distancias hasta de 60 Km.

Entre 1860 y 1861, los estadounidenses utilizaron un sistema de comunicaciones mediante jinetes, el "Pony Express", con el que podían enviar mensajes y cartas a larga distancia.

Las comunicaciones del siglo presente han sufrido una revolución a consecuencia de la aplicación de los descubrimientos de Oersted sobre la relación entre la electricidad y el magnetismo y de Hertz sobre las ondas de radio.

La era de las comunicaciones eléctricas se inició el 21 de febrero de 1838, cuando Samuel Morse usó por primera vez su invento: el telégrafo. Este comprende un circuito, compuesto por una batería y un interruptor puesto a tierra. Al cerrar el contacto, la corriente acciona un electroimán instalado en el equipo receptor; este atrae una barra de hierro unida a una placa que al ser activada marca un punto o una raya sobre el papel que se va moviendo.

Durante 30 años las compañías telegráficas monopolizaron el uso de impulsos eléctricos para transmitir datos entre estaciones distantes. Sin embargo, en 1876, el escocés Alexander Graham Bell, en colaboración con Thomas Watson, demostró que podían utilizarse señales eléctricas para transmitir señales de voz a lo largo de un par de cables eléctricos. Sus primeros aparatos consistieron en el diseño de un telégrafo armónico que transmitía mensajes múltiples por un solo hilo. Mientras experimentaba, Bell se dio cuenta por su sonido, de que una lengüeta metálica vibraba de una forma parecida al sonido de una armónica. La lámina, que había estado adherida a un electroimán, empezó a vibrar en cuanto la soltó Watson, de modo que se percibía no sólo su sonido primario sino también los armónicos. Este hecho, observado por Bell, como músico experto que era, abrió las puertas a la transmisión acústica y a las investigaciones que desembocarían en la invención del teléfono en marzo de 1876.

En los 75 años posteriores a la introducción del teléfono, se estableció una compleja red de sistema de comunicaciones para enlazar localidades de todo el mundo. El primer enlace de dispositivos de cómputo y de comunicaciones ocurrió en 1940 cuando el doctor George Stibiz utilizó líneas telegráficas para enviar datos del Dartmouth College en New Hampshire hasta una calculadora de los Laboratorios Bell en Nueva York.

El sistema telefónico actual no puede soportar los cambios de corriente directa requeridos por la transmisión digital de datos. Los teléfonos están contruidos para transportar la información contenida en la voz generada en las conversaciones humanas. Por ello, los datos digitales tienen que ser convertidos primero en señales de audio que puedan ser transmitidas por las líneas telefónicas. Esta conversión de los unos y ceros digitales en señales de audio se denomina modulación. El dispositivo capaz de realizar

estas conversiones se denomina modulador/demodulador, su abreviatura es modem y fue desarrollado en 1954 por la British Telecom.

A finales de la década de los cincuenta la unión entre la computación y las comunicaciones comenzó a desarrollarse en forma activa. Al principio se emplearon líneas telegráficas para conectar las terminales de teleimpresoras con las computadoras, pero rápidamente se sustituyeron por líneas telefónicas. Una pronta aplicación a gran escala fue el sistema de reservación de pasajeros de la compañía Sabre, planeado y puesto en funcionamiento a finales de 1950 y a principios de los años sesenta por la American Airlines y la IBM. Cientos de terminales dispersas fueron conectadas a un procesador central. El uso de las comunicaciones ha crecido constantemente desde entonces. Hoy la mayoría de las minicomputadoras grandes y casi todas las macrocomputadoras de mediana y gran escala son capaces de comunicarse con terminales distantes.

La tendencia en el desarrollo actual de las telecomunicaciones, está ligada a la implementación de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN). Esta consta esencialmente de enlaces telefónicos digitales, capaces de mantener comunicaciones a 64.000 bps y que evitan la necesidad de modular señales digitales en tonos de audio.

En nuestros días el intercambio de información a grandes distancias se ha vuelto un factor determinante en el desarrollo social. La informática y las telecomunicaciones son las herramientas que demandan los grandes usuarios por la gran cantidad de datos que generan. De ahí la importancia de INTERNET, una de las redes de información más grandes del mundo, la cual está formada por aproximadamente 39,000 redes registradas en 107 países, con 727,000 nodos y al menos 3,500,000 usuarios activos.¹

El objetivo principal de INTERNET es que las organizaciones participantes tales como agencias de gobierno, instituciones educativas y corporaciones privadas compartan recursos a nivel mundial y, al mismo tiempo, promover la participación de investigadores y proveerles de un ambiente de prueba para nuevos desarrollos en redes de comunicación.

¹RED, Marzo 1995

LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

A pesar de lo extenso de su territorio y de las disparidades de concentración de la población y la riqueza, México tiene una notable experiencia y una infraestructura relativamente importante en materia de telecomunicaciones, cuyas inversiones recientes están cada día más acordes con las expectativas de modernidad y competitividad internacional que exige la economía globalizadora de fin del siglo XX.

A principios de siglo, nuestro país tenía una de las redes telegráficas más extensas del mundo. El telégrafo, curiosamente, representa el primer sistema de telecomunicaciones codificado binariamente, al usar dos símbolos, el punto y raya, representados a lo largo de los cables por corrientes eléctricas de mayor o menor duración.

El teléfono, por su parte, nace naturalmente analógico. Sin embargo el primer paso de la revolución digital en México ocurre en la década de los sesenta con el sistema de modulación por pulsos considerado el primer método operacional para digitalizar señales analógicas, transformando la voz en pulsos codificados.

Un poco más tarde aparece el concepto de multiplexaje, o sea el procedimiento de muestrear señales codificadas de voz en diferentes hilos para crear un flujo continuo de pulsos en un sólo conductor que llevó a la telefonía hacia la conmutación temporal en vez de la tradicional conmutación de circuitos y se incrementó así la flexibilidad de la red telefónica para soportar picos de tráfico.

En los años setenta se consolida la red federal de microondas, si bien comienzan a surgir redes especializadas, como la usada para la navegación. Se crean tres centros nodales de conmutación automática de mensajes para la telegrafía nacional controlados por computadora y se establece la figura jurídica de agente comercial, prestador de servicios públicos de teleinformática.

En el año 1980, Telmex comienza a operar centrales electrónicas de " programa almacenado " y la Dirección de Telecomunicaciones inicia la instalación de la red pública de conmutación de paquetes Telpac.

En ese tiempo, México había logrado completar una infraestructura con más de 180 estaciones terrenas de recepción satelital para televisión, convirtiéndose en uno de los primeros países del mundo en utilizar los satélites internacionales Intelsat para fines privados a nivel nacional. Se crean así las primeras cadenas de radio y televisión de cobertura nacional.

Cinco años después del lanzamiento y puesta en órbita de los satélites Morelos y Solidaridad, se marca una importante etapa en el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones de México, que ingresa al reducido grupo de países poseedores de un sistema satelital propio.

I.2 HISTORIA DE LAS REDES

El almacenamiento y el análisis de información ha sido uno de los grandes problemas a que se ha enfrentado el hombre desde que se inventó la escritura. No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX que ha podido resolver, parcialmente , este problema gracias a la invención de la computadora.

En la década de los cincuenta el hombre dio un gran salto al inventar la computadora electrónica. La información ya podía enviarse en grandes cantidades a un lugar central donde se realizaba su procesamiento. Ahora el problema era que esta información (que se encontraba en grandes cajas llenas de tarjetas) tenía que ser trasladada al departamento de proceso de datos.

Con la aparición de las terminales en la década de los sesenta, se logró una comunicación directa, y por tanto más rápida y eficiente, entre los usuarios y la unidad central de proceso, pero se encontró un obstáculo: entre más terminales y otros periféricos se agregaban a la computadora central, decaía la velocidad de comunicación.

A finales de la década de los sesenta y principios de los setenta la compañía DEC penetra al mercado con dos elementos primordiales: la fabricación de equipos de menor tamaño y regular capacidad, a los que se denominó "minicomputadoras", y el establecimiento de comunicación relativamente confiable entre ellos.

Hacia la mitad de la década de los setenta la delicada tecnología de silicio y de la integración en miniatura permitió a los fabricantes de computadoras construir mayor capacidad en máquinas más pequeñas. Estas máquinas, llamadas "microcomputadoras", desahogaron el trabajo de las viejas máquinas centrales y a partir de este momento cada usuario tenía una microcomputadora en su escritorio.

A principios de los ochenta las microcomputadoras habían revolucionado por completo el concepto de la computadora electrónica, así como sus aplicaciones y mercado. Sin embargo, los gerentes de los departamentos de informática fueron perdiendo el control de la información puesto que el proceso de la misma no estaba centralizado.

A esta etapa se le podría llamar "la época del floppy disk". La información de los archivos podía estar contenida en un cierto número de discos. Sin embargo, de alguna manera se había retrocedido en la forma de procesar la información, porque nuevamente había que acarrearla llevando los discos de una microcomputadora a otra y la limitada capacidad de los discos hacía difícil el manejo de grandes cantidades de datos.

Con la llegada de la tecnología Winchester (disco duro) se lograron dispositivos que permitían almacenar un gran volumen de información, con capacidades que iban desde cinco hasta cien Megabytes. Las desventajas de esta tecnología eran el alto costo que significaba la adquisición de un disco duro y la dificultad que tenían los usuarios al no poder compartir información y programas en forma simultánea.

Estas razones, aunadas a otras como el poder compartir recursos de relativa baja utilización y alto costo, llevó a diversos fabricantes a idear las Redes de Area Local (LAN).

En un principio, las redes de microcomputadoras se formaban por simples conexiones, que permitían a un usuario tener acceso a los recursos de otra microcomputadora, tales como discos duros, impresoras, programas, paquetes, etc. Estos equipos daban acceso a cada usuario a todas las partes de un disco y causaban obvios problemas de seguridad e integridad de datos.

Hacia el año de 1983 la compañía NOVELL Inc. fue la primera en introducir el concepto de Servidor de Archivos, en el que todos los usuarios pueden tener acceso a la misma información, compartir archivos y contar con niveles de seguridad.

CAPITULO II

REDES DE COMUNICACIONES

II.1 DEFINICION DE RED

Una red es un conjunto de dispositivos interconectados en un ambiente computacional, para compartir información y recursos informáticos.

Los dispositivos pueden incluir computadoras de diversas configuraciones, terminales y periféricos tales como impresoras, lectoras de cinta magnética, digitalizadores, graficadores, entre otras cosas. Como parte de la red también se cuentan los medios de transmisión de datos como cables, satélites, modems y programas de comunicaciones.

En cuanto a las funciones, además de las que pueden desarrollar sus componentes por separado, las redes permiten la transferencia de archivos, el envío y recepción de mensajes (correo electrónico), la operación de aplicaciones desde varias estaciones de trabajo simultáneamente.

De acuerdo a su distribución geográfica, las redes se clasifican en redes de Area Local o LAN, redes de Area Metropolitana o MAN, redes de Cobertura Amplia o WAN y redes de Area Global o GAN. Las redes LAN son las que se encuentran instaladas dentro de un edificio o en un conjunto de edificios cercanos entre sí; las redes MAN interconectan varias redes locales dentro de un área metropolitana; las redes WAN pueden unir redes metropolitanas de diferentes ciudades, países e incluso continentes; por último, las redes GAN son las que enlazan diversas redes WAN a nivel mundial. Dada la cercanía entre nodos de redes LAN es costeable su interconexión mediante cables de gran calidad que permiten altas velocidades de transmisión. Además, es muy probable que los equipos tengan las mismas características y que las aplicaciones estén desarrolladas con las mismas herramientas de programación, lo cual facilita las comunicaciones entre los dispositivos interconectados. En cambio, las redes MAN, WAN y GAN se construyen sobre la infraestructura de telecomunicaciones que ofrecen las compañías locales en cada país.

II.2 COMPONENTES DE UNA RED

Los elementos con que cuenta una red pueden variar dependiendo de las funciones específicas para las que esté diseñada. Sin embargo, existen elementos comunes a todas ellas que son los que se describen a continuación.

ELEMENTOS DE HARDWARE

Servidor

Es una computadora con gran capacidad de procesamiento que se encarga de administrar y compartir los recursos de la red y en el que reside el sistema operativo con el que se trabaja. La labor principal del servidor es descargar las tareas de las computadoras que se encuentran conectadas en red.

Estación de Trabajo

Una estación de trabajo es una terminal o una computadora personal desde la cual el usuario puede utilizar la red. Contiene una tarjeta de interfase que permite que se comunique con otras estaciones, es el elemento que permitirá el enlace entre estaciones de trabajo.

Tarjetas de red

Las tarjetas de red permiten empaquetar la información y transmitirla a cierta velocidad de acuerdo a ciertas características de envío. Estas varían según el protocolo y la topología de la red.

Concentradores

Un concentrador es un dispositivo inteligente, basado en un microprocesador cuyo cometido principal es concentrar líneas de comunicaciones. Esta concentración conduce a economizar líneas, modems, adaptadores y puertos de conexión central. Su uso puede ser local o remoto.

El concentrador realiza el sondeo (polling) de sus terminales en forma totalmente independiente y asincrónica de las transmisiones del procesador central.

Entre las funciones comúnmente realizadas por un concentrador se destacan:

- Sondeo de terminales
- Conversión de protocolos
- Conversión de códigos
- Conversión de velocidad
- Compactación de datos
- Control de errores

Los concentradores se encuentran normalmente instalados en un gabinete que tiene módulos de conexión para varios tipos de cableado. Los concentradores tienen circuitos electrónicos que retardan y repiten las señales en el cable. También contienen un microprocesador que monitorea y reporta toda la actividad de la red.

Controladores

Su función principal es controlar un grupo de terminales de aplicación específica, implementando algunos conceptos del procesamiento distribuido de datos.

El procesamiento distribuido de datos se refiere en este caso, a la descentralización de las funciones realizadas por el procesador central, delegándolas a dispositivos externos, como los controladores.

Un controlador es capaz de realizar todas las funciones mencionadas para los concentradores, además del almacenamiento, envío y conmutación de mensajes.

Las diferencias entre un controlador y un concentrador se enlistan a continuación:

- El nivel de inteligencia.
- La capacidad de almacenamiento.
- Los controladores pueden ser programados externamente por el usuario.
- Se encargan de la habilitación y deshabilitación de terminales.
- Llevan bitácora de mensajes.
- Tienen contadores de errores para obtener estadísticas.
- Se encarga de reintentos de las transmisiones ante situaciones de excepción.

Medios físicos de transmisión

Los medios físicos de transmisión son los elementos a través de los cuales se envía la información. Estos se dividen en terrestres y aéreos.

a) Medios físicos terrestres

Los medios físicos terrestres comprenden los diferentes tipos de cableado que existen. El cableado, es la columna vertebral de cualquier sistema de red, ya que lleva la información de un nodo a otro. Hay diferentes tipos de cable entre los cuales podemos citar:

Par trenzado

- Un par puede transportar de 1 a 8 canales de grado de voz.
- Son utilizados en cualquier topología.
- Puede transportar tanto señales digitales como analógicas.
- Una red típica puede tener conectados con éste medio hasta 1000 dispositivos del usuario.
- Alcance hasta de 3 Km dependiendo del producto.
- Permite trabajar en HDX (Half Duplex) o FDX (Full Duplex).
- Ancho de Banda; hasta 64 Kbps.
- Bajo costo.
- Alto índice de error a grandes velocidades y distancias.
- Baja inmunidad al ruido e interferencia.
- Requiere la protección especial de blindaje y ductos.

Cable coaxial de banda angosta

- Transmite una señal digital simple, en HDX.
- No hay modulación de frecuencia.
- Diseñados primeramente para comunicaciones de datos. Pueden cubrir aplicaciones de voz (no tiempo real) tal como voice store & forward y freeze frame video. Se trasmite la voz en forma digital.
- Generalmente usado en topologías de bus, árbol y raramente en anillo.
- Alcance de 1 a 10 Km.
- Ancho de banda de 10 Mbps (sobre una longitud máxima de 1 Km).
- Baja inmunidad al ruido.
- El ancho de banda puede transportar solamente un 40% de su carga para permanecer estable.

Cable coaxial de banda ancha

- Se utiliza en FDX.
- Puede transmitir voz, datos y video simultáneamente.
- Se permite voz y video en tiempo real.
- La señal en el cable es en modo analógico de radio frecuencia (RF) y por lo tanto los datos deben ser modulados antes de la transmisión, usando un modem de RF.
- Todas las señales son HDX, pero usando dos canales se obtiene FDX.
- El cable coaxial de banda ancha se considera un medio activo ya que la energía se obtiene de los componentes de soporte de la red y no de las estaciones conectadas.
- Se requiere la utilización de amplificadores, pero no de repetidores.
- Debido a las amplificaciones y al alto número de canales, se pueden conectar hasta 25,000 dispositivos con un alcance de 5 Km.
- Se utiliza en topologías de bus y árbol.
- Ancho de banda máximo: 400 Mhz. Puede transportar el 100 % de su carga.
- Mejor inmunidad al ruido que el banda base.
- Se requieren modems en cada estación de trabajo, lo cual limita la velocidad de transmisión.

Fibra óptica

- Consiste en un núcleo central, muy fino, de vidrio o plástico que tiene un alto índice de refracción.
- Este núcleo está cubierto por un aislante dieléctrico.
- Cada fibra provee un camino de transmisión único de extremo a extremo, unidireccional.
- La transmisión de datos es a través de pulsos de luz que se introducen en un extremo, usando un láser o LED.
- La transmisión es, generalmente, punto a punto, sin modulación.
- La fibra óptica no es afectada por interferencia eléctrica, ruidos, problemas energéticos, temperatura, radiación o agentes químicos.
- Ancho de banda de hasta 50 Mbps a 10 Km. Experimentalmente 1 Gbps.
- Permite la transmisión de datos, voz y video y presenta baja pérdida de señal.

b) Medios físicos aéreos

Los medios físicos aéreos comprenden los diferentes tipos de enlaces inalámbricos que utilizan el espacio como vía de comunicación. Entre ellos se pueden citar los siguientes:

Enlace por radiofrecuencia

En este caso, el enlace se realiza por medio de transmisores y receptores de radiofrecuencia que abarcan un ancho de banda del orden de 1 hasta 1000 Mhz.

Enlace por microondas

En este caso la información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud, es decir, de alta frecuencia. Comprende un ancho de banda del orden de 100 Ghz. Los dispositivos emisores y receptores deben estar ubicados a la vista uno del otro, ya que la conexión es punto a punto.

Una ventaja importante que ofrecen es poder transportar miles de canales de voz a grandes distancias, a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural.

Las estaciones consisten de una antena tipo plato y de circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario.

Enlace infrarrojo

El uso de la luz infrarroja se puede considerar muy similar a la transmisión digital con microondas. El haz infrarrojo puede ser producido por un laser o LED. Los dispositivos emisores y receptores deben estar ubicados a la vista uno del otro ya que, como en el caso del enlace por microondas, la conexión es punto a punto. Se pueden soportar velocidades de hasta 100 Kbps a distancias de alrededor de 16 Km. Reduciendo la distancia a 1.6 Km, se puede alcanzar 1.5 Mbps.

El uso de esta técnica tiene ciertas desventajas. El haz infrarrojo es afectado por el clima, interferencia atmosférica y por obstáculos físicos. Como contrapartida, tiene inmunidad contra el ruido magnético, o sea, la interferencia eléctrica.

Si bien existen varias ofertas comerciales de esta técnica, su utilización no está difundida en redes LAN, tal vez por sus limitaciones en la capacidad de establecer ramificaciones en el enlace.

Enlace Satelital

El satélite de comunicaciones es un dispositivo que actúa principalmente como reflector de las emisiones terrenas. Podríamos decir que es la extensión al espacio del concepto de torre de microondas. Al igual que éstas, los satélites reflejan un haz de microondas que transporta información codificada. Realmente, la función de reflexión se compone de un receptor y un emisor, que operan a diferentes frecuencias: recibe a 6 Ghz y envía a 4 Ghz, por ejemplo.

Para conectarse al satélite se utilizan estaciones terrenas. Originalmente contaban con antenas plato de 10 m de diámetro, las cuales fueron evolucionando y en la actualidad existen microestaciones terrenas con una antena de 60 cm de diámetro y unos 7 Kg de peso, que obviamente abaratan costos y facilitan su instalación y mantenimiento. Algunas de las características de estas estaciones son:

- Se pueden instalar en oficinas así como en el hogar.
- Eliminan las cargas de la conexión telefónica.
- Regular la interconexión con terminales.
- Controlar la recepción con y desde el satélite.

Después del éxito alcanzado por las redes LAN, cada vez fue mayor el número de usuarios que requerían ser integrados a las mismas y, al mismo tiempo, las redes fueron creciendo geográficamente.

A partir del modelo OSI (Open System Interconnection), se han desarrollado básicamente cuatro tipos de productos que operan en diferentes niveles y que resuelven los problemas de enlace entre redes. Estos son :

- Repetidores
- Puentes o bridges
- Ruteadores o routers
- Traductores de Protocolo o gateways

Repetidores

Es el producto más simple de enlace entre redes. Opera en el nivel físico, que es el más bajo del modelo OSI. Los repetidores se utilizan para regenerar señales de un cable y transmitirlos a otro. No llevan a cabo ningún tipo de procesamiento, por lo que solo pueden enlazar redes con protocolos similares. Tampoco corrigen la señal, es

decir, el ruido se amplifica al igual que la información útil. Su operación está limitada, aproximadamente, a una milla de distancia y se usan principalmente para enlazar redes dentro de un edificio o de un área pequeña.

Puentes

Operan en el nivel dos del modelo OSI. Identifican la fuente del paquete de datos que se recibe, así como las direcciones de destino. Si la dirección corresponde a una estación de red remota, envía el paquete, si corresponde a una estación de la red Local, lo filtra. Los puentes pueden extenderse a distancias mucho mayores que los repetidores, debido a que pueden utilizar diferentes tipos de medios de transmisión, como líneas telefónicas analógicas o digitales. Son independientes del protocolo, por lo tanto, pueden usarse para interconectar redes de protocolos múltiples. Su función consiste solamente en la lectura y traslado de dirección, por ello, ofrecen el óptimo funcionamiento de interconectividad remota, al margen de los tipos de red y de sus velocidades de operación. Ver figura 2.7

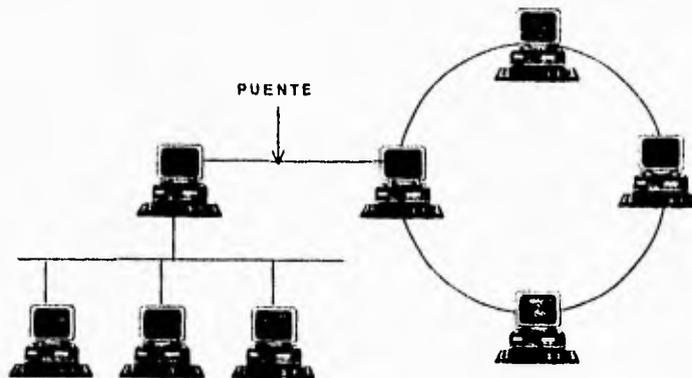


Figura 2.7 Puentes

Ruteadores

Operan en el nivel cuatro del modelo OSI. En un sistema de redes en el que existen varios caminos para la comunicación entre nodos, los ruteadores pueden escoger el que más convenga al usuario, de acuerdo a diversos criterios, como tiempo, costo, distancia, etc. Los ruteadores son específicos del protocolo, por lo que solamente pueden interconectar redes con protocolos idénticos, aunque existen los que pueden hacer la traducción de protocolo. En la figura 2.8 se observa la forma en que se conecta un ruteador.

La diferencia entre ruteadores y puentes no es muy grande, al grado que existen productos denominados "Brouters" (mostrado en la fig. 2.9) que cumplen las funciones de ambos: toman decisiones para el envío de paquetes, filtran paquetes que no estén direccionados hacia afuera e indican trayectorias a través de la red basándose en la disponibilidad de enlace. Se cree que en el futuro se agregarán más funciones a los puentes, haciendo menor la diferencia entre ambos.

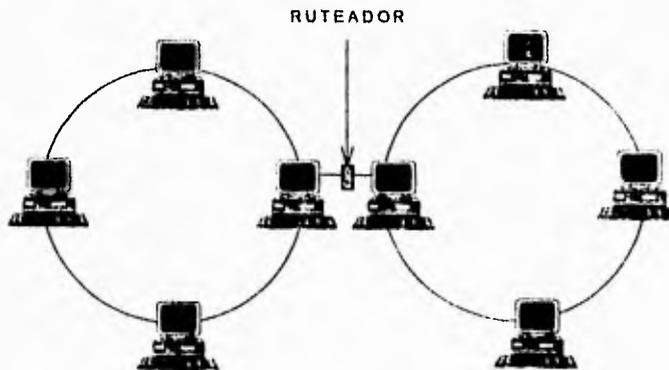


Figura 2.8 Ruteadores

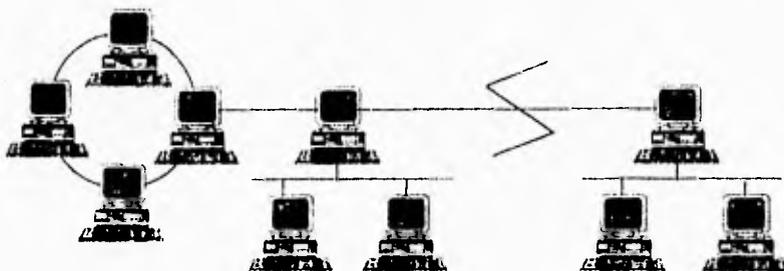


Figura 2.9 Brouters

Traductores de protocolo

Son conocidos como gateways, estos programas operan en el nivel más alto del modelo OSI, el nivel de aplicación. Su función consiste en traducir protocolos, permitiendo que redes de distinto protocolo puedan comunicarse entre sí. Entre los ejemplos de enlace que se pueden realizar con los gateways tenemos la comunicación de las PC con Mainframes, la conexión entre los paquetes de correo electrónico de IBM y DIGITAL y una microcomputadora Macintosh y una PC compatible. Debido a la diversidad de funciones que desarrollan, su función es poco transparente para el usuario, por lo cual las comunicaciones son más lentas. En la figura 2.10 se muestra un traductor de protocolo.

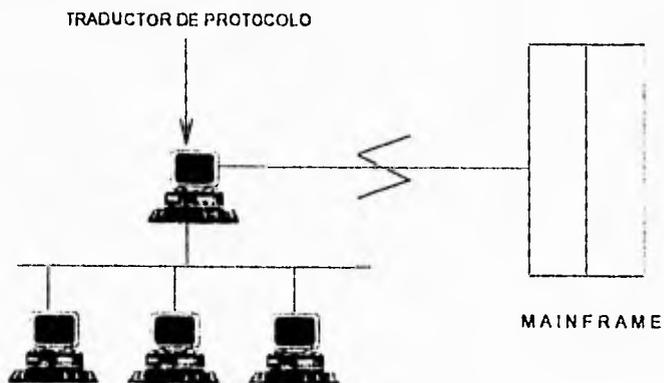


Figura 2.10 Traductores de protocolo

Modos de transmisión

Existen dos tipos de transmisión que son: Simplex y Duplex.

El modo Simplex se refiere al caso más sencillo del modelo de comunicación, es decir, aquél en el que el transmisor solamente envía el mensaje y el receptor únicamente lo recibe. Actualmente se cuenta con sistemas de comunicación en los cuales el transmisor también puede ser receptor y viceversa. De ello se derivan dos tipos de transmisión Duplex, que son:

- Half Duplex (HDF)
- Full Duplex (FDX)

Half Duplex

En este tipo de comunicación se puede transmitir en un solo sentido, es decir, en un momento dado el sistema cuenta con un solo transmisor y un solo receptor. Un ejemplo muy común de este tipo de comunicación lo constituyen los radiotransmisores de banda civil.

Full Duplex

En este caso la información es transmitida y recibida en ambos extremos del canal simultáneamente. Como ejemplo se puede citar el teléfono.

ELEMENTOS DE SOFTWARE

Todos los elementos físicos (hardware) antes mencionados requieren de un software que les permita interactuar. El software se refiere a los sistemas operativos, programas, aplicaciones, archivos o datos que maneja la computadora.

Un sistema operativo es un programa que se encarga de administrar los recursos de la computadora o de un sistema de cómputo. Es decir, el sistema operativo controla todas las acciones relacionadas con las operaciones internas y externas de la computadora.

Los primeros sistemas de cómputo no contaban con sistema operativo. Los usuarios tenían acceso al lenguaje de la máquina para codificar las instrucciones que la computadora efectuaría más tarde. Al avanzar la tecnología, en la década de los cincuenta se desarrollaron los primeros sistemas operativos con el fin de facilitar el trabajo y la comunicación directa con el usuario, además de agilizar las tareas propias del sistema.

Con el advenimiento de las microcomputadoras en la década de los setenta, surgieron simultáneamente sistemas operativos para trabajar con ellas. A finales de esta década, IBM y Microsoft colaboraron para introducir la primera microcomputadora personal (PC) al mercado.

La compañía IBM desarrolló el hardware y Microsoft el sistema operativo llamado MS-DOS.

A principios también de esta década, en los laboratorios BELL se desarrolló un pequeño sistema operativo llamado UNIX, el cual se diseñó con el objeto de que fuera un sistema apropiado para apoyar el desarrollo de programas.

Las aplicaciones y programas que se usan en las microcomputadoras, como procesadores de palabras, hojas de cálculo, manejadores de bases de datos, editores de dibujo, programas de presentaciones, etc. sufren mejoras continuamente y de igual manera los sistemas operativos han proseguido su evolución paralelamente.

Con el surgimiento en 1983 del primer servidor de archivos, NOVELL introduce el concepto de red de microcomputadoras, con el fin de compartir los recursos de hardware y software. Para tal fin se desarrolló un sistema operativo de red, encargado de administrar los recursos para que sean compartidos en la red.

Además del sistema operativo de cada microcomputadora conectada en red, ahora se requería de un sistema operativo de red, por lo que el usuario convivía al mismo tiempo con dos sistemas operativos.

Debido a la gran variedad de sistemas operativos desarrollados para microcomputadoras, para red y para equipos mayores, en la actualidad se pueden encontrar en el mercado gran variedad de sistemas operativos para diferentes propósitos. Por ejemplo, en relación a los sistemas operativos de red, se creó una clasificación dependiendo de su forma de operar, como son los sistemas operativos para red basados en un servidor y los sistemas operativos para redes punto a punto.

Los sistemas operativos de red basados en servidor se orientan a tener un equipo principal como servidor de archivos y un número determinado de clientes denominados estaciones de trabajo. En el caso de los sistemas operativos para redes punto a punto, no existe un solo servidor, en algún momento la estación de trabajo actúa como servidor y en otro momento se convierte en cliente, dependiendo de las necesidades propias del sistema y de cada usuario.

Actualmente existen diversos sistemas operativos para red basada en servidor de archivos, NetWare y LAN Manager son los más utilizados.

En la categoría de los sistemas operativos de red punto a punto podemos mencionar Personal NetWare que sustituye a NetWare Lite de NOVELL y Windows for Workgroups de Microsoft además del recientemente creado Windows NT.

II.3 ESTANDARES INTERNACIONALES.

Un estándar se puede definir como un conjunto de reglas que determinado grupo debe seguir.

En el mundo de la computación, cuando se establece un estándar y un fabricante lo sigue, se dice que su producto es compatible. De esta forma es posible mezclar equipo y redes no homogéneos, y todos ellos se pueden interconectar y comunicar porque se ajustan a los estándares establecidos por las distintas organizaciones que para tal fin han sido creadas.

EL MODELO OSI / ISO

La Organización Internacional de Estándares (ISO), con base en París, desarrolla estándares para la comunicación de datos. A principios de la década de los setenta la ISO diseñó el estándar llamado Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

El modelo OSI está compuesto por siete capas. Cada una de ellas se construye sobre su predecesora, y el propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, liberándolas del conocimiento detallado de cómo se realizan dichos servicios. En la figura 2.1 se muestran las capas del modelo OSI.

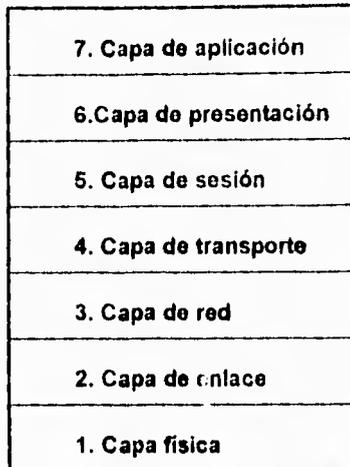


Figura 2.1 Capas del modelo OSI

La **capa física** es la base de todo el sistema. Se encarga de la transmisión de los bits a lo largo de un canal de comunicación hacia las capas superiores.

La **capa de enlace** permite la transferencia de datos entre los sistemas conectados directamente a través de un canal y detecta cualquier error en la transmisión.

La **capa de red** determina la ruta física que los datos deben tomar, basándose en las condiciones de la red, la prioridad de servicio y otros factores.

La **capa de transporte** proporciona el control entre nodos de usuario a través de la red. Cada nodo de la red debe enviar el mensaje hacia un punto perteneciente a la ruta más conveniente para llegar al destino final.

La **capa de sesión** provee el control de diálogo y sincronización entre la aplicación y el destino.

La **capa de presentación** se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite.

La **capa de aplicación** sirve al usuario. Es donde residen el sistema operativo de la red y los programas de aplicación.

LOS ESTANDARES 802.x DEL IEEE

Uno de los principales participantes en el mundo de las normas es el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), que es la organización profesional más grande del mundo. Esta institución, además de publicar numerosas revistas y programar una gran cantidad de conferencias, estableció en febrero de 1980 un grupo dedicado al desarrollo de normas para estandarizar las LAN. El comité encargado de trabajar estos estándares es el 802.

En diciembre de 1980, la IEEE aceptó dos protocolos para estandarización: el CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) y el Token Passing y nombró dos topologías: Bus y Anillo. De esta forma se establecieron tres configuraciones posibles para una red LAN y sus lineamientos quedaron asentados en las siguientes normas:

- 802.3 CSMA/CD
- 802.4 Token Passing en bus
- 802.5 Token Passing en anillo

El estándar 802.6 regula las redes de Area Metropolitana (MAN). El término MAN describe usualmente una red de fibra óptica que podría abarcar cientos de millas. Las compañías locales de teléfonos pueden ofrecer convenios para la conectividad de las redes MAN. Mientras algunas organizaciones instalan sus propios sistemas de microondas, la mayoría arrenda los circuitos de empresas locales.

La siguiente es una lista del resto de los estándares 802:

- 802.1 Documentación, administración e interconexión.
- 802.2 Definición de Control Lógico Ligado (LLC).
- 802.7 Grupo técnico consultivo de banda ancha.
- 802.8 Grupo técnico consultivo de fibra.
- 802.9 Integración de voz y datos en redes LAN (ISDN).
- 802.10 Redes LAN sin hilos (RF, infrarrojos).

CCITT

La tarea del CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) consiste en promover las recomendaciones técnicas sobre aspectos de telefonía, telegrafía e interfases de comunicación de datos.

El CCITT tiene cinco clases de miembros:

- Miembros A, son administraciones de correo, telégrafo y teléfono nacionales.
- Miembros B, son reconocidos como administraciones privadas como AT&T.
- Miembros C, son organizaciones científicas e industriales.
- Miembros D, corresponden a otras organizaciones internacionales.
- Miembros E, comprenden organizaciones cuya actividad fundamental está en otro campo, pero están ineteresadas en el trabajo del CCITT.

Dos de los estándares del CCITT que tienen un reconocimiento internacional son la norma V.24 (conocida también como EIA RS-232) que especifica la distribución y significado de los diferentes cables del conector que se utiliza en la mayoría de las terminales asíncronas y la norma X.25 que establece la interfase entre una computadora y una red de computadoras.

II.4 TOPOLOGIAS DE RED

La topología de la red se refiere a la forma en que se establece y se interconecta la red. La elección de la topología afectará la facilidad de instalación, el costo y la confiabilidad de la red. En el momento de establecer la topología de una red, el diseñador debe plantearse tres objetivos primordiales:

- Proporcionar la máxima fiabilidad posible, para garantizar la recepción correcta de toda la información.
- Encaminar el tráfico entre el ETD transmisor y el receptor a través del camino más económico dentro de la red.
- Proporcionar al usuario final un tiempo de respuesta óptimo y un volumen de información máximo.

A continuación se listan las topologías de red más comunes:

- Topología jerárquica o de árbol
- Topología de bus u horizontal
- Topología de estrella
- Topología de anillo
- Topología de mailla

Topología jerárquica

Esta topología es una de las más extendidas en la actualidad. El software que controla la red es relativamente simple, y la topología proporciona un punto de concentración de las tareas de control y de resolución de errores.

Aunque la topología jerárquica resulta interesante por ser fácil de controlar, puede presentar ciertos problemas en cuanto a la posibilidad de aparición de cuellos de botella.

Las redes con topología jerárquica se conocen también como redes verticales o en árbol. Esto debido a su similitud con un árbol en el cual las ramas van abriéndose desde un nivel superior hasta el más bajo. Algunas de sus desventajas son líneas de autoridad muy claras con cuellos de botella frecuentes en los niveles superiores, y a menudo una insuficiente delegación de responsabilidades. En la figura 2.2 se muestra el esquema de una topología de malla.

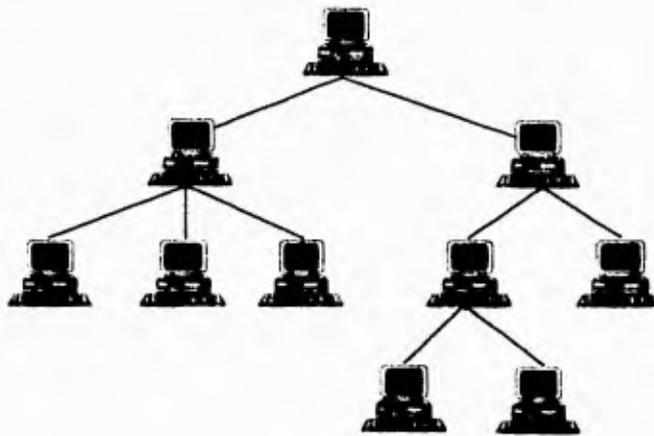


Figura 2.2 Topología Jerárquica o árbol

Topología de bus

Es un arreglo de conexiones en la Arquitectura de Redes en la cual las transmisiones de las estaciones de la red se propagan a lo largo de todo el medio de comunicación y son recibidas por todas las demás estaciones. En la topología de bus o lineal, todas las estaciones se conectan a un cable central llamado bus. Este tipo de topología requiere menos cable que la topología estrella.

La principal limitación de esta topología es el hecho de que por lo general solo existe un canal de comunicaciones para todos los dispositivos de la red. En consecuencia, si el canal de comunicaciones falla, toda la red deja de funcionar. Algunos fabricantes proporcionan canales completamente redundantes por si falla el canal principal, y otros ofrecen conmutadores que permiten rodear un nodo en caso de que falle. Un inconveniente de esta configuración estriba en la dificultad de aislar las fallas de los componentes individuales conectados al bus. La falta de puntos de concentración complica la resolución de este tipo de problemas. Como un ejemplo de esta topología se puede mencionar Ethernet. En la figura 2.3 se muestra esta topología.

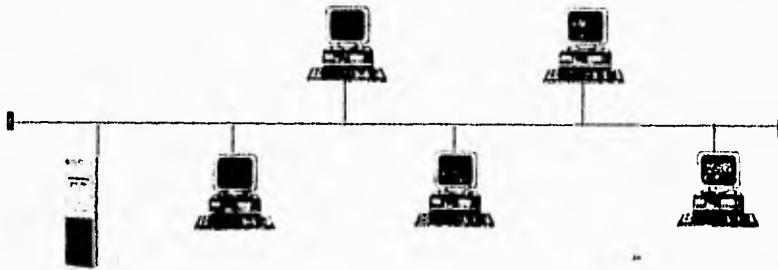


Figura 2.3 Topología de bus

Topología de estrella

Es un arreglo de conexiones en la arquitectura de redes en la cual los puntos finales de la misma se conectan a una computadora central mediante enlaces punto a punto.

En esta topología, cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, un concentrador, un repetidor, o un servidor, esta topología utiliza más cable que las topología de bus, pero es más fácil aislar las fallas cuando éstas se presentan. Si una estación funciona mal en la red, solo se apaga la estación individual afectada mientras las restantes siguen operando normalmente.

Una de las principales razones de su empleo es histórica. La red de estrella se utilizó a lo largo de los años sesenta y principios de los setenta porque resultaba fácil de controlar. En la figura 2.4 se muestra un esquema de esta topología.

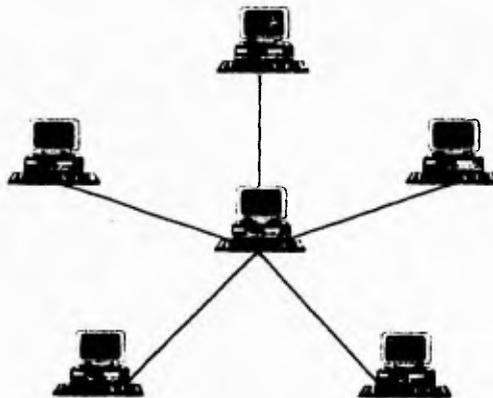


Figura 2.4 Topología de estrella

Topología de Anillo

Es un arreglo de conexiones en la arquitectura de redes que consiste en una serie de repetidores conectados entre sí por enlaces de transmisión unidireccional para formar un anillo cerrado único. Cada estación en la red se conecta con un repetidor.

En esta topología el cable termina en la misma estación en la que inició, como se muestra en la figura 2.5, la topología en anillo se llama así por el aspecto circular del flujo de datos. La organización en anillo resulta atractiva porque con ella son bastante raros los embotellamientos, tan frecuentes en los sistemas en estrella o en árbol. La lógica necesaria para poner en marcha una red de este tipo es muy simple, cada componente sólo ha de llevar a cabo una serie de tareas muy sencillas: aceptar los datos, enviarlos al ETD conectado al anillo o retransmitirlos al próximo componente del mismo. Sin embargo, como todas las redes, la red de anillo tiene algunos defectos. El problema más importante es que todos los componentes del anillo están unidos por un mismo canal, si falla el canal entre dos nodos, toda la red se interrumpe. Debido a esto se han ideado diseños especiales que incluyen canales de seguridad, en caso de que se produzca la pérdida del canal. Otros han ideado conmutadores que redirigen los datos automáticamente, saltándose el nodo averiado, hasta el siguiente nodo del anillo, con el fin de evitar que la falla afecte a toda la red. Como ejemplo de esta topología se puede citar Token Ring creada por IBM.

Token Ring trabaja bajo la topología de anillo modificado, el cual consiste en conectar un número determinado de estaciones de trabajo a una unidad de acceso múltiple de estaciones [Multiple Access Unit (MAU)], y este rutea la información de manera ordenada mediante un testigo o token. Token Ring es la única red comercial que trabaja a dos velocidades: 4 y 16 Mbps, esta última la posiciona como la más rápida del mercado.

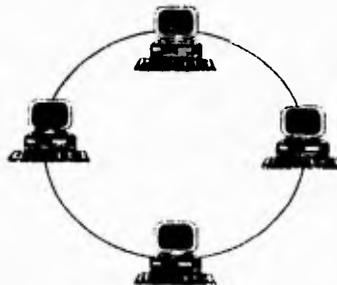


Figura 2.5 Topología de anillo

Topología de malla

La topología de malla se ha venido empleando en los últimos años. Lo que la hace atractiva es su relativa inmunidad a los problemas de embotellamiento y averías. Gracias a la multiplicidad de caminos que ofrece a través de los distintos ETD (Equipo terminal de datos) y ECD (Equipo Terminal de circuito de datos) , es posible orientar el tráfico por trayectorias alternativas en caso de que algún nodo esté averiado u ocupado. A pesar de que la realización de este método es compleja y cara, muchos usuarios prefieren la fiabilidad de una red en malla a otras alternativas. En la figura 2.6 se muestra un ejemplo de esta topología.

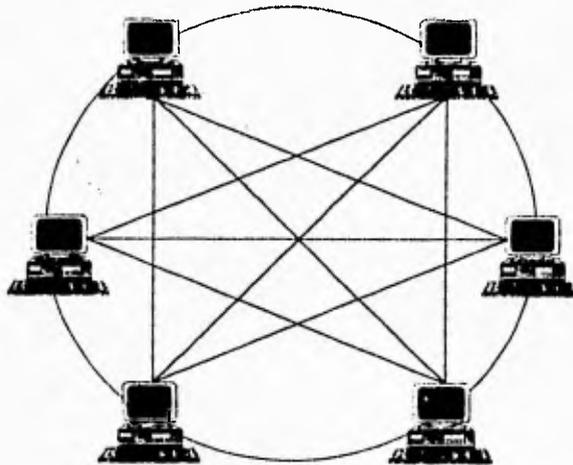


Figura 2.6 Topología de malla

II.5 PROTOCOLOS

Un protocolo es la descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que gobiernan la forma en la que los diferentes dispositivos de una red intercambian información.

Esto significa que un protocolo rige el control del flujo de información de un punto a otro de la red, la velocidad de transmisión y el orden en que se van a comunicar. Como podemos ver la eficiencia de la red está directamente relacionada con los protocolos que se usan para enlazar los diferentes dispositivos que la conforman. Básicamente existen tres tipos de protocolos para redes:

- CSMA/CD
- Token Passing
- Polling

CSMA/CD

Este es un sistema de acceso al canal en el cual los diferentes dispositivos que desean transmitir verifican la existencia de portadora en el canal, si no detecta portadora en cierto lapso de tiempo el dispositivo inicia su transmisión. Si dos de ellos transmiten simultáneamente ocurre una colisión que es detectada por un dispositivo, el cual retarda la transmisión durante un período aleatorio para reiniciar su acceso a la red. De este modo el primer mensaje que se envía es el primero en atenderse y cuando ocurren colisiones el proceso se repite hasta que la transmisión es exitosa, evitándose la pérdida de información. Es obvio que entre más transmisiones se intenten, más colisiones pueden ocurrir y los tiempos de respuesta se vuelvan impredecibles, pero debido a la gran velocidad de transferencia de datos con que cuenta (10 Mbps) el rendimiento de ésta es superior a otras.

TOKEN PASSING

En este método de acceso los dispositivos de la red tienen acceso al medio físico en un orden definido por la posesión de un pequeño paquete llamado token o testigo. Este protocolo es usado en las redes Arcnet, Token bus y Token Ring. Es un protocolo libre de colisiones puesto que solo transmite la estación que tiene en turno el token, de esta manera se garantiza que todas las estaciones tengan la misma oportunidad de transmitir y que solo un mensaje estará en la red a un tiempo por lo que se pueden tener tiempos de respuesta predecibles aún cuando se presente gran volumen de actividad en la red.

Uno de los inconvenientes es que al llegar a la estación, el token regenera el mensaje antes de pasarlo al siguiente nodo. Esto provoca una reducción en el rendimiento de la red pero se asegura una transmisión exitosa desde la primera oportunidad en que se envía el mensaje. En Token Ring la velocidad de transferencia en la red es de 4 o 16 Mbps.

Para Token bus se utiliza en su mayor parte, la tecnología de canal o bus, aunque no es exclusiva de una forma de red en particular. La idea consiste en concebir un testigo que circule en forma continua por una vía, en donde una estación puede poner o dar datos. Este método tiene la ventaja, que aún habiendo un tráfico muy intenso, todas las estaciones pueden enviar y recibir mensajes. No requiere detección de colisiones y la estación que posee el token tiene el control del medio.

En el caso de Arcnet cada mensaje incluye tanto una identificación del nodo fuente como del nodo destino y solo éste último puede leer el mensaje completo. En esta red no es necesario que cada nodo genere nuevamente el mensaje antes de retransmitirlo al siguiente, ya que todas las estaciones tienen la capacidad de indicar inmediatamente si pueden o no recibirlo y además reconocen cuando esto sucede. De esta forma se elimina la necesidad de ocupar tiempos extras para la retransmisión, pero su velocidad de transferencia es menor (2.5 Mbps) en comparación con otras redes.

POLLING

Este método de acceso se caracteriza por contar con un dispositivo controlador central que es una computadora inteligente y pasa lista a cada nodo en una secuencia predefinida solicitando acceso a la red. Si tal solicitud se realiza, el mensaje se transmite, de lo contrario el dispositivo central pasa lista al siguiente nodo.

CAPITULO III

PRINCIPIOS DE COMUNICACIONES

III.1 ESTRUCTURA BASICA DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES

El modelo básico de un sistema de comunicaciones sugiere la transmisión de datos entre dos puntos distantes. Este modelo se puede aplicar también a sistemas no remotos, donde la entrada y salida están localizadas en el mismo lugar, como el radar y el sonar, o se puede tratar de varios receptores localizados en diferentes lugares utilizando un solo canal de comunicación. Haciendo caso omiso de las aplicaciones y configuraciones particulares, todos los sistemas para transmisión de información contienen de manera invariable, tres partes principales: el transmisor, el canal y el receptor. Esto se muestra en la figura 3.1:

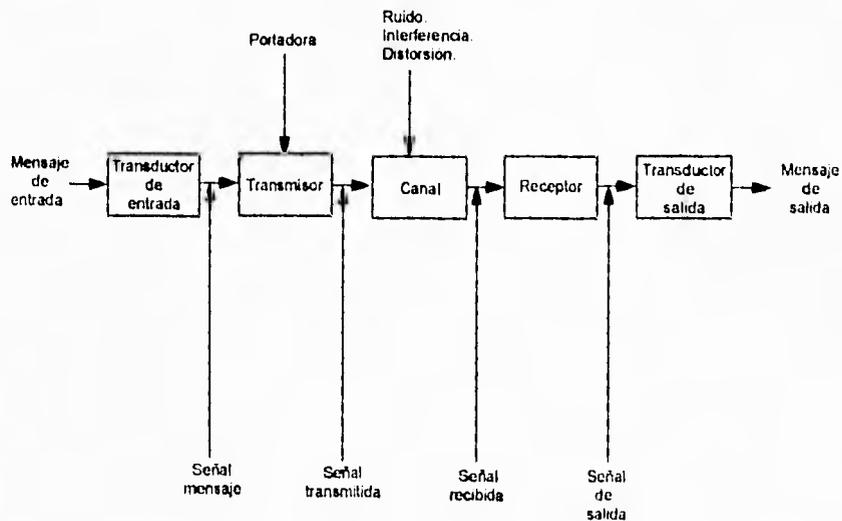


Figura 3.1 Diagrama a bloques de un sistema de comunicaciones.

Transductor de Entrada

En general los mensajes no son cantidades eléctricas, por lo que es necesario un transductor que convierta el mensaje en una señal, de forma tal que pueda ser manejada y enviada por el canal de transmisión. Por ejemplo, las ondas sonoras de la voz humana se modifican por medio de un micrófono en variaciones de voltaje que son la señal-mensaje que se transmitirá.

Transmisor

La señal a transmitir debe ser adaptada a las características del canal que se va a utilizar. Esta es la función principal del transmisor.

Otras funciones que realiza son: la modulación, filtración, codificación y amplificación de la señal.

Canal

El canal es el medio que sirve de enlace entre el transmisor y el receptor. Puede tener diferentes formas, siendo quizá la más conocida la que existe entre la antena transmisora de una radioemisora y la antena del equipo radioreceptor. En este caso, la señal transmitida se propaga a través de la atmósfera, o el espacio libre, hasta llegar a la antena receptora.

Receptor

La función del receptor es amplificar la señal recibida, demodularla y posteriormente extraer el mensaje deseado del conjunto de señales recibidas a la salida del canal de transmisión y convertirla en una forma adecuada para el transductor de salida.

Transductor de salida

El transductor de salida complementa el sistema, ya que convierte la señal eléctrica recibida a una forma comprensible para el usuario del sistema. La bocina es, quizá, el transductor de salida más común. Sin embargo, existen otros como son las grabadoras de cintas, los teletipos y tubos de rayos catódicos.

III.2 SEÑALES

CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS

Una señal es una función del tiempo, la cual representa a un voltaje o una corriente. Las señales pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

- Señales determinísticas y aleatorias
- Señales periódicas y aperiódicas
- Señales de energía y de potencia
- Señales continuas y discretas en el tiempo
- Señales analógicas y digitales

Señal determinística

Es una señal que puede ser modelada como una función del tiempo completamente específica. Su característica es que es posible determinar con precisión su valor de amplitud en cualquier instante.

Señal aleatoria

Es una señal que no puede modelarse como una función del tiempo completamente específica, pero puede definirse a través de sus probabilidades estadísticas. No se puede especificar su amplitud en cierto instante, pero puede determinarse la probabilidad de que la señal tome un valor o que se encuentre dentro de un intervalo de valores en cualquier instante dado.

Señal periódica

Es aquella señal cuyos valores se repiten exactamente a intervalos regulares de tiempo. Las señales periódicas se dividen en senoidales y no senoidales.

Señal aperiódica

Es aquella señal para la cual no se pueden encontrar distintos intervalos de tiempo en los que el valor de la misma se repita.

Señal de energía

La energía de una señal $f(t)$ se define como la cantidad de energía disipada por una resistencia de 1 ohm, cuando se le aplica el voltaje $f(t)$ (o por una corriente $f(t)$ que pasa por un resistor de 1 ohm). Así :

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} f^2(t) dt$$

El concepto de señal de energía solo tiene significado si el resultado de la integral de la ecuación anterior es finito. Las señales en que la energía E es finita se llaman señales de energía.

Señal de potencia

Con algunas señales, como por ejemplo las señales periódicas, la integral mencionada tiene un resultado infinito y el concepto de energía no tiene sentido. En estos casos, consideramos el promedio en el tiempo de la energía que es evidentemente el promedio de la potencia de la señal. A estas señales se les da el nombre de señales de potencia.

$$P = \int_{t_1}^{t_2} f^2(t) dt$$

Donde t_1 y t_2 definen el intervalo de tiempo en el cual se desea conocer la potencia de la señal.

Señal continua en el tiempo

Se dice que una señal es continua si la variable tiempo puede tomar todos los valores dentro del intervalo $-\infty < t < \infty$ y para cada valor de t , la señal tiene un valor definido.

Señal discreta en el tiempo

Una señal es discreta si la variable tiempo toma solo ciertos valores específicos y para cada uno de estos valores la señal tiene un valor definido.

Señal analógica

Una señal es analógica si puede tomar todos los valores de amplitud que hay dentro de un intervalo definido. Conforme a esto, una señal analógica puede tener un número infinito de valores de amplitud.

Señal digital

La señal digital toma un número determinado de valores de amplitud dentro de cierto intervalo.

FACTORES QUE ALTERAN LAS SEÑALES

Ruido

Son señales aleatorias e impredecibles que alteran la señal de información. Es posible reducir sus efectos sobre la señal, pero no puede eliminarse. Se clasifica en dos categorías, dependiendo de su origen: el ruido generado por los componentes dentro del sistema de comunicación como son: resistencias, bobinas y circuitos de estado sólido, y las fuentes externas al mismo: fuentes atmosféricas, fuentes producidas por el hombre y fuentes de origen extraterrestre.

El ruido atmosférico puede provenir de ondas generadas por descargas eléctricas naturales creadas en tormentas de rayos. En el dominio del tiempo se caracterizan como señales de gran amplitud y corta duración. Estas ondas son uno de los ejemplos de lo que se conoce como ruido de pulsos. Debido a que depende inversamente de la frecuencia, el ruido atmosférico afecta mucho más a las transmisiones de radio de AM (amplitud modulada), que ocupan los límites de frecuencia entre 550 kHz y 1.6 Mhz, que a las de radio de FM (frecuencia modulada) y las de televisión, que operan en las bandas de frecuencia por arriba de los 50 Mhz.

El ruido producido por el hombre incluye las descargas por efecto corona de las líneas de alto voltaje, motores eléctricos, ruido de la ignición de automotores y aeroplanos. Los ruidos de ignición y conmutación se caracterizan por su origen impulsivo; es el tipo de ruido predominante en los canales alámbricos como los telefónicos. Para las aplicaciones como la transmisión de voz, el ruido impulsivo es solamente un factor irritante; sin embargo, constituye una seria fuente de error en las aplicaciones que comprenden la transmisión de datos digitales.

Las fuentes extraterrestres de ruido incluyen al sol y otros cuerpos celestes. Debido a su temperatura ($6,000,000^{\circ}\text{C}$), el sol es una intensa fuente de energía radiante que se extiende en un amplio espectro de frecuencias; de modo similar, las estrellas constituyen una fuente de energía radiante de banda ancha que, aunque mucho más distante y por lo tanto menos intensa que la del sol, es en forma colectiva una fuente importante de ruido, debido al gran número de estrellas. El rango de frecuencias de los ruidos solares y cósmicos se extiende desde unos pocos megahertz a unos pocos gigahertz.

Interferencia

Una fuente de interferencia en los sistemas de comunicación la constituyen las rutas múltiples de transmisión. Pueden ser el resultado de las reflexiones producidas por cualquier objeto que interfiera el trayecto de la señal. También puede ser el resultado de la refracción y estratificación del medio de transmisión. Si el mecanismo dispersor resulta ser de numerosos componentes reflejantes, la señal recibida, procedente de diversas rutas, tiene características de ruido y se le llama difusa. Finalmente, puede haber degradación de la señal debido a los cambios aleatorios en la atenuación dentro del medio de transmisión. A estas perturbaciones de la señal se les llama desvanecimientos.

Otra fuente de interferencia es la de señales de información que pueden ser inducidas o introducidas en el sistema que nos interesa y que provienen de otros sistemas de comunicaciones.

Distorsión

Es el cambio no deseado en la forma de onda que se produce entre dos puntos en un sistema de transmisión. Esta alteración de la forma es el resultado de la amplificación y atenuación de algunas componentes armónicas de la señal.

III.3 MODULACION

Para transmitir una señal en un sistema de comunicaciones es necesario modularla. Esto es, mezclar la señal a transmitir con otra señal de frecuencia fija llamada portadora.

Existen varias razones para modular las señales. Entre las más importantes están:

- Facilidad de radiación
- Reducción del ruido y la interferencia
- Asignación de canales
- Transmisión de varios mensajes por un mismo canal o multiplexaje
- Superar las limitaciones del equipo

Existen dos tipos de modulación:

- Modulación Analógica
- Modulación Digital

MODULACION ANALOGICA

Para señales analógicas existen tres parámetros que pueden ser objeto de modulación: amplitud, frecuencia y fase.

Modulación de amplitud o AM

Es una técnica de transmisión en la que se fusiona la señal de datos o moduladora con una señal de frecuencia fija o portadora, elevando y disminuyendo la amplitud de la onda portadora. Esto lo podemos apreciar en la figura 3.2

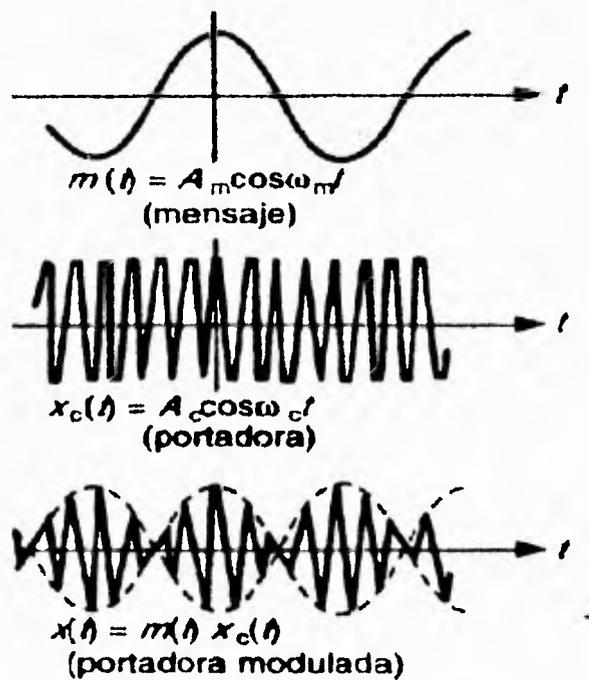


Figura 3.2 Modulación en Amplitud

Modulación de frecuencia o FM

En esta técnica se fusiona una señal de datos con una señal de frecuencia fija. A diferencia de la anterior, lo que contendrá la información serán las diferentes frecuencias que se observan en la señal resultante que se transmitirá, lo cual podemos observar en la figura 3.3:

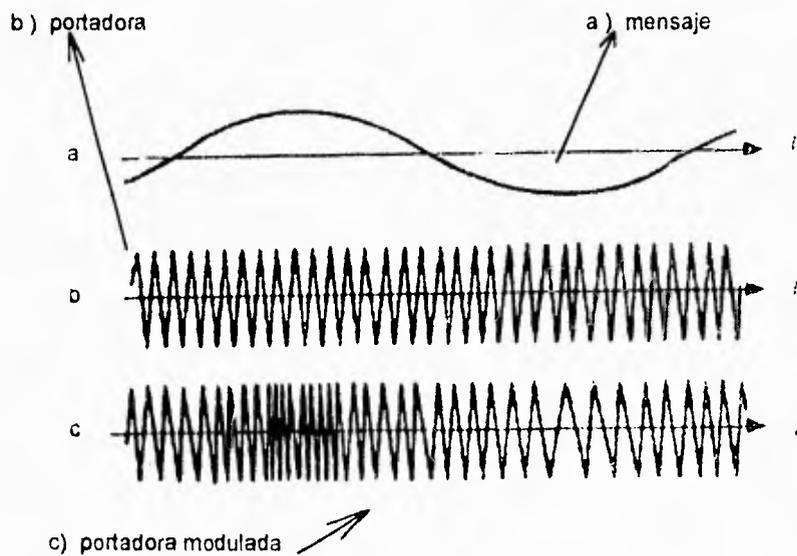


Figura 3.3 Modulación en Frecuencia

Modulación de fase

En este caso se fusiona la señal de datos con una frecuencia portadora fija, modificando la fase de la onda portadora. En la figura 3.4 se puede observar una señal de información digital, una señal portadora de frecuencia fija y finalmente se puede ver el resultado de modular la señal de datos con la portadora.

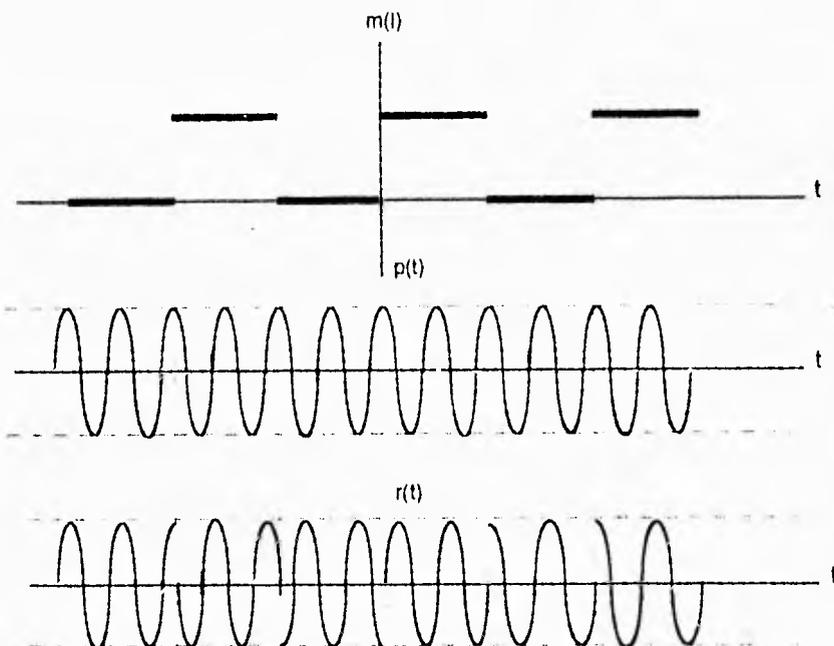


Figura 3.4 Modulación en fase

MODULACION DIGITAL

La transmisión de señales analógicas dominó desde sus inicios el campo de la industria de las telecomunicaciones. Sin embargo, el progreso de la electrónica digital originó la transformación de los sistemas de telecomunicaciones para que pudieran manipular señales digitales.

La transmisión digital es superior a la analógica, desde varios puntos de vista. Los circuitos analógicos tienen amplificadores que tratan de compensar la atenuación de la línea, lo cual es imposible. En cambio los regeneradores digitales pueden restablecer la débil señal de entrada a su valor original en forma exacta, porque los únicos valores posibles son 0 y 1 y estos regeneradores no sufren de errores acumulativos.

Una segunda ventaja de la transmisión digital es que la voz, datos, música, imágenes, facsimiles, etc. pueden ser enviados por un mismo canal simultáneamente.

Una tercera ventaja es el uso de líneas de alta velocidad para la transmisión de información. Los sistemas de comunicación analógica emplean canales de transmisión paso-banda, los cuales permiten la transmisión de ciertas frecuencias. Esto se convirtió en una ventaja para la transmisión de señales digitales portadoras de datos.

Al igual que en modulación analógica, es posible realizar tres tipos de modulación sobre señales digitales.

- **Modulación de amplitud**
- **Modulación de frecuencia**
- **Modulación de fase**

En estos métodos, la amplitud, frecuencia y fase de una senoide son conmutadas de acuerdo al código PCM (Modulación por Codificación de Pulsos).

Modulación en amplitud

En este caso la amplitud de una portadora de señal de alta frecuencia es conmutada entre dos o más valores, en respuesta al código PCM.

El resultado de la modulación en amplitud es una forma de onda constituida por pulsos de radiofrecuencia, representados por un 1 binario, en la ausencia de estos pulsos de radiofrecuencia se tendrá un 0 binario. En la figura 3.5 se observa la modulación en amplitud.

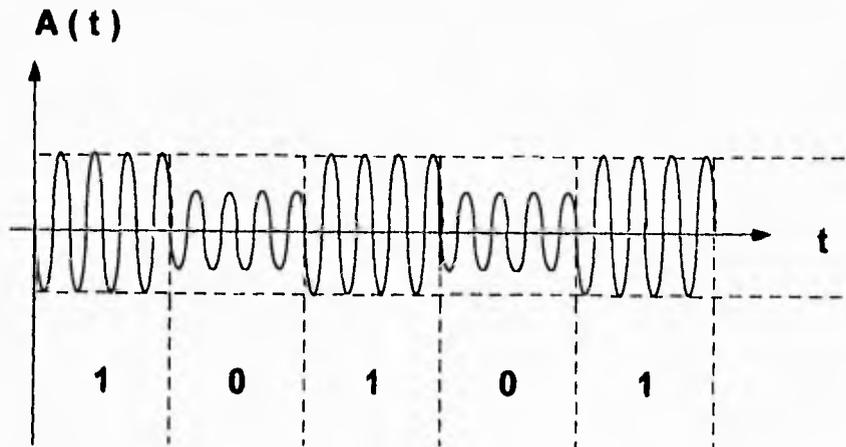


Figura 3.5 Modulación en amplitud

Modulación en frecuencia

En la modulación en frecuencia la señal portadora es conmutada entre dos o más valores de frecuencia de acuerdo al código PCM. Esto se ilustra en la figura 3.6:

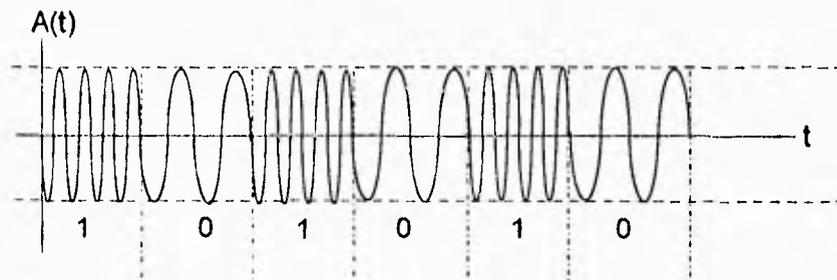


Figura 3.6 Modulación en frecuencia

Modulación en fase

En este caso, la fase de la portadora se conmuta de acuerdo con los datos, según se muestra en la figura 3.7:

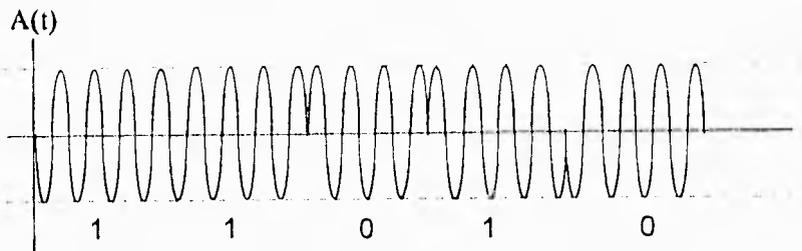


Figura 3.7 Modulación en fase

III.4 MULTIPLEXAJE

Se aplica el término multiplexar al hecho de enviar varias señales simultáneamente, a través de una línea de comunicación simple, o de un canal de computadora. Las técnicas más comunes de multiplexaje son:

- Por división en frecuencia
- Por división en tiempo
- Por división en fase

Multiplexaje por división en frecuencia (FDM)

En este método cada señal de datos transmitida es modulada sobre una onda portadora de una frecuencia distinta. Todas las señales viajan simultáneamente sobre el mismo canal y son recuperadas en el otro extremo por un demultiplexor, que las separa basándose en las diferentes portadoras de cada una de ellas, como se puede ver en la figura 3.8:

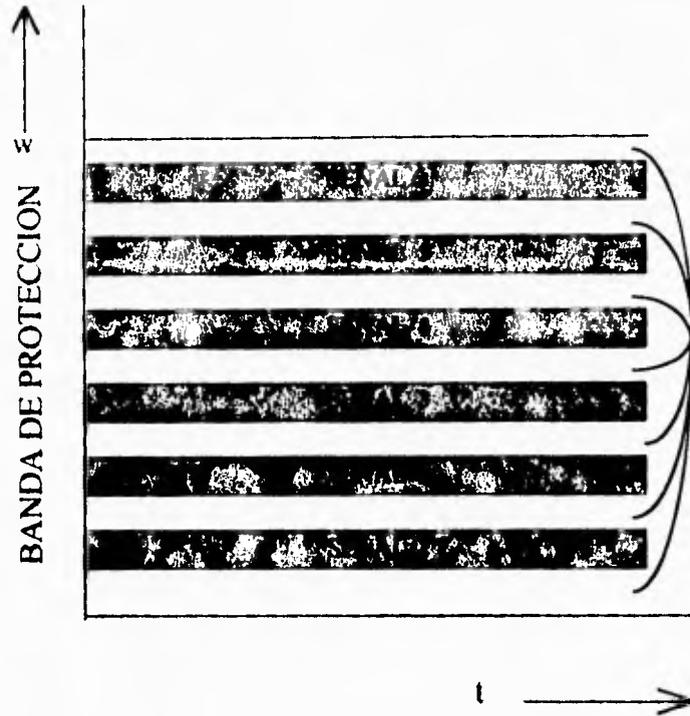


figura 3.8 Multiplexaje por división de frecuencia

Multiplexaje por división en tiempo (TDM)

En esta técnica se combinan varias señales de baja velocidad para formar una de alta velocidad. Los datos son mezclados tomando una parte de cada señal a la vez y formando una secuencia que siempre mantiene el mismo orden, lo cual se observa en la figura 3.9 .

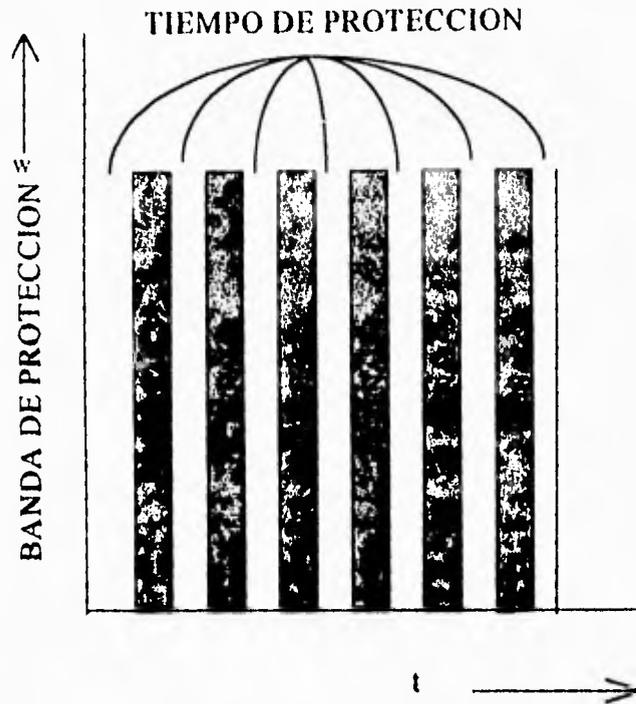


figura 3.9 Multiplexaje por división de tiempo.

Por ejemplo:

Si tenemos tres señales que son:

AAAA, BBBB y CCCC.

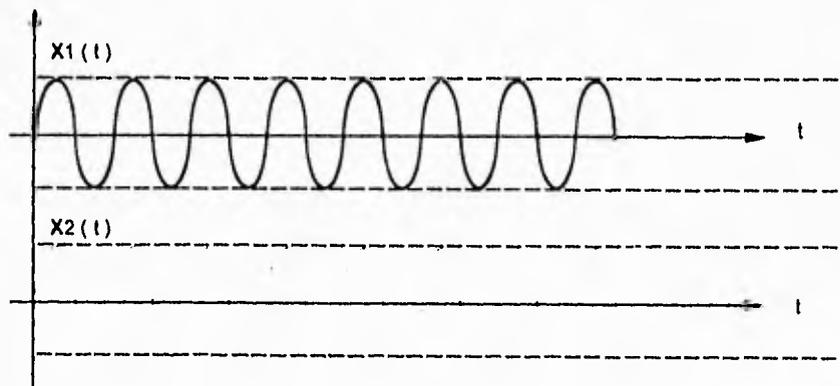
Al multiplexarlas en tiempo se obtiene un solo mensaje que será transmitido de la siguiente manera:

ABCABCABCABC

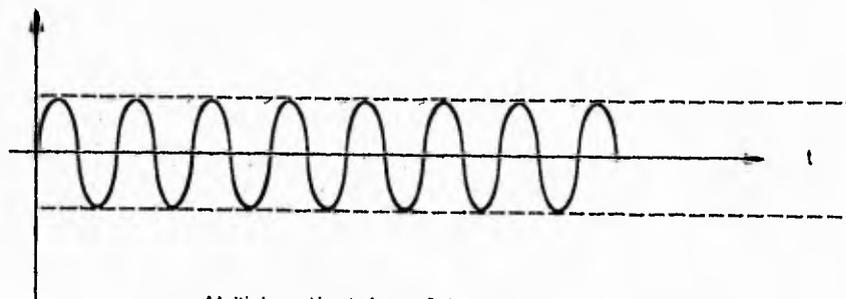
En el extremo de recepción, se separan las diferentes señales y se recombinan, formando tres señales simples nuevamente.

Multiplexaje en fase

Dos señales se pueden modular en forma lineal sobre la misma portadora utilizando el corrimiento de fase en portadora y detección sincrónica para permitir que dos señales ocupen la misma banda de frecuencia. También se conoce a este sistema como multicanalización de portadora en cuadratura, lo cual se muestra en la figura 3.10.



Señales a multiplexar.



Multiplexación de las señales X1 y X2

Figura 3.10 Multiplexaje por fase

CAPITULO IV

***ANTECEDENTES DE LA RED
DE COMUNICACIONES BITAL***

IV.1 SITUACION ACTUAL

El Grupo Financiero Prime Internacional surgió de la fusión del Banco Internacional, Casa de Bolsa Prime, Seguros Interamericana y Fianzas México en el mes de Agosto de 1992. Ya dentro de este grupo, Banco Internacional cambió su razón social por el nombre de BITAL.

La red se encuentra estructurada en cinco regiones a lo largo de la República Mexicana: norte, noreste, noroeste, occidente y centro. Cada una de ellas se conforma por centros ejecutivos y sucursales.

Es importante mencionar que en la región sur del país, la cual no está contemplada dentro de la estructura antes mencionada, existen sucursales que realizan su transmisión de datos vía microondas y la comunicación de voz se lleva a cabo a través de la red pública de Telmex, ambas enlazadas directamente al centro ejecutivo de la Ciudad de México.

Dentro de los elementos que componen al grupo financiero BITAL el más sencillo, en cuanto a su infraestructura de comunicaciones, es la sucursal. En este centro de operación los servicios que se otorgan son:

- Apertura y cierre de cuentas bancarias.
- Cambio de divisas.
- Manejo de créditos.
- Pago de servicios diversos.
- Financiamiento de bienes de consumo.
- Cajeros automáticos.
- Cajeros de servicio en línea.

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En las sucursales se atiende a los clientes que manejan cuentas de capital menor a cien mil nuevos pesos, es decir, a la mayoría de los clientes, por lo que se hace necesario brindar un servicio eficiente, ya que esto reflejará la buena imagen del banco y permitirá la captación de un mayor número de clientes.

Un centro ejecutivo es el que se encarga de concentrar las operaciones de las sucursales y de transmitir las al centro ejecutivo de la Ciudad de México. Cada uno de los centros ejecutivos es un nodo principal de la red de comunicaciones del banco. En la figura 4.1 se muestra la jerarquía de los elementos que componen la red BITAL.

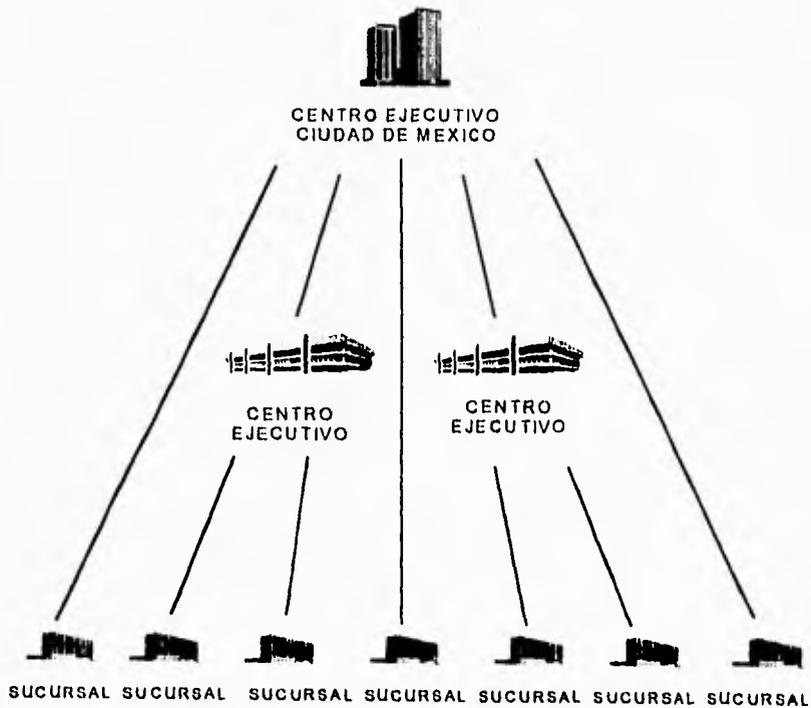


Figura 4.1 Jerarquía de los elementos de la red BITAL

La arquitectura de comunicaciones de la red utiliza los siguientes equipos y servicios:

- Conmutador privado o PBX (Private Branch Exchange).
- Enlaces de microondas para voz y datos.
- Enlaces analógicos de líneas privadas.
- Red Digital de Telmex.

Conmutadores privados o PBX

La moderna PBX, a la que también se le conoce como PABX (Central Privada Automática, CPA) o CBX (Central Privada, CPC), es un sistema de tercera generación.

Las antiguas centrales, llamadas de primera generación, fueron secciones de tableros operados por personas. Para realizar una llamada, al momento de descolgar un teléfono éste le enviaba una señalización al operador, ubicado en la central telefónica, quien solicitaba el número al cual deseaba comunicarse y el operador realizaba la conexión a través de un cable externo, utilizado como puente en la PBX.

La segunda generación de PBX trabajó de la misma manera, solo que empleaba relevadores electromagnéticos para realizar la conexión.

La tercera generación de la PBX tiene la estructura general mostrada en la figura 4.2.

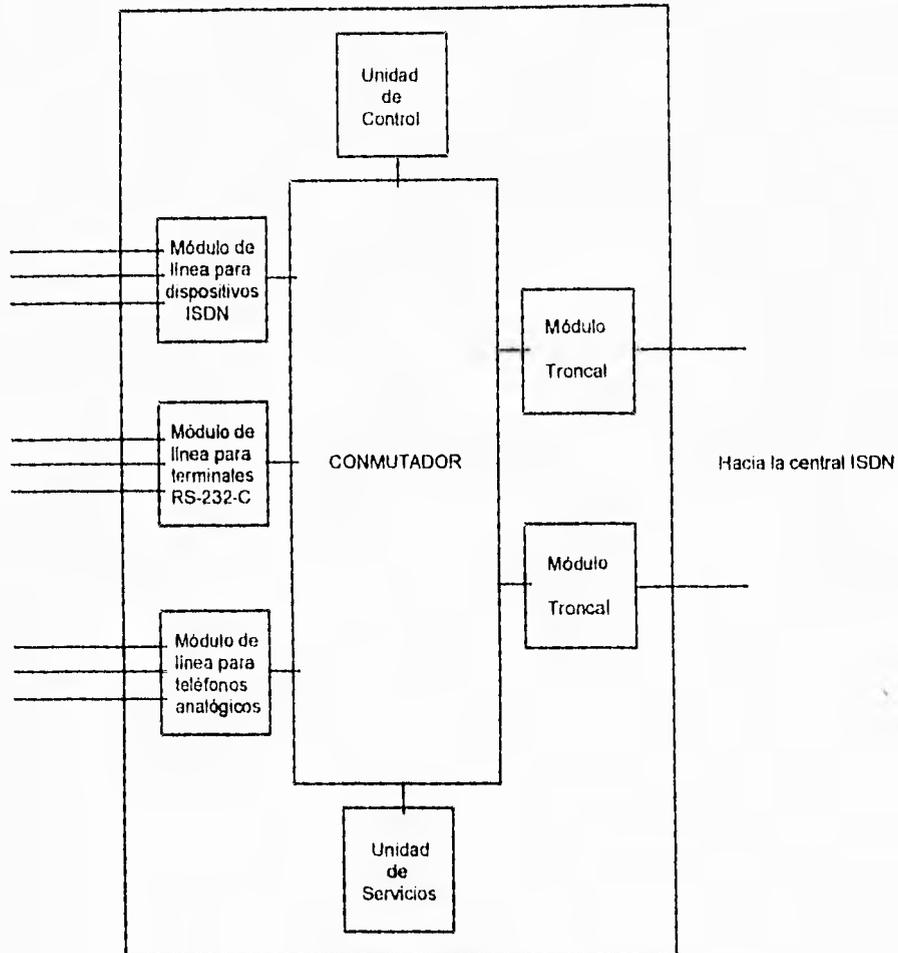


Figura 4.2 Estructura general de una PBX

El elemento principal de la PBX es un conmutador al cual se conectan los diferentes módulos que la componen. Cada módulo de tarjeta sirve de interfase con alguna clase de dispositivo el cual tiene la capacidad de interconectarse a la ISDN.

La unidad de control es un ordenador de propósito general que hace funcionar la PBX. Cuando se descuelga un teléfono o se activa un terminal, llega una interrupción al módulo de control, procedente de la línea del módulo apropiado. Posteriormente, esta unidad de control recibe los dígitos del número marcado y establece la conmutación para crear un circuito entre los dos dispositivos. La unidad de servicio provee los tonos de marcación, las señales de ocupado y algunos otros servicios que son necesarios para la unidad de control.

El uso del multiplexaje por división de tiempo ha hecho posible que a través de la ISDN se enlacen varios canales de transmisión, los cuales se han normalizado de la siguiente manera:

- A - Canal analógico telefónico de 4 KHz.
- B - Canal digital PCM, para voz o para información de datos con velocidades de 64 Kbps.
- C - Canal de 8 a 16 Kbps.
- D - Canal digital para señalización fuera de banda de 16 o 64 Kbps.
- E - Canal digital para señalización interna de la ISDN de 64 Kbps.
- H - Canal digital de 384, 1536 o 1920 Kbps.

El CCITT ha normalizado tres combinaciones de estos canales que se enumeran a continuación:

1. Velocidad básica: 2B + 1D.
2. Velocidad principal: 23B + 1D.
3. Híbrida: 1A + 1C.

Como puede observarse en el esquema anterior la señalización se lleva a cabo en el canal D, en forma separada, de tal manera que el usuario pueda emplear la totalidad de los 64 Kbps.

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

La idea de ofrecer al usuario dos canales se debe primordialmente a razones de mercado. Un uso típico del sistema de dos canales, podría ser el tener dos personas llevando a cabo una conversación telefónica, mientras observan un documento en el otro canal.

La velocidad básica del canal tipo D, es de 16 Kbps. Las llamadas se solicitan por medio del envío de un mensaje sobre este canal, donde el mensaje tendrá que especificar cual de los dos canales tipo B se utilizarán.

El canal tipo D se subdivide en tres subcanales lógicos; el subcanal s para señalización (establecimiento de llamada), el subcanal t para aspectos de telemetría (detectores de humo), y el subcanal p para paquetes de datos.

El propósito de la interfaz principal de alta velocidad es el de utilizarse en asociación con una PBX. Esta interfase tiene 23 canales tipo B y un canal tipo D (a 64 Kbps) en EE.UU. y Japón. En Europa se utilizan 30 canales tipo B y 2 canales tipo D (a 64 Kbps). El estándar 23B + 1D (T1) se hizo para que una trama de la ISDN se adapte fácilmente con el sistema de AT&T; por razones semejantes, la interfase 30B + 2D (E1) se adapta al sistema de 2.048 Mbps del CCITT.

El objetivo de la configuración híbrida es permitir que los teléfonos analógicos puedan combinarse con un canal tipo C para producir un sistema que funcione, aunque sea de manera sencilla, a la velocidad requerida por ellos.

Enlaces de microondas para voz y datos

En México, por ley corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el proporcionar los servicios de telecomunicaciones a través de la Dirección General de Telecomunicaciones en el territorio nacional y conexiones al extranjero, por lo tanto, ésta realiza los trabajos de operación, expansión, explotación y comercialización de los diversos servicios de telecomunicaciones, así como del control de permisos, concesiones y acuerdos internacionales, como la UIT, Intelsat y otros.

Dentro de un sistema de comunicaciones vía microondas, el medio de comunicación por el cual es transmitida la información es el espacio aéreo. Esta información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud (del orden de 10^{-9} m). Al mismo tiempo se pueden direccionar múltiples canales a varias estaciones dentro de un enlace dado, así mismo se establecen enlaces punto a punto.

Las estaciones consisten en una antena tipo plato y circuitos que interconectan la antena con la terminal del usuario.

Cuando el sistema de microondas pertenece a la compañía de teléfonos, parte de la red telefónica por cables interviene en el circuito de comunicación.

Una de las ventajas más importantes del sistema de comunicación vía microondas es la capacidad de enlazar miles de canales de voz a grandes distancias a través de repetidoras, y además transmitir datos en forma natural.

La infraestructura de un enlace vía microondas tiene aplicación en:

- Enlace de redes WAN públicas, las cuales utilizan la red telefónica pública.
- Enlace de redes WAN privadas.
- Enlace de redes GAN que utilizan enlaces vía satélite.

Enlaces analógicos de líneas privadas

Una línea privada para datos hace referencia al enlace dedicado de comunicación punto a punto para la transferencia de información.

El modo de transmisión en que puede operar una línea privada para voz es half duplex, en lo que concierne a la transmisión de datos se pueden utilizar half duplex y full duplex.

Red Digital de Telmex

Dentro de los servicios prestados por la Red Digital de Telmex se deben considerar los estándares de comunicación de alta velocidad como son:

Estándar E0

Este es el canal básico para comunicación digital en el marco de velocidades binarias jerárquicas de la recomendación G.702 del CCITT para enlaces de alta velocidad con transmisión a 64 Kbps. Este canal es instalado utilizando cable coaxial. Cuando es instalado utilizando par trenzado en lugar de cable coaxial se le denomina DS0.

Estándar E1.

El término E1 define el estándar de comunicación digital de alta velocidad de un enlace. A continuación se mencionan las características del E1:

- Velocidad de transmisión agregada de 2.048 Mbps.
- Capacidad de 30 canales digitales PCM (modulación por codificación de pulsos) de 64 Kbps para datos (Corresponden a 30 canales telefónicos).
- Dos canales adicionales de 64 Kbps cada uno para señalización y sincronía (30 + 2).
- Se entrega a través de fibra óptica.
- Cumple con el estándar de recomendación G.702 del CCITT, la cual determina las características físicas de las interfases de las diferentes velocidades binarias jerárquicas de los enlaces de alta velocidad.
- Frecuencia de muestreo: 8 Khz.
- Ley de codificación: CCITT - Ley A.
- Estructura de trama y multitrama.

La estructura de multitrama que se muestra en la figura 4.3 comprende 16 tramas, numeradas del 0 al 15, con la información de señalización colocada en la ranura 16 de cada trama. La primera ranura de 8 bits de señalización se utiliza para alineación de

la multitrama, las siguientes 15 ranuras proporcionan 4 bits de señalización por canal para los 30 canales de voz.

Las 30 señales se combinan mediante un proceso de intercalado de palabras de 8 bits en una trama que está formada por 32 ranuras de tiempo numeradas del 0 al 31 y donde la ranura 0 se asigna a la función de señalización.

- Las tramas de 2.048 Mbps deben incluir:
 - ◆ Muestras de voz para cada uno de los 30 canales.
 - ◆ Bits de señalización para cada uno de los 30 canales.
 - ◆ Bits de identificación de los canales para mantener la alineación de las tramas.

- Alineación de trama, la cual debe cumplir las siguientes características:
 - ◆ Ocupa una ranura de tiempo.
 - ◆ Está distribuida en la trama.
 - ◆ Está distribuida en más de una trama.

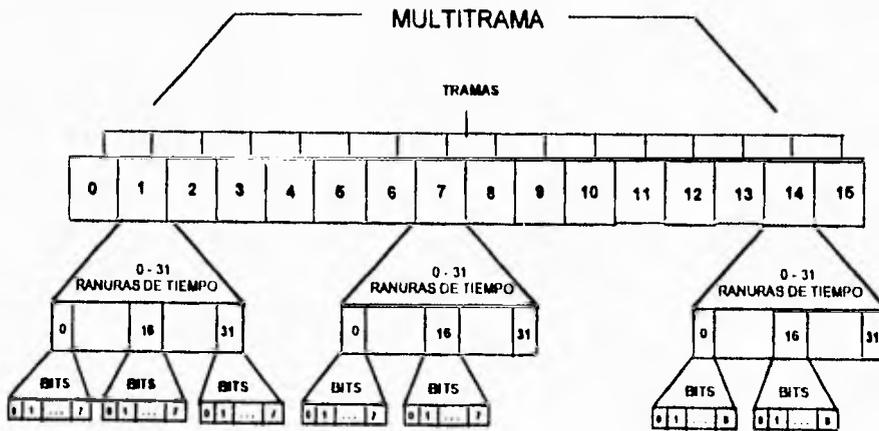


Figura 4.3 Tramas del estándar E1

- Enlace de 2.048 Mbps en formato 30B + 2D.
- Es el formato recomendado por el CCITT para enlaces digitales a través de RDI, la cual proporciona:
 - ◆ 30 canales "B" de 64 Kbps de información.
 - ◆ 1 Canal "D" de 64 Kbps para señalización.
 - ◆ 1 Canal "D" de 64 Kbps de sincronía y alineamiento de trama.

En la tabla 4.1 se muestran los niveles sucesivos en la jerarquía del estándar G.702 del CCITT:

NIVEL	Núm. de canales de 64 Kbps	Velocidad aproximada de transferencia de datos binarios
E0	1	64 Kbps
E1	30	2 Mbps
E2	120	8 Mbps
E3	480	34 Mbps
E4	1920	140 Mbps

Tabla 4.1 Jerarquía del estándar G.702 del CCITT.

IV.2 INFRAESTRUCTURA DE LA RED EXISTENTE

En la Ciudad de México existen tres redes LAN, instaladas en tres edificios: dos de ellos ubicados en Paseo de la Reforma, en los números 243 y 156, el tercero localizado en la calle de Colima número 373. Estas redes conforman una red MAN conectadas mediante enlaces E1. En los edificios de Colima y de Reforma 243 se lleva a cabo el desarrollo y utilización de los sistemas bancarios de BITAL, mientras que en el de Reforma 156 se realiza la administración, control y operación de la red MAN.

En el edificio de Reforma 156 se concentran las operaciones de las sucursales del área metropolitana, los centros ejecutivos y algunas sucursales del interior, constituyendo de esta forma una red WAN.

La red de comunicaciones BITAL está estructurada sobre una topología de estrella, donde el centro ejecutivo de la Ciudad de México es el nodo principal.

A su vez, cada uno de los centros ejecutivos restantes sirve de nodo principal a las sucursales que tienen conectadas, formando también topología de estrella. De esta manera se establece una topología de estrella de estrellas.

Es importante hacer notar que dentro de los centros ejecutivos se cuenta con redes de área local de topologías diferentes. En algunos casos se tienen redes de topología de anillo, utilizando Token Ring y en otros, se utiliza la topología de bus, utilizando Ethemet. En dichas redes el sistema operativo de red con que se cuenta para su administración es Netware de NOVELL, que permite trabajar con cualquiera de los dos ambientes indistintamente.

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

El tipo de cableado que se emplea en las redes locales depende de la aplicación que se tenga. Para el caso de Token Ring se utiliza cable coaxial, mientras que para Ethernet se usa par trenzado.

A continuación se describe detalladamente la infraestructura actual de la red BITAL según las regiones en que se encuentra dividida. La región occidente comprende exclusivamente a Guadalajara; la región noreste a Monterrey, Saltillo, Nuevo Laredo; Matamoros, Tampico y Monclova; la región noroeste a Hermosillo, Tijuana, Ensenada, Mexicali, Culiacán, Obregón y Mazatlán; la región centro a León, Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes y Morelia y, por último, la región norte que integra a Torreón, Durango, Chihuahua y Ciudad Juárez.

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

Los centros ejecutivos y sucursales (indicadas con (*)), que tienen enlace directo con el centro ejecutivo de la Ciudad de México se enlistan en la tabla 4.2 y se muestran en las figuras 4.4 (a) y 4.4 (b).

CIUDAD	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
*ACAPULCO	1	2	0	0	0	0	0
AGUASCALIENTES	2	1	0	0	0	0	0
CD. JUAREZ	2	1	0	0	0	0	1
CD. OBREGON	3	1	0	0	0	0	1
*CELAYA	1	2	0	0	0	0	0
*CUERNAVACA	1	1	0	0	0	0	0
CULIACAN	3	1	0	0	0	0	0
CHIHUAHUA	2	1	0	0	0	0	0
DURANGO	2	1	0	0	0	0	0
ENSENADA	2	1	0	0	0	0	0
GUADALAJARA	2	2	1	0	0	0	1
HERMOSILLO	2	2	1	0	0	0	1
*IRAPUATO	1	1	0	0	0	0	0
LEON	3	1	0	0	0	0	1
MATAMOROS	3	1	0	0	0	0	1
MAZATLAN	2	1	0	0	0	0	0
*MERIDA	1	1	0	0	0	0	1
MEXICALI	2	1	0	2	0	0	0
MONCLOVA	2	1	0	0	0	0	1
MONTERREY	0	4	1	0	0	3	1
MORELIA	4	1	0	0	0	0	1
NUEVO LAREDO	2	1	0	0	0	0	0
*PACHUCA	1	1	0	0	0	0	0
*PUEBLA	1	1	0	0	0	0	1
QUERETARO	1	1	0	0	0	0	0
SALTILLO	2	3	0	0	0	0	1
SAN LUIS POTOSI	1	1	0	0	0	0	0
TAMPICO	2	1	0	0	0	0	1
TIJUANA	3	2	0	2	0	0	1
*TOLUCA	1	1	0	0	0	0	1
TORREON	2	3	1	0	0	0	1
*VERACRUZ	1	1	0	0	0	0	0
*VILLAHERMOSA	1	1	0	0	0	0	1

Tabla 4.2 Centro ejecutivo de la Ciudad de México.

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

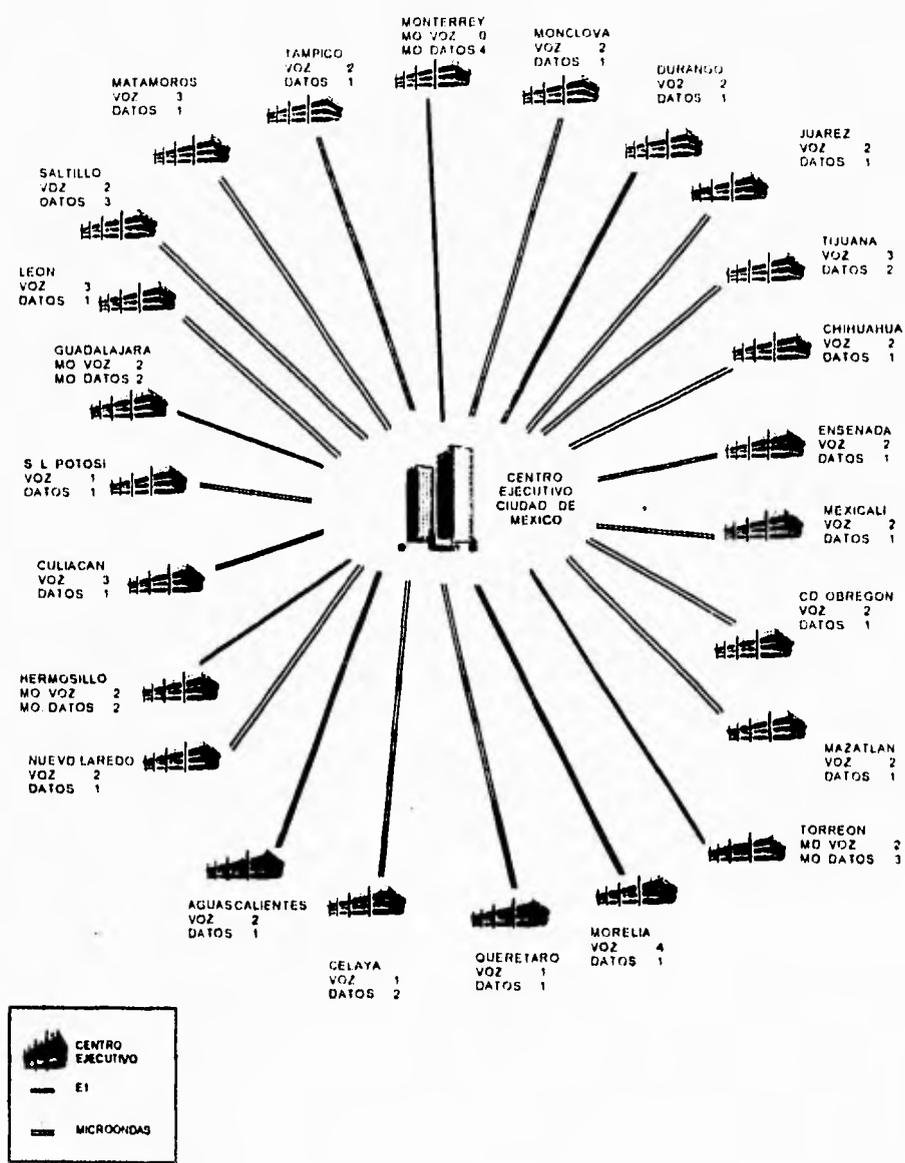


Figura 4.4a Centros ejecutivos conectados directamente al centro ejecutivo de la Ciudad de México.

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

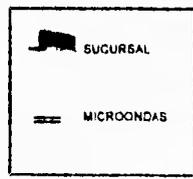


Figura 4.4b Sucursales conectadas directamente al centro ejecutivo de la Ciudad de México

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.3 (a y b) y figura 4.5 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Guadalajara:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ACATIC	1	1	0	0	0	0	0
ALTOS HORNOS	0	0	0	0	1	3	0
AMECA	1	1	0	0	0	0	0
AMERICAS	0	0	0	0	0	6	0
ARANDAS	1	1	0	0	0	0	0
AUTLAN	1	1	0	0	0	0	0
AYUTLA	1	1	0	0	0	0	0
CD GUZMAN	1	1	0	0	0	0	0
CENTRO TEPIC	1	1	0	0	0	0	0
COLIMA	1	1	0	0	0	0	0
CORONA	0	0	0	0	1	8	0
COUNTRY	0	0	0	0	1	9	0
CHAPALITA	0	0	0	0	1	5	0
CHAPULTEPEC	0	0	0	0	1	3	0
EL GRULLO	1	1	0	0	0	0	0
ENCARNACION	1	1	0	0	0	0	0
FEDERALISMO	0	0	0	0	1	5	0
GONZALEZ GALLO	0	0	0	0	1	7	0
HIGUERILLAS	0	0	0	0	1	4	0
INDEPENDENCIA	0	0	0	0	1	8	0
IXTLAHUACAN DEL R.	1	1	0	0	0	0	0
JARDINES DEL B.	0	0	0	0	1	8	0
JAVIER MINA	0	0	0	0	1	4	0
JESUS	0	0	0	0	1	4	0
JUAREZ	0	0	0	0	1	8	0
L. DE MORENO	1	1	0	0	0	0	0
LA BARCA	1	1	0	0	0	0	0
LAZARO CARDENAS	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.3 a

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
MANZANILLO	1	1	0	0	0	0	0
MARIANO OTERO	0	0	0	0	1	3	0
MEXICALTZINGO	0	0	0	0	1	4	0
P. VALLARTA	1	1	0	0	0	0	0
PZA DE LAS TORRES	0	0	0	0	1	11	0
PLAZA DEL SOL	0	0	0	0	1	8	0
PLAZA MEXICO	0	0	0	0	1	10	0
PLAZA PATRIA	0	0	0	0	1	10	0
PLAZA SUR	0	0	0	0	1	5	0
PLAZA UNIVERSIDAD	0	0	0	0	1	5	0
PROVIDENCIA	0	0	0	0	1	7	0
PROVINCIAL	0	0	0	0	1	8	0
S. J. DE LOS LAGOS	1	1	0	0	0	0	0
S. JUAN BOSCO	0	0	0	0	1	5	0
SAN FELIPE	0	0	0	0	1	4	0
SAN FRANCISCO	1	1	0	0	0	0	0
SAN JULIAN	1	1	0	0	0	0	0
SANTA TERESITA	0	0	0	0	1	9	0
SANTIAGO	1	1	0	0	0	0	0
SANTUARIO	0	0	0	0	1	6	0
TALPA	1	1	0	0	0	0	0
TEOCALTICHE	1	1	0	0	0	0	0
TEPATITLAN	1	1	0	0	0	0	0
TLAJOMULCO	1	1	0	0	0	0	0
TLAQUEPAQUE	0	0	0	0	1	10	0
TOLSA	0	0	0	0	1	4	0
TONAYA	1	1	0	0	0	0	0
VALLARTA	0	0	0	0	1	7	0
V. CARRANZA	1	1	0	0	0	0	0
VILLA CORONA	1	1	0	0	0	0	0
YAHUALICA	1	1	0	0	0	0	0
ZAPOLTILIC	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.3.b

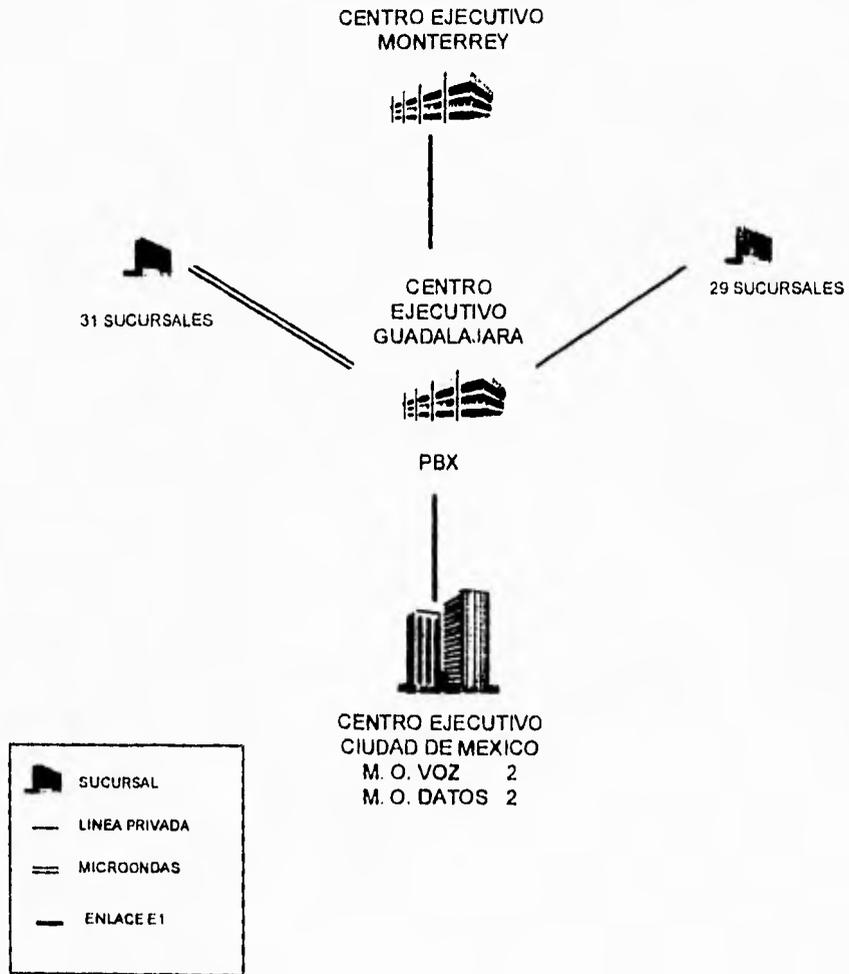


Figura 4.5 Centro ejecutivo Guadalajara

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.4 y figura 4.6 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Monterrey:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ALLENDE	0	1	0	0	0	0	0
CARRANZA	0	0	0	0	0	2	0
COUNTRY	0	0	0	0	0	4	0
GUADALUPE	0	0	0	0	3	4	0
HUMBERTO LOBO	0	0	0	0	0	2	0
IND. NORTE	0	0	0	0	3	2	0
LA FAMA	0	0	0	0	3	4	0
PADRE MIER	0	0	0	0	3	4	0
PLAZA LA FE	0	0	0	0	0	2	0
SAN NICOLAS	0	0	0	0	3	2	0
VALLE	0	0	0	0	3	2	0
VASCONCELOS	0	0	0	0	3	2	0

Tabla 4.4

En la tabla 4.5 Y figura 4.7 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Saltillo:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
FCO COSS	0	0	0	0	0	1	0
NARCIZO MENDOZA	0	0	0	0	2	3	0
ORIENTE	0	0	0	0	1	3	0
RAMOS ARIZPE	1	1	0	0	0	0	0
V.CARRANZA	0	0	0	0	1	2	0

Tabla 4.5

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

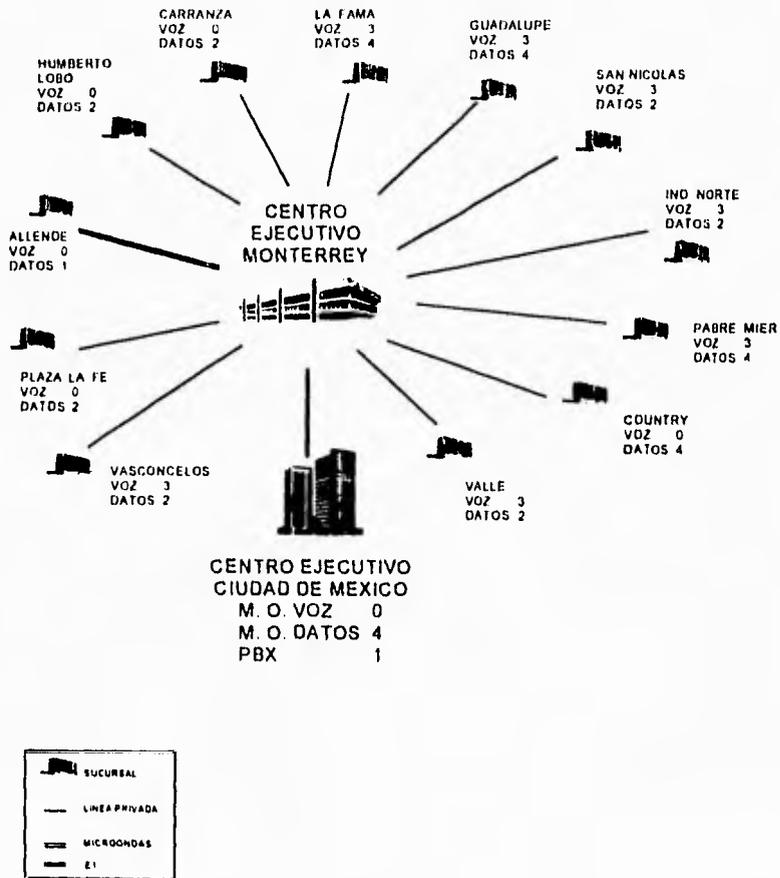


Figura 4.6 Centro ejecutivo Monterrey

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

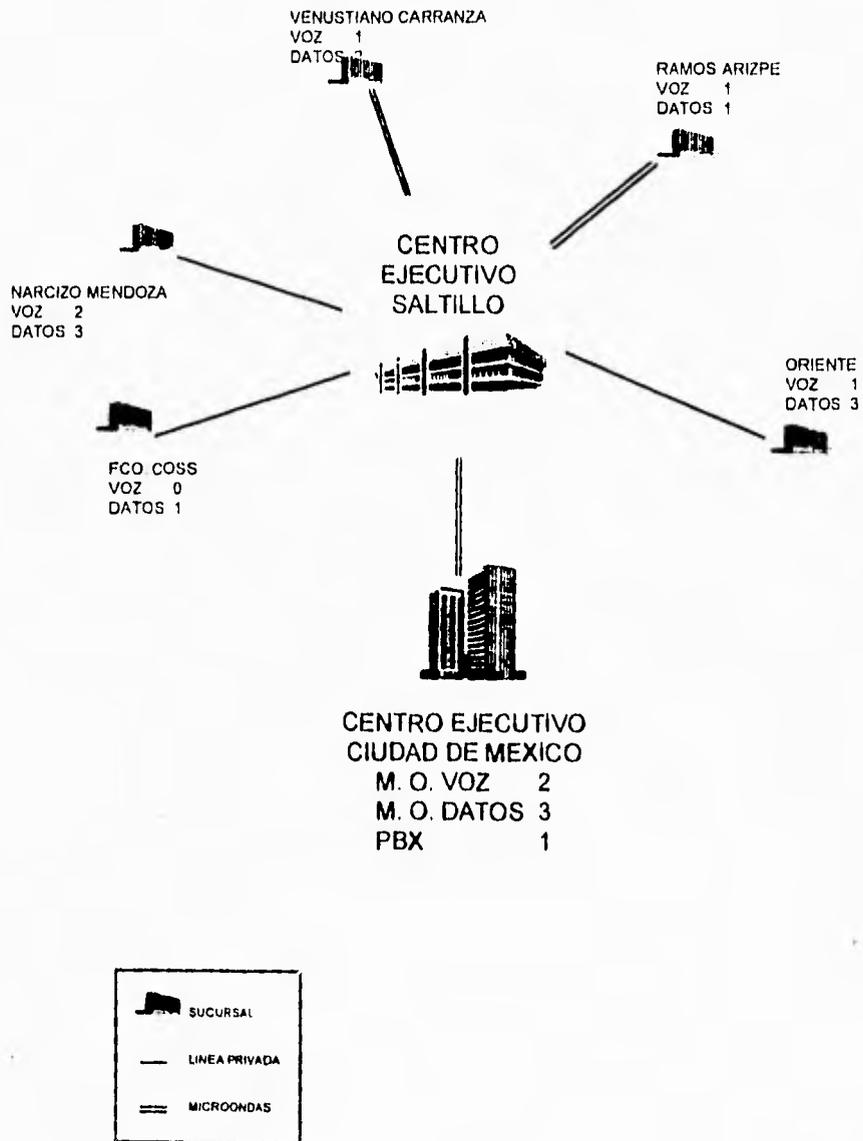


Figura 4.7 Centro ejecutivo Saltillo

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.6 y figura 4.8 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Nuevo Laredo:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ADUANA	0	0	0	0	0	2	0
PINO SUAREZ	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.6

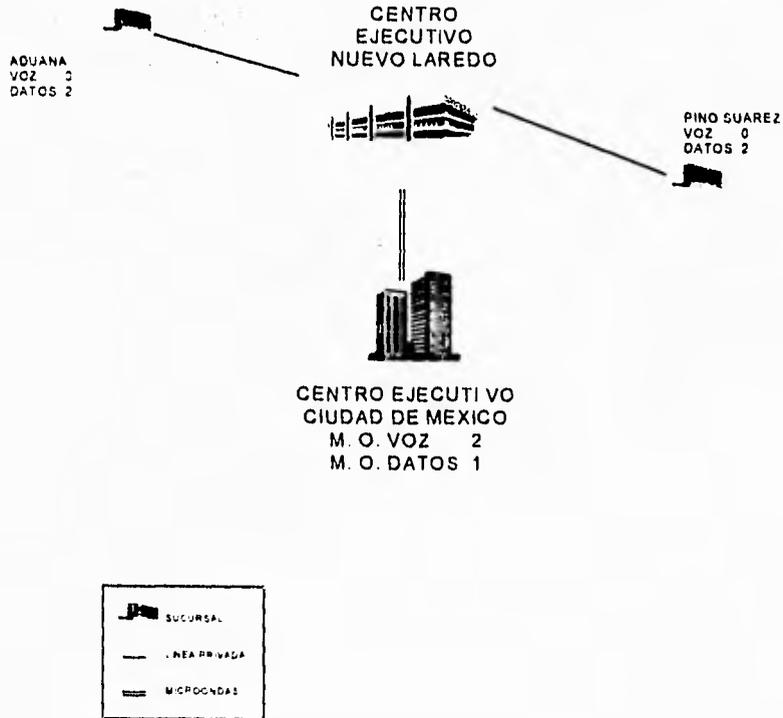


Figura 4.8 Centro ejecutivo Nuevo Laredo.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.7 y figura 4.9 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Matamoros:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
LAURO VILLAR	0	0	0	0	0	2	0
MORELOS	0	0	0	0	0	4	0
REYNOSA	1	1	0	0	0	0	0
RIO BRAVO	1	1	0	0	0	0	0
URBANA SUR	0	0	0	0	0	2	0
VALLE HERMOSO	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.7

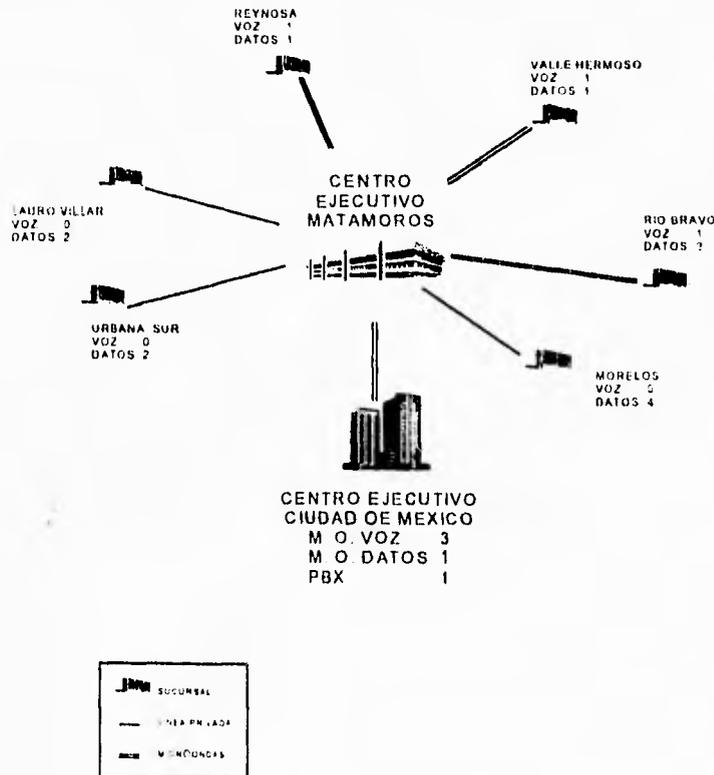


Figura 4.9 Centro ejecutivo Matamoros

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.8 Y figura 4.10 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Tampico:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CD. MADERO	0	0	0	0	1	4	0
CD. VICTORIA	2	1	0	0	0	0	0
CENTRO TAMPICO	0	0	0	0	1	4	0

Tabla 4.8

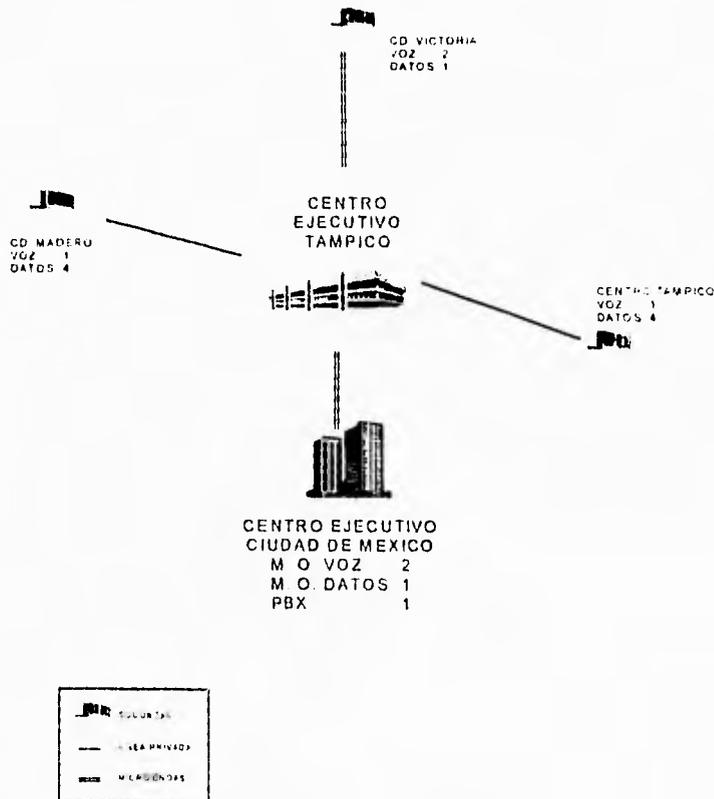


Figura 4.10 Centro ejecutivo Tampico

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.9 y figura 4.11 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Monclova:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI ED	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
DE LA FUENTE	0	0	0	0	0	2	0
PIEDRAS NEGRAS	1	1	0	0	0	0	0

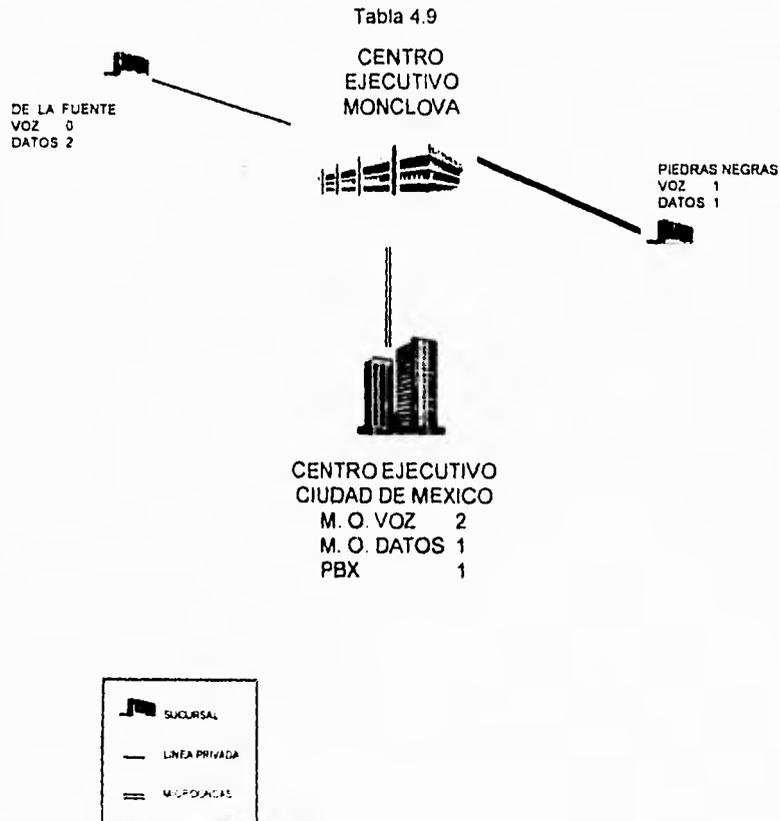


Figura 4.11 Centro ejecutivo Monclova

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.10 y figura 4.12 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Hermosillo:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LÍNEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ABELARDO L. RGZ.	0	0	0	0	0	3	0
NOGALES	1	1	0	0	0	0	0
SERDAN	0	0	0	0	0	3	0

Tabla 4.10

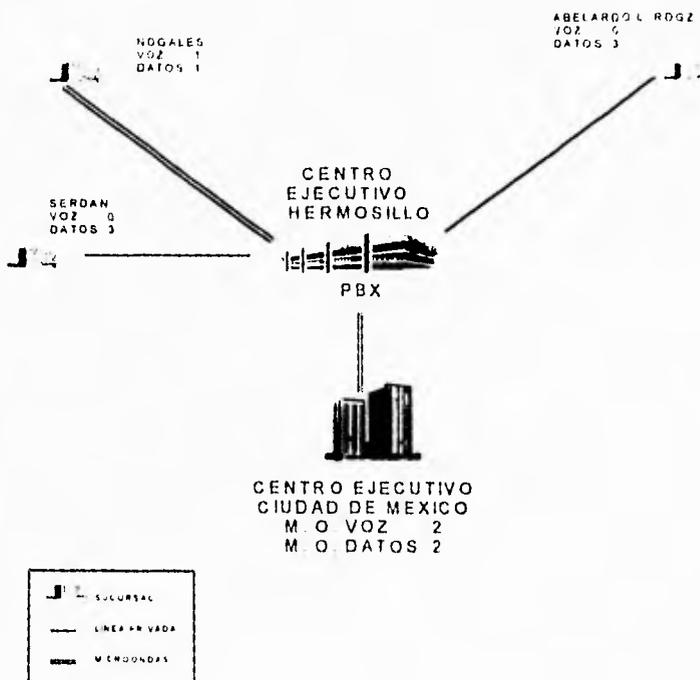


Figura 4.12 Centro ejecutivo Hermosillo

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.11 y figura 4.13 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Tijuana:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CENTRO	0	0	0	0	1	2	0
CORREO	0	0	0	0	1	2	0
F. RUIZ CORTINES	0	0	0	0	1	2	0
LA MESA	0	0	0	0	1	2	0
LAZARO CARDENAS	0	0	0	0	1	2	0
OTAY	0	0	0	0	1	2	0
PLAYAS	0	0	0	0	1	2	0
PLAZA MATAMOROS	0	0	0	0	0	2	0
ROSARITO	1	1	0	0	0	0	0
SEGUNDA	0	0	0	0	1	2	0
TECATE	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.11

En la tabla 4.12 y figura 4.14 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Ensenada:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
BAHIA	0	0	0	0	0	2	0
CENTRO	0	0	0	0	0	2	0
REFORMA	0	0	0	0	0	2	0
SAN QUINTIN	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.12

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

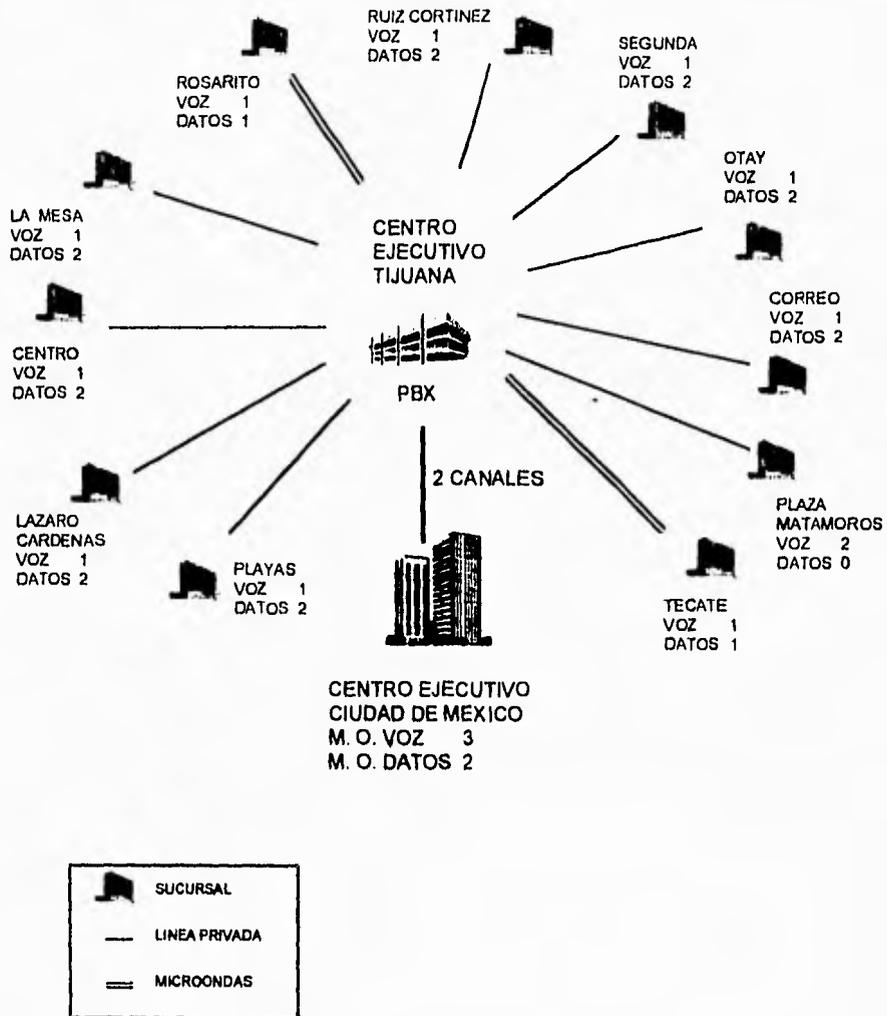


Figura 4.13 Centro ejecutivo Tijuana

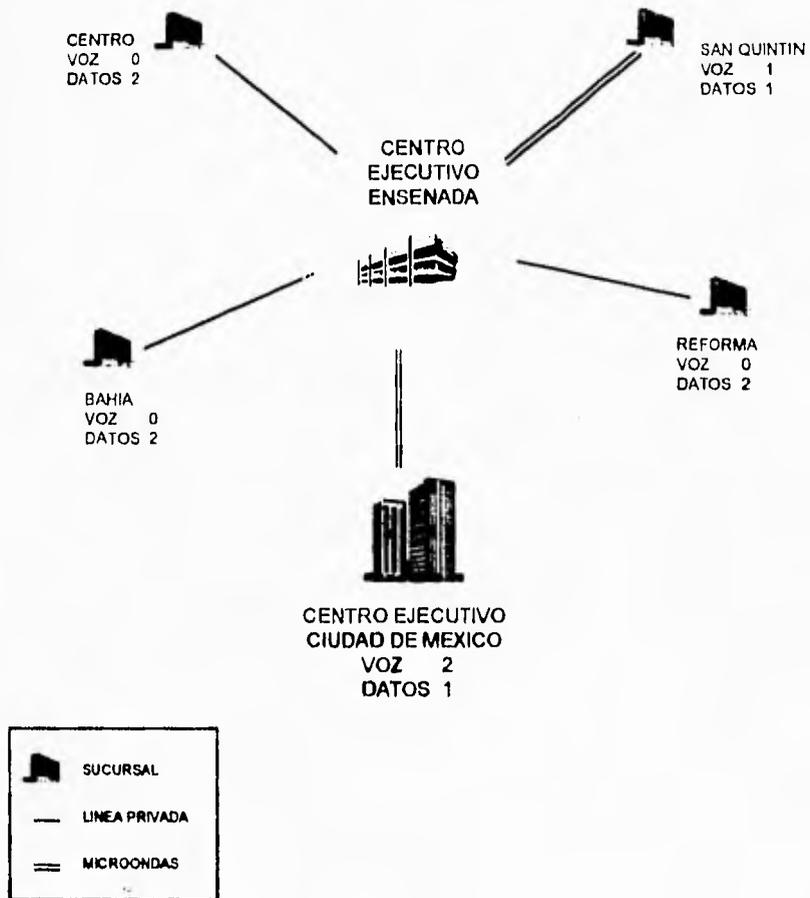


Figura 4.14 Centro ejecutivo Ensenada

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.13 y figura 4.15 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Mexicali:

SUCURSAL	MCROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
BENITO JUAREZ	0	0	0	0	0	2	0
CD MORELOS	1	1	0	0	0	0	0
CENTRO CIVICO	0	0	0	0	0	2	0
ESTACION VICTORIA	1	1	0	0	0	2	0
INDEPENDENCIA	0	0	0	0	0	2	0
JUSTO SIERRA	0	0	0	0	0	2	0
LAS CALIFORNIAS	0	0	0	0	0	2	0
MADERO	0	0	0	0	0	2	0
PLZ. N. MEXICALI	0	0	0	0	0	2	0
PUEBLO NUEVO	0	0	0	0	0	2	0
S. L. RIO COLORADO	1	1	0	0	0	0	0
ZUAZUA	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.13

En la tabla 4.14 y la figura 4.16 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Culiacán:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
GALERIAS S. MIGUEL	0	0	0	0	1	2	0
GUAMUCHUIL	1	1	0	0	0	0	0
GUASAVE	1	1	0	0	0	0	0
LA PAZ CENTRO	0	0	0	0	0	2	0
LA PAZ ROSALES	1	1	0	0	0	0	0
LOS MOCHIS CENT.	1	1	0	0	0	0	0
LOS MOCHIS LEYVA	0	0	0	0	0	2	0
PLAZA BONITA	0	1	0	0	0	0	0
REVOLUCION	0	0	0	0	1	2	0

Tabla 4.14

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

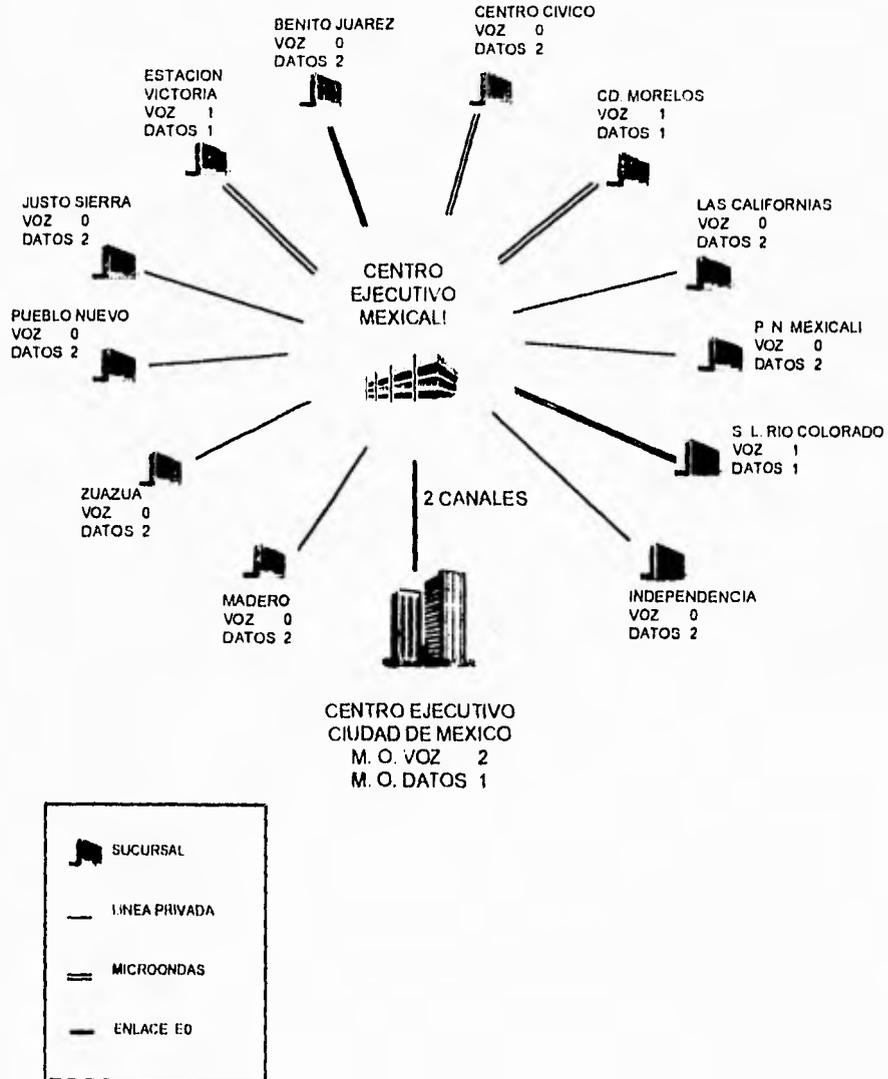


Figura 4.15 Centro Ejecutivo Mexicali

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

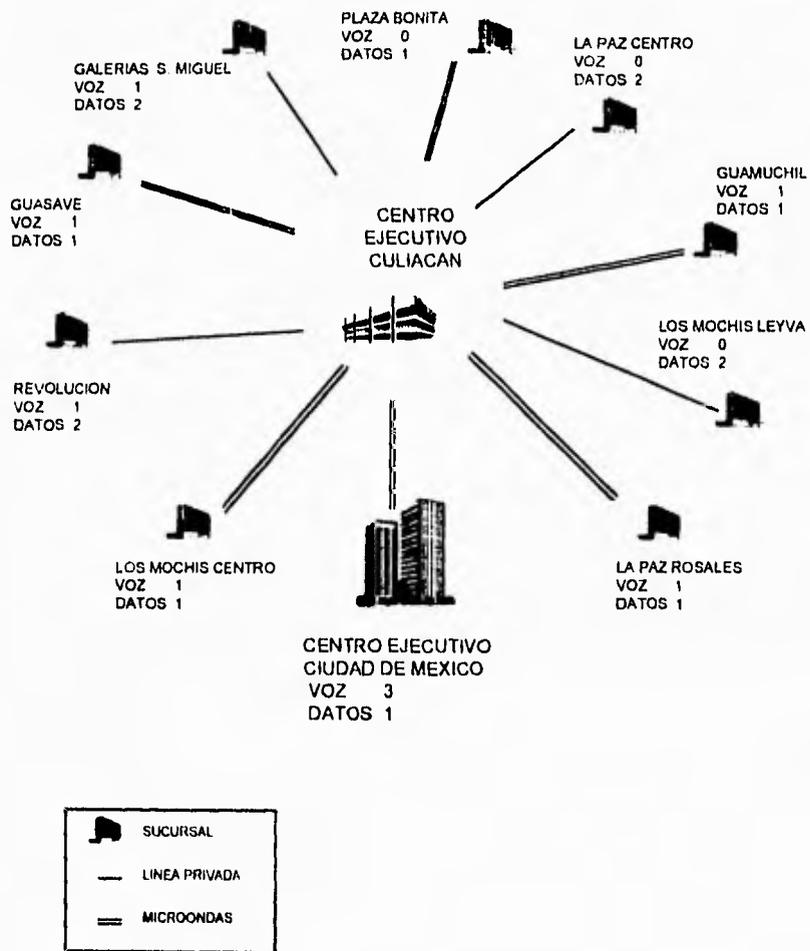


Figura 4.16 Centro ejecutivo Culiacán

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.15 y figura 4.17 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Obregón.

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI		LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS	E1	E0	VOZ	DATOS	
CALIFORNIA	0	0	0	0	1	2	0
CENTRO	0	0	0	0	2	2	0
GUAYMAS	1	1	0	0	0	0	0
HUATABAMPO	1	1	0	0	0	0	0
NAVOJOA	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.15

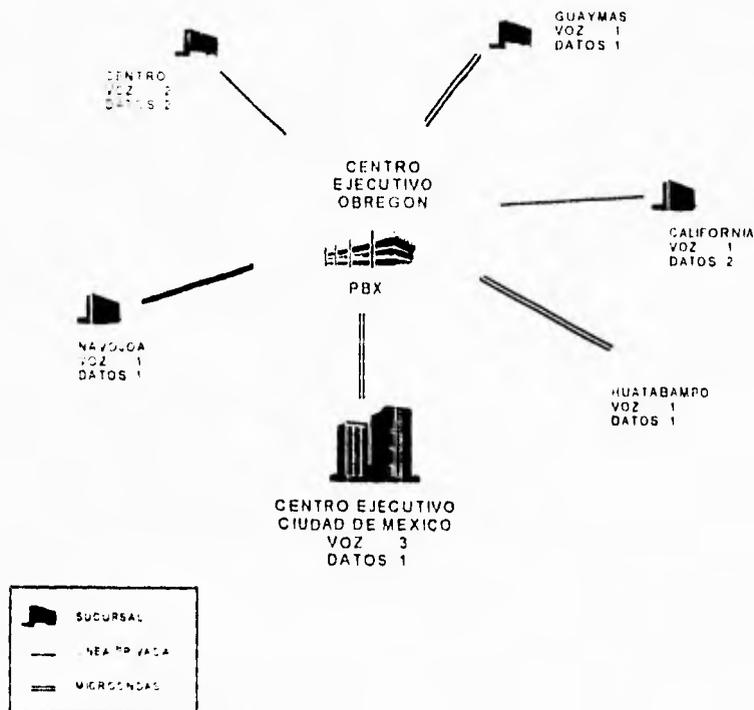


Figura 4.17 Centro ejecutivo Obregón

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.16 y figura 4.18 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Mazatlán:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CARRASCO	0	0	0	0	0	2	0
CENTRO	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.16



Figura 4.18 Centro ejecutivo Mazatlán

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.17 y figura 4.19 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo León:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ABASTOS LEON	0	0	0	0	0	2	0
ARBIDE	0	0	0	0	0	2	0
BARRIO	0	0	0	0	1	2	0
CARRANZA	0	0	0	0	1	2	0
CENTRO	0	0	0	0	0	2	0
GUANAJUATO	1	1	0	0	0	0	0
INSURGENTES	0	0	0	0	0	2	0
IRAPUATO	1	1	0	0	0	0	0
S. F. DEL RINCON	1	1	0	0	0	0	0
SILAO	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.17

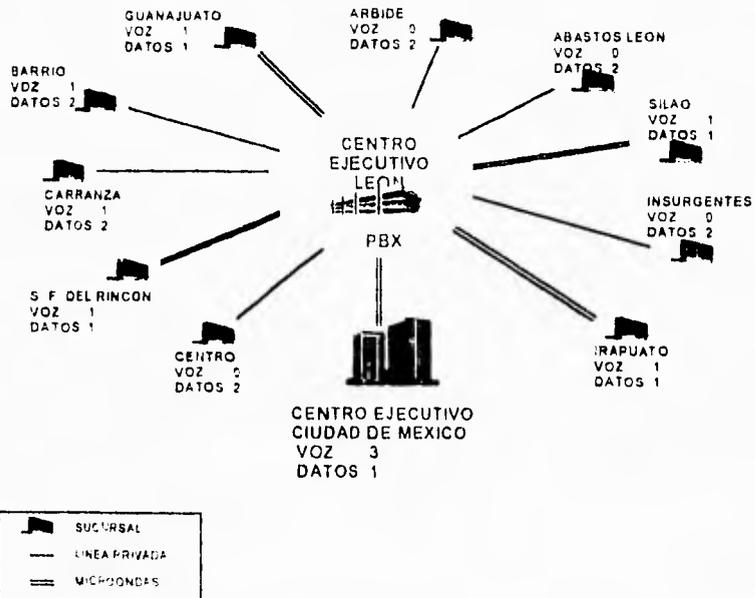


Figura 4.19 Centro ejecutivo León

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.18 y figura 4.20 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Querétaro:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
AMERICAS	0	0	0	0	0	2	0
CELAYA	1	2	0	0	0	0	0
GALERIAS	0	0	0	0	0	2	0
JURICA	0	0	0	0	0	2	0
PLAZA DORADA	0	0	0	0	0	2	0
S.J. DEL RIO	1	1	0	0	0	0	0
JARDINES	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.18

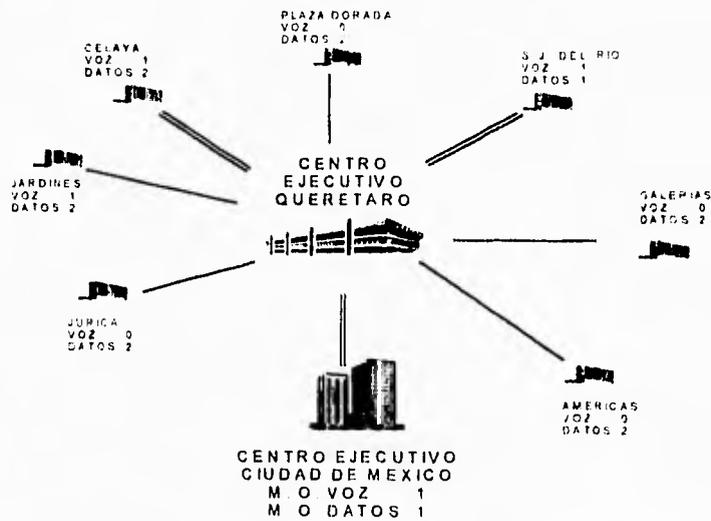


Figura 4.20 Centro ejecutivo Querétaro

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.19 y figura 4.21 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo San Luis Potosi.

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI	RDI	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS	E1	E0	VOZ	DATOS	
MERCADO	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.19

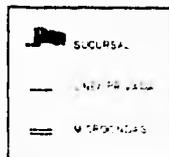


Figura 4.21 Centro ejecutivo San Luis Potosi

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.20 y figura 4.22 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Aguascalientes:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CIRCUNVALACION	0	0	0	0	0	2	0
PULGAS PANDAS	0	0	0	0	0	2	0
ZACATECAS	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.20

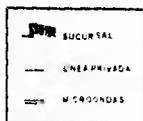
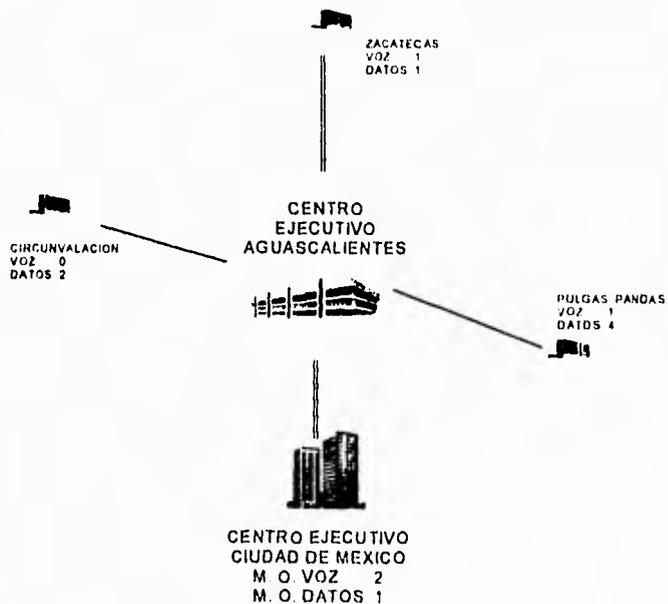


Figura 4.22 Centro ejecutivo Aguascalientes

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.21 y figura 4.23 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Morelia

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CHAPULTEPEC	0	0	0	0	0	2	0
LA PIEDAD	1	1	0	0	0	0	0
LOS REYES	1	1	0	0	0	0	0
MORELIA	0	0	0	0	0	2	0
SAHUAYO	1	1	0	0	0	0	0
URUAPAN	1	1	0	0	0	0	0
ZACAPU	1	1	0	0	0	0	0
ZAMORA	1	1	0	0	0	0	0
ZITACUARO	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.21

En la tabla 4.22 y figura 4.24 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Torreón

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ABASTOS	0	0	0	0	1	2	0
ALIANZA	0	0	0	0	3	2	0
CUAUHTEMOC	0	0	0	0	1	2	0
GOMEZ PALACIO	1	1	0	0	0	0	0
HIPERMART. ORIENTE	0	0	0	0	0	2	0
LA ROSITA	0	0	0	0	2	3	0
LOS ANGELES	0	0	0	0	0	2	0
MADERO	1	1	0	0	0	0	0
MORELOS	0	0	0	0	3	2	0
P. INDUSTRIAL	0	0	0	0	0	2	0
REVOLUCION	0	0	0	0	1	2	0
STA M DEL ORO	1	1	0	0	0	0	0
ZONA INDUSTRIAL	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.22

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

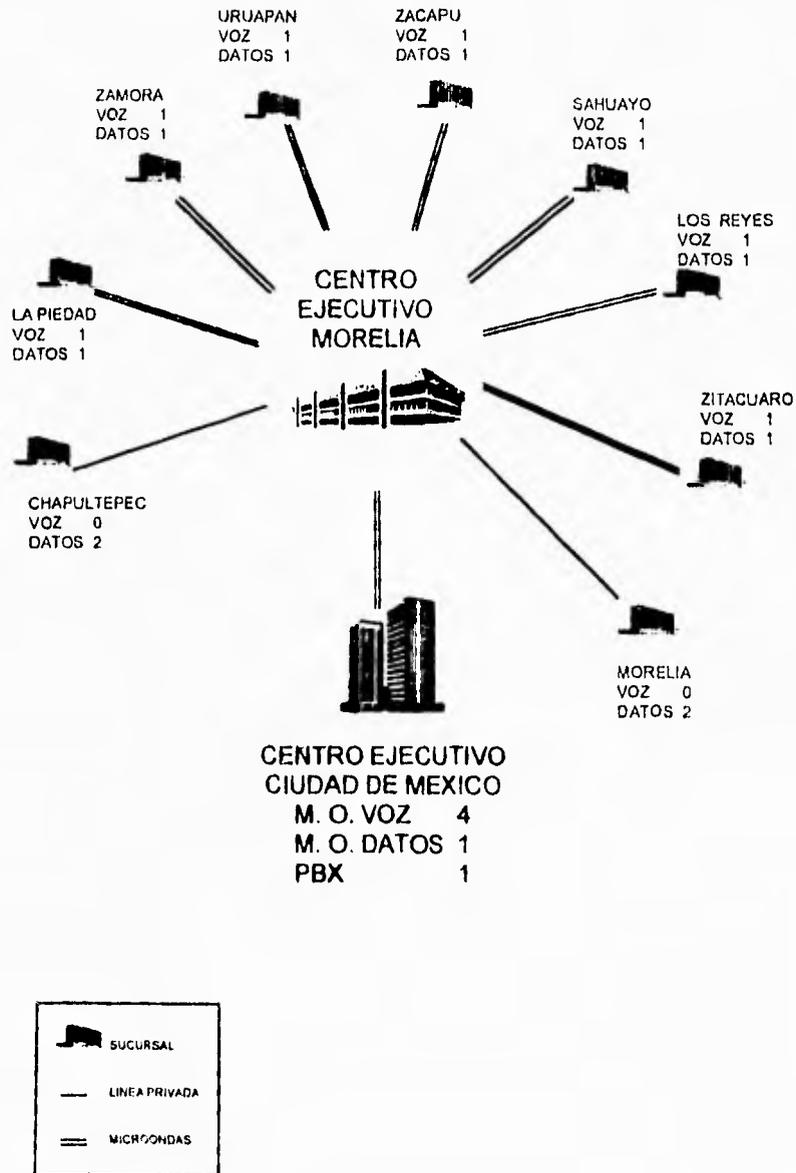


Figura 4.23 Centro ejecutivo Morelia

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

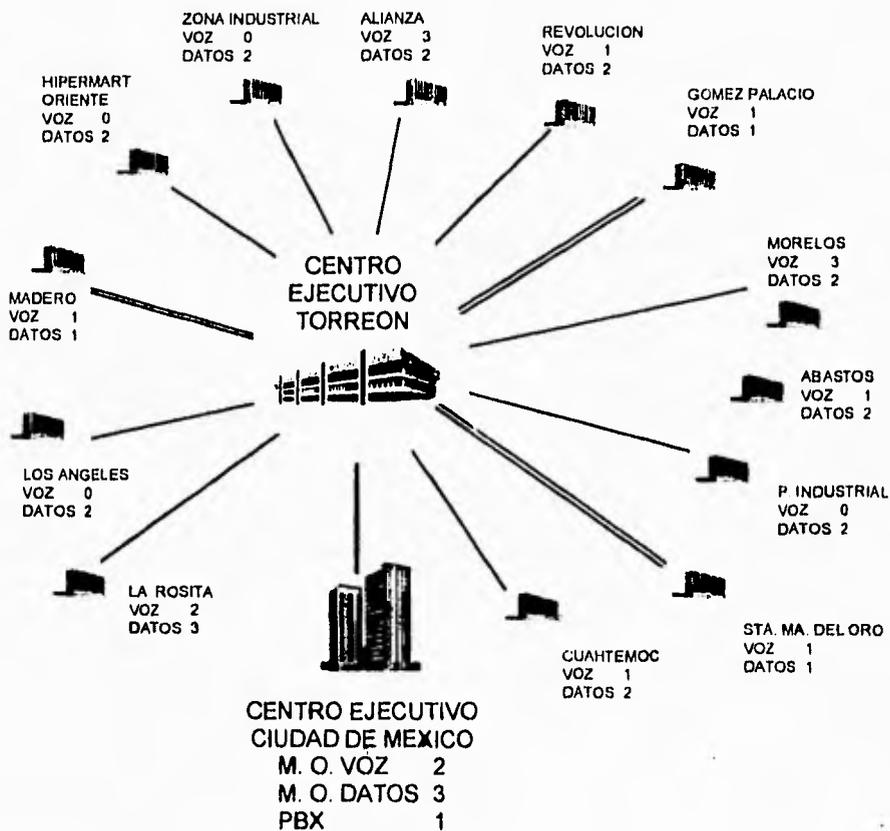


Figura 4.24 Centro ejecutivo Torreón

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.23y figura 4.25 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Durango:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
ABASTOS	0	0	0	0	0	2	0
DURANGO CENTRO	0	0	0	0	0	2	0
VILLA UNION	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 4.23

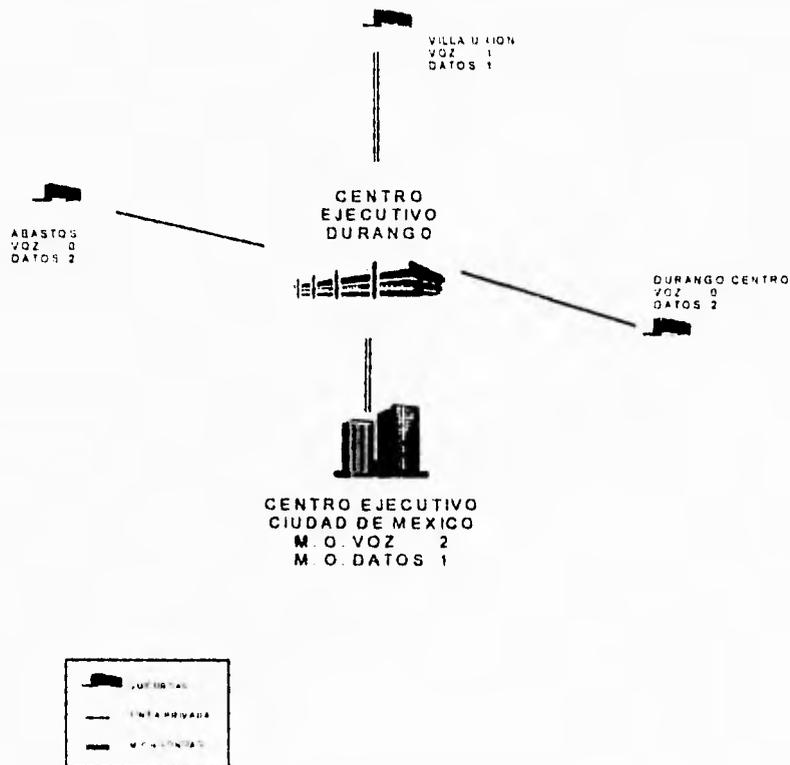


Figura 4.25 Centro ejecutivo Durango

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.24 y figura 4.26 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Chihuahua:

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CAMARGO	1	1	0	0	0	0	0
CENTRO	0	0	0	0	0	2	0
CUAUHTEMOC	1	1	0	0	0	0	0
DELICIAS	1	1	0	0	0	0	0
LIBERTAD	0	0	0	0	0	2	0
PARRAL	1	1	0	0	0	0	0
PERIFERICO	0	0	0	0	0	2	0
TECNOLOGICO	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.24

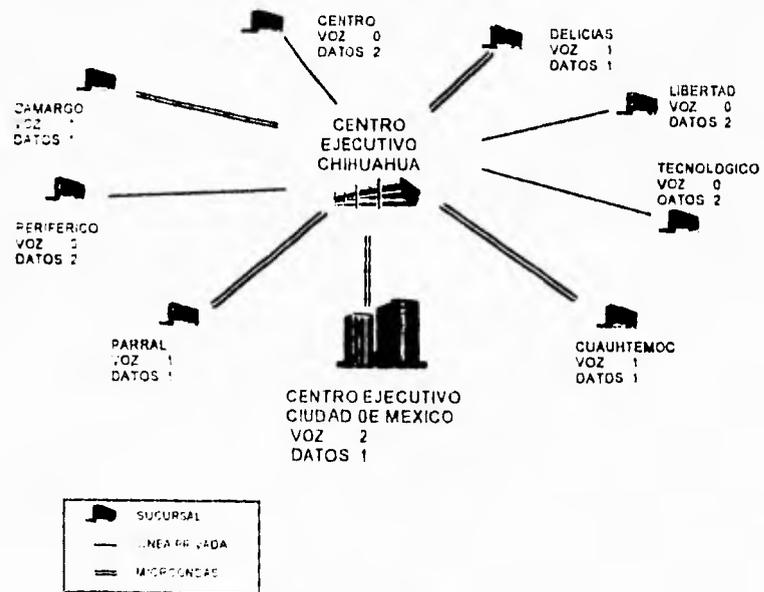


Figura 4.26 Centro ejecutivo Chihuahua

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En la tabla 4.25 y figura 4.27 se muestra la infraestructura del centro ejecutivo Cd. Juárez.

SUCURSAL	MICROONDAS		RDI E1	RDI E0	LINEA PRIVADA		PBX
	VOZ	DATOS			VOZ	DATOS	
CENTRO	0	0	0	0	0	2	0
CINCO DE MAYO	0	0	0	0	0	2	0
FUTURAMA	0	0	0	0	0	2	0
INSURGENTES	0	0	0	0	0	2	0
PASEO	0	0	0	0	0	2	0
PLAZA RELOJ	0	0	0	0	0	2	0
RIVERENA	0	0	0	0	0	2	0

Tabla 4.25

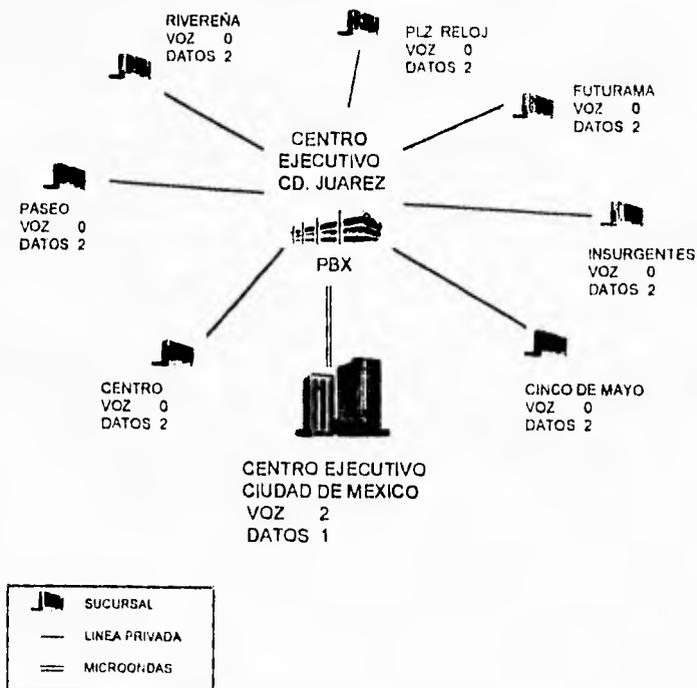


Figura 4.27 Centro ejecutivo Cd. Juárez

ANTECEDENTES DE LA RED DE COMUNICACIONES BITAL

En este capítulo se ha planteado la situación actual de la red BITAL, que cuenta con 23 centros ejecutivos enlazados de forma directa con el centro ejecutivo de la Ciudad de México, el cual a su vez tiene conectadas 200 sucursales del área metropolitana y 10 sucursales foráneas.

Esta estructura implica un alto grado de dificultad para controlar la red de comunicaciones, además de representar un elevado costo por renta de canales de microondas, un bajo aprovechamiento de los enlaces existentes y, finalmente, un alto costo por servicio de larga distancia. Estos últimos factores cobran gran importancia debido a las políticas de ahorro adoptadas recientemente por la alta dirección del banco.

En el siguiente capítulo, tomando en consideración los factores antes mencionados, se llevará a cabo un estudio de las necesidades actuales y futuras para la optimización y reestructuración de la red.

CAPITULO V

***NECESIDADES DE COMUNICACION:
VOZ Y DATOS***

V.1 NECESIDADES ACTUALES DE LA RED BITAL

De acuerdo a la situación descrita en el capítulo anterior, podemos señalar las necesidades que marcan la pauta para rediseñar la red de telecomunicaciones de BITAL:

1. Reestructurar la red para integrar sucursales aisladas y eliminar el número excesivo de enlaces directos a la ciudad de México.
2. Crear nuevos nodos de comunicación que reduzcan el gasto por llamadas de larga distancia y enlaces que permitan la transmisión de datos en forma óptima.
3. Integrar la red de Seguros Interamericana, que actualmente está fuera de la red BITAL.
4. Sustituir los enlaces vía microondas por otro tipo de enlaces para reducir los costos de operación, según políticas adoptadas por BITAL.
5. Determinar la cantidad de canales de voz y datos necesarios para cubrir los requerimientos de ancho de banda de cada nodo.

Para cubrir las necesidades mencionadas en el punto uno, la primera etapa en la reestructuración de la red es jerarquizar los centros de negocios de acuerdo al volumen de operaciones económicas, ubicación geográfica e infraestructura (interna y externa) de cada uno de ellos.

El primer nivel dentro de la red está formado por el centro ejecutivo de la Ciudad de México y seguirá siendo el nodo central de la red.

El segundo nivel lo constituyen los nuevos centros ejecutivos propuestos que constituyen los nodos principales de la red.

Siguiendo este razonamiento, algunas de las entidades que eran centros ejecutivos se convertirán en plazas, las cuales forman el tercer nivel dentro de la jerarquía de la red.

Las plazas se encargarán de concentrar y transmitir al centro ejecutivo que les corresponde, según su ubicación geográfica, las operaciones que se realizan en las sucursales, ofreciendo los mismos servicios que éstas. En las plazas se atenderá a la clientela que tiene un saldo promedio de más de cien mil nuevos pesos y también a clientes que solicitan créditos a la producción, arrendamientos financieros o arrendamientos puros y factoraje.

Finalmente, el cuarto nivel estará constituido por el resto de las sucursales que pertenecen a la red.

Esta nueva estructura brinda la facilidad de evitar los enlaces directos al centro ejecutivo de la Ciudad de México, conectando las sucursales a la plaza más cercana. En la figura 5.1 se muestra gráficamente la jerarquía antes descrita.

NIVEL 1	Cd. de México
NIVEL 2	Centros Ejecutivos
NIVEL 3	Plazas
NIVEL 4	Sucursales

Figura 5.1 Niveles jerárquicos de la red

Como segundo punto es necesario crear nuevos nodos para integrar a la red las sucursales de la región sur del país, para lo cual se creará el centro ejecutivo de Puebla, al que se enlazarán las plazas de Veracruz, Villahermosa y Mérida.

Además de Puebla, los centros ejecutivos que constituyen los nodos principales de la red BITAL son: Hermosillo, Torreón, León, Toluca, Guadalajara y Monterrey.

A continuación se muestra en la figura 5.2 la nueva estructura de la red BITAL, abarcando centros ejecutivos y plazas.

NECESIDADES DE COMUNICACION: VOZ Y DATOS

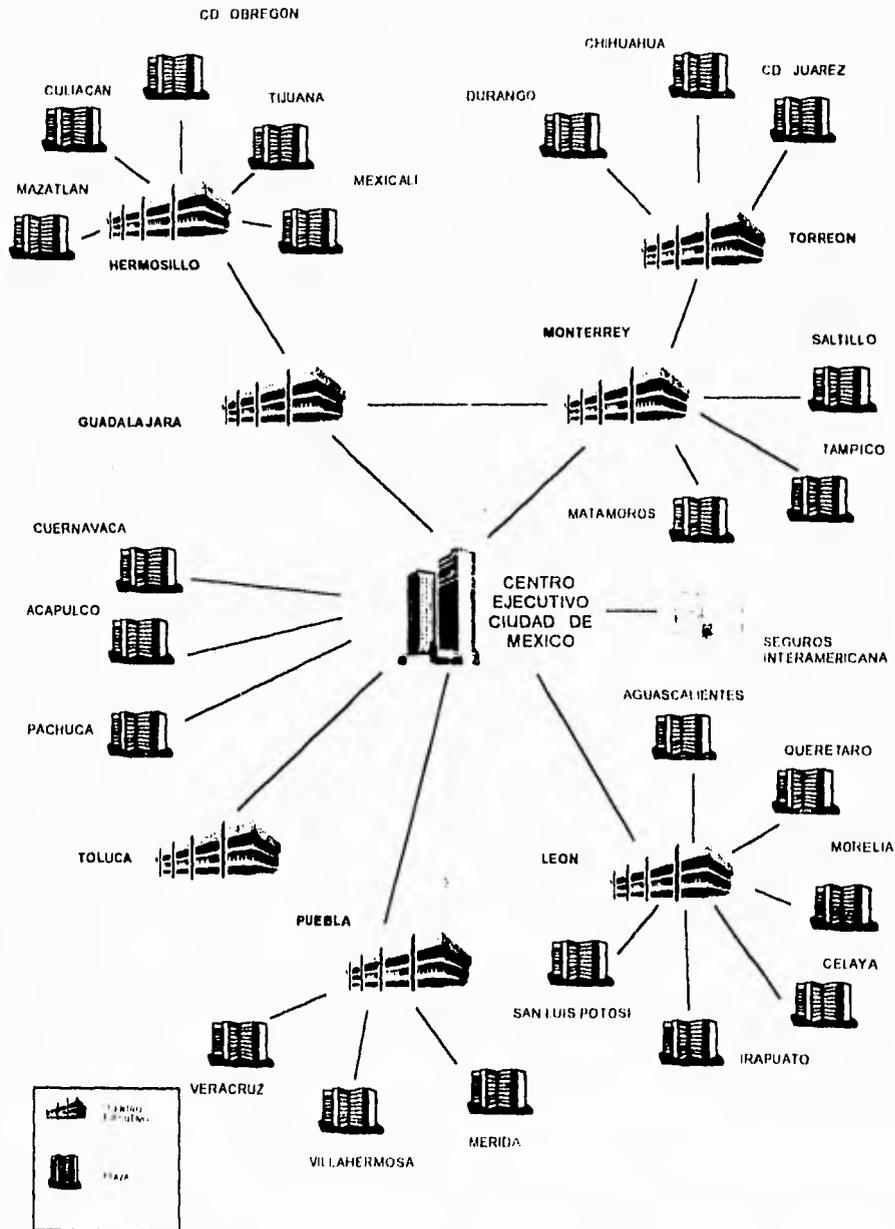


Figura 5.2 Nueva estructura de la red BITAL, abarcando centros ejecutivos y plazas.

Es importante mencionar que con la nueva estructura de la red, el centro ejecutivo de Hermosillo será enlazado al centro ejecutivo de Guadalajara, en lugar del enlace existente al centro ejecutivo de la Ciudad de México. Lo mismo ocurre con el centro ejecutivo de Torreón que será enlazado al centro ejecutivo de Monterrey.

Estos movimientos fueron realizados debido a dos razones:

- Permitir el crecimiento de la red sin saturar las operaciones del centro ejecutivo de la Ciudad de México.
- Acortar la distancia de los enlaces digitales necesarios.

Como tercer punto es necesario integrar la red de Seguros Interamericana a la red BITAL, que hasta ahora ha operado en forma independiente del resto del grupo. Las instalaciones ubicadas en la Ciudad de México se enlazarán con el centro ejecutivo de la Ciudad de México, mientras que las oficinas del interior de la República se enlazarán con los centros ejecutivos más cercanos a éstas.

El cuarto paso lo constituye la eliminación de los enlaces vía microondas ya que actualmente representan un fuerte gasto de operación de la red. El departamento de finanzas de BITAL, después de realizar un análisis de gastos de operación de la red, determinó que este tipo de enlaces resultan muy caros y solicitó otra alternativa de comunicación.

El quinto paso es establecer la cantidad de canales de voz y datos requeridos por los centros ejecutivos y las plazas. Para calcular el número de canales de voz es necesario realizar un estudio de tráfico, según se describe a continuación.

ANALISIS DE TRAFICO TELEFONICO

El análisis de tráfico telefónico es necesario cuando se planea instalar una red de voz de grandes dimensiones. La primera persona que realizó estudios sobre este tema fue el danés H. K. Erlang, quien dió a conocer su teoría en 1917.

Erlang condensó el resultado de sus estudios en las tablas que hoy llevan su nombre. En ellas se muestra una serie de columnas con distintos valores de tráfico (**A**), cuyo encabezado es un valor de probabilidad de pérdida (**E**). Cada una de las filas de la tabla nos indica el número de circuitos o canales (**n**), de tal forma que para un valor de tráfico (**A**) y una probabilidad de pérdida (**E**), corresponde un sólo número de canales (**n**). Las tablas que se emplean en el presente análisis se generan a partir de la siguiente fórmula y se muestra un ejemplo en el apéndice A.

$$E_{1,n}(A) = \frac{A^n / n!}{1 + A + A^2 / 2! + \dots + A^n / n!}$$

El tráfico telefónico se mide en erlangs (**erl**) y se define como el valor medio de la cantidad de conversaciones telefónicas simultáneas. El tráfico (**A**) se calcula según la fórmula:

$$A = (y)(s) [erl]$$

donde **y** es la cantidad de llamadas por espacio de tiempo y **s** el tiempo medio que tarda una conversación, dado en horas.

El tiempo total de ocupación para una conversación telefónica, abarca el tiempo que toma la conexión de la comunicación, la conversación en sí misma y la desconexión.

Debido a que la cantidad de llamadas varía entre las horas del día, los días de la semana y los meses del año, se ha determinado realizar el estudio para lo que se conoce como hora pico. La hora pico se define como los sesenta minutos consecutivos durante el día en que el flujo de llamadas es mayor.

Ejemplo:

Supongamos que $y = 3600$ llamadas/hr y que $s = 2$ minutos entonces el tráfico será:

$$A = (3600) (2 / 60) = 120 \text{ erl}$$

Suele ocurrir que durante la hora pico se presenten valores de cresta altos en el tráfico telefónico. Para cursar este tráfico, se necesitaría un equipo telefónico muy costoso cuyo uso estaría limitado a períodos cortos, el resto del día el equipo estaría subutilizado. Para poder mantener los costos en un nivel razonable, se acepta rechazar o congestionar una cierta cantidad del tráfico durante la hora pico; así se reduce la cantidad de circuitos y en consecuencia los costos.

El equipo telefónico central se debe dimensionar para el tráfico que se ha de cursar a una cierta congestión permitida, generalmente se emplean valores de congestión que están entre el 0.1 y el 5%. Mientras menos congestión se acepte, mayor será la cantidad de circuitos (líneas) necesarios para un tráfico dado.

Ejemplo:

Suponiendo que durante la hora pico se tiene un tráfico promedio de 14.0 erl. Como se muestra en la figura 5.3 si se acepta congestionar el 1% del tráfico, se necesitan 22 circuitos de conexión para soportar ese tráfico, a condición de que el tráfico pueda elegir cualquier circuito de conexión de entre esos 22. En cambio si solo se permite el 0.1% de congestión, se necesitarán 27 circuitos para llevar este tráfico.

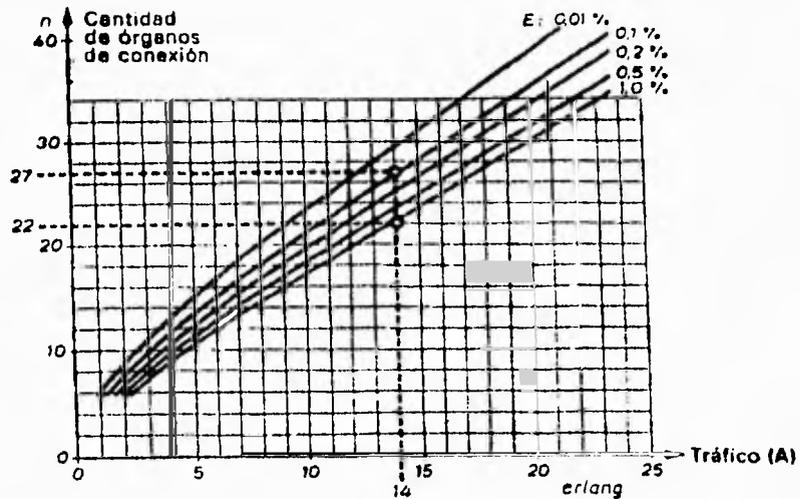


Figura 5.3 Relación entre el valor medio (A) del tráfico durante la hora pico y la cantidad de órganos de conexión necesarios (n) con accesibilidad completa para diferentes valores de congestión.

Para llevar a cabo el análisis de tráfico telefónico de la red BITAL fue necesario hacer uso de la fórmula ya mencionada:

$$A = (y)(s) [er]$$

Para nuestro caso (s) es igual a 4.5 minutos, que es un dato proporcionado por un sistema tazador de llamadas. En la fórmula, (s) debe estar en horas por lo que este valor dado en minutos debe convertirse a la misma unidad. La (y) cambia para cada uno de los centros ejecutivos y plazas y es también un dato proporcionado por el banco.

El factor de congestionamiento (n) fue determinado en razón del número de llamadas que BITAL permite perder de acuerdo a las políticas de atención a usuarios de la red telefónica. Este dato es de 0.07 para cualquier nodo de la red, es decir, de cada 100 posibles llamadas se perderán como máximo 7 llamadas en la hora pico.

Una vez calculado (A) y con el factor de pérdida (n) se consultan las tablas para obtener el número de circuitos o canales de comunicación necesarios. Los datos y el resultado de los cálculos por centro ejecutivo y plaza se observan en la tabla 5.1.

NECESIDADES DE COMUNICACION: VOZ Y DATOS

CIUDAD	s (hr)	y (llam/hr)	A (eri)	n	No. de canales de voz
CD. OBREGON	0.075	41	3.08	.07	6
CULIACAN	0.075	44	3.30	.07	6
MAZATLAN	0.075	14	1.05	.07	3
MEXICALI	0.075	48	3.60	.07	6
TIJUANA	0.075	67	5.03	.07	8
HERMOSILLO	0.075	350	26.25	.07	30
MATAMOROS	0.075	40	3.00	.07	6
SALTILLO	0.075	50	3.75	.07	6
TAMPICO	0.075	39	2.93	.07	6
MONTERREY	0.075	700	52.50	.07	56
CD. JUAREZ	0.075	70	5.25	.07	8
CHIHUAHUA	0.075	42	3.15	.07	6
DURANGO	0.075	39	2.93	.07	6
TORREON	0.075	340	25.50	.07	29
AGUASCALIENTES	0.075	20	1.50	.07	4
CELAYA	0.075	10	0.75	.07	2
IRAPUATO	0.075	8	0.60	.07	2
MORELIA	0.075	45	3.38	.07	6
QUERETARO	0.075	24	1.80	.07	4
S.L. POTOSI	0.075	21	1.58	.07	4
LEON	0.075	355	26.63	.07	30
MERIDA	0.075	65	4.88	.07	8
VERACRUZ	0.075	48	3.60	.07	6
VILLAHERMOSA	0.075	49	3.68	.07	6
PUEBLA	0.075	332	24.90	.07	29
GUADALAJARA	0.075	746	56	.07	59
TOLUCA	0.075	760	57	.07	60
ACAPULCO	0.075	10	0.75	.07	2
CUERNAVACA	0.075	8	0.6	.07	2
PACHUCA	0.075	3	0.225	.07	1

Tabla 5.1 Análisis de tráfico telefónico de los centros ejecutivos y plazas de la red BITAL.

El tráfico generado por las sucursales en el interior de la República se considera dentro del volumen de llamadas de la plaza respectiva, por lo que no se hace un análisis para éstas.

En lo referente al manejo de datos, el número de canales requerido, depende directamente de las aplicaciones que se tengan en un centro de negocios, ya sea centro ejecutivo, plaza o sucursal.

Los requerimientos actuales de datos de los centros de negocios se muestran en la tabla 5.2 y fueron proporcionados por el departamento de Sistemas de BITAL.

<i>SERVICIOS</i>	<i>CANALES DE DATOS</i>	<i>VELOCIDAD (Kbps)</i>
Operación del centro de negocios	1	19.2
HOGAN	2	19.2
Seguros	1	9.6
Fianzas	1	9.6
Cajeros	1	9.6
Casa de Bolsa	1	9.6
TANDEM	1	9.6

Tabla 5.2 Requerimientos actuales por centro ejecutivo.

Un centro ejecutivo cuenta con todos los servicios antes mencionados, de tal forma, requiere 5 canales de datos de 9.6 Kbps y 3 canales de datos de 19.2 Kbps.

Las plazas y sucursales cuentan con los siguientes servicios: HOGAN y cajeros. Es por ello que cada centro de negocios necesita 1 canal de datos de 9.6 Kbps y 2 canales de datos de 19.2 Kbps.

V.2 NECESIDADES FUTURAS DE LA RED BITAL

Los enlaces de comunicación de voz y datos que demandarán en un futuro los proyectos de apertura de módulos y línea BITAL. requieren el fortalecimiento de la red privada del grupo para incrementar su capacidad y disponibilidad y al mismo tiempo, absorber la demanda futura sin incrementar los gastos. La apertura de módulos (centro ejecutivo, plaza o sucursal), demandará el número de canales establecido anteriormente. El proyecto de línea BITAL que será implementado en Guadalajara y Monterrey empleará 3 canales de voz para su operación para cada centro ejecutivo. Es importante hacer notar que el proyecto de línea BITAL será puesto en marcha, según lo planeado, en corto plazo, mientras que la apertura de módulos se llevará a cabo según lo requiera el crecimiento del grupo PRIME INTERNACIONAL.

De esta manera, ha quedado reestructurada la red BITAL y establecidas las necesidades que se deberán tomar en cuenta para su optimización. En el siguiente capítulo se plantearán y analizarán las alternativas de solución para cubrir las necesidades aquí establecidas.

CAPITULO VI

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

VI.1 LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

El concepto de RDI fue desarrollado en México por Telmex para definir una solución de comunicación que permita a los usuarios hacer uso de servicios múltiples a través de un canal fijo por medios digitales.

RDI es un modelo de redes superpuestas integradas por tres tipos de redes de transporte, que son:

- Red digital terrestre
- Red satelital multiusuario
- Red de conmutación de paquetes de datos

La red digital terrestre está compuesta por centrales de comunicación y medios de transmisión digitales a través de los cuales los usuarios pueden establecer conexiones punto a punto mediante enlaces E0 y E1 de fibra óptica, cuyo ancho de banda abarca desde los 64 Kbps hasta 2.048 Mbps respectivamente. Este tipo de enlaces ofrece una alta inmunidad al ruido y al mismo tiempo una gran calidad de transmisión de información, con lo que se tiene un bajo índice de errores o pérdidas de información.

La red satelital multiusuario está compuesta por estaciones satelitales de usuario, ubicadas en lugares donde los clientes no pueden acceder a la red terrestre, como puede ser el caso de la sierra, donde la red satelital se enlaza a la red terrestre a través de estaciones de control.

La mayoría de los satélites de comunicación comerciales utilizan un ancho de banda de 500 MHz en los dos sentidos. El espectro de frecuencias más ampliamente utilizado es el de la banda C (6 a 4 GHz) en el cual el enlace ascendente va desde 5.925 hasta 6.425 GHz y el enlace descendente va desde 3.7 hasta 4.2 GHz.

La red de conmutación de paquetes de datos opera a través de un conmutador privado denominado PBX, que permite a los usuarios conectarse a la RDI por medio de troncales con capacidad de transmisión de 64 Kbps y enlaces de 2.048 Mbps en canales E1. Con esta red los usuarios tienen la ventaja de incorporar, al sistema de comunicación con que se cuente, todo el potencial que la tecnología digital ofrece para la transmisión de voz y datos. Además, esta red ofrece transferencia electrónica de datos, acceso a bases de datos, servicios de videoconferencia y el uso de correo electrónico entre empresas e instituciones.

Los términos RDI e ISDN (Integrated Service Digital Network) se refieren a una misma tecnología y la única distinción entre ambos, es que RDI es el nombre con el cual Telmex proporciona el servicio a nivel nacional, mientras que ISDN es el nombre de la red a nivel mundial. Por lo tanto, la diferencia lógica son los servicios globales que ofrece ISDN entre los que se podría contratar el que más se ajuste a las necesidades y que soporte la infraestructura telefónica nacional.

La ISDN es la plataforma de comunicación propuesta a nivel mundial por las compañías telefónicas para transmitir servicios de voz, datos e imágenes. Se trata de una asignación dinámica que permite hacer uso de los servicios mencionados de manera simultánea.

Para comprender mejor el significado de este estándar, es necesario mencionar las características de ISDN:

- La capacidad de transmisión está jerarquizada de tal manera que soporta diferentes velocidades de transmisión y por lo tanto optimiza los recursos de la red.
- Permite el uso de distintos protocolos de comunicación.
- Por su capacidad, soporta las diferentes configuraciones en que trabaje el usuario, así como el uso de un sinnúmero de terminales de datos vía telefónica que ha comenzado a generalizarse en el mundo.
- Permite la transmisión de video a través de una red de cable para televisión y por ende el uso de servicios interactivos.

Con tecnologías como RDI, los usuarios pueden acceder a servicios como adquisición de productos via videotexto, transacciones bancarias, manejo de inventarios y suministro a proveedores, de acuerdo a la capacidad de servicio que contraten y a la compañía proveedora, que en este caso es Telmex. En el ámbito educativo, RDI ofrece a investigadores y estudiantes de enseñanza superior acceso a una terminal de datos via telefónica, por medio de la cual se accede a bases de datos y archivos remotos.

Algunas opciones que ofrece ISDN son:

- Transmisión de video y sonido como videotelefonía y videoconferencia, videovigilancia; información digital a alta velocidad en redes LAN y WAN, transferencia de archivos de gran volumen, desarrollo de actividades via TV. a alta velocidad.
- En cuanto al manejo de documentos permite utilizar telefax a alta velocidad, servicios de imagen con gran resolución y servicios de comunicación de documentos.
- También ofrece manejo de servicio postal de video y documentos.
- Incluye también el manejo de gráficas, textos, sonido e imágenes que permiten la distribución de videografías que requieran de un ancho de banda de gran capacidad para ser transmitidas.

VI.2 FACTORES A CONSIDERAR PARA EL CRECIMIENTO DE LA RED BITAL.

Tomando en cuenta la reestructuración llevada a cabo en el capítulo anterior, existen varios puntos a considerar para el crecimiento presente y futuro de la red BITAL:

- Topología.
- Facilidades de enlace entre nodos.
- Equipo disponible.

Topología

La nueva topología de la red BITAL es una estructura jerárquica. Como se ha visto en el análisis de la red, esta estructura permitirá la incorporación a la red de los nuevos elementos que surjan conforme a la expansión del banco de una forma sencilla y ordenada, permitiendo aún el crecimiento de aquéllos nodos que se vean saturados en su operación.

Facilidad de enlace entre nodos

Debido a la infraestructura de telecomunicaciones con que Telmex contaba hace algunos años, era necesario usar enlaces por microondas y de líneas privadas de larga distancia para alcanzar algunos lugares remotos desde la Ciudad de México. Con la nueva estructura de la red se alcanza una gran flexibilidad respecto a los servicios de Telmex, ya que para integrar una nueva sucursal a la red, solamente será necesario un enlace analógico por medio de líneas privadas que la conecte con la plaza más cercana, reduciendo la distancia, el costo y la probabilidad de falla de dichos enlaces.

Equipo disponible

Del equipo con que cuenta BITAL, son los conmutadores digitales o PBX los que permitirán el crecimiento de la red de voz . (En el capítulo 4 se muestra en qué ciudades se cuenta con PBX en sus instalaciones).

Otro elemento con que se cuenta, aunque no depende directamente de BITAL, son las acometidas digitales de Telmex. Una acometida digital consiste del equipo terminal para fibra óptica y el dispositivo de conexión para el usuario. El mínimo de servicios que entrega una acometida es un enlace digital E1, pero el equipo que se instala tiene capacidad para brindar hasta 10 enlaces. Esta diferencia virtual entre los servicios que se contratan y la capacidad del equipo que se instala, ofrece la posibilidad del crecimiento a futuro, debido a que ya se cuenta con la infraestructura necesaria.

VI.3 ANALISIS PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED EN X.25

La norma X.25 fue desarrollada bajo el auspicio del CCITT en un esfuerzo conjunto de Canadá, Francia, Japón y Estados Unidos. Fue emitida en 1980 con el objeto de evitar que las redes procedentes de diferentes países llegaran a desarrollar interfases mutuamente incompatibles.

X.25 define la forma en que los componentes de comunicaciones como puentes y ruteadores empaquetan y envían los datos en un circuito interconectado. Es posible usar este protocolo sobre cualquier circuito de comunicaciones, ya sea terrestre, satelital o mediante la ISDN.

X.25 está basada en la tecnología de conmutación de paquetes, la cual consiste en segmentar los datos de los usuarios de la red en pequeñas unidades (paquetes) y transmitirlos a través de canales de comunicación compartidos. Cada paquete lleva información adicional que permite a la red transmitir el paquete de una terminal a otra en forma precisa y confiable. El tamaño de un paquete de datos está definido por una serie de caracteres de 8 bits llamados octetos.

Este tipo de redes trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual es un enlace que se establece entre dos nodos y existe únicamente en el momento de realizarse la comunicación. Una vez terminada ésta, dicho circuito se libera para que los recursos sean aprovechados por otros nodos de la red.

Las ventajas que ofrece esta tecnología son:

- Mejor conectividad para compartir los recursos del host y los recursos de transmisión para varios usuarios.
- Acceso estandarizado a la red.
- Permite la compatibilidad de equipos de diversas marcas.
- Proporciona interfases para establecer comunicación con redes públicas

Las aplicaciones que se pueden beneficiar mediante una red de paquetes conmutados son aquellas en las cuales:

- Los usuarios están geográficamente dispersos.
- Existe interacción entre una computadora y varios usuarios.
- El intercambio de datos se lleva a cabo en dos direcciones en tiempo real.
- La entrega de datos debe ser confiable y exacta.
- El volumen de datos en ambas direcciones es relativamente bajo.
- El espacio entre transmisiones es mayor que las transmisiones mismas, lo que resulta en menor tiempo de utilización de la línea.

X.25 comprende los primeros tres niveles de conexión del modelo OSI: el físico, el de enlace y el de red.

El primer nivel de la norma X.25 define la interfase entre el equipo terminal de datos (ETD) que envía o recibe paquetes de datos y el equipo terminal de circuito de datos (ECD) que actúa como entrada o salida de la red.

El nivel dos describe el procedimiento de acceso al enlace a ser usado para el intercambio de datos entre un ETD y un ECD. Determina el uso de una disciplina de línea que define ciertos campos de control que deben ser agregados a ambos extremos de un paquete de datos. De esta forma se asegura que los paquetes proporcionados sean transmitidos de manera confiable entre el ETD y la red.

La capa 3 trata conexiones entre un par de ETD; habiendo para ello dos formas de hacerlo: a través de una llamada virtual o mediante circuitos virtuales permanentes. Una llamada virtual es parecida a una llamada telefónica común y corriente, es decir: se establece una conexión, se envían los datos y después se libera la conexión. A diferencia de ésta, el funcionamiento del circuito virtual permanente siempre se encuentra presente y el ETD puede transmitir datos desde cualquiera de los dos extremos en el momento en que lo desee.

En la figura 6.1 se muestra el proceso de conexión, intercambio de datos y liberación de un canal entre dos ETD's bajo el protocolo X.25. Cuando un ETD quiere comunicarse con otro ETD primero deberá establecer la conexión. Para hacer esto el ETD crea un paquete solicitud de llamada y lo pasa a su ECD. La subred se encarga entonces de entregar el paquete al ECD destinatario quien a su vez lo pasa al ETD destino. Si decide aceptar la llamada, envía un paquete con la instrucción llamada aceptada. Cuando el ETD fuente recibe este mensaje se establece el circuito virtual.

A partir de este momento, los dos ETD pueden utilizar una conexión full duplex para intercambiar paquetes de datos. Cuando cualquiera de los dos termine, enviará el mensaje solicitud de cancelación al otro lado, el cual entonces enviará de vuelta un paquete de confirmación de cancelación.

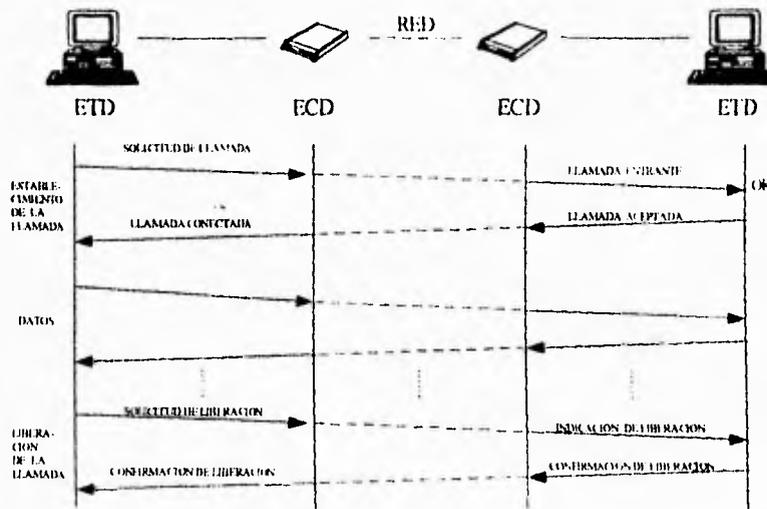


Figura 6.1 Proceso de comunicación entre dos ETD's en X.25.

El ETD fuente puede seleccionar cualquier número de circuito virtual inactivo para identificar la conexión. Si tal circuito se encuentra ocupado en el ETD destinatario, el ECD de destino deberá reemplazarlo por un número no usado antes de entregar el paquete. Por lo tanto, la selección del número de circuito en las llamadas que salen, está determinada por el ETD y para las llamadas que llegan por

el ECD. Podría darse la situación en donde los dos seleccionen el mismo número simultáneamente, generándose una colisión de llamada, X.25 especifica que si llega a presentarse una colisión de llamada, la llamada que sale tiene preferencia, mientras que la de entrada se cancela. Para minimizar la posibilidad de colisión, el ETD selecciona normalmente el identificador mayor que se encuentre disponible para las llamadas de salida y el ECD selecciona el identificador menor para las llamadas de entrada.

La red X.25 provee soluciones efectivas para muchas aplicaciones. X.25 trabaja eficientemente cuando se manejan diversos protocolos, cuando se requiere que los retrasos sean menores y cuando los usuarios necesitan conectar terminales de distintas configuraciones por periodos cortos de tiempo.

Un ejemplo típico de la aplicación de la red X.25 es el procesamiento de tarjetas de crédito en muchos locales comerciales. La transacción electrónica de la lectora de la tarjeta frecuentemente se lleva a cabo por medio de una red X.25. Esto permite que una serie de mensajes cortos (incluyendo número de cuenta, identificación de la tienda y el monto de la compra) sea enviado al banco apropiado y que el banco tenga el acuse de recibo. La red X.25 ofrece este servicio sin usar las costosas conexiones que se necesitarían de cada almacén a cada uno de los bancos que expide tarjetas de crédito.

Precisamente para el caso de BITAL, la red X.25 constituye la infraestructura bajo la cual trabajan los cajeros automáticos. Debido a las características con las que opera este estándar, se tiene un alto grado de confiabilidad en este servicio. El CCITT se encarga de revisar cada cuatro años los procedimientos, protocolos y aplicaciones de dicho estándar, por lo cual es posible realizar la actualización periódica de la red, evitando que en cierto momento ésta llegase a ser obsoleta o incompatible con nuevos productos o aplicaciones.

Estas facilidades sin embargo, solo aplican a los enlaces de datos que puede regir X.25; pero la red BITAL también presenta necesidades de crecimiento y actualización de los enlaces para voz, y en el futuro transmisión de video. Por esta

razón se puede concluir que se requiere una solución adicional para continuar la optimización de la red, aparte del uso de X.25 en lo que a transferencia de datos se refiere.

VI.4 ANALISIS PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED FRAME-RELAY

Las necesidades de telecomunicaciones modernas han hecho necesario el surgimiento de nuevos estándares y en el caso de la comunicación de redes de área amplia multipunto, surge el estándar Frame-Relay.

Frame-Relay es una derivación de la tecnología denominada de conmutación de paquetes, es decir, un protocolo muy similar a X.25, mediante el cual cualquier usuario puede conectar su nodo a un servicio de comunicación provisto normalmente por una empresa pública de transmisión de datos. La forma de transmitir los datos es a través de tramas de longitud variable.

En la figura 6.2 se muestra la implementación de una red Frame-Relay en donde se puede distinguir:

- La red de servicio, la cual proporciona una conexión permanente de circuitos virtuales a una velocidad de 64 Kbps entre cada uno de los nodos.
- Los diferentes nodos, los cuales cuentan con ruteadores, con la capacidad de manejar Frame-Relay como protocolo de comunicación.

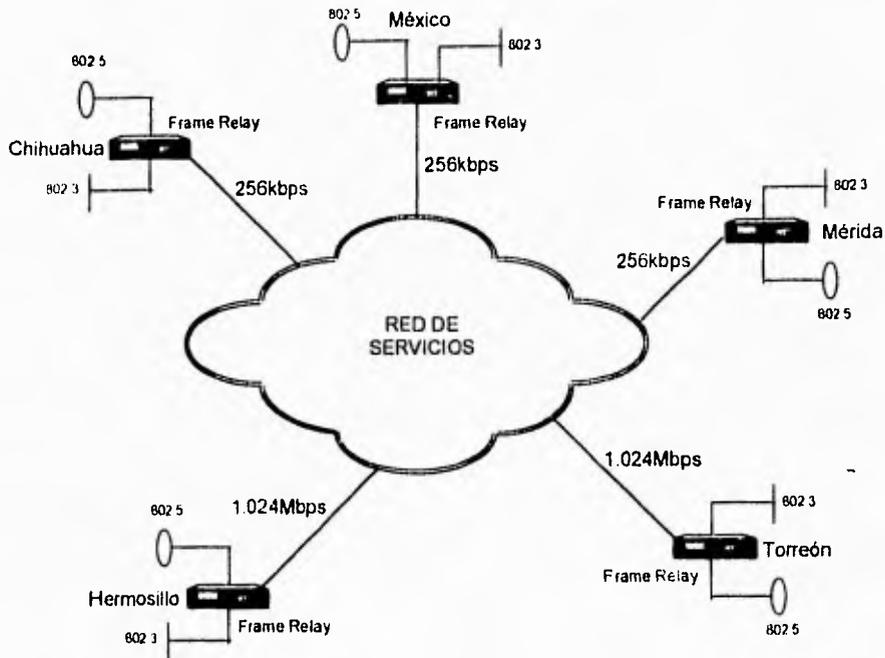


Figura 6.2 Estructura de una red utilizando el protocolo Frame-Relay

Frame-Relay no posee funciones de control de flujo de datos, el paquete contiene un campo que actúa como identificador lógico del canal, por lo que los circuitos lógicos conmutados o permanentes se encuentran en el nivel 2 del modelo OSI y las funciones de enrutamiento se llevan a cabo en esta capa.

El CCITT es el encargado de establecer la definición y lineamientos de este protocolo. La recomendación Q.922 describe la estructura de un paquete Frame-Relay y además, hace referencia al procedimiento de control de enlace de datos, es decir, provee un mecanismo para asegurar la entrega correcta de la información a través de la red. La recomendación Q.933 que se refiere a la señalización, especifica un protocolo para establecer y liberar llamadas virtuales y provee un medio de información sobre fallas a los usuarios de circuitos virtuales permanentes.

La estructura básica de un paquete Frame-Relay, se muestra en la figura 6.3 y se describe a continuación:

Bandera	Dirección DLCI	Control de Tráfico	Datos	CRC	Bandera
---------	-------------------	-----------------------	-------	-----	---------

Figura 6.3 Estructura de un paquete Frame-Relay

Cada uno de los paquetes de Frame-Relay contiene bits de señalización de inicio y de parada, llamados banderas, los cuales identifican el principio de un paquete y el final de éste.

El segundo campo corresponde al identificador de conexión de enlace de datos (Data-Link Connection Identifier o DLCI). Su función consiste en identificar la conexión entre circuitos virtuales, lo cual permite la entrada de datos a un nodo de red Frame-Relay para ser enviado a través de la interfaz especificada en el DLCI hacia su destino. En el nodo de la red, esta conexión es confirmada, si la especificación es errónea, el paquete es descartado, en caso contrario éste será enviado a su destino.

En el campo de tráfico, es donde se almacenan los bits de información que se encargan del control del mismo.

El siguiente campo contiene la información real transmitida. La máxima longitud permitida para este campo varía dependiendo de los requerimientos de la red y puede incluir desde 262 hasta 8000 o más octetos.

En el campo llamado secuencia de verificación de paquete (Frame Check Sequence FCS), es donde se realiza la comprobación de errores. La técnica usada es conocida como Cyclic Redundancy Check (CRC).

CRC genera dos bytes que se agregan al final del paquete para detectar datos incorrectos. Esto se realiza mediante el uso de un método algebraico para generar un patrón único de bits, el cual es recalculado al final. Si la FCS en la fuente coincide con la FCS en el destino, significa que el paquete fue recibido íntegramente.

La velocidad de transmisión soportada por este protocolo cubre un rango de 34 Kbps hasta 256 Mbps.

Una de las características importantes de este protocolo; es el aumento en la capacidad de procesamiento de las estaciones de trabajo, las cuales pueden intercambiar archivos de gran tamaño y realizar funciones de telecomunicaciones, que anteriormente se llevaban acabo en los nodos de la red.

Frame-Relay maneja con eficiencia el tráfico irregular e impredecible de información y proporciona acceso de una sola línea a la red con conectividad lógica hacia cualquier destino, por lo que se reducen los requerimientos de hardware, se simplifica el diseño de la red y los costos de operación son más bajos.

Dentro de los diferentes protocolos orientados a la conmutación de paquetes es importante destacar la existencia del protocolo llamado Cell Relay el cual es un protocolo diseñado para la conmutación y la transmisión de información para voz, datos y video, a través de enlaces de alta velocidad para interconectar redes WAN, a diferencia de Frame-Relay que es un protocolo de acceso a la red únicamente para la transmisión de datos.

En la figura 6.4 se muestra la forma en que se pueden conectar conjuntamente los protocolos Frame-Relay y Cell Relay, para la transmisión de voz y datos de una manera eficiente.

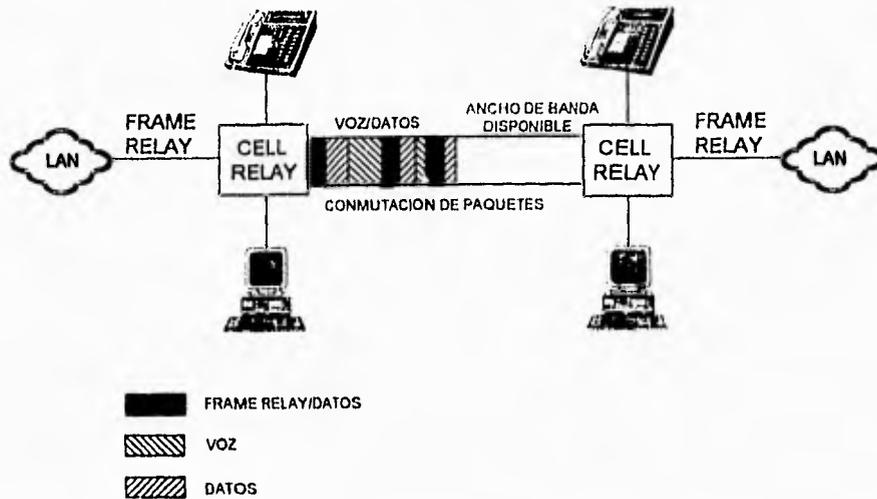


Figura 6.4 Comunicación conjunta entre Frame Relay y Cell Relay

Frame-Relay transmite información en paquetes de longitud variable solamente cuando las aplicaciones lo necesitan, evitando tener circuitos reales cuando no hay nada que transmitir. Debido a que las líneas de comunicación de fibra óptica tienen una probabilidad muy baja de pérdida de paquetes, este estándar no solicita al nodo destino confirmar la recepción. En caso de no recibirlo, solicita la retransmisión.

Debido a que este protocolo se basa en la tecnología de conmutación de paquetes, la cual realiza transmisión de datos únicamente, no puede tomarse en cuenta en la reestructuración de la red BITAL. En cuanto a transmisión de datos se refiere, este protocolo no maneja control de errores, por lo cual su uso no es recomendable para el Banco pues el tipo de operaciones que éste realiza requiere de gran exactitud y confiabilidad.

VI.5 ANALISIS PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED ATM

Una red ATM (modo de transmisión asincrónica) se basa en un protocolo de transmisión de alta velocidad para la comunicación de datos, voz y video entre dos puntos distantes. Es parte del estándar del CCITT para la transmisión por celdas (cell relay), en él la información para los diferentes servicios (voz, video y datos) se transmite en pequeñas celdas de tamaño determinado para enviarlas por rutas alternas hasta el punto destino donde el mensaje se reconstruye con la misma secuencia en que se originó.

ATM proporciona el potencial para obtener un mayor aprovechamiento del ancho de banda a través del multiplexaje estadístico de bits de tasa variable. La ganancia debida al multiplexaje estadístico disminuye el riesgo potencial de pérdida de celdas. El almacenamiento momentáneo que debe ocurrir en cada multiplexado y punto de conmutación en la red puede ocasionar retardo, pero debido a la alta tasa de transferencia del ATM este retardo será muy pequeño.

ATM proporciona una estructura no jerárquica en la cual las celdas de diferentes conexiones son multiplexadas o conmutadas usando una malla común independientemente de su tasa de bits de conexión.

Las conexiones ATM pueden ser ubicadas para usar los recursos basados en el multiplexaje determinístico o en el multiplexaje estadístico. Si las conexiones son hechas en forma determinística a cada conexión se le asignan suficientes recursos para acomodar su tasa pico de transferencia de celdas. En este caso, el nivel de congestión de celdas es eliminado totalmente y cada conexión recibe una variación despreciable de pérdida o retardo de celdas.

Para el caso del multiplexaje estadístico, las conexiones toman ventaja de la tasa variable de información transferida por las diferentes aplicaciones. Esta aproximación permite muchas conexiones que implícitamente comparten recursos, en el entendido de que cada conexión solo requiere de esos recursos por una pequeña fracción de tiempo. De cualquier manera, al usar este multiplexaje hay una probabilidad finita que en algún momento la carga ofrecida exceda su capacidad de

salida. Pequeñas sobrecargas pueden ser manejadas introduciendo buffers, si la condición persiste, el nivel de congestión de celdas puede provocar un incremento en la tasa de retardo de celdas y potencialmente la pérdida de ellas.

MULTIPLEXAJE DETERMINISTICO

En el multiplexaje determinístico, la suma de los picos de ancho de banda para las conexiones constituidas es menor que la capacidad pico del ancho de banda del canal en el cual éstas son multiplexadas. Una red ATM que use solamente multiplexaje determinístico puede ser diseñada con un limitado número de controles de administración. En este modo, la decisión de la admisión de nuevas conexiones puede estar basada exclusivamente en la cantidad de ancho de banda que no está siendo utilizada en la red. Aún más, el multiplexaje determinístico de ATM proporciona una mejor utilización de la red sobre las tradicionales conexiones de conmutación de circuitos por las siguientes razones:

- No hay granulación del ancho de banda. El ancho de banda dedicado a un servicio en particular puede ser utilizado de manera más exacta para las necesidades del servicio.
- No hay fragmentación del ancho de banda. El establecimiento y la liberación de las conexiones con diferentes requerimientos de ancho de banda pueden, en un sistema basado en transmisión síncrona, encabezar a pequeños bloques de ancho de banda siendo inaccesible para servicios de mayor ancho de banda. De ahí que al requerir una nueva conexión ésta puede ser negada, a pesar de existir el ancho de banda suficiente para soportarla.
- No es necesario dedicar ancho de banda a los diferentes niveles jerárquicos, el mismo ancho de banda está disponible para todos los servicios.

MULTIPLEXAJE ESTADISTICO

El multiplexaje estadístico ocurre cuando la capacidad de salida de un canal es menor que la suma de los picos de los anchos de banda de las conexiones, pero es mayor que el promedio total del requerimiento del ancho de banda. La ganancia estadística es el factor por el cual la suma de los picos de los anchos de banda excede la capacidad de salida del canal, de esta manera el multiplexaje estadístico libera en la entrada los canales que se están abriendo debido a la tasa variable de transferencia de información. De aquí que la ganancia estadística depende directamente de la utilización del ancho de banda y las características de salida de los canales.

ATM permite el multiplexaje a nivel celda, para algunas tasas variables de transmisión de bits de alto ancho de banda el multiplexaje estadístico tiene el potencial para una substancial ganancia en ancho de banda. Para hacer efectivo el uso de esta ganancia, desde luego es necesario hacer cambios en el diseño de la red, productos, algoritmos de admisión, y otras funciones de administración de tráfico.

El uso de la ganancia estadística resulta en una probabilidad finita de sobrecarga del nivel de celdas o congestión, se necesitan controles para calcular la probabilidad de que ocurra una congestión y la posibilidad de minimizar el impacto de la congestión en el usuario final. La congestión puede ser controlada proporcionando buffers a la red, de manera que éstos absorban el exceso de información hasta que la suma de la tasa de entradas baje hasta el nivel de la tasa de salida del multiplexor. La magnitud del buffer y el tamaño de la sobrecarga puede ser manejada a expensas del retardo.

Una segunda característica del multiplexaje estadístico es la equidad, ya que los recursos de la red están siendo compartidos por todos los usuarios.

Algunos principios básicos para el diseño de redes ATM son derivados de las siguientes 2 reglas:

- El ancho de banda de la salida de los canales debe ser mucho mayor que los picos de los anchos de banda de las conexiones que están usando los recursos. Un factor mínimo para optimizar el ancho de banda de 20 es ideal para manejar el método estadístico, abajo de este valor el incremento en la ganancia estadística comienza a disminuir asintóticamente para aproximarse al punto donde la salida del multiplexor iguala a la suma del valor más alto de la tasa de las entradas.
- Las estadísticas deben reunirse sobre largos periodos de tiempo, la clase de servicio y la utilización de las troncales entre oficinas debe ser una capacidad automática de la red ATM. De esta manera los periodos de tráfico más pesados (que corresponden en telefonía a la hora pico) pueden ser identificados y recalculados para volver a acomodarlos en el ancho de banda. Bajo condiciones normales de servicio, las cargas deben ser lo suficientemente bajas para que la congestión sea prácticamente eliminada.

ATM tiene dos modalidades, banda estrecha y banda amplia. El ATM de banda estrecha fue desarrollado por StrataCom y existe comercialmente desde 1986. Esta modalidad utiliza anchos de banda de hasta 2 Mbps (E1) y divide la información en celdas de 24 bytes usando 3 bytes para el direccionamiento de la celda. Su uso se recomienda para velocidades que varían entre 128 Kbps y 2 Mbps que es cuando se comporta más eficientemente.

En la segunda modalidad, ATM utiliza hasta 34 Mbps (E3) en las redes WAN y cuando se ocupa en redes de área local sus velocidades de transferencia son de hasta 100 Mbps con doble cableado de fibra óptica, protocolos de tokens y transmisión de datos exclusivamente. Para esta modalidad la celda está formada por 53 bytes, 48 de información y 5 más de encabezado y direccionamiento.

Dentro de la información contenida en el encabezado se definen dos principales funciones de ruteo:

a) Virtual Path Identifier (VPI). En ATM las celdas son ruteadas de un nodo a otro de acuerdo a la información contenida en este campo.

b) Virtual Call Identifier (VCI). Este campo establece el destino de la celda.

A continuación se muestra en la figura 6.5 la estructura básica del encabezado de una celda de información utilizando el protocolo ATM de banda ancha.

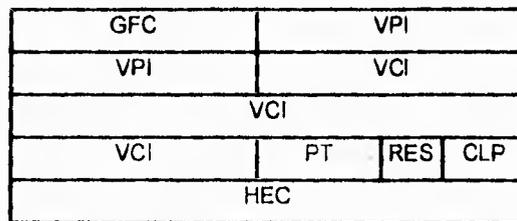


Figura 6.5 Encabezado de una celda ATM de banda ancha

Los subcampos definidos en esta estructura son los siguientes:

- GFC (Generic Flow Control). Campo de control de flujo, 4 bits.
- VPI y VCI. Campo de ruteo, 24 bits.
- PT (Payload Type).
- RES (Reserved). Campo reservado, 1 bit.
- CLP (Cell Loss Priority). Indica la prioridad de una celda, de tal forma que pueda ser descartada en periodos de saturación, 1 bit.
- HEC (Header Error Control). Campo de control de errores, 8 bits.

Debido a que ATM es una tecnología relativamente nueva, aún no se cuenta con el soporte técnico requerido, además de carecer de la infraestructura necesaria y desarrollo de aplicaciones para su implementación.

VI.6 ANALISIS PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED DIGITAL

Actualmente es cada vez mayor la interrelación de oficinas y lugares de trabajo geográficamente dispersos y, a pesar de lo complicada que pudiera parecer la comunicación entre ellos, existen facilidades para dar soporte a dichas operaciones.

Gracias al constante desarrollo tecnológico en el campo de las telecomunicaciones, es posible realizar operaciones bancarias a distancia en forma tan natural y sencilla, que la existencia de la infraestructura requerida para que estas operaciones se lleven a cabo resulta imperceptible para el cliente.

El hecho de hacer un depósito en un lugar de la República y poder consultar de inmediato el saldo actualizado en otro punto implica el uso de toda una red de servicios que no sería posible sin las computadoras, controladores de comunicación, módems y enlaces digitales y analógicos proporcionados por Telmex, así como los equipos que hacen posible y costeable dicha comunicación como multiplexores, ruteadores puentes, controladores y concentradores.

Los equipos que realizan transmisión digital proveen el rango de velocidad, flexibilidad, calidad y transmisión confiable para datos, voz, video, teleconferencia y comunicaciones vía fax requeridos por la demanda actual.

La comunicación digital tiene tres principales ventajas sobre la analógica: las líneas digitales son menos sensibles al ruido e interferencia, el equipo de transmisión digital es más económico que el usado en transmisión analógica y el uso de líneas de alta velocidad permite una transmisión más eficiente.

Una red digital es aquella en la que intervienen enlaces, equipo y transmisión digital lo cual implica que la RDI, en el caso de México, es su plataforma de comunicaciones. Una red digital proporciona los siguientes beneficios:

- Capacidad de integración de los servicios dispersos.
- Intercambio de información en tiempo real a velocidades entre 9.6 Kbps y 140 Mbps.
- Manejo de múltiples aplicaciones bajo el mismo medio de transmisión.
- Reducción de costos.
- Facilidad de transmisión de grandes volúmenes de datos en forma eficiente.
- Monitoreo y control de la red en forma centralizada.
- Disposición de puertos universales de comunicación síncronos y asíncronos.

Para implementar una red digital en BITAL, no existen restricciones de carácter técnico ni de equipo pues ambos están disponibles en el mercado nacional; además no sería necesario eliminar las aplicaciones ya existentes de X.25 y Frame-Relay pues la red digital podría soportar a ambas. Por último, es importante mencionar que la implementación de una red digital ofrece la facilidad de crecer y actualizarse, tanto como lo requiera el banco.

VI.7 CUADRO COMPARATIVO

CARACTERISTICA	X. 2 5	FRAME-RELAY	A T M	RED DIGITAL
ANCHO DE BANDA	1.2 - 19 2 Kbps	256Kbps - 34Mbps	128Kbps - 34Mbps	64Kbps - 140Mbps
TRANSMISION DE VOZ	NO	NO	SI	SI
COMPRESION DE VOZ	----	----	NO	SI
TRANSMISION DE DATOS	SI	SI	SI	SI
TRANSMISION DE VIDEO	NO	NO	SI	SI
DISPONIBILIDAD DE EQUIPO	SI	SI	NO	SI
SOPORTE A OTROS PROTOCOLOS	NO	NO	SI	SI

En el cuadro comparativo se muestran algunas de las características anteriormente descritas para cada opción. De este análisis se deduce que la mejor alternativa es la de implementar una red digital. Como conclusión del cuadro comparativo resulta fácil observar las ventajas que ofrece con respecto a las otras opciones como son:

- Ancho de banda adecuado para las aplicaciones que se tienen.
- Optimización del ancho de banda mediante la compresión de voz.
- Capacidad para transmisión de voz, datos y video.
- BITAL cuenta con equipo necesario para la implementación de la red digital.
- Es capaz de dar soporte a otros protocolos como X.25 y Frame-Relay.

CAPITULO VII

REQUERIMIENTOS PARA LA RED BITAL

VII.1 REQUERIMIENTOS PARA ACTUALIZAR LA RED

Dentro de los principios básicos que se deben tomar en cuenta para el diseño de una red de telecomunicaciones, un aspecto importante es la capacidad de la red para ser actualizable (upgrade), de esta manera el equipo, los enlaces y la red misma no se volverán obsoletos con el paso del tiempo. La característica que tiene la red digital es que su software almacenado, puede ser actualizado con relativa facilidad por versiones cada vez más sofisticadas, con más capacidad, mayor velocidad de procesamiento y la posibilidad de incluir nuevos nodos conforme la red vaya creciendo.

En el capítulo cinco se determinó la cantidad de canales de voz y datos necesarios para cubrir los requerimientos mínimos de comunicación a nivel nacional. La actualización de la red contempla la satisfacción de dichos requerimientos, que como se puntualizó en el capítulo anterior, estará basada en una red digital.

La implementación de la red digital consiste en complementar los elementos ya existentes con la adquisición del equipo que optimice el ancho de banda de los canales y en la contratación de los enlaces digitales que cursen el tráfico en forma eficiente.

El equipo requerido incluye multiplexores, controladores, compresores de voz e interfaces de conexión a RDI y a los dispositivos de transmisión del banco.

Para realizar la contratación de los canales necesarios de cada centro ejecutivo y plaza, se debe tomar en cuenta que debido a la adquisición del equipo digital el ancho de banda de la transmisión de voz se reduce con una razón de compresión de 10 a 1, por lo que en vez de ocupar todo el ancho de banda de 64 Kbps de un canal grado de voz, cada transmisión ocupa 6.4 Kbps, con lo que se pueden realizar hasta 10 transmisiones simultáneamente, optimizando el uso del canal.

Es conveniente recordar que el ancho de banda de un canal grado de voz, está determinado por tres conceptos. El primero de ellos es el teorema general de muestreo, el cual establece que para poder reconstruir una señal muestreada, es necesario que dicho muestreo haya sido realizado por lo menos al doble de la frecuencia máxima presente en el mensaje.

El segundo concepto a considerar es que la codificación de cada una de las muestras se realiza utilizando 8 bits, de los cuales 7 son de información y uno de signo. Esto se conoce como modulación por codificación de pulsos ó PCM.

El tercer aspecto a considerar se deriva del intervalo de frecuencias que abarca la voz humana, el cual va desde 0.3 hasta 3.4 Khz.

Tomando como base 4 Khz como máxima frecuencia de la voz humana, el muestreo debe realizarse a 8 Khz, codificado a 8 bits por muestra se obtiene un ancho de banda de 64 Kbps necesario para la transmisión.

En la tabla 7.1 podemos apreciar los enlaces que se contratarán por cada ciudad que se integrará a la red, así como los adicionales necesarios en el caso de los nodos ya existentes.

REQUERIMIENTOS PARA LA RED BITAL

CIUDAD	No. de canales de voz	Ancho de banda necesario (Kbps)	Ancho de banda comprimido (Kbps)	No. De canales de datos	Ancho de banda necesario (Kbps)	Ancho de banda total requerido (Kbps)
CD. OBREGON	6	384	38.4	4	38.4	
CULIACAN	6	384	38.4	4	38.4	
MAZATLAN	3	192	19.2	4	38.4	
MEXICALI	6	384	38.4	4	38.4	
TIJUANA	8	512	51.2	4	38.4	
HERMOSILLO	30	1920	192	8	105.6	
TOTAL			377.6		297.6	675.2
MATAMOROS	6	384	38.4	4	38.4	
SALTILLO	6	384	38.4	4	38.4	
TAMPICO	6	384	38.4	4	38.4	
MONTERREY	56	3584	390.4	20	220.8	
TOTAL			505.6		336.0	841.6
CD. JUAREZ	8	512	51.2	4	38.4	
CHIHUAHUA	6	384	38.4	4	38.4	
DURANGO	6	384	38.4	4	38.4	
TORREON	29	1856	185.6	8	105.6	
TOTAL			314.6		220.8	535.4
AGUASCALIENTES	4	256	25.6	2	19.2	
CELAYA	2	128	12.8	2	19.2	
IRAPUATO	2	128	12.8	2	19.2	
MORELIA	6	384	38.4	4	38.4	
QUERETARO	4	256	25.6	2	19.2	
S. L. POTOSI	4	256	25.6	2	19.2	
LEON	30	1920	192	8	105.6	
TOTAL			332.8		240	572.8
MERIDA	8	512	51.2	4	38.4	
VERACRUZ	6	384	38.4	4	38.4	
VILLAHERMOSA	6	384	38.4	4	38.4	
PUEBLA	29	1856	185.6	8	105.6	
TOTAL			314.6		220.8	535.4
GUADALAJARA	59	3776	377.6	25	268.8	646.4
TOLUCA	60	3840	384	25	268.8	652.8
PACHUCA	1	64	6.4	2	19.2	
ACAPULCO	6	384	38.4	4	38.4	
CUERNAVACA	6	384	38.4	4	38.4	

Tabla 7.1 Requerimientos de ancho de banda para voz y datos

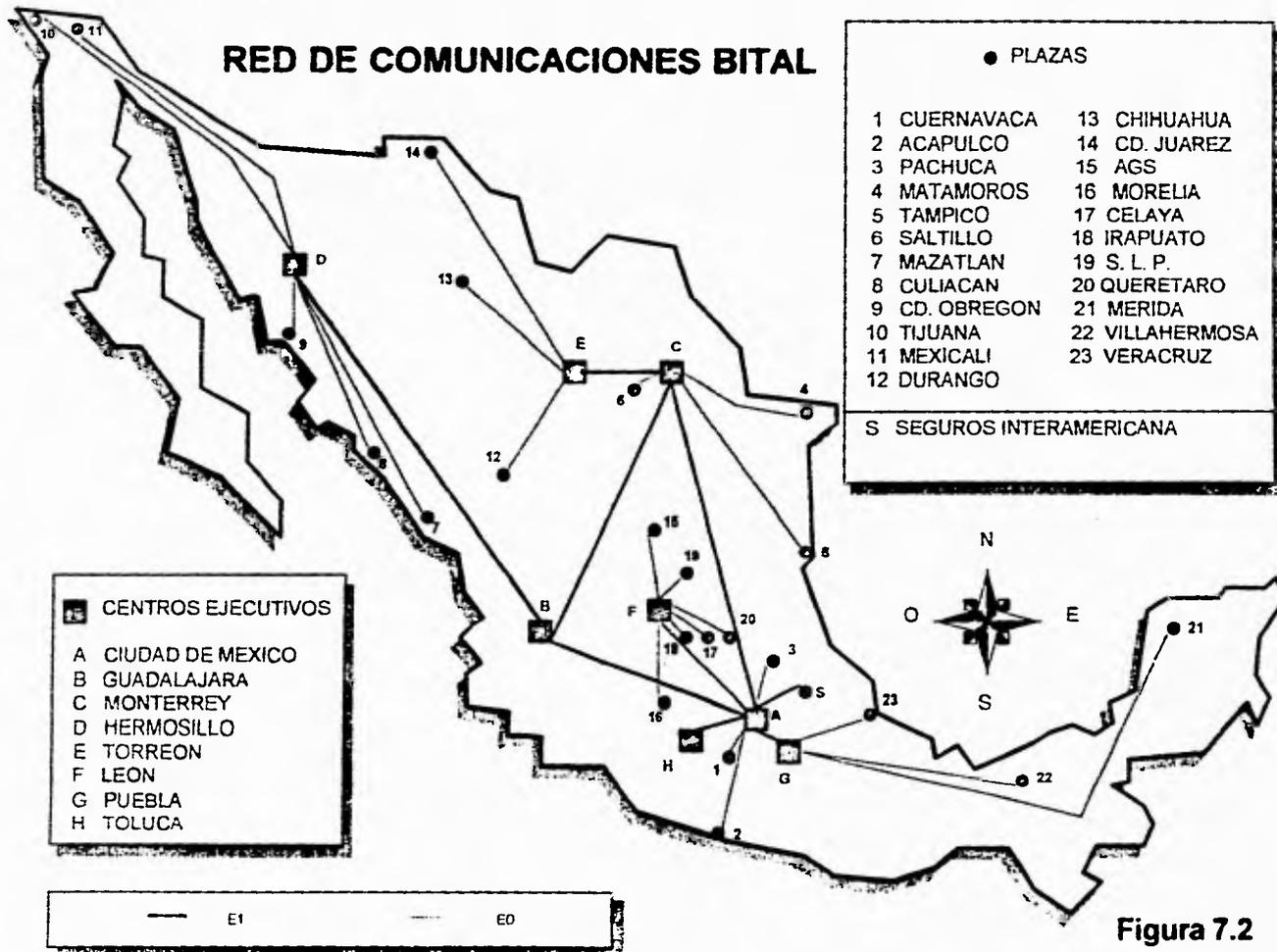
REQUERIMIENTOS PARA LA RED BITAL

En la tabla 7.2 y figura 7.1 se muestran el número de enlaces requeridos por cada plaza y centro ejecutivo. determinados con base en el análisis realizado en la tabla anterior. De acuerdo a los servicios proporcionados por Telmex, que tiene como enlaces disponibles al E0 y E1, con anchos de banda de 64 Kbps y 2.048 Mbps respectivamente, según el ancho de banda requerido se establece el número de enlaces que deben ser contratados.

CIUDAD	E0	E1	DESTINO 1	DESTINO 2
CD OBREGÓN	2		HERMOSILLO	HERMOSILLO
CULIACÁN	2		HERMOSILLO	HERMOSILLO
MAZATLÁN	1		HERMOSILLO	
MEXICALI	2		HERMOSILLO	HERMOSILLO
TIJUANA	2		HERMOSILLO	HERMOSILLO
HERMOSILLO		1	GUADALAJARA	
MATAMOROS	2		MONTERREY	MONTERREY
SALTILLO	2		MONTERREY	MONTERREY
TAMPICO	2		MONTERREY	MONTERREY
MONTERREY		1	CD DE MEXICO	
CD JUÁREZ	2		TORREÓN	TORREÓN
CHIHUAHUA	2		TORREÓN	TORREÓN
DURANGO	2		TORREÓN	TORREÓN
TORREÓN		1	MONTERREY	
AGUASCALIENTES	1		LEÓN	
CELAYA	1		LEÓN	
IRAPUATO	1		LEÓN	
MORELIA	2		LEÓN	LEÓN
QUERÉTARO	1		LEÓN	
SN LUIS POTOSÍ	1		LEÓN	
LEÓN		1	CD DE MEXICO	
VERACRUZ	2		PUEBLA	PUEBLA
VILLAHERMOSA	2		PUEBLA	PUEBLA
MÉRIDA	2		PUEBLA	PUEBLA
PUEBLA		1	CD DE MEXICO	
GUADALAJARA		2	CD DE MEXICO	MONTERREY
TOLUCA		2	CD DE MEXICO	CD DE MEXICO
CUERNAVACA	2		CD DE MEXICO	CD DE MEXICO
ACAPULCO	2		CD DE MEXICO	CD DE MEXICO
PACHUCA	1		CD DE MEXICO	

Tabla 7.2 Número de enlaces requeridos por ciudad

En la figura 7.2 se muestra un mapa de la República Mexicana donde se muestra la distribución de los centros ejecutivos y plazas que constituyen la nueva estructura de la red BITAL.



VII.2 REQUERIMIENTOS PARA EL CRECIMIENTO DE LA RED

Un segundo principio dentro de la teoría de diseño de redes es la posibilidad de crecer en el número de nodos de comunicación sin que por esto se pierda la arquitectura de la red, se tenga que cambiar de software o el equipo adquirido con anterioridad tenga que ser renovado o desechado por falta de capacidad.

En el caso de la red digital como lo mencionamos en el punto anterior cumple con estas alternativas y dada la reestructuración de la red que se propuso en los capítulos previos, se ve claramente que la topología de la red no se altera al incluir nuevos nodos, puesto que solo será necesario determinar a que plaza o centro ejecutivo de los ya existentes se puede integrar.

Del mismo modo si debido al crecimiento en las necesidades de comunicación de alguna de las ciudades ya enlazadas es necesaria la transición de un nivel inferior a otro superior, ésta se podrá hacer de una manera controlada sin perder ninguna de las virtudes y facilidades de la red.

CAPITULO VIII

ESTUDIO COSTO-BENEFICIO Y FACTIBILIDAD

VIII.1 ESTUDIO COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA

Del análisis realizado en el capítulo VI se eligió la alternativa de implementar una red digital, tomando como base la RDI de Telmex, debido a las facilidades y ventajas tecnológicas que tienen. En este capítulo se realiza un estudio costo-beneficio de dicha propuesta, con el objeto de establecer las ventajas económicas que nos ofrece.

Para realizar dicho estudio, es conveniente recordar que en el capítulo cuatro se determinó que los aspectos que impactan de manera decisiva en los gastos de telecomunicaciones son los de larga distancia y enlaces de microondas.

El reemplazo de los enlaces vía microondas se traducirá en un ahorro inmediato del monto que se ha venido pagando por este servicio.

Para el caso de la reducción en el número de llamadas de larga distancia, el gasto que conlleva es mucho mayor que para los enlaces vía microondas. Por lo tanto, se debe hacer un análisis de cuánto tiempo tardará en amortizarse la inversión requerida para actualizar su infraestructura, según la propuesta, dado que el ahorro será mucho mayor.

Es conveniente analizar el costo de la solución propuesta, desde el punto de vista de las contrataciones y adquisiciones que esto implica. Esta consiste en la compra de equipos digitales que comprenden la conectividad de voz y datos en el mismo equipo y que permiten digitalizar la voz en los enlaces de comunicación E0 y E1. Como ejemplo se tomará el costo de equipos GDC (General Data Comm) con características acordes con las necesidades que se tienen. Esto no implica que sean los más adecuados , ya que dicha resolución será tomada por el departamento de adquisiciones de BITAL. Las características de estos equipos se describen en el apéndice B.

En la tabla 8.1 se muestran los gastos actuales por concepto de llamadas de larga distancia que se generan por la operación de centros ejecutivos y plazas en promedio. El gasto originado por las sucursales está incluido en el de las plazas.

CIUDAD	GASTO MENSUAL POR LARGA DISTANCIA (NS)
ACAPULCO	12.000
AGUASCALIENTES	12.000
CD. DE MEXICO	170.000
CD. JUAREZ	25.000
CD. OBREGON	18.000
CELAYA	8.000
CUERNAVACA	5.000
CULIACAN	13.000
CHIHUAHUA	12.000
DURANGO	13.000
ENSENADA	19.000
GUADALAJARA	55.000
HERMOSILLO	18.000
IRAPUATO	8.000
LEON	15.000
MATAMOROS	25.000
MAZATLAN	15.000
MERIDA	18.000
MEXICALI	19.000
MONCLOVA	13.000
MONTERREY	45.000
MORELIA	20.000
PACHUCA	5.000
PUEBLA	10.000
QUERETARO	12.000
SALTILLO	18.000
SAN LUIS POTOSI	10.000
TAMPICO	17.000
TIJUANA	19.000
TOLUCA	3.000
TORREON	22.000
VERACRUZ	12.000
VILA HERMOSA	15.000
TOTAL	NS 701.000
	110.400 US DLS

Tabla 8.1 Gastos por concepto de llamadas de larga distancia

En la tabla 8.2 se muestra el monto de la inversión requerida para cada ciudad para actualizar su infraestructura.

CIUDAD	INVERSION (US DLLS)
ACAPULCO	20.000
AGUASCALIENTES	20.000
CD JUAREZ	20.000
CD OBREGON	20.000
CELAYA	20.000
CUERNAVACA	20.000
CULIACAN	20.000
CHIHUAHUA	20.000
DURANGO	20.000
GUADALAJARA	60.914
HERMOSILLO	65.520
IRAPUATO	20.000
LEON	148.726
MATAMOROS	20.000
MAZATLAN	20.000
MERIDA	20.000
MEXICALI	20.000
MEXICO	354.500
MONTERREY	230.823
MORELIA	20.000
PACHUCA	20.000
PUEBLA	65.520
QUERETARO	20.000
SALTILLO	20.000
SAN LUIS POTOSI	20.000
TAMPICO	20.000
TIJUANA	20.000
TOLUCA	121.528
TORREON	121.528
VERACRUZ	20.000
VILLA HERMOSA	20.000
TOTAL	1'629.059

Tabla 8.2 Inversión por ciudad para actualizar la infraestructura de la red BITAL

ESTUDIO COSTO-BENEFICIO Y FACTIBILIDAD

Después de obtener el monto de la inversión, es importante establecer el periodo de amortización de la inversión, es decir, el tiempo en el cual el monto de la inversión será cubierto, gracias al ahorro generado por la propuesta. Una vez amortizada la inversión, el monto del ahorro mensual se traducirá en ganancias para BITAL.

A continuación se muestra el cálculo del periodo de amortización de la inversión, basado únicamente en el ahorro por gastos de larga distancia.

INVERSION INICIAL EN HARDWARE	1'629,059 DLLS
GASTOS DE CONTRATACION DE SERVICIOS RDI INICIALES	21,526 DLLS
TOTAL INICIAL	1'650,585 DLLS
GASTOS MENSUALES POR LARGA DISTANCIA	110,400 DLLS
MENOS	
RENTAS MENSUALES POR LOS SERVICIOS RDI CONTRATADOS	27,925 DLLS
AHORRO EN GASTOS DE LARGA DISTANCIA	142,538 DLLS

$$\text{PERIODO DE AMORTIZACION DE LA INVERSION} = \frac{\text{INVERSION INICIAL}}{\text{AHORRO DE GASTOS DE L.D.}}$$

Sustituyendo valores en la fórmula anterior tenemos:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{PERIODO DE} & & 1'650,585 \text{ DLLS} \\
 \text{AMORTIZACION} & = & \frac{\quad}{\quad} = 15 \text{ MESES} \\
 \text{DE LA INVERSIDN} & & 110,400 \text{ DLLS / MES}
 \end{array}$$

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público permite a las compañías la amortización de sus bienes en un período de 5 años. Al tener un tiempo estimado de amortización de 15 meses, considerando que la depreciación de los bienes adquiridos será aplicada por BITAL durante 5 años, los restantes 3 años y 9 meses se traducirán en ganancias para el banco.

Además de la inversión en el equipo requerido, será necesario considerar el gasto por concepto de arrendamiento de los enlaces digitales que se contratarán según lo establecido en el capítulo siete.

El costo por arrendamiento de enlaces E0 y E1 de Telmex, depende directamente de la distancia entre los nodos que se enlazan. En las tablas 8.3 y 8.4 se muestran en detalle los cargos por los diferentes conceptos que la integran.

E0		COSTO / Km (N\$)	CUOTA FIJA (N\$)	COSTO / LADO (N\$)
O - 81	Km	9	3,861.30	1,145
82 - 161	Km	6.5	3,861.30	1,145
162 - 805	Km	2.45	3,861.30	1,145
MAS DE 805	km	1.80	3,861.30	1,145

Tabla 8.3 Costo por contratación de enlaces E0.

E1		COSTO / Km (N\$)	CUOTA FIJA (N\$)	COSTO / LADO (N\$)
O - 81	Km	162	28,035	3,810
82 - 161	Km	120	28,035	3,810
162 - 805	Km	46	28,035	3,810
MAS DE 805	km	33	28,035	3,810

Tabla 8.4 Costo por contratación de enlaces E1.

VIII.2 FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE LA RED

La factibilidad de la implementación de este proyecto depende directamente de la capacidad económica para financiarlo, la disponibilidad de los elementos que la componen y la existencia de la infraestructura necesaria.

La optimización de la red de comunicación para voz y datos de BITAL es un proyecto que surgió debido a la petición del consejo de dirección del banco, de disminuir sus costos de operación y al mismo tiempo, modernizarla para brindar un mejor servicio a sus clientes tanto internos como externos y ser más competitivos en el ámbito financiero. Con este objeto se otorgó el apoyo económico necesario para la realización del proyecto que cubriera ambas necesidades.

Dentro de las instalaciones de BITAL se cuenta parcialmente con el equipo necesario para la optimización de la red. El resto del equipo que involucra el proyecto será adquirido por el banco, a través de los departamentos de finanzas y adquisiciones quienes convocarán a concurso para seleccionar la mejor propuesta, que será sancionada por el departamento de telecomunicaciones.

Actualmente Telmex ha realizado grandes avances en la implementación de la RDI. Gracias a ello, es posible tomarla en cuenta como una plataforma para la implementación de proyectos de telecomunicaciones a nivel nacional.

Para el caso de BITAL, RDI representa el soporte sobre el cuál se optimizará la estructura de la red de telecomunicaciones, dado que cumple con las características requeridas. Además, permitirá cumplir con los objetivos de modernizar la red y obtener un ahorro sustancial en los costos de operación.

CAPITULO IX

CONCLUSIONES

Todo proyecto de Ingeniería surge del reconocimiento de una necesidad que se puede satisfacer mediante un dispositivo, una estructura o un proceso. Para ofrecer una solución es necesario realizar un análisis de las alternativas, aunque en un principio alguna de ellas parezca imposible de implementar, ya sea por recursos, tecnología o simplemente por desconocer sus características.

El objetivo del presente trabajo ha sido analizar y diseñar la red de telecomunicaciones BITAL para optimizar recursos y tiempo. La metodología empleada consistió en primera instancia en reestructurar la red que estaba operando y en segundo lugar realizar un análisis para establecer una alternativa factible de red, que cubriera las necesidades de comunicación de voz y datos y permitiera su crecimiento a futuro.

Por sus características, la alternativa seleccionada consistió en la implementación de una red digital, cuya plataforma de operación es la RDI.

La solución completa a la necesidad planteada ofrece las siguientes ventajas:

- Reducción de los tiempos de operación de los servicios otorgados a los usuarios de la red.
- Incremento del aprovechamiento de la red.
- Disminución de costos.
- Crecimiento ordenado de la red.
- Seguridad en el manejo de la red.
- Incremento en la calidad de servicio.

La reducción de los tiempos de operación, se logró gracias a la utilización de los servicios proporcionados por la red digital de Telmex, tales como los enlaces de alta velocidad E0 y E1 para el manejo de voz y datos sobre un mismo canal y la adquisición de equipo con una alta capacidad para el procesamiento de la información en forma digital.

CONCLUSIONES

El aprovechamiento de la red se ve notablemente incrementado debido al uso de equipo digital que maneja compresión de voz, ya que el empleo de los canales digitales se optimizó hasta 10 veces su capacidad inicial.

La eliminación de la mayoría de los enlaces de microondas y el empleo de equipo y enlaces digitales permiten abatir los costos tanto de operación de la red como de contratación de los servicios de comunicaciones.

El crecimiento ordenado de la red es uno de los beneficios logrados con la reestructuración de la misma, puesto que implica un mayor grado de conectividad, de tal forma que permite la desconcentración del equipo y de los procesos de información y de comunicación.

El manejo de la información procesada en el banco requiere de un alto grado de confiabilidad, por lo cual se propuso una estructura de red con rutas de seguridad para el flujo de información en caso de falla en alguno de los nodos principales y la contratación de servicios digitales, los cuales actualmente proporcionan un alto grado de seguridad y confiabilidad en el manejo de la información.

La calidad del servicio se ve mejorada gracias al aprovechamiento de estas características y el usuario lo percibe en una atención más rápida y eficiente a sus transacciones y operaciones bancarias.

Gracias a la reestructuración de la red se puede concluir que la nueva topología permite el crecimiento a futuro de una forma ordenada, gradual y económica, ya que para incluir un nuevo nodo dentro de la red solo será necesario contratar el enlace analógico hacia la plaza más cercana y adquirir la tarjeta de control de comunicaciones para el equipo digital.

CONCLUSIONES

La capacidad de los enlaces digitales contratados excede las necesidades actuales del Banco, por lo que ofrecen la posibilidad de expansión sin tener que hacer nuevas contrataciones de enlaces a mediano plazo.

En lo que respecta al mantenimiento requerido por la red, se aplicará mantenimiento correctivo a los elementos que así lo requieran. El mantenimiento preventivo se llevará a cabo periódicamente, según lo establezca el contrato que realice BITAL con el proveedor designado y que básicamente comprenderá la limpieza de los equipos. El mantenimiento aumentativo se hará necesario en los casos ya mencionados de inclusión de nuevos nodos o de crecimiento de operaciones de un nodo que derive en un cambio de jerarquía dentro de la red.

GLOSARIO DE TERMINOS

Adaptador - Tarjeta de una PC, normalmente instalada dentro de la máquina, que ofrece capacidades de comunicación en redes desde y hacia la computadora.

Amplitud modulada - Técnica de modulación donde la información se conduce mediante la amplitud de la señal portadora.

Ancho de banda - Diferencia entre la frecuencia más alta y la más baja de las señales de una red. También describe la capacidad establecida de un protocolo o un medio dados para una red.

ANSI - Instituto Nacional Norteamericano de Estándares. Instancia coordinadora de grupos voluntarios de fijación de estándares en los Estados Unidos. ANSI es miembro de ISO.

Atenuación - Pérdida de energía en la señal de comunicaciones. Diferencia entre la potencia transmitida y la recibida debido a pérdidas presentadas en los equipos, líneas u otros dispositivos de transmisión. Esta se mide en decibeles.

Banda base - Característica de la tecnología de redes en donde solo se emplea una frecuencia portadora. La banda base se diferencia de la banda amplia, en la utilización de múltiples frecuencias portadoras para esta última. Ethernet es un ejemplo de red en banda base.

Baud - Unidad de velocidad de señalización equivalente al número de estados o eventos discretos por segundo. Si cada evento de señal representa solo un estado de bit, la tasa de baudio equivale a los bits por segundo.

BISDN (Broadband ISDN - RDSI en Banda Ancha) - La próxima generación de ISDN, diseñada para transportar información digital, voz y video. El sistema de conmutación es ATM y SONET o SDH el medio físico de transporte.

Bit - Contracción de " Binary Digit ", la menor unidad de información en un sistema binario.

Bps - Bits por segundo. Medida de la velocidad de transmisión de datos en una transmisión serie.

Buffer - Dispositivo de almacenamiento. Usado comúnmente para compensar diferencias en la velocidad de transmisión de datos o temporización de eventos cuando se transmite de un dispositivo a otro.

Bus - Vía o canal de transmisión. Típicamente, un bus es una conexión eléctrica de uno o más conductores, en el cual todos los dispositivos ligados reciben simultáneamente todo lo que se transmite.

Canal - Camino para la transmisión eléctrica entre dos o más puntos. También denominado enlace, línea o circuito.

Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD) - En este protocolo las estaciones sólo transmiten cuando el bus está desocupado. Si se produce una colisión el paquete es retransmitido tras un intervalo aleatorio. Este protocolo es usado en redes Ethernet.

CCITT (Comité Consultor Internacional de Telegrafía y Telefonía) - Comité asesor internacional con base en Europa, que recomienda normas internacionales de transmisión. Actualmente ha pasado a denominarse ITU-T.

Circuito Virtual - Es una definición propuesta por el CCITT, para los servicios de transmisión de datos. Durante la transmisión de un bloque de información hace parecer que existe una conexión directa entre los dispositivos a comunicar siendo que existen otras vías alternas para lograr la transferencia de esta información.

Collision Detection - Señal de interfase entre equipos terminales de comunicaciones utilizada para la solicitud de envío de información.

Compresión - Técnica para reducir el número de bits necesarios para representar la información, sea para transmisión o almacenamiento, con lo cual se ahorra ancho de banda y/o memoria.

Compresión de voz - Conversión de una señal de voz analógica a una señal digital utilizando un ancho de banda mínimo (16 Kbps o menos).

Conmutación de paquetes - Técnica de transmisión de datos que divide la información del usuario en envoltentes de datos discretas llamadas paquetes y las envía paquete por paquete.

dB (Decibel) - Unidad que mide la intensidad relativa (razón) de dos señales.

Equipo terminal de comunicaciones (ECD) - El equipo que brinda las funciones que establecen, mantienen y finalizan una conexión de transmisión de datos (ejemplo: un modem).

Equipo terminal de datos (ETD) - En el contexto de X.25, ETD hace referencia a los equipos computacionales.

Host - Sistema de cómputo en una red. Es similar a los términos dispositivo o nodo, excepto que usualmente implica un sistema de cómputo, mientras que un dispositivo y nodo generalmente se aplican a cualquier sistema de red, que incluye servidores de terminal y enrutadores.

Interfase - Conexión entre dos o más sistemas o dispositivos. En la terminología de enrutadores, es una conexión de la red. También se refiere a la frontera entre capas adyacentes del modelo OSI. En telefonía, es una frontera compartida que está definida por características de interconexión física comunes, características de la señal y significados de las señales intercambiadas.

Ley A - Estándar de compresión y expansión empleado por CCITT para la conversión entre señales analógicas y digitales en sistemas PCM. Se usa más bien en las redes telefónicas europeas y es similar al estándar norteamericano (Ley Mu).

Microonda - Onda electromagnética, con una frecuencia superior a los 900 Mhz. Las señales son transmitidas por antenas especiales, las cuales deben estar en línea de vista.

Modem - Este nombre deriva de la contracción de dos palabras modulador y demodulador. Es un dispositivo que modula y demodula señales transmitidas sobre líneas de comunicación. La señal modulada es utilizada para la transmisión y la demodulada para la recepción. El trabajo de un modem es el convertir una señal analógica en digital y viceversa.

Modulación por división de frecuencia (FDM) - Es una técnica para la transmisión simultánea de información, en la cual, el rango disponible de frecuencias de transmisión es dividido en bandas más angostas, para ser utilizadas como canales separados.

Modulación en fase - Una de las formas de modificar una onda sinusoidal para hacer que lleve información. A dicha onda sinusoidal se le cambia la fase de acuerdo a valores puntuales de la información a ser enviada. Para transmisión digital se utilizan 2, 4 u 8 cambios.

Modo de transferencia asincrónico (ATM) - Estándar CCITT para retransmisión de celdas (Cell Relay) en el cual la información para diferentes tipos de servicios (voz, video, datos) se transmiten en pequeñas celdas de tamaño fijo. También, modo de transmisión BISDN en el cual se usa una versión acelerada del multiplexaje asincrónico por división de tiempo (ATDM) para transferir flujos múltiples de información en un canal de comunicaciones. Es asincrónico en el sentido de que la recurrencia de celdas que contienen información de un usuario determinado no es periódica.

Multiplexaje asincrónico por división de tiempo (ATDM) - Método para el envío de información que emplea el multiplexaje por división de tiempo (TDM), pero en donde se asignan ranuras de tiempo cuando se requieren, en lugar de preasignar a transmisores específicos.

PCM (Modulación por codificación de pulsos) - Transmisión de información analógica en forma digital mediante muestreo y codificación con un número fijo de bits.

PAD (Packet Assembler/Disassembler) - El PAD es un módulo de software que convierte una secuencia de datos en su forma de paquetes. Típicamente existe en un nodo de la red.

Paquete - Bloque de datos organizado en forma especial, para su transferencia.

PBX (Private Branch Exchange) - Conmutador privado. Conmutador telefónico en las instalaciones del usuario.

Portadora - Es una frecuencia continua capaz de ser modulada o modificada mediante una segunda señal, la cual transporta la información.

Protocolo - Conjunto de reglas y normas que establecen la forma en que se llevará a cabo la transmisión de información entre dos circuitos.

PVC - Circuito permanente virtual. En forma genérica se refiere a un circuito virtual establecido en forma permanente. Estos ahorran ancho de banda asociado con el establecimiento y eliminación del circuito en situaciones en donde ciertos circuitos virtuales deben existir todo el tiempo.

Ruido - Son señales eléctricas indeseables que se introducen por imperfecciones en los componentes de los circuitos o por perturbaciones naturales, las cuales tienden a degradar la función de los canales de comunicación.

Señal Analógica - Es una señal física que varía en forma continua.

Señal Digital - Es una señal discreta en el tiempo, la cual toma un número determinado de valores en un cierto intervalo de tiempo.

Transmisión analógica - Transmisión de señales, mediante cables o por el aire, en el cual se conduce la información mediante la variación de alguna combinación de la amplitud de la señal, su frecuencia y su fase.

Transmisión asíncrona - Operación de un sistema de red en el cual los acontecimientos suceden sin estar sincronizados por un reloj. En tales sistemas, los caracteres individuales suelen estar encapsulados en bits de control llamados de arranque y de parada, que designan el inicio y el final de los caracteres.

Verificación por redundancia cíclica (CRC) - Sistema de detección de errores en la transmisión de datos. Se aplica un algoritmo polinómico a los datos, y la suma de verificación resultante se agrega al final de la trama. El equipo receptor ejecuta un algoritmo similar.

BIBLIOGRAFIA

BLACK, U. *Redes de Computadoras*. Coedición Macrobit/Ra-ma, México, D.F., 1987.

DERFLER, FRANK J., *Guide to Connectivity*. Ed. Ziff Davis, California, E. U. A., 1991

DVORAK, JOHN., *Telecomunicaciones para PC*, Tr. Francisco Martínez Vera, Ed. Mc Graw Hill. Madrid, España, 1992.

GONZALEZ SAINZ, N. *Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos*. Mc Graw Hill Interamericana, Colombia, 1993.

GRIFFITHS, JOHN M., *ISDN Explained (Worldwide Network & Applications Technology)*, Ed. John Wiley & Sons, California, E. U. A., 2a ed., 1992.

HELD, G., *Practical Network Design Techniques*. Ed John-Wiley & Sons, Massachussetts, E. U. A., 1991.

HERRERA, E. *Fundamentos de Ingeniería Telefónica*. Ed. Limusa, México, D.F., 1983.

LATHI, B. P. *Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicación*. Ed. Limusa, México, D.F., 1983.

MOTOROLA UNIVERSITY PRESS. *The Basics Book of Frame-Relay*. Ed. Addison-Wesley Publishing Company, Massachussetts, E. U. A., 2a ed., 1993.

MOTOROLA UNIVERSITY PRESS. *The Basics Book of Information Networking*. Ed. Addison-Wesley Publishing Company, Massachussets, E. U. A., 5a ed., 1994.

MOTOROLA UNIVERSITY PRESS. *The Basics Book of X.25 Packed Switching*. Ed. Addison-Wesley Publishing Company, Massachussets E. U. A., 2a ed., 1993

O'REILLY, J. J., *Principios de Telecomunicaciones*. Tr. Alex Polo Velázquez, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 2a ed., Delaware, E. U. A., 1994.

SCHWARTZ, M., *Transmisión de Información, Modulación y Ruido*. Tr. Caupolicán Muñoz Gamboa, Ed. Mc Graw Hill, México, D. F., 1983.

TANENBAUM, A., *Redes de Ordenadores*. Tr. Victor Manuel Carbajal Castañeda, Ed. Prentice Hall, 2a ed., México, D. F., 1991.

ZIEMER, R. E., TRANTER, W. H., *Principios de Comunicaciones*. Ed. Trillas, México, D.F., 1976.

REVISTAS

CEVALLOS DE ROSILLO, GUADALUPE. *El ABC de las Redes Locales*.
Edición especial publicada por Novellco, S.A. de C.V. para RED S. A. de C. V., (Enero
de 1991).

CEVALLOS DE ROSILLO, GUADALUPE. *El Primer Paso Hacia Cell Relay*.
RED, Ed. RED S. A. de C. V., Año IV, No. 30, pp 18-19 (Marzo de 1993).

GILBERT, H. *Developing a Cohesive Traffic Management Strategy for ATM Networks*.
IEEE Communications Magazine, Vol. 29, No. 10, pp 36-53 (octubre de 1991).

GOMEZ VELAZCO, MARCELINO. *Frame Relay y ATM: La Respuesta al Reto de
Comunicaciones de los 90*. RED, Ed. RED S. A. de C. V., Año IV, No. 40, pp 30-37
(Enero de 1994).

MAYO GUZMAN, LAURA., *Internet: La Versatilidad de una Red en Beneficio del
Usuario*. RED, Ed. RED, S. A. de C. V., Año IV, No. 42, pp 9-17 (Marzo de 1994).

MAYO GUZMAN, LAURA, *ISDN y RDI, Dos Conceptos Indispensables para Entrar a la
Nueva Era de Información*. RED, Ed. RED S. A. de C. V., Año IV, No. 48, pp 26-30
(Septiembre de 1994).

MELROSE AGUILAR, ENRIQUE. *Las Telecomunicaciones en México de Cara al Siglo
XXI.*, RED, Ed. RED, S. A. de C. V., Año IV, No. 41, pp 34-36 (Febrero de 1994).

VEGA GONZALEZ., R., *¿Qué es un Sistema Operativo? Breve Historia de los Sistemas
Operativos*. RED, Ed. RED, S. A. de C. V., Año IV, No. 41, pp 42-48 (Febrero de 1994).

APENDICES

APENDICE A

```

PROGRAMA QUE GENERA LAS TABLAS DE ERLANG
DIM E#(4, 150)
DIM GOS(4)
MX = 50

DO
  ER I = 1 TO 4
    READ GOS(I)
  NEXT I
DATA .01,.02,.04,.07

REM CALCULA EL FACTORIAL
FOR I = 1 TO MX
  PH = 1
  FOR J = I TO 1 STEP -1
    PH = PH * J
  NEXT J
  FACTORIAL#(I) = PH
NEXT I
FACTORIAL#(0) = 1

EN GRADOS DE SERVICIO
FOR I = 1 TO 4
  GOS# = GOS(I)
  REM PARA PUERTOS DESDE 1 HASTA MAX
  FOR PUERTO = 1 TO MAX
    REM ENCONTRAR EL TRAFICO EN ERLANG QUE PROVEE GOS
    BAJOS# = 1
    ALTOS# = 10000
    PRUEBAS# = ALTOS#

    CH = PRUEBAS# / 1000
    PUERTO# = PUERTO
    NH = (CH ^ PUERTO#) / FACTORIAL#(PUERTO#)
    DH = 0
    FOR S = 0 TO PUERTO#
      SH = S
      OH = OH + (CH ^ SH) / FACTORIAL#(S)
    NEXT S

    IF ABS(GOS# - NH / DH) < .001 THEN GOTO 5
    IF GOS# - (NH / DH) < 0 THEN
      ALTOS# = PRUEBAS#
      PRUEBAS# = (PRUEBAS# - BAJOS#) / 2
      GOTO 1
    ELSEIF GOS# - NH / DH > 0 THEN
      BAJOS# = PRUEBAS#
      PRUEBAS# = (PRUEBAS# + ALTOS#) / 2
      GOTO 1
    END IF
  5 EN(I, PUERTO) = PRUEBAS# / 1000
  NEXT PUERTO
NEXT I

REM RESULTADOS
PRINT
PRINT TAB(23); "PROGRAMA QUE GENERA LAS TABLAS DE ERLANG"

```

FALLA DE ORIGEN

```

PRINT "ASISTENTE PARA RESERVAS DEL TRAFICO AEREO"
PRINT " "
PRINT " "
PRINT
LPRINT "NUMERO DE PUERTOS          TRAFICO AEREO EN CLIENTES POR PUERTO"
LPRINT "          PARA EL GRADO DE SERVICIO INDICADO"
LPRINT
LPRINT TAB(20);
LPRINT USING "#.### #.### "; GOS(1); GOS(2);
LPRINT USING "#.### #.### "; GOS(3); GOS(4);
LPRINT

FOR S = 1 TO MAX
LPRINT TAB(5); S;
LPRINT TAB(27);
LPRINT USING " ##.### ##.### "; EN(1, S); EN(2, S);
LPRINT USING " ##.### ##.### "; EN(3, S); EN(4, S)
NEXT S

```

FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA QUE GENERA LAS TABLAS DE TRAFIC
 PARA PERDIDAS DEL 1%, 2%, 3% Y 7%

NUMERO DE PUERTOS TRAFICO REPORTADO EN ESPALDOS POR PUERTO
 PARA EL GRADO DE SERVICIO INDICADO

	0.010	0.020	0.040	0.075
1	0.010	0.020	0.042	0.075
2	0.145	0.219	0.321	0.471
3	0.463	0.665	0.964	1.366
4	0.877	1.110	1.598	2.254
5	1.366	1.653	2.068	2.897
6	1.915	2.282	2.752	3.807
7	2.497	2.929	3.509	4.707
8	3.124	3.610	4.307	5.694
9	3.710	4.307	5.072	6.850
10	4.440	5.072	5.868	8.755
11	5.150	5.858	6.701	7.886
12	5.858	6.616	7.516	8.814
13	6.616	7.401	8.326	9.644
14	7.421	8.150	9.252	10.456
15	8.150	8.989	10.146	11.251
16	8.989	9.836	11.000	12.031
17	9.836	10.619	11.822	12.790
18	10.619	11.541	12.644	13.529
19	11.364	12.304	13.717	15.329
20	12.108	13.232	14.642	16.302
21	12.844	14.038	15.568	17.020
22	13.611	14.843	16.549	18.761
23	14.440	15.807	17.367	19.194
24	15.329	16.549	18.761	20.311
25	16.051	17.503	19.335	21.339
26	16.796	18.361	20.293	22.296
27	17.772	19.335	21.158	23.280
28	18.749	20.135	22.021	24.218
29	19.525	20.913	23.083	25.174
30	20.298	21.874	24.030	26.070
31	21.239	22.729	24.999	27.024
32	21.874	23.846	25.874	28.216
33	22.729	24.609	26.805	29.284
34	23.846	25.490	27.863	30.304
35	24.609	26.464	28.770	31.254
36	25.688	27.224	29.687	32.354
37	26.464	28.216	30.659	33.216
38	27.224	29.284	31.616	34.333
39	28.076	30.187	32.604	35.411
40	28.881	31.137	33.593	36.392
41	29.487	31.954	34.166	37.499
42	30.659	32.842	35.346	38.339
43	31.616	33.593	36.523	39.501
44	32.604	34.735	37.499	40.586
45	33.593	35.546	38.389	41.502
46	34.466	36.523	39.348	42.480
47	35.006	37.499	40.272	43.591
48	35.760	38.389	41.340	44.586
49	37.011	39.348	42.316	45.630
50	38.107	40.272	43.432	46.697

FALLA DE ORIGEN

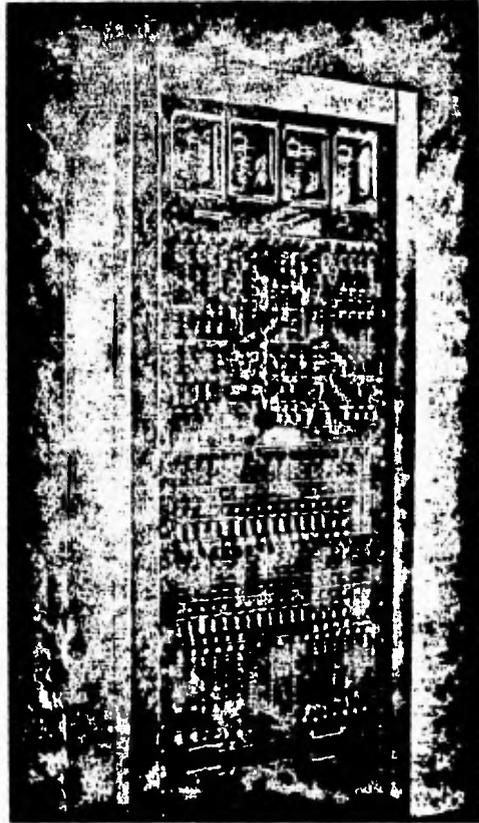
APENDICE B

The TMS Transport Management System Family

The new TMS family of products is a set of bandwidth management systems that can integrate voice, data, video and LAN traffic over digital leased line, frame relay, and ISDN switched services. The family is highly scalable both in terms of size and applications supported. TMS products support a complete set of data, voice and network interfaces compliant with worldwide standards. As a result, TMS products can be used in both end user and service provisioning applications.

The TMS family includes:

- TMS 3000 for high performance, non-stop internetworking of LAN, frame relay, voice, video and data traffic over public, private or hybrid access facilities
- OCM*TMS 1000/2000 for consolidating branch office traffic into the corporate backbone
- ILAN XL Series Routers for LAN routing



TMS 3000

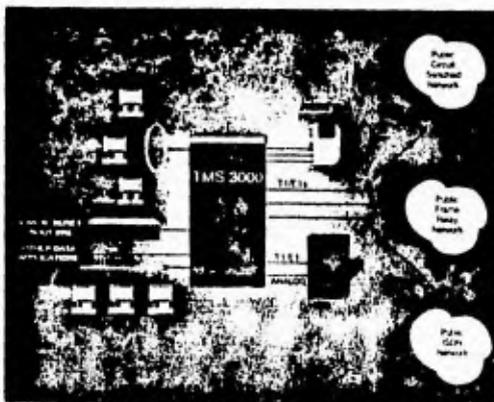


TMS 3000 For Mixed Media Applications in Wide Area Networks

TMS 3000 Advanced Internetworking Platform is the next generation of General DataComm's system for managing high speed wide area networks. Situated at a central office, TMS 3000 can be connected to other major sites forming a resilient backbone network, and then on to OCM* TMS 2000 and/or HAN XL router systems. Unrivaled in its ability to cope with bursty data requirements from LANs, TMS 3000 features an extremely flexible architecture to accommodate and efficiently transport a changing mix of applications, integrating LAN, image and video along with traditional voice and data traffic.

A powerful integral routing function offers fast packet switching capabilities, and the TMS 3000's structured interfaces support the dedicated and switched fractional services that are bringing the world closer to total digital connectivity.

TMS 3000 allows users to accomplish virtually any networking objective efficiently and economically and enables much simpler upgrading of an existing network to accommodate future requirements.



The TMS 3000 can combine LAN internetworking, frame relay, circuit switched and voice traffic as well as SSA traffic.

Highlights

- Global digital connectivity —narrowband, wideband, fractional and hybrid access
- Branch office traffic consolidation—LAN, voice, video and data traffic over economical T1/E1 or narrowband facilities
- Flexible network topology and system configurations—point-to-point, delta, mesh or star
- Configuration as a T1/E1 time slot inter-exchange switch, packet LAN router, or frame relay switch
- Fast, multiprotocol LAN internetworking via the TPP (TMS Packet Processor)
- Versatile frame relay support —public and private applications and full frame relay standards support*
- Extensive voice traffic options—CELP, ADPCM, digital PBX T1/E1 voice channels
- Comprehensive data traffic options—T1, T1, fractional T1/E1, 56/64 Kbps: SNA, HDLC, SDLC, frame relay
- Redundancy at the module level
- Software downloading for non-disruptive updates
- Simplified circuit management including automatic routing, an intelligent automatic reroute feature, and off-line network modeling
- Graphically interfaced network management

* Future

TMS 3000
At-A-Glance

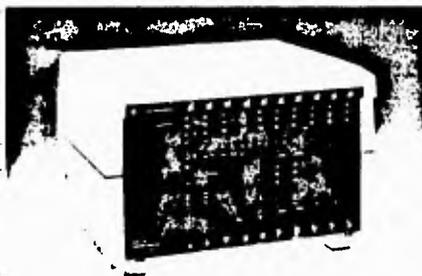
Mission	High capacity internetworking system for consolidation of LAN, voice, video and data at the backbone level
Network Interfaces	T1/D4 and T1/ESF at 1.544 Mbps; E1/G.703, E1/G.704, E1/G.732, E1/G.736 at 2.048 Mbps 23B + D Primary Rate ISDN G.703 64 Kbps co-directional and contra-directional G.703 256 Kbps co-directional V.35, V.36, V.11, V.24, V.28, V.10, EIA/TIA-232E, EIA/TIA-422, 423, 530
Capacity Per Node	Up to 32 T1/E1 network interfaces Up to 512 local data/voice channels Up to 520 frame switching channels Up to 16 Token Ring LANS Up to 16 Ethernet LANS
Digital Channels	Synchronous, asynchronous, isochronous, transition encoding at 54 rates from 75 bps to 1.920 Mbps SNA, HDLC, SDLC, frame relay, Ethernet, Token Ring via TPP Module N x 56/64 Kbps for delivery to channelized T1 LLS 56/64 Kbps digital circuits
Digital Channel Interfaces	EIA/TIA-232E, EIA/TIA-422, 423 CCITT V.24/V.28, V.11, V.35; CCITT G.703 (64K) co-directional
Voice Channels	CELP (Codebook Excited Linear Predictive) at 9.6, 6.4, and 4.8 Kbps with optional support for Group III fax ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) at 32, 24 and 16 Kbps PCM at 64 Kbps Digital PBX T1/E1 channels
Voice Channel Interfaces	4-wire E&M
LAN Interfaces	Ethernet: 10Base-T; 1 or 16 Mbps Token Ring via TPP Module
Data Compression	Integral Turbo Data Channel
Voice Compression	32, 24, 16, 9.6, 6.4, 4.8 Kbps analog 32, 24, 16 Kbps digital
Standards Supported	
ITU-T (CCITT):	G.703, 704, 732, 733, 824, 165, 1431, 122; Q.921, 922, 931, 933; V.35, 36, 10, 11, 28, 24; X.21, 50
ANSI:	T1.601, 606, 607, 618, 620, 107; T1M.Z; T1A.232, 344, 422, 423, 530, 547
AT&T:	62411, 62421, 60110, 41436, 41450, 54019A, 43801, 41458, 54015, 54016, CB-119, 62415
Bellcore:	TA-TSY-00069, TR-NPL-00054, TR-TSY-000154, TR-NPL-000342
MIL-STD:	188-114A
Network Management	Provided through TMS Controller, HP OpenView (via IMS), and MEGAVIEW

General DataComm

OCM 2000

OFFICE COMMUNICATIONS MANAGER

OVERVIEW A major step in the design of the most advanced data processing and allowed companies to improve their business processes and performance. The OCM 2000 introduces a new generation of electronic communications at the branch office level. As a result, branch offices can now process the highest quality communications.



communications are electronically expanded and integrated. Today's networks therefore need to integrate the communications requirements of other business locations and to support high-speed operations (over 10.04 Kbps or faster) that require branch office and backbone operations.

General DataComm's OCM 2000 is a powerful, cost-effective network platform that extends the backbone network capabilities to remote branch office locations. Supporting voice, fax, data, video, image, and LAN (Local Area Network) applications, the OCM 2000 can easily be tailored to meet a wide variety of network requirements.

The OCM 2000 offers connectivity to a variety of digital carrier services, allowing users to select the one providing the best performance/cost ratio in each location. These services include T1/E1 leased line services, fractional T1/E1 services, ground line, 56 KHz services, and T1/E1 services.

The OCM 2000 is ideal for branch office locations. It can be configured to support up to 24 branch office locations. To guarantee branch office performance, the OCM 2000 supports a full range of interface options, including 20 and

line interface modules (LIMs).

At backbone network locations, the OCM 2000 connects to General DataComm's Transport Management System (TMS) product family. The OCM 2000 is fully channel compatible with the TMS, and all OCM management functions, including configuration, monitoring, diagnostics, fault management, and network restoration, are performed from the central TMS controllers. The TMS architecture allows the connection of up to 248 OCMs to each TMS device and up to 10,000 OCM 2000 devices in a network.

GLOBAL NETWORKS Many companies want to connect international locations to their networks. Since transmission costs usually increase with distance, optimizing bandwidth is essential to minimizing network costs. The OCM 2000 helps optimize bandwidth use through voice capabilities, data compression options, dynamic bandwidth assignment for LAN applications, and versatile application support.

Similarly, the OCM 2000's ability to connect to a variety of digital services allows users to plan and implement global networks that accommodate a wide range of service environments.

APPLICATION SUPPORT The OCM 2000 supports traditional voice and data applications as well as LAN inter-networking, video conferencing, and imaging. These applications are consolidated and transported across a single communication path to the backbone network.

The OCM 2000 supports full LAN connectivity

FALLA DE ORIGEN

OCM 2000

OFFICE COMMUNICATIONS MANAGER

across the network in both homogeneous environments (such as Ethernet-Ethernet and Token Ring-Token Ring) and heterogeneous environments (such as Ethernet-Token Ring). With the addition of the OCM Packet Processor (OPP) module, LAN bridging and routing functions are integrated into the OCM 2000. Supporting both Ethernet and Token Ring connection, the OPP supports all the major LAN interworking methods: Self Learning (Spanning Tree) bridging, IBM's Source Routing and Source Routing Transparent Operation, Multiprotocol Routing (including TCP/IP and Novell IPX), and Protocol Independent

Routing (PIR). PIR routes historically "unroutable" protocols such as SNA and NetBIOS, yet it avoids the overhead associated with protocol-dependent encapsulation.

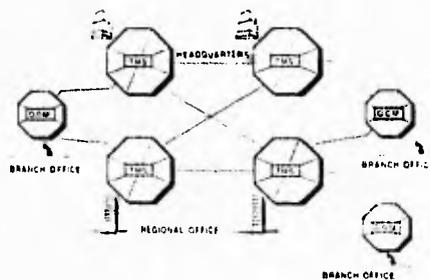
The OPP also offers a serial interface to connect frame relay-compatible devices. Traffic from frame relay, PADS, controllers, FEPs or LAN interworking devices can be combined with other packet-based data and transported across the TMS OCM network or delivered to a public frame relay service. The OPP serial port can also accept HDLC/SDLC-based data and transport it through the network as packets. In this manner, users receive the benefit

of dynamic bandwidth allocation.

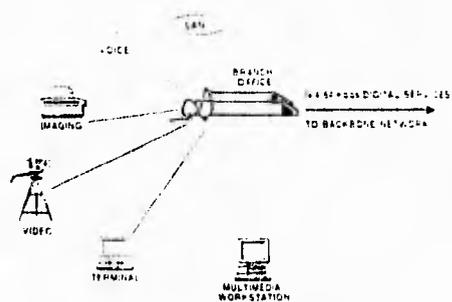
Users can satisfy virtually any voice application requirement by selecting from numerous OCM 2000 options. The ADPCM module provides voice at user-programmable speeds of 64 Kbps, 32 Kbps, 24Kbps or 16 Kbps. Where it is important to maximize the use of available bandwidth, the OCM 2000 offers three low bit rate voice options using advanced compression techniques: VLBK 9.6 Kbps voice with optional Group III fax bypass at 9.6 Kbps; CELP 6.4 Kbps with Group III fax bypass at 4.8 Kbps; and CELP 4.8 Kbps for voice only. Each voice channel supports 4-wire or 2-wire analog con-

nections and can be configured for different signaling requirements. Digital echo cancellers enhance performance on satellite and long distance terrestrial links.

The OCM 2000 offers a choice of three data channel modules: A dual data channel module; a single channel, high speed data module; and a single channel data compression module. The dual version supports two independent V.24 (EIA-232) data channels at speeds up to 19.2 Kbps. The single channel, high speed data module supports RS-232-C interfaces and speeds up to 1.92 Mbps. To maximize bandwidth utilization, the data compression module offers an average compres-



THE EXTENDED NETWORK



SUPPORTING VARIED APPLICATIONS

FALLA DE ORIGEN

sion ratio of 4:1 for most applications.

By segmenting each aggregate into circuit-switched and packet-switched channels, the OCM 2000 optimizes available bandwidth use without sacrificing network performance or availability. The sensitive applications such as voice, data and traffic, in a multiframe processing mode, are then dedicated to a dedicated bandwidth. Being essential, they require guarantee that the least amount of bandwidth is used to transmit those data applications that require a guaranteed bandwidth.

The OCM 2000 uses hardware and software compression techniques to compress the data

technologies, depending on the particular application. LAN interconnect applications, which usually require large bandwidth amounts for short time periods, use the packet-switched bandwidth, where capacity is dynamically allocated on an "as required" basis.

SERVICE CONNECTIVITY The two-aggregate OCM 2000 can be equipped with line interface modules (LIMs) to connect to 56/64 Kbps services or N x 56/64 Kbps services. The OCM 2000 supports aggregate rates of up to 2048 Mbps, making it suitable for full or fractional T1/E1 connection.

The OCM 2000 formats its output into a stream for both leased line services (RS-

422 V11, V35) and for network-compatible frame structures (D4 ESF, G.704). This allows users to take full advantage of carrier-provided services such as fractional T1/E1, where offered.

With digital leased line services, up to 75 OCM 2000s can connect to a single TMS. Each OCM 2000 can be connected to two backbone sites.

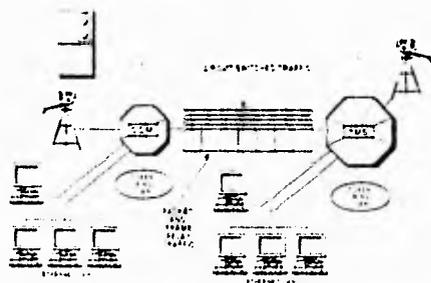
Where DACCS-based (Digital Access and Cross Connect System) groomed services are available, the OCM 2000 offers connection to them. In this environment, the network "grooms" a number of remote connections into a single 1.544/2048 Mbps central site con-

nection. These services use a single link into the DACCS network to replace multiple links to several locations and generally offer more economical transport than traditional leased line services.

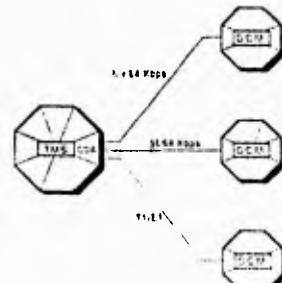
In groomed service environments, up to 248 OCM 2000s can connect to a single TMS node. Each OCM 2000 can support up to two logical or physical aggregate connections.

INTEGRAL ACCESS DEVICES

Where applicable, the OCM 2000 is available with an integral DSU (56/64 Kbps) or CSU (N x 56/64 Kbps) access device. Using integrated access devices simplifies and extends the network's management reach.



OPTIMAL BANDWIDTH USE



FLEXIBLE SERVICE CONNECTIVITY

FALLA DE ORIGEN

saves valuable rack space, and enhances overall reliability.

NETWORK RELIABILITY The multi-aggregate capability of the OCM 2000 enables users to create a resilient mesh network with diverse routing options. Where available, ISDN services can provide cost-effective backup bandwidth in the event of a primary service transmission failure. A single ISDN Primary Rate connection at the central site can support up to 30 (in E1) or 24 (in T1) remote 56/64K dial-up connections.

EXPANDING AN EXISTING NETWORK WITH OCM 2000

For existing networks, the OCM 2000 provides a means to add new applications to

backbone locations or to extend the network to remote branch locations.

The OCM 2000 and TMS can be used in any network environment that supports a public network-compatible frame structure (D4/DS0/ESF, G.704/G.732); this includes networks whose backbones are constructed with other vendors' multiplexers, PABXs or mini-DACCS systems.

NETWORK MANAGEMENT The OCM 2000 is configured and managed by the TMS controller from the backbone network. Up to six controllers can be supported on each network, allowing network management functions to be performed at several locations. The TMS con-

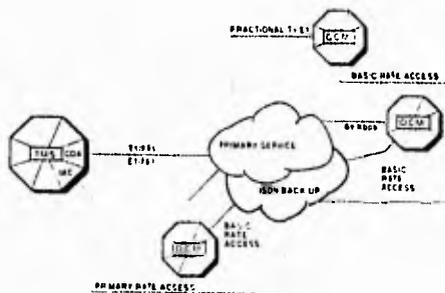
troller provides the user with configuration tools, Intelligent Automatic Rerouting, and the ability to automatically reconfigure the network on a time-of-day basis.

Sophisticated fault diagnostic and resolution capabilities eliminate the need for a trained technical specialist at each network location. Network problems can be diagnosed and quickly resolved with minimal impact to network operation and availability.

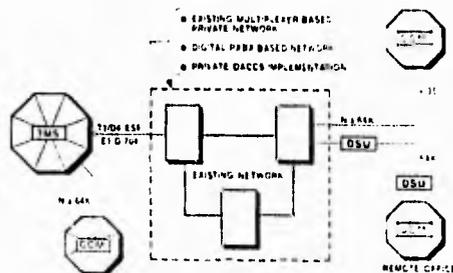
ENHANCEMENTS To protect our customer's investment in network equipment, General DataComm provides a migration path to accommodate changing applications and expanding net-

works. New features can be easily added via software upgrades and new plug-in modules. Since the OCM 2000 is part of the TMS family of integrated networking products, expansion can be accomplished without impacting network management functions and application support.

PACKAGING The OCM 2000 is available as a standalone or rackmount unit. All versions use the same common logic line interface and channel modules. One standalone unit (non-expandable) supports up to 16 data channels (8 voice) and is ideal for smaller locations. A second standalone unit offers optional fully redundant power, common to 2000 and



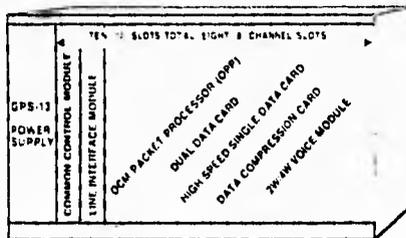
NETWORK RELIABILITY



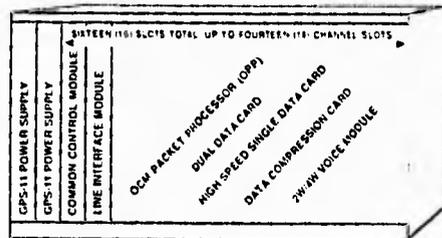
OCM EXPANDED NETWORK

FALLA DE ORIGEN

10-SLOT ENCLOSURE



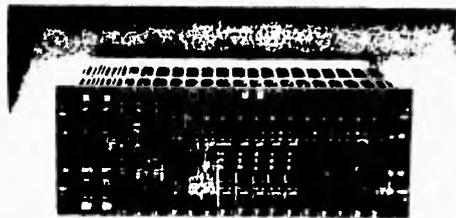
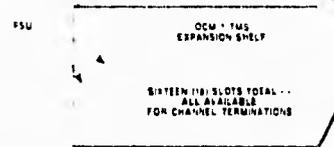
16-SLOT ENCLOSURE



...of connectors to support each customer's requirements. The OCM 2000's modular architecture makes it easy to install and maintain. Any upgrades or network changes can be managed from the base tone controller with minimal field assistance.

The appearance of each unit can be customized with a selec-

tion of connectors to support each customer's requirements. The OCM 2000's modular architecture makes it easy to install and maintain. Any upgrades or network changes can be managed from the base tone controller with minimal field assistance.



FALLA DE ORIGEN

OCM 2000

Optical Communications Module

SPECIFICATIONS

Aggregate Capacity	Up to 22 channels supported in any combination of 1 to 21 channels		
Aggregate Rate	24 standard rates from 2.4 Kbps to 2.48 Mbps (including X.25 and HDLC rates)		
Aggregate Interfaces	V.34, E1, G.703, G.704, RS-422, RS-423, RS-485, RS-486, RS-487, RS-488, RS-489, RS-490, RS-491, RS-492, RS-493, RS-494, RS-495, RS-496, RS-497, RS-498, RS-499, RS-500, RS-501, RS-502, RS-503, RS-504, RS-505, RS-506, RS-507, RS-508, RS-509, RS-510, RS-511, RS-512, RS-513, RS-514, RS-515, RS-516, RS-517, RS-518, RS-519, RS-520, RS-521, RS-522, RS-523, RS-524, RS-525, RS-526, RS-527, RS-528, RS-529, RS-530, RS-531, RS-532, RS-533, RS-534, RS-535, RS-536, RS-537, RS-538, RS-539, RS-540, RS-541, RS-542, RS-543, RS-544, RS-545, RS-546, RS-547, RS-548, RS-549, RS-550, RS-551, RS-552, RS-553, RS-554, RS-555, RS-556, RS-557, RS-558, RS-559, RS-560, RS-561, RS-562, RS-563, RS-564, RS-565, RS-566, RS-567, RS-568, RS-569, RS-570, RS-571, RS-572, RS-573, RS-574, RS-575, RS-576, RS-577, RS-578, RS-579, RS-580, RS-581, RS-582, RS-583, RS-584, RS-585, RS-586, RS-587, RS-588, RS-589, RS-590, RS-591, RS-592, RS-593, RS-594, RS-595, RS-596, RS-597, RS-598, RS-599, RS-600, RS-601, RS-602, RS-603, RS-604, RS-605, RS-606, RS-607, RS-608, RS-609, RS-610, RS-611, RS-612, RS-613, RS-614, RS-615, RS-616, RS-617, RS-618, RS-619, RS-620, RS-621, RS-622, RS-623, RS-624, RS-625, RS-626, RS-627, RS-628, RS-629, RS-630, RS-631, RS-632, RS-633, RS-634, RS-635, RS-636, RS-637, RS-638, RS-639, RS-640, RS-641, RS-642, RS-643, RS-644, RS-645, RS-646, RS-647, RS-648, RS-649, RS-650, RS-651, RS-652, RS-653, RS-654, RS-655, RS-656, RS-657, RS-658, RS-659, RS-660, RS-661, RS-662, RS-663, RS-664, RS-665, RS-666, RS-667, RS-668, RS-669, RS-670, RS-671, RS-672, RS-673, RS-674, RS-675, RS-676, RS-677, RS-678, RS-679, RS-680, RS-681, RS-682, RS-683, RS-684, RS-685, RS-686, RS-687, RS-688, RS-689, RS-690, RS-691, RS-692, RS-693, RS-694, RS-695, RS-696, RS-697, RS-698, RS-699, RS-700, RS-701, RS-702, RS-703, RS-704, RS-705, RS-706, RS-707, RS-708, RS-709, RS-710, RS-711, RS-712, RS-713, RS-714, RS-715, RS-716, RS-717, RS-718, RS-719, RS-720, RS-721, RS-722, RS-723, RS-724, RS-725, RS-726, RS-727, RS-728, RS-729, RS-730, RS-731, RS-732, RS-733, RS-734, RS-735, RS-736, RS-737, RS-738, RS-739, RS-740, RS-741, RS-742, RS-743, RS-744, RS-745, RS-746, RS-747, RS-748, RS-749, RS-750, RS-751, RS-752, RS-753, RS-754, RS-755, RS-756, RS-757, RS-758, RS-759, RS-760, RS-761, RS-762, RS-763, RS-764, RS-765, RS-766, RS-767, RS-768, RS-769, RS-770, RS-771, RS-772, RS-773, RS-774, RS-775, RS-776, RS-777, RS-778, RS-779, RS-780, RS-781, RS-782, RS-783, RS-784, RS-785, RS-786, RS-787, RS-788, RS-789, RS-790, RS-791, RS-792, RS-793, RS-794, RS-795, RS-796, RS-797, RS-798, RS-799, RS-800, RS-801, RS-802, RS-803, RS-804, RS-805, RS-806, RS-807, RS-808, RS-809, RS-810, RS-811, RS-812, RS-813, RS-814, RS-815, RS-816, RS-817, RS-818, RS-819, RS-820, RS-821, RS-822, RS-823, RS-824, RS-825, RS-826, RS-827, RS-828, RS-829, RS-830, RS-831, RS-832, RS-833, RS-834, RS-835, RS-836, RS-837, RS-838, RS-839, RS-840, RS-841, RS-842, RS-843, RS-844, RS-845, RS-846, RS-847, RS-848, RS-849, RS-850, RS-851, RS-852, RS-853, RS-854, RS-855, RS-856, RS-857, RS-858, RS-859, RS-860, RS-861, RS-862, RS-863, RS-864, RS-865, RS-866, RS-867, RS-868, RS-869, RS-870, RS-871, RS-872, RS-873, RS-874, RS-875, RS-876, RS-877, RS-878, RS-879, RS-880, RS-881, RS-882, RS-883, RS-884, RS-885, RS-886, RS-887, RS-888, RS-889, RS-890, RS-891, RS-892, RS-893, RS-894, RS-895, RS-896, RS-897, RS-898, RS-899, RS-900, RS-901, RS-902, RS-903, RS-904, RS-905, RS-906, RS-907, RS-908, RS-909, RS-910, RS-911, RS-912, RS-913, RS-914, RS-915, RS-916, RS-917, RS-918, RS-919, RS-920, RS-921, RS-922, RS-923, RS-924, RS-925, RS-926, RS-927, RS-928, RS-929, RS-930, RS-931, RS-932, RS-933, RS-934, RS-935, RS-936, RS-937, RS-938, RS-939, RS-940, RS-941, RS-942, RS-943, RS-944, RS-945, RS-946, RS-947, RS-948, RS-949, RS-950, RS-951, RS-952, RS-953, RS-954, RS-955, RS-956, RS-957, RS-958, RS-959, RS-960, RS-961, RS-962, RS-963, RS-964, RS-965, RS-966, RS-967, RS-968, RS-969, RS-970, RS-971, RS-972, RS-973, RS-974, RS-975, RS-976, RS-977, RS-978, RS-979, RS-980, RS-981, RS-982, RS-983, RS-984, RS-985, RS-986, RS-987, RS-988, RS-989, RS-990, RS-991, RS-992, RS-993, RS-994, RS-995, RS-996, RS-997, RS-998, RS-999, RS-1000		
Channel Capacity	Varies based on specific configuration		
Shell	13 slots available in the 2-shell configuration (less space available as you add options)		
Electro-Mech	13 slots available to support as many as 10 data channels (10 slots)		
Channel Modules:			
High Speed, Single Channel Data Module			
Channels	1		
Rates	200 kbps to 1.2 Kbps asynchronous; 200 to 1.04 Kbps synchronous; 200 to 1.2 Mbps (including X.25 and HDLC rates)		
Interfaces	EIA-422, EIA-232, RS-422A, RS-423, RS-424, RS-425, RS-426, RS-427, RS-428, RS-429, RS-430, RS-431, RS-432, RS-433, RS-434, RS-435		
Dual Channel Data Module			
Channels	2		
Rates	200 kbps to 1.2 Kbps w/ or w/o async		
Interfaces	EIA-422, EIA-232		
Single Channel Data Compression Module			
Channels	1		
Rates	200 kbps to 1.2 Mbps		
Interfaces	EIA-232, EIA-232, RS-422A, RS-423, RS-424, RS-425, RS-426, RS-427, RS-428, RS-429, RS-430, RS-431, RS-432, RS-433, RS-434, RS-435		
Compression Ratio	Up to 4:1		
Data Format	Serial (asynchronous)		
Protocols Supported	Most standard ones, with automatic free-rotation up to 1000 states/1000		
Compatibility	Fully compatible with TMS Turbo Comp. (with optional 1000 state/1000 compression)		
ADPCM Voice Channel Module			
Rates	16, 24, 32 and 64 Kbps		
Interface	2W, 4W		
Electro-Mech	Optional		
Signaling	FMS (loop start and ground start), FMO (loop start only), E&M		
Batteries & Ring	Internal or external		
TELETYPE Channel Module			
Rates	96 and 4.5 Kbps		
Interface	2W, 4W		
Electro-Mech	Internal		
Signaling	FMS (loop start and ground start), FMO (loop start only), E&M		
Batteries & Ring	Internal or external		
Fax Bypass	Group III at up to 9.6 Kbps		
CELL Voice Channel Module			
Rates	9.6 and 1.8 Kbps		
Interface	2W, 4W		
Electro-Mech	Internal		
Signaling	FMS (loop start and ground start), FMO (loop start only), E&M		
Batteries & Ring	Internal or external		
Fax Bypass	Group III at 1.8 Kbps; with optional up to 9.6 Kbps		
OCM Packet Processor Module			
LAN Interface	4 to 16 Mbps Token Ring or Ethernet		
SNA/SDLC Interface	Up to 2.0 Mbps RS-232, RS-422 or V.35		
Protocol Support	TCP/IP, IPX, NetBIOS		
Routing Protocol	RIP, TST, SR, SMT, PIR, OSHF, LARIP		
Frame Relay Interface	Up to 2.0 Mbps, RS-232, RS-422, V.35, or V.36		
Frame Relay Standards	ANSI 96.012 and Q1, CCITT Q.931 and Q.932, Sprint 71.005		
Max. Number of QPUs	12 OCM 4		
Physical/Environmental			
	10-Slot Enclosure	16-Slot Enclosure	16-Slot Shelf
Height	450 mm (17.7 in.)	450 mm (17.7 in.)	450 mm (17.7 in.)
Width	442 mm (17.4 in.)	442 mm (17.4 in.)	442 mm (17.4 in.)
Depth	292 mm (11.5 in.)	292 mm (11.5 in.)	292 mm (11.5 in.)
Power	One 100-watt power supply for 117 CW, 220 V AC or 24 V DC	Each shelf accepts one or two 100-watt supplies for 117 V AC, 220 V AC, 24 V DC, or 48 V DC	Each shelf accepts one or two 100-watt supplies for 117 V AC, 220 V AC, 24 V DC, or 48 V DC
Temperature	0 to 50 degrees C (operating) -40 to 70 degrees C (storage) 0 to 90 degrees C (shipping)		
Humidity	10 to 90% RH (operating)		
Altitude	Up to 2000 m (6562 ft.) (with 100-watt power supply) Up to 10000 m (32808 ft.) (with 200-watt power supply)		
Safety/EMI	Complies with worldwide standards		
Note:	Maximum number of modules per shelf varies with shelf configuration		

World Headquarters

General DataComm

10000 W. 16th Ave., Suite 1000

Denver, CO 80202

303-750-1000

Telex: 154200 GDCOM

Fax: 303-750-1000

Circle 10 on Reader Service Card

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

V.35 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

V.36 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

ANSI 96.012 is a registered trademark of the American National Standards Institute.

Q.931 and Q.932 are registered trademarks of the International Telecommunications Union.

Sprint 71.005 is a registered trademark of Sprint.

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

V.35 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

V.36 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

ANSI 96.012 is a registered trademark of the American National Standards Institute.

Q.931 and Q.932 are registered trademarks of the International Telecommunications Union.

Sprint 71.005 is a registered trademark of Sprint.

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

V.35 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

V.36 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

ANSI 96.012 is a registered trademark of the American National Standards Institute.

Q.931 and Q.932 are registered trademarks of the International Telecommunications Union.

Sprint 71.005 is a registered trademark of Sprint.

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

V.35 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

V.36 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

ANSI 96.012 is a registered trademark of the American National Standards Institute.

Q.931 and Q.932 are registered trademarks of the International Telecommunications Union.

Sprint 71.005 is a registered trademark of Sprint.

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

V.35 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

V.36 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

ANSI 96.012 is a registered trademark of the American National Standards Institute.

Q.931 and Q.932 are registered trademarks of the International Telecommunications Union.

Sprint 71.005 is a registered trademark of Sprint.

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

V.35 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

V.36 is a registered trademark of the International Telecommunications Union.

ANSI 96.012 is a registered trademark of the American National Standards Institute.

Q.931 and Q.932 are registered trademarks of the International Telecommunications Union.

Sprint 71.005 is a registered trademark of Sprint.

© 1991 General DataComm

All rights reserved.

Printed in U.S.A.

OCM 2000 is a registered trademark of General DataComm.

TELETYPE is a registered trademark of International Business Machines Corporation.

TCP/IP is a registered trademark of the United States Department of Defense.

IPX is a registered trademark of Novell.

NetBIOS is a registered trademark of Microsoft Corporation.

RIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

SMT is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

PIR is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

OSHF is a registered trademark of the University of California at Berkeley.

LARIP is a registered trademark of the University of California at Berkeley.