

01126
27



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

IMPLANTACION DE LOS SERVICIOS DE TELEFONIA IP EN
UNA RED CORPORATIVA DE DATOS TIPO ETHERNET

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA
(AREA ELECTRICA - ELECTRONICA)

P R E S E N T A N :

JOSE JORGE GARCIA TORRES
VLADIMIR MELENDEZ FLORES
DANIEL TORRES CHAVEZ

ING. JUAN MANUEL GOMEZ GONZALEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA

MARZO DEL 2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi padre ya mi madre por brindarme una segunda oportunidad y apoyarme a finalizar este proyecto.

A mi tía Toñita por encontrarse presente en los momentos mas difíciles de mi carrera.

A Gloria y Adriana por su comprensión y su tiempo.

A mi abuelo Pepe y mi abuela Gude porque iniciaron este proyecto.

Y principalmente a la Universidad Nacional Autónoma de México, así como a sus profesores por darme una carrera de alta calidad.

José Jorge García Torres

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

*A Alma, Eduardo y Pável,
Por el apoyo y cariño que me han dado*

A la Universidad Nacional Autónoma de México

*A Ana Vilma,
Por el amor que me da,
y su invaluable apoyo.*

Vladimir Meléndez Flores

A la UNAM por la oportunidad que me brindó.

A mis Padres y Familia por el apoyo y paciencia durante tantos años.

A mis Amigos de los que aprendí lo mejor de lo mejor.

A Griss que me motivo a realizar este trabajo.

Daniel Torres Chávez

ÍNDICE

1	<u>INTRODUCCIÓN</u>	2
2	<u>MARCO TEÓRICO</u>	5
2.1	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	5
2.1.1	MEDIOS GUIADOS	5
2.1.2	MEDIOS NO GUIADOS	10
2.2	TIPOS DE REDES	13
2.2.1	REDES DE DATOS	13
2.2.2	REDES DE ÁREA LOCAL	13
2.2.3	REDES DE ÁREA METROPOLITANA	15
2.2.4	RED DE ÁREA EXTENSA	20
2.3	TOPOLOGÍAS DE REDES	29
2.3.1	TOPOLOGÍA BUS (LINEAL)	29
2.3.2	TOPOLOGÍA EN ANILLO (RING)	30
2.3.3	TOPOLOGÍA ESTRELLA	31
2.3.4	TOPOLOGÍA BUS EN ESTRELLA	32
2.3.5	INTERREDES	33
2.4	PROTOCOLO DE REDES	33
2.4.1	MODELO OSI	35
2.4.2	PROTOSCOLOS DE BAJO NIVEL	35
2.4.3	PROTOSCOLOS LÓGICOS DE RED	36
2.4.4	FRAME RELAY	43
2.5	DISTRIBUCIÓN AUTOMÁTICA DE LLAMADAS (AUTOMATIC CALL DISTRIBUTION)	46
2.6	VOZ SOBRE IP	47
2.6.1	EL ESTÁNDAR H.323	49
2.6.2	REDES VOIP	53
2.6.3	VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DE VOZ SOBRE IP	55
2.6.4	LA VOZ SOBRE INTERNET	59
3	<u>ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN INTEGRAL</u>	62
3.1	ANTECEDENTES	62
3.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	65
3.3	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	66
3.4	COMPARACIÓN Y SELECCIÓN DE SOLUCIÓN	75
3.5	IMPLANTACIÓN	76
4	<u>CONCLUSIONES</u>	90
5	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	95
6	<u>GLOSARIO</u>	98

1 INTRODUCCIÓN

La red telefónica de nuestros días, no ha cambiado de forma significativa desde los años ochenta; durante todo este tiempo los avances en redes de datos han sido muy importantes, tanto en fiabilidad y capacidad como en costos. Todos estos adelantos se han podido aplicar a nuestras comunicaciones de voz gracias a los últimos desarrollos presentados sobre la tecnología Voz IP.

Las redes desarrolladas a lo largo de los años para transmitir las conversaciones vocales, se basaban en el concepto de conmutación de circuitos, esto es, que en para el establecimiento de una comunicación se requiere el establecimiento de un circuito físico durante el tiempo que dura ésta, lo que significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra hasta que la primera no finalice, incluso durante los silencios que se suceden dentro de una conversación típica.

En contraposición a esto tenemos las redes de datos, basadas en el concepto de conmutación de paquetes, o sea, una misma comunicación sigue diferentes caminos entre origen y destino durante el tiempo que dura, lo que significa que los recursos que intervienen en una conexión pueden ser utilizados por otras conexiones que se efectúen al mismo tiempo.

Es obvio que el segundo tipo de redes proporciona a los operadores una relación ingreso/recursos mayor, es decir, con la misma cantidad de inversión en infraestructura de red, obtiene mayores ingresos con las redes de conmutación de paquetes, pues puede prestar más servicio a sus clientes. Otra posibilidad sería que prestara más calidad de servicio y velocidad de transmisión por el mismo precio.

Este tipo de redes también tiene desventajas. Transportan la información dividida en paquetes, por lo que una conexión suele consistir en la transmisión de más de un paquete. Estos paquetes pueden perderse, y además no hay una garantía sobre el tiempo que tardarán en llegar de un extremo al otro de la comunicación.

Estos problemas de calidad de servicio telefónico a través de redes de conmutación de paquetes van disminuyendo con la evolución de las tecnologías involucradas

Dentro de todo este marco presentado, podemos repasar en que puede afectar el paso a Voz IP de las comunicaciones de voz principalmente para las empresas.

Empezamos por la propia instalación de red. Hasta el momento, toda instalación requería un cableado para datos y otro independiente para voz. La instalación de una sola red dentro del ámbito de la empresa ya de por sí supone una ventaja importante, si a esto añadimos costos de mantenimiento, gestión, etc., la ventaja es clara.

Otro aspecto importante ligado a la instalación de la red es que realmente la red de datos suele estar más ramificada que las redes de voz. Multitud de compañías con sucursales, delegaciones o filiales mantienen conexiones permanentes entre las diversas localizaciones para centralización de datos informáticos. Con un sistema integrado de Voz IP, toda llamada interna es realmente interna, sin necesidad de contar con soporte externo.

Dando un repaso detallado al hardware necesario pasamos a los teléfonos o terminales. Aquí pueden coexistir claramente soluciones híbridas con teléfonos IP y teléfonos software en función de las necesidades de cada usuario.

La telefonía IP ofrece la oportunidad de integrar la red de voz (telefonía convencional) a la red de datos, reduciendo de esta forma la inversión en redes independientes y brindando un mayor valor agregado al sistema telefónico una empresa.

Esta tecnología, basada en el Protocolo de Internet (IP), modifica radicalmente el esquema tradicional de comunicación de voz, al trasladarlo al mundo de los datos y unificar todos los servicios, en una sola red.

Algunas ventajas que ofrece la solución de telefonía IP es que es fácilmente escalable, permite la unificación de los medios de comunicación modernos (correo electrónico, fax y correo de voz) en una sola aplicación, es de simple administración y puede acceder recursos empresariales, tales como bases de datos.

Asimismo, al incorporar esta tecnología, se elimina el costo del mantenimiento del sistema telefónico convencional y la inversión en llamadas locales e internacionales hacia localidades remotas de la misma empresa empleando VoIP.

Al emplearse la red empresarial para transportar la voz, las llamadas a sucursales se realizan a través de los propios enlaces de acceso a la WAN, es decir no hay que incurrir en los gastos tradicionales con el proveedor del servicio de telefonía convencional.

Las empresas también obtienen un importante ahorro pues evitan tener que invertir en la instalación de nuevos cableados y distintas redes, mediante la unificación de todos los sistemas de comunicación a través de un solo protocolo: IP.

La empresa en la que enfocaremos esta tesis la denominamos "cliente", desarrolla recursos de tecnología y posee una penetración muy importante en el mercado, cuenta con oficinas en Santa Fe (Ciudad de México), Tlalnepantla (Estado de México), Querétaro (Querétaro), Monterrey (Nuevo León), Ciudad Juárez (Chihuahua), Torreón (Coahuila), y Chihuahua (Chihuahua). Todos estos nodos se interconectan a Santa Fe por medio de diversos enlaces E-1 multipunto, en los cuales se utilizan sólo algunos canales o un enlace E-1 completo dependiendo de la cantidad de usuarios en cada oficina.

El objetivo del presente trabajo es evaluar las diferentes alternativas y seleccionar la solución óptima para incrementar los servicios de red de voz y datos a usuarios remotos de la red de nuestro "cliente", proporcionando calidad en el servicio.

El método para resolver el problema es el análisis de las diferentes alternativas tecnológicas, considerando las ventajas y desventajas que da cada solución, aportando el marco de referencia necesario para comprender las tecnologías empleadas en cada propuesta y disponer de los elementos técnicos necesarios para seleccionar la mejor alternativa, de acuerdo a las necesidades y limitaciones de nuestro cliente.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Medios De Transmisión

El propósito de los medios de transmisión es transportar información de un lugar a otro. Actualmente el usuario puede decidir cuál de los distintos medios pueden utilizar para dicha transmisión. Para ello es necesario tomar en cuenta sus características de ancho de banda, retraso, costo, flexibilidad de instalación y mantenimiento. Para su estudio, los medios de transmisión los clasificaremos como: Guiados y No Guiados.

Los medios Guiados se fabrican de forma que las señales se confinan a un canal de transmisión estrecho y que se puede predecir su comportamiento. Son habituales, los cables de Par Trenzado, Cables Coaxiales y Cables de Fibra Óptica.

En contraste, los medios No Guiados son parte del entorno natural a través de los cuales se transmiten las señales en forma de ondas electromagnéticas.

2.1.1 Medios Guiados

Par Trenzado. - Uno de los primeros medios de transmisión y todavía el más común es el par trenzado. Los pares trenzados se usan tanto para transmisión de señales analógicas como digitales. El ancho de banda depende del grosor del cable, de la distancia y de los factores de ruido que lo afecten.

El cable esta compuesto internamente por un conductor que es de alambre de cobre recocido de tipo circular, aislado por una capa de polietileno coloreado. Debajo del aislante de color existe otra capa de aislamiento también de polietileno, que contiene en su composición una sustancia antioxidante para evitar la corrosión del cable. El conductor solo tiene un diámetro de aproximadamente medio milímetro y adicionando el aislamiento, el diámetro puede superar el milímetro (ver figura 2.1).

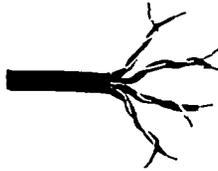


Figura 2.1 Cable par trenzado UTP.

Una vez fabricados unitariamente y aislados, los cables se trenzan en pares de acuerdo al color de cada uno de ellos. Aún así estos se vuelven a unir a otros formando estructuras mayores: los pares se agrupan en subgrupos, los subgrupos se agrupan en grupos, los grupos se agrupan en superunidades, y las superunidades se agrupan en el denominado cable.

Estos cables a su vez se subdividen por categorías de acuerdo a sus características de capacidad de transmisión e inmunidad a efectos de ruido.

Las variantes del cable par trenzado son:

UTP (Unshielded Twisted Pair) Par trenzado no blindado. Muy sensible a interferencias, tanto exteriores como procedentes de pares adyacentes. Es muy flexible y se utiliza habitualmente en telefonía. Su impedancia característica es de 100 Ohms. La norma EIA/TIA568 los divide en varias categorías:

UTP categoría 1: Especialmente diseñado para telefonía.

UTP categoría 2: Transmisión de voz y datos para frecuencias hasta 4 Mbps.

UTP categoría 3: Transmisión de voz y datos para frecuencias hasta 16 Mbps.

UTP categoría 4: Transmisión de voz y datos para frecuencias hasta 20 Mbps.

UTP categoría 5: Transmisión de voz y datos para frecuencias hasta 100 Mbps.

STP (Shielded Twisted Pair) Par trenzado blindado. Cada par individual va envuelto por una malla metálica, y a su vez el conjunto del cable se recubre por otra malla, haciendo de jaula de Faraday, lo que provoca que haya mucha menos diafonía, interferencias y atenuación. Se trata de cables más rígidos y caros que el UTP.

FTP (Foiled Twisted Pair) Par trenzado forrado.

Cable Coaxial. - Consiste en un alambre de cobre rígido como núcleo, rodeado por un material dieléctrico, el cual a su vez está forrado por un conductor cilíndrico, que con

frecuencia es una malla metálica de tejido fuertemente trenzado de forma helicoidal. El conductor es después cubierto con una envoltura protectora de plástico (ver figura 2.2).

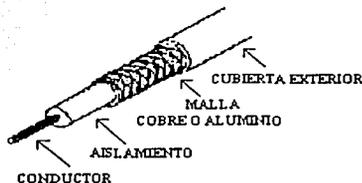


Figura 2.2 Estructura genérica de un cable coaxial.

El material dieléctrico define de forma importante la capacidad del cable coaxial en cuanto a velocidad de transmisión por el mismo; en la tabla 2.1 se muestra la velocidad que las señales pueden alcanzar en su interior con referencia a la velocidad de la luz.

Material Dieléctrico	% Velocidad Luz	Velocidad (Km./ seg.)
Poliétileno sólido	65.9%	197,700
Poliétileno Espumoso	80.0%	240,000
Poliétileno	88.0%	264,000
Teflón sólido	69.4%	208,200
Elastipar	66.0%	198,000
Teflón Expandido	85.0%	255,000

Tabla 2.1 Velocidad que las señales pueden alcanzar en su interior con referencia a la velocidad de la luz.

El cable coaxial tiene una amplia aplicación en los diferentes tipos de redes de transmisión de datos, en telefonía y especialmente en televisión por cable.

Las dos clases de cable coaxial más utilizados son:

- Cable Coaxial de Banda Base: Es el que se usa comúnmente para transmisión de datos digitales, tiene una impedancia de 50 ohms. Su construcción y blindaje le refieren una buena combinación de elementos de ancho de banda y excelente inmunidad al ruido. Puede alcanzar una distancia de 1 Km hasta 2 Gbps. Se denomina como RG-62 o RG-58 según el tipo de red de datos donde se vayan a usar (por ejemplo: Aenet o Ethernet).

- ◆ **Cable Coaxial de Banda Ancha:** Transporta señales analógicas y es el cableado estándar de los sistemas de televisión por cable. Tiene una impedancia estándar de 75 ohms y puede llegar a un ancho de banda de hasta 300-450 Mhz en distancias hasta 100 Kms o más con amplificadores. También se le conoce como cable CATV. Los sistemas de transmisión en telefonía definen como primer estándar el uso del cable coaxial como medio de transmisión en los sistemas PDH.

Fibra Óptica.- Es un filamento de cristal de alta pureza construido de dos cilindros concéntricos de diferente índice de refracción que mediante fenómenos ópticos de reflexión y refracción de la luz transporta información mediante señales luminosas. Generalmente esta luz es de tipo infrarrojo y no es visible al ojo humano.

El diámetro de una fibra es extremadamente pequeño, 125 micras, aún con su cubierta de plástico no sobrepasa las 250 micras, por lo que optimiza las canalizaciones existentes realizadas para cables coaxiales o de multipar. Su estructura es relativamente sencilla, aunque la mayor complejidad radica en su fabricación. La fibra óptica está compuesta por dos capas: una denominada núcleo (*core*) y la otra denominada revestimiento (*cladding*). El hilo de vidrio extra delgado está cubierto por una capa plástica que le brinda la protección necesaria, aunque normalmente un gran conjunto de fibras se unen entre sí para obtener mayor seguridad en un cable (ver figura 2.3).



Figura 2.3 Estructura de la fibra óptica.

La fibra óptica, entonces, ofrece muchas ventajas:

- ◆ **Ligera:** El peso específico del vidrio es apenas un cuarto del peso específico del cobre.
- ◆ **Baja Atenuación:** La fibra óptica alcanza atenuaciones del orden de 0.15 dB/Km.
- ◆ **Libre de Corrosión;** Son pocos los agentes que atacan al cristal de silicio.
- ◆ **Gran Ancho de Banda:** Puede manejar anchos de banda de hasta varias decenas de Ghz.
- ◆ **Inmune a Interferencias Electromagnéticas:** las fibras ópticas son dieléctricas y no hay inducción debido a interferencias externas o descargas eléctricas.

Las fibras ópticas se pueden clasificar de acuerdo al modo de propagación que dentro de ellas describen los rayos de luz emitidos (ver figura 2.4).

Monomodo: En este tipo de fibra, los rayos de luz transmitidos por la fibra viajan linealmente y se puede considerar como el modelo más sencillo de fabricar.

Multimodo (Gradiente de índice): Este tipo de fibra son mas costosas y tienen una capacidad realmente amplia. El índice de refracción del núcleo varía del más alto hacia el más bajo en el recubrimiento. Este hecho produce un efecto espiral en todo rayo introducido en la fibra, el cual describe una forma helicoidal a medida que va avanzando la fibra.

Multimodo (Salto de índice): Este tipo de fibra, se denomina de multimodo índice escalonado. La producción resulta adecuada en cuanto a tecnología y precio se refiere.

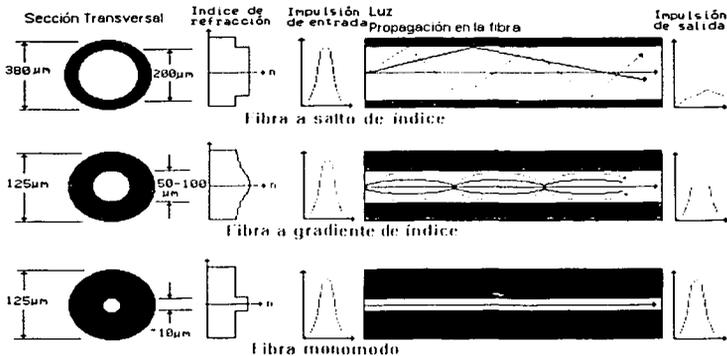


Figura 2.4 Propagación de la luz en los tres tipos de fibras

Algunas aplicaciones de la fibra óptica son las siguientes, de acuerdo al tipo de fibra óptica:

- ♦ Monomodo: Cables submarinos, cables interurbanos a 140 y 565 Mb/s.
- ♦ Multimodo: Rutas urbanas o provinciales hasta 140 Mb/s.
- ♦ Multimodo (Rev. de vidrio): Redes de abonados, distribución de T.V. y redes locales.
- ♦ Multimodo (Rev. de plástico): Transmisión de datos, redes locales, redes punto a punto aplicaciones militares.

El cableado submarino en la actualidad ha proporcionado una solución a interconexiones transatlánticas, que comparado con los satélites se tiene una velocidad de comunicación

más rápida, casi sin retardos y las atenuaciones y las pérdidas están mas controladas por fibra óptica que por vía satélite.

En la tabla 2.2 se muestra un comparativo de las características de transmisión de los principales medios de transmisión guiados.

Medios de transmisión	Razón de Datos	Ancho de Banda	Separación de Repetidores
Par Trenzado	4 Mbps. A 600Mbps.	3Mhz.	2 a 10 Km.
Cable Coaxial	500 Mbps. A 2 Gbps.	350 Mhz.	1 a 10 Km.
Fibra Óptica	2Gbps.	1Ghz. a 1,000Ghz.	10 a 150Km.

Tabla 2.2 Comparativo de las principales características de los medios de transmisión guiados

2.1.2 Medios No Guiados

Sistemas De Radioenfases.- Son, en muchas aplicaciones, una alternativa muy valiosa a los sistemas de cableado: sean por cobre o por fibra. La determinación del medio a utilizar, depende de factores como el costo, efectividad, la topografía y la seguridad. Las ondas de radio pueden ser propagadas desde una antena transmisora a una antena receptora a lo largo de la superficie terrestre a través de la atmósfera, o rebotando en reflectores naturales o artificiales.

Las ondas de radio tienen tres formas de propagarse:

- Propagación por onda terrestre: En este tipo de propagación, las ondas mantienen un contacto constante con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora a la receptora. Este fenómeno suscita la aparición de corrientes eléctricas al nivel de la tierra que llegan a interferir la onda original, introduciéndose a la misma en la forma de ruido. Adicionalmente, la onda se va debilitando hasta prácticamente desaparecer del alcance de cualquier radioreceptor.
- Propagación por línea recta o alcance visual: Este tipo de propagación se caracteriza porque la onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa hacia la antena receptora, sin tocar la superficie del terreno. Este tipo de transmisión es empleado particularmente para las frecuencias más altas como VHF y UHF. Típicamente los servicios de TV y FM emplean este tipo de transmisión.
- Propagación por onda especial o Tropodifusión: La mayoría de las ondas que están dentro de la frecuencia de 3 a 30 MHz se realizan mediante onda especial, excepto las

de radioaficionados. Este tipo de onda es lanzada por la antena transmisora hacia la ionosfera y rebota retornando a la tierra.

Radioenlaces.- es un conjunto de equipos y accesorios que conectados a una Línea Telefónica convencional, trasladan todas las facilidades de dicha línea a otro punto de forma inalámbrica y en forma "transparente " para el usuario. La distancia que se puede cubrir con estos equipos depende de las condiciones del terreno. Es necesario que no existan obstáculos geográficos que impidan el pase de la señal radial. Sin embargo, en condiciones normales se puede hablar de distancias de hasta 70 a 80 Kilómetros.

Satélites.- Este es uno de los tipos de canales de transmisión de datos más sofisticados, como también de los más caros. Afortunadamente su socialización ha logrado abaratar sus costos de accesibilidad.

Los satélites varían abundantemente en características como en funciones. Su peso varía entre los 50 kilos y los 2,000 kilos. Tienen capacidades para manipular de forma simultánea, de 250 a 40,000 enlaces. Su tiempo de vida útil varía de 1.5 a 10 años.

Un satélite está compuesto fundamentalmente por un cuerpo rectangular o cilindro, donde alberga todos sus equipos de control, no solo de comunicaciones, sino también de control de navegación. A forma de brazos, se hallan a los lados del cilindro los paneles solares, siempre dirigidos hacia la luz del sol, fuente de energía para el satélite y todas las funciones que debe cumplir. Tiene la enorme capacidad de generar 2,000 Watts o más de potencia, según las dimensiones y consumo eléctrico del satélite (ver figura 2.5).



Figura 2.5 Sistema satelital .

La más grande ventaja de la transmisión satelital es que puede llegar a cualquier parte del globo terráqueo sin ningún problema. Adicionalmente, la transmisión satelital soporta un elevado número de enlaces simultáneos. Como desventaja, se puede mencionar que presenta problemas, particularmente relacionados a condiciones atmosféricas deplorables, que pueden dañar severamente la calidad final de las comunicaciones.

Otro aspecto negativo es el terrible tiempo que tardan los datos en subir y bajar al satélite, dada la elevada altura a la que los mismos se hallan.

Los satélites pueden ser ubicados a distintas distancias de la tierra y a velocidades diferentes de la de rotación. Los satélites más conocidos son

Satélites GEO (Geosíncronos). Las órbitas Geoestacionarias son las más codiciadas, aunque las que requieren de mayor precisión (mínimo 2 grados entre satélites) y representan el mayor gasto, tanto en la puesta en órbita como en la tecnología del satélite en sí, la mayor ventaja de ellos es que se mantienen fijos respecto de la estación terrena por lo que no se requiere de la computadora de rastreo, no existen interrupciones en la transmisión ya que siempre están en línea de vista y debido a su altura su área de cobertura es muy amplia lo que permite establecer comunicación entre diferentes estaciones terrenas.

Los satélites de comunicaciones no geoestacionarios son un cuerpo de masa menor que gira alrededor de otro cuerpo de masa mayor (la Tierra), a diferente altura de la órbita geoestacionaria. Su función principal es proporcionar una plataforma en una órbita, para el relevo de voz, video y comunicación de datos, entre dos estaciones terrenas.

Aplicaciones: Análisis de suelos, Meteorología, Sistemas de Comunicación Personal (PCS) inalámbricos, de tipo global mediante constelaciones de satélites con cobertura celular (Iridium, GlobalStar, ver figura 2.6)

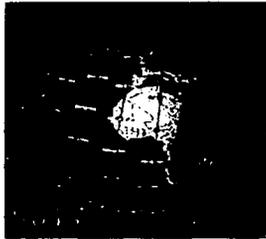


Figura 2.6 Constelaciones de satélites con cobertura celular (Iridium, GlobalStar)

2.2 Tipos De Redes

2.2.1 Redes de datos

Una red de datos es un conjunto de dispositivos tales como: computadoras (personales, mini computadoras), terminales interactivas, elementos de memorias, impresoras, dispositivos de telecomunicaciones, etc., conectados entre sí, que permite a los usuarios disponer de transferencia de datos y compartir recursos de hardware y de software.

El objetivo de una red de computadoras es compartir recursos y hacer que todos los programas y los equipos estén disponibles para cualquiera en la red, donde el recurso más importante es la información.

Dependiendo de las necesidades del usuario en cuanto al área a cubrir, la industria de telecomunicaciones ha diseñado tres tipos de redes, las cuales, hoy por hoy, ofrecen solución a cualquier demanda de los usuarios. Así, existen redes destinadas a dar cobertura a entornos locales, es decir, a diferentes departamentos de una misma compañía, un edificio o conjunto de estos, son las Redes de Área Local. (LAN) Por otra parte, existen organizaciones e incluso conjuntos de ellas que necesitan mantener contacto permanente con otras o con ellas mismas si están dispersas geográficamente. Pensando en ellas, la industria ha desarrollado las denominadas Redes de Área Extensa (WAN, Wide Area Network) y, como paso intermedio o nexo de unión entre las dos anteriores, se han comercializado las Redes de Área Metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network), las cuales unen edificios dentro de una misma área urbana.

2.2.2 Redes de Área Local

Una Red de Área Local, (LAN, por sus siglas en inglés) se define como un tipo de red privada que permite la intercomunicación entre un conjunto de terminales o equipos informáticos, que por lo general suelen ser computadoras personales, para la transmisión de información a gran velocidad en un entorno geográfico restringido.

Según el IEEE 802: "Una Red de Área Local se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones están normalmente restringidas a un área geográfica de tamaño limitado, como un edificio de oficinas, nave, o un campus, y en que puede depender de un canal físico de comunicaciones con una velocidad binaria media/alta y con una tasa de errores reducida".

Las redes de área local se basan en el hecho de que en distancias que se pueden considerar como locales, se producen el 80% de las comunicaciones, tanto de voz como de datos. En un buen número de organizaciones, un enorme tanto por ciento de las comunicaciones de voz son internas. Igualmente, la transmisión de datos o el intercambio de documentos son

en su mayoría locales. Es posible, por tanto, desarrollar técnicas específicas para la transmisión y comunicación de datos en el entorno local.

El concepto de red de área local corresponde fundamentalmente a la necesidad de compartir recursos, tales como cableado interno, periféricos en una amplia variedad y, particularmente, compartir datos y aplicaciones entre diferentes usuarios informáticos.

Características que definen una Red de Área Local.

- ◆ Permite la interconexión de dispositivos heterogéneos, muchos de ellos capaces de trabajar independientemente.
- ◆ Aporta una velocidad de transferencia de información elevada (decenas de Mbits/s).
- ◆ Su empleo está restringido a zonas geográficas poco extensas, tales como departamentos de una empresa, edificios de oficinas, campus universitarios, etc., con a lo sumo unos pocos kilómetros de longitud total.
- ◆ Los medios de comunicación, así como los diferentes componentes del sistema, suelen ser privados. En relación con esto, hay que tener en cuenta que la transmisión en este entorno reducido está libre de las regulaciones y monopolios característicos de la transmisión a larga distancia, lo cual ha facilitado el desarrollo de estos sistemas, pero, a la vez, actualmente está condicionando la expansión de este mercado.
- ◆ Se caracteriza por la facilidad de instalación y flexibilidad de reubicación de equipos y terminales, así como por el costo relativamente reducido de los componentes que utiliza.
- ◆ La instalación de una red de área local en una organización supone una alta inversión en equipamiento, formación del personal y costos de explotación; además, la implantación de una red de área local supone un gran cambio en los procedimientos de trabajo y en los procesos de acceso a la información corporativa y departamental. Por todo lo anterior, queda claro que aunque una red de área local suponga un avance tecnológico y de organización en una empresa, es necesario analizar con profundidad los costos y beneficios asociados para obtener argumentos de peso en la toma de decisiones.

Razones para instalar una Red de Área Local.

- ◆ Necesidad de compartir recursos (equipamientos e información).

Las redes locales facilitan el acceso de los usuarios a recursos compartidos permitiendo una utilización más eficiente y barata de:

- Módems y líneas de comunicaciones.
- Discos y unidades de almacenamiento masivo.
- Impresoras.
- Aplicaciones e Información.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- ◆ **Proceso Distribuido.**

Permite distribuir la carga de trabajo de las aplicaciones entre el servidor (sistemas encargados de proporcionar servicios de red a los demás puestos de trabajo) y las computadoras personales o puestos de trabajo a él conectado.

- ◆ **Sistemas de Mensajería.**

En grandes corporaciones la posibilidad de acceder a un sistema de correo tanto interior como exterior asegura un flujo fácil y eficiente de información. Además, supone un ahorro de tiempo y recursos humanos importante.

- ◆ **Bases de Datos.**

Las redes locales son plataformas ideales para mantener y compartir bases de datos, hojas de cálculo multiusuario y otras aplicaciones de equipo lógico corporativo.

- ◆ **Creación de grupos de trabajo.**

Los grupos de usuarios pueden trabajar en un departamento o ser asignados a un grupo de trabajo especial.

- ◆ **Gestión centralizada.**

Debido a que los recursos de la red están organizados alrededor del servidor (sistemas encargados de proporcionar servicios de red a los demás puestos de trabajo) su gestión resulta sencilla. Las copias de seguridad y la optimización del sistema de archivos se pueden llevar a cabo desde un único lugar.

- ◆ **Seguridad.**

La información almacenada en servidores permanece más controlada que la información gestionada por cada usuario en su computadora personal.

- ◆ **Acceso a otros sistemas operativos.**

El acceso a otros sistemas operativos permite la utilización de distintas aplicaciones de distintos entornos.

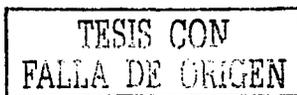
- ◆ **Mejoras en la organización de la empresa.**

Las redes pueden suponer un cambio en la estructura administrativa más importante de una organización al estimular modos de trabajo en grupo según los cuales los departamentos sólo existen a nivel lógico dentro de una gestión computerizada.

2.2.3 Redes de Área Metropolitana

Una red de área metropolitana (MAN, por sus siglas en inglés) es una red de alta velocidad (banda ancha) que, dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado de cobre a velocidades que van desde los 2 Mbits/s hasta 155 Mbits/s.

El concepto de red de área metropolitana representa una evolución del concepto de red de área local a un ámbito más amplio, cubriendo áreas de una cobertura superior que en algunos casos no se limitan a un entorno metropolitano sino que pueden llegar a una cobertura regional e incluso nacional mediante la interconexión de diferentes redes de área metropolitana



Aplicaciones:

- ◆ Interconexión de redes de área local (LAN).
- ◆ Interconexión de centrales telefónicas digitales (PBX y PABX).
- ◆ Interconexión ordenador a ordenador.
- ◆ Transmisión de video e imágenes.
- ◆ Pasarelas para redes de área extensa (WANs).

Una red de área metropolitana puede ser pública o privada. Un ejemplo de MAN privada sería un gran departamento o administración con edificios distribuidos por la ciudad, transportando todo el tráfico de voz y datos entre edificios por medio de su propia MAN y encaminando la información externa por medio de los operadores públicos. Los datos podrían ser transportados entre los diferentes edificios, bien en forma de paquetes o sobre canales de ancho de banda fijos. Aplicaciones de video pueden enlazar los edificios para reuniones, simulaciones o colaboración de proyectos.

Un ejemplo de MAN pública es la infraestructura que un operador de telecomunicaciones instala en una ciudad con el fin de ofrecer servicios de banda ancha a sus clientes localizados en esta área geográfica.

Razones por las cuales se hace necesaria la instalación de una red de Área Metropolitana:

- ◆ Ancho de banda.

El elevado ancho de banda requerido por grandes computadoras y aplicaciones compartidas en red es la principal razón para usar redes de área metropolitana en lugar de redes de área local.

- ◆ Nodos de red.

Las redes de área metropolitana permiten superar los 500 nodos de acceso a la red, por lo que se hace muy eficaz para entornos públicos y privados con un gran número de puestos de trabajo.

- ◆ Extensión de red.

Las redes de área metropolitana permiten alcanzar un diámetro entorno a los 50 kms, dependiendo el alcance entre nodos de red del tipo de cable utilizado, así como de la tecnología empleada. Este diámetro se considera suficiente para abarcar un área metropolitana.

- ◆ Distancia entre nodos.

Las redes de área metropolitana permiten distancias entre nodos de acceso de varios kilómetros, dependiendo del tipo de cable. Estas distancias se consideran suficientes para conectar diferentes edificios en un área metropolitana o campus privado.

- ◆ Tráfico en tiempo real.

Las redes de área metropolitana garantizan unos tiempos de acceso a la red mínimos, lo cual permite la inclusión de servicios síncronos necesarios para aplicaciones en tiempo real, donde es importante que ciertos mensajes atraviesen la red sin retraso incluso cuando la carga de red es elevada.

- ◆ Integración voz/datos/video.

Adicionalmente a los tiempos mínimos de acceso, los servicios síncronos requieren una reserva de ancho de banda; tal es el caso del tráfico de voz y video. Por este motivo las redes de área metropolitana son redes óptimas para entornos de tráfico multimedia, si bien no todas las redes metropolitanas soportan tráficos síncronos (transmisión de información a intervalos constantes).

- ◆ Alta disponibilidad.

Disponibilidad referida al porcentaje de tiempo en el cual la red trabaja sin fallos. Las redes de área metropolitana tienen mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos, lo cual permite a la red recuperar la operación normal después de uno. Cualquier fallo en un nodo de acceso o cable es detectado rápidamente y aislado. Las redes MAN son apropiadas para entornos como control de tráfico aéreo, aprovisionamiento de almacenes, bancos y otras aplicaciones comerciales donde la indisponibilidad de la red tiene graves consecuencias.

- ◆ Alta fiabilidad.

Fiabilidad referida a la tasa de error de la red mientras se encuentra en operación. Se entiende por tasa de error el número de bits erróneos que se transmiten por la red. En general la tasa de error para fibra óptica es menor que la del cable de cobre a igualdad de longitud. La tasa de error no detectada por los mecanismos de detección de errores es del orden de 10-20. Esta característica permite a las redes de área metropolitana trabajar en entornos donde los errores pueden resultar desastrosos como es el caso del control de tráfico aéreo.

- ◆ Alta seguridad.

La fibra óptica ofrece un medio seguro porque no es posible leer o cambiar la señal óptica sin interrumpir físicamente el enlace. La rotura de un cable y la inserción de mecanismos ajenos a la red implica una caída del enlace de forma temporal.

- ◆ Inmunidad al ruido.

En lugares críticos donde la red sufre interferencias electromagnéticas considerables la fibra óptica ofrece un medio de comunicación libre de ruidos.

Aplicación.

El ámbito de aplicación más importante de las redes de área metropolitana es la interconexión de redes de área local sobre un área urbana, pero hay otros usos claramente identificados, como la interconexión de redes de área local sobre un complejo privado de múltiples edificios y redes de alta velocidad que eliminan las barreras tecnológicas (ver figura 2.7). A continuación se describen en mayor detalle estos escenarios de aplicación:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

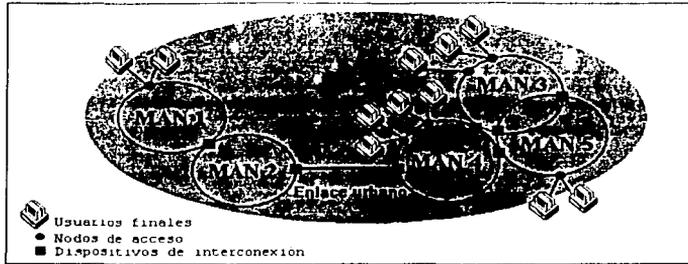


Figura 2.7 Esquema de redes metropolitanas unidas mediante dispositivos de interconexión (puentes)

Interconexión de LANs en un área urbana.-La situación más extendida para el uso de una MAN describe un gran número de usuarios localizados en diferentes departamentos y administraciones dentro de un área urbana, requiriendo un sistema para interconectar las redes de área local ubicadas en estos lugares.

El objetivo de las redes de área metropolitana es ofrecer sobre el área urbana el nivel de ancho de banda requerido para tareas tales como: aplicaciones cliente-servidor, intercambio de documentos, transferencia de mensajes, acceso a la base de datos y transferencia de imágenes.

Cuando las LANs que han de ser conectadas están dispersas por un área urbana, la red de área metropolitana está bajo el control de un operador público mientras no se liberalicen las infraestructuras. Por el contrario, por razones legales, el cliente no puede comprar, instalar y hacer propias las facilidades de transmisión (cableado entre edificios) necesarias para construir una red de área metropolitana.

El objetivo de la red es ofrecer sobre dicha área el nivel de ancho de banda requerido para tareas como: aplicaciones cliente-servidor, intercambio de documentos, transferencia de mensajes, acceso a la base de datos y transferencia de imágenes. En resumen, poder extender las ventajas de las redes de área local a grandes redes privadas sobre entornos de múltiples edificios.

En este escenario, una red de área metropolitana permite al comprador construir una estructura dorsal de LANs en un área que cubre zonas privadas.

Ventajas que ofrece una red privada de Área Metropolitana sobre redes WAN:

- ◆ Una vez comprada, los gastos de explotación de una red privada de área metropolitana, así como el costo de una LAN, es inferior que el de una WAN, debido a la técnica soportada y la independencia con respecto al tráfico demandado.
- ◆ Una MAN privada es más segura que una WAN.
- ◆ Una MAN es más adecuada para la transmisión de tráfico que no requiere asignación de ancho de banda fijo.
- ◆ Una MAN ofrece un ancho de banda superior que redes WAN tales como X.25 o Red Digital de Servicios Integrados de Banda Estrecha.

Posibles desventajas de redes privadas:

- ◆ Limitaciones legales y políticas podrían desestimar al comprador la instalación de una red privada de área metropolitana. En esta situación, se podría usar una red pública de área metropolitana.
- ◆ La red de área metropolitana no puede cubrir grandes áreas superiores a los 50 kms. de diámetro.

Componentes de una red de Área Metropolitana

◆ Puestos de trabajo.

Son los sistemas desde los cuales el usuario demanda las aplicaciones y servicios proporcionados por la red.. Dentro de los puestos de trabajo se incluyen:

- Estaciones de trabajo.
- Ordenadores centrales.
- PCs o compatibles.

◆ Nodos de red.

Son dispositivos encargados de proporcionar servicio a los puestos de trabajo que forman parte de la red.. Sus principales funciones son:

- Almacenamiento temporal de información a transmitir hasta que el canal de transmisión se libere.
- Filtrado de la información circulante por la red, aceptando sólo la propia.
- Conversión de la información de la red, en serie, a información del puesto de trabajo, octetos.
- Obtención de los derechos de acceso al medio de transmisión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- ◆ Sistema de cableado.

Está constituido por el cable utilizado para conectar entre sí los nodos de red y los puestos de trabajo.

- ◆ Protocolos de comunicación.

Son las reglas y procedimientos utilizados en una red para establecer la comunicación entre nodos. En los protocolos se definen distintos niveles de comunicación. Así, las redes de área metropolitana soportan el nivel 1 y parte del nivel 2, dando servicio a los protocolos de nivel superior que siguen la jerarquía OSI para sistemas abiertos.

- ◆ Aplicaciones.

Como Sistemas de Tratamiento de Mensajes, Gestión, Acceso y Transferencia de Ficheros, puede ser posibles aplicaciones de la red.

Servicios de una red de Área Metropolitana.

- ◆ Servicios "No orientados a Conexión".

Permite el transporte de datos sin establecer conexión previa.

- ◆ Servicios "Orientados a Conexión"

Es necesario establecer una conexión previa al transporte de los datos del usuario.

- ◆ Servicios Sincronos.

Se utilizan cuando se tienen unos requisitos estrictos de ancho de banda como son los casos de transmisión de determinados servicios de audio y vídeo. Determinadas aplicaciones requieren la transferencia constante de información a intervalos definidos (sincronos).

2.2.4 Red de Área Extensa

Una Red de Área Extensa (WAN, por sus siglas en inglés) es una red que ofrece servicios de transporte de información entre zonas geográficamente distantes. Es el método más efectivo de transmisión de información entre edificios o departamentos distantes entre sí. Esta forma de comunicación aporta, como nota diferencial respecto a las Redes de Área Local (LAN) o las Redes de Área Metropolitana (MAN), que el ámbito geográfico que puede cubrir es considerablemente más amplio.

La tecnología WAN ha evolucionado espectacularmente en los últimos años, especialmente a medida que las administraciones públicas de telecomunicaciones han reemplazado sus viejas redes de cobre con redes más rápidas y fiables de fibra óptica, dado que las redes públicas de datos son el soporte principal para construir una WAN.

Objetivo de una red de Área Extensa:

- ◆ Servicios integrados a la medida de sus necesidades (integración de voz, datos e imagen, servicios de valor añadido...).

- ◆ Integración virtual de todos los entornos y dependencias, sin importar donde se encuentren geográficamente situados.
- ◆ Optimización de los costos de los servicios de telecomunicación.
- ◆ Flexibilidad en cuanto a disponibilidad de herramientas y métodos de explotación que le permitan ajustar la configuración de la red, así como variar el perfil y administración de sus servicios.
- ◆ Mínimo costo de la inversión en equipos, servicios y gestión de la red.
- ◆ Alta disponibilidad y calidad de la red soporte de los servicios.
- ◆ Garantía de evolución tecnológica.

Componentes de una red de Área Extensa.

- ◆ Equipos de interconexión.
Proporcionan el establecimiento de comunicaciones entre redes geográficamente dispersas creando un entorno de red de área extensa. Las funciones básicas de dichos equipos son:
 - Extensión de la red.
 - Definición de segmentos dentro de una red.
 - Separación de una red de otra.
- ◆ Infraestructura de red.

Es el elemento soporte que hace posible que se pueda crear una WAN. La constitución de este tipo de redes se puede soportar mediante uso de las redes públicas de datos o enlaces privados bien alquilados o en propiedad.

- ◆ Técnicas de interconexión.

Son las diversas tecnologías utilizadas para transportar, encaminar, controlar y gestionar la transferencia de información a través de una WAN. Abarcan normalmente los niveles 2 y 3 del modelo de referencia OSI (Enlace y Red).

Características principales de una WAN.

- ◆ Técnica de Conmutación.

Una red consiste en una serie de nodos (nodos de conmutación) conectados entre sí por circuitos. Cada nodo se puede considerar como un conmutador que traspasa información de un circuito de entrada a un circuito de salida.

Se pueden utilizar dos técnicas de conmutación:

- Conmutación de circuitos (circuit switching).

Es el procedimiento que enlaza a voluntad dos o más equipos terminales de datos y que permite la utilización exclusiva de un circuito de datos durante la comunicación (ver figura 2.8).

El principio de funcionamiento es establecer un circuito para la comunicación entre los puntos que se desea intercambio de información. Este canal físico existe durante el

diálogo entre ambos nodos, permaneciendo después en el caso de líneas dedicadas o desapareciendo en el caso de utilizar una red conmutada.

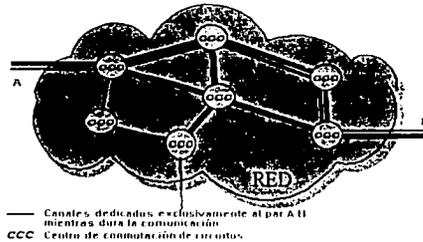


Figura 2.8 Ejemplo de la técnica de conmutación de circuitos.

- Conmutación de paquetes (packet switching).

Procedimiento de transferencia de datos mediante paquetes provistos de direcciones, en el que la vía de comunicación se ocupa solamente durante el tiempo de transmisión de un paquete, quedando a continuación la vía disponible para la transmisión de otros paquetes (ver figura 2.9).

En este tipo de sistemas, una comunicación entre dos equipos terminales de datos consiste en el intercambio de paquetes, los cuales viajan por la red a la que se le denominará también "de transporte de paquetes" a través de un canal lógico, realizado utilizando medios físicos compartidos con otras comunicaciones.

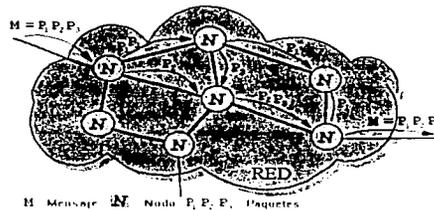


Figura 2.9 Ejemplo de la técnica de conmutación de paquetes.

Una red de transporte de paquetes está constituida básicamente por un conjunto de líneas de transmisión que enlazan un conjunto de nodos o centros de conmutación de paquetes.

El nodo de interconexión está constituido por una computadora, la cual recibe informaciones a través de los caminos que a él llegan, las almacena, determina el nuevo camino que debe seguir para llegar a su destino y las retransmite.

- ◆ **Nodos**

En el funcionamiento de un nodo de interconexión se materializan dos conceptos:

- Almacenamiento y retransmisión (store and forward).

Hace referencia al sistema de establecer un camino lógico de forma indirecta haciendo "saltar" la información desde el origen al destino a través de elementos intermedios (nodos).

- Control de ruta (routing).

Hace referencia a la selección mediante un nodo del camino por el que debe retransmitirse una información para hacerla llegar a su destino. En ocasiones a los nodos de un sistema de este tipo se les denomina conmutadores de paquetes (*packet switches*) debido a las funciones que realizan.

- ◆ **Disponibilidad de la conexión**

Determina la posibilidad de poder disponer de un canal de comunicación en un momento determinado. Se puede realizar de dos maneras:

- Comunicación a petición del usuario

Se establece la conexión entre sistemas sólo cuando es necesario y es solicitada por el sistema que efectúa la llamada. La conexión está disponible durante el período de tiempo preciso. Al dar por finalizada la transmisión de información se anula la conexión. Es necesario establecer la llamada, mantenerla y anularla.

- Comunicación permanentemente, fija o dedicada

Se establece permanentemente una conexión entre los sistemas a través de la red. El canal de comunicación es permanente, sin limitación de tiempo ni utilización. Cualquiera de los sistemas puede intercambiar información en cualquier momento.

- ◆ **Técnica de transmisión**

Hace referencia a las características de la señal utilizada y al modo en que ésta utiliza el ancho de banda disponible proporcionado por el medio de transmisión. Puede ser analógica o digital.

Las señales analógicas transmitidas por la línea pueden corresponder a información digital enviada por el sistema de origen. Por ejemplo, si un sistema de tratamiento está conectado a una red que utiliza la técnica de transmisión analógica, se necesita un modem. Este modem transforma las señales digitales enviadas por el sistema de tratamiento en señales analógicas transmitidas por la línea y viceversa.

Aunque la técnica de transmisión sea digital, se necesita un adaptador terminal para manejar la interfaz con la red (señalización, pruebas, etc.) y para adaptar la velocidad de transmisión del sistema de tratamiento de datos a la velocidad de la interfaz de la red.

♦ **Velocidad de transmisión**

Es la velocidad media de transmisión de datos. Se mide en bits por segundo y las velocidades en las WAN pueden variar desde 600 bps a 64 Kbps y, actualmente, 2 Mbps aunque internamente pueden manejar velocidades de 34 Mbps, 155 Mbps o 622 Mbps.

Normalmente, el costo de la suscripción a una red está relacionado con su velocidad de transmisión.

♦ **Fiabilidad de la red**

Es la capacidad de la red para poder funcionar correctamente durante un período determinado. Generalmente, las redes de datos de conmutación de paquetes son redes fiables. Sin embargo, algunas de ellas están mejor protegidas que otras contra un comportamiento erróneo del equipo terminal conectado, que podría dañar la fiabilidad de la red. Por otra parte se pueden establecer conexiones de terminal a través de una red de conmutación de paquetes y de otras subredes que podrían ser menos fiables que la propia red de conmutación de paquetes. Por consiguiente, la fiabilidad de la conexión de terminal a terminal sería menor que la que se espera de la red de conmutación de paquetes.

En las redes de conmutación de paquetes públicas la fiabilidad de la red está garantizada por el operador. Los equipos de las redes de conmutación de paquetes privadas se benefician de la experiencia de las redes públicas y ofrecen la misma fiabilidad que ellas. No obstante, es el propietario de la red quien tiene la responsabilidad de aprobar los terminales que se utilizarán para la conexión a una red privada. Se pueden exigir los mismos requisitos que se aplican a los terminales para la conexión a redes públicas.

Servicios de redes de Área Extensa.

♦ **Redes Públicas de Telecomunicaciones**

Se consideran como redes públicas de comunicaciones aquellas que se utilizan total o parcialmente para la prestación de servicios de telecomunicaciones disponibles para el público.

Para el establecimiento o explotación de redes públicas de telecomunicaciones será necesario disponer de una licencia individual.

A continuación se describen las redes y tecnologías comúnmente utilizadas para la prestación de servicios de telecomunicaciones:

- Líneas Arrendadas

El servicio de alquiler de circuitos contempla la provisión de capacidades para transmitir transparentemente entre dos puntos de terminación de red. Este servicio puede incluir también la provisión de equipamiento de conmutación correspondiente.

El modo de tarificación responde a la distancia entre los puntos terminales de red. Las tarifas aplicables a este servicio serán publicadas en el BOE previa aprobación por la Comisión de Mercado de las Telecomunicaciones.

Los circuitos alquilados se componen de las puntas de acceso a las centrales terminales más cercanas de sus extremos, y un tramo de interconexión entre ambas centrales.

El uso de los circuitos punto a punto está indicado en los siguientes casos:

- Cuando se necesitan veinticuatro horas permanentes de posibilidad de utilización. Por ejemplo, entornos on-line con consultas continuadas y entrada de datos en modo transaccional.
- Cuando se prevea la necesidad de utilizar la línea durante varias horas para una transmisión ininterrumpida. Por ejemplo, transmisión batch en la cuál los volúmenes de información son muy elevados.
- Situaciones en que los tiempos de establecimiento de la comunicación y los tiempos de respuesta son muy importantes.
- Para la interconexión en modo conmutado de redes locales a través de ruteadores y puentes.

- Comunicaciones vía satélite

El objeto de las comunicaciones vía satélite es establecer radioenlaces entre estaciones fijas o móviles a través de repetidores activos o pasivos situados en una órbita alrededor de la Tierra.

Estos sistemas de comunicación vía satélite ofrecen enormes capacidades para el desarrollo de redes privadas. Los costos asociados a redes privadas basadas en servicios terrestres han potenciado el uso de redes de satélite privadas. Hoy se están realizando mediante el uso de satélites de comunicaciones, por ejemplo, emisiones de video, conversaciones telefónicas y transmisiones de datos en banda ancha.

- Red Telefónica Básica (RTB)

A la RTB se basa en la técnica de conmutación de circuitos. Básicamente consiste en enlazar a voluntad dos equipos terminales (teléfonos) mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

A pesar de estos inconvenientes, el uso del teléfono convencional sigue siendo el medio de comunicación directo de persona a persona que goza de mayor popularidad. Asimismo, la RTB sigue dando servicio a buen número de aplicaciones teleinformáticas. La Red Telefónica Básica, como canal de comunicación, ofrece la posibilidad de conectar a la misma equipos periféricos o servir de enlace para la utilización de ciertos servicios que permitan la comunicación en diferentes formatos y la transferencia de ciertas informaciones entre puntos origen/destino situados en la misma o en diferentes localidades.

El éxito de esta comunicación estará condicionado en último término por la compatibilidad de estos equipos emisores/receptores.

Los equipos y servicios antes indicados pueden ser:

- Módem, que sirve de puente entre la Red Telefónica Básica y, normalmente, un equipo informático (ordenador) y, por tanto, hace posible la transferencia de información entre distintos equipos informáticos.
- Servicio telefax, servicio de telecopia o facsímil que utiliza la RTB como soporte.
- Videotex, servicio telemático cuyo objetivo es la recuperación de información mediante el diálogo con una base de datos. Utiliza la RTB como medio de acceso de los terminales de usuario.
- Red Telefónica conmutada o red TELEEX

La red TELEEX es de estructura similar a la red telefónica, en la que los abonados se conectan a centros especiales de conmutación, y permite el intercambio de mensajes entre abonados. Se utiliza baja velocidad de transmisión.

- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

Si la información a enviar se codifica en formato digital, ésta puede transmitirse por una única red, independientemente de la naturaleza diversa del formato original. Este concepto es la base de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Un usuario de RDSI utiliza un único punto de acceso a la red para utilizar cualquier tipo de servicios de

comunicación. Este punto permite la conexión simultánea de terminales de todo tipo, accesibles mediante un único número identificador.

Así, el concepto de RDSI supone la desaparición progresiva de la operativa tradicional, en que cada tipo de servicio de comunicación se sustentaba sobre una red propia.

Una red desarrollada a partir de la Red Telefónica Digital Integrada que proporciona una conexión digital de extremo a extremo para dar soporte a un amplio rango de servicios, sea o no de transporte de voz, a la cual tienen acceso los usuarios mediante un número limitado de interfaces estándar usuario/red de propósito múltiple.

En la RDSI, la información de señalización se procesa por un canal separado, de forma independiente de la información a intercambiar por los usuarios de la red. El tratamiento separado de señalización y datos permite una flexibilidad mucho mayor en el uso de las redes.

- Redes de Conmutación de Paquetes

Las redes de conmutación de paquetes tradicionalmente han estado soportadas sobre tecnologías como X.25 y su técnica ha sido descrita en el apartado anterior. Constituyen la solución más adecuada para la transferencia de información entre puntos remotos dado que se adecuan al tipo de tráfico generado por los terminales y equipos de comunicaciones siendo el coste de utilización independiente de la distancia.

En la actualidad las redes de conmutación de paquetes se soportan sobre tecnologías como Frame Relay o, más recientemente, ATM.

- ◆ Redes privadas

Una Red Privada de telecomunicaciones es aquella que se utiliza para la prestación de servicios de telecomunicaciones no disponibles para el público. Es una solución capaz de resolver las necesidades de servicios de las empresas, utilizando medios alternativos al uso de las redes públicas. Se define el concepto de red privada como aquella red que puede ser constituida por estructuras dedicadas, por la utilización de medios de las redes públicas o por un mezcla de ambos tipos de medios.

- Redes de uso privado.

Con el fin de hacer rentable al máximo los circuitos de transmisión, es posible el uso de los mismos circuitos o líneas principales por varios usuarios, gracias a unidades externas de multiplexaje y concentración. De esta forma aparece el concepto de Red de Uso Privado, constituida por circuitos alquilados y equipos de conmutación, concentración y/o multiplexaje dedicados al uso exclusivo de un usuario. Cabe distinguir dos casos:

Servicio multipunto

Los equipos encargados de la segregación son concentradores/difusores alquilados y situados en una central telefónica. Estos equipos permiten obtener hasta ocho segregaciones remotas de un circuito principal, todas ellas con idéntica velocidad de transmisión, con el consiguiente ahorro de líneas, módem y equipamiento de comunicaciones. Cuando reciben una señal por el circuito principal la difunden a través de todos y cada uno de los circuitos secundarios, de forma que las líneas de segundo nivel "sufren" toda la actividad destinada a las líneas paralelas. Por otro lado, cuando un terminal está trabajando los restantes quedan bloqueados en espera de su uso alternativo, aunque este efecto suele ser transparente para los usuarios.

Equipos de segregación y concentración propios

Se construye una infraestructura con medios de conmutación propios y medios de transmisión alquilados, así como los correspondientes sistemas de explotación

Realizando la red privada de este modo es posible conseguir ventajas significativas frente a la alternativa anterior, en concepto de calidad de servicio y funcionalidad.

Este tipo de redes son una solución a las necesidades de las organizaciones, aunque la creación de una red específica para cubrir cada necesidad plantea una serie de inconvenientes como son: despilfarro de medios, inversiones cuantiosas iniciales y continuas al tratar de suplir la obsolescencia tecnológica, disposición de personal cualificado para operar y mantener la red.

En el mercado existe un amplio abanico de equipos (multiplexores, concentradores, controladores de líneas y terminales, procesadores de comunicaciones, mini-computadoras, etc.), con los que es posible conseguir la realización de una infraestructura de red privada.

- Red Privada Virtual.

Es el servicio que ofrece a sus usuarios el acceso a prestaciones/facilidades proporcionados habitualmente por las redes privadas, utilizando como sistema soporte, total o parcialmente, recursos de la red pública y a un menor costo. Utilizando una red pública se da el mismo servicio y funciones que una red privada.

Las empresas usuarias contratan una serie de facilidades que son programadas en los recursos inteligentes de la red. Mediante estos programas conectados a los nodos de conmutación de la red pública básica, se realiza el control del acceso de los usuarios de las Redes Privadas Virtuales a la red, y se realizan para ellos las instrucciones de

encaminamiento (o de otro tipo que hayan sido contratadas) en la red de modo transparente.

Los usuarios sin ser propietarios de la misma tienen garantizado un uso exclusivo de ésta y una tarifa plana por la utilización de la misma, así como compromisos específicos en cuanto a la calidad de servicio, los plazos de instalación y el período de solución de incidencias.

Las redes deben dimensionarse a la medida del usuario; los elementos que intervienen en la misma son: nodos específicamente dedicados, Nodos compartidos con la red pública, para aquellos casos en los que el tráfico no justifique la utilización exclusiva de un nodo dedicado, acceso a los nodos específicamente diseñados y dedicados, gestión de la red.

2.3 Topologías De Redes

La topología de una red es la configuración adoptada por las estaciones de trabajo para conectarse entre sí.

2.3.1 Topología Bus (Lineal)

Todas las estaciones se conectan directamente a un único canal físico (cable) de comunicación (bus). Según los sentidos posibles de transmisión, el bus puede ser unidireccional (principalmente buses de fibra óptica), los extremos del canal (cable) no están interconectados, si no simplemente finalizados con un terminador de 50 ohms, el terminador elimina automáticamente la señal de los extremos, es posible unir varios segmentos de buses en una configuración "multibus" siendo necesario utilizar repetidores de señal en el caso de grandes distancias (ver figura 2.10).

El procedimiento de comunicación utilizando en los buses bidireccionales es el de difusión ("Broadcast") por el canal: Todas las estaciones de trabajo reciben simultáneamente el mensaje enviado, aunque solo es procesado por aquella a la que va dirigido. Al ser el bus un canal compartido existen dos problemas que deben ser resueltos a nivel de protocolo: Uno es que varios dispositivos intenten transmitir al mismo tiempo sobre el bus, produciéndose una colisión (se mezclan los mensajes y el resultado es incomprensible)

Por otro lado cuando una estación esté transmitiendo continuamente y monopolice la red. Para evitar eso, los mensajes se transmiten troceados en paquetes de datos más pequeños, haciendo una pausa entre los mismos para dar la oportunidad de transmitir a otras estaciones.

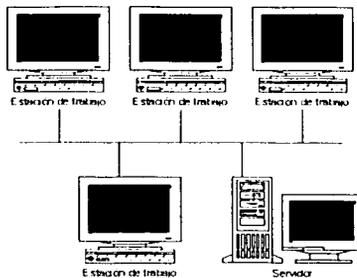


Figura 2.10 Topología Bus (Lineal)

2.3.2 Topología en anillo (Ring)

El medio de comunicación de una red en anillo, integra todas las estaciones de la red, mediante un pequeño repetidor que interrumpe el canal (nodo activo de regeneración de la señal), de modo que cada una de las estaciones mantienen la conexión con las otras adyacentes (ver figura 2.11)

Los datos son transmitidos por el anillo de estación a estación en un solo sentido (Unidireccional), desde el origen al destino pasando por todas las estaciones intermedias que forman parte de esta topología.

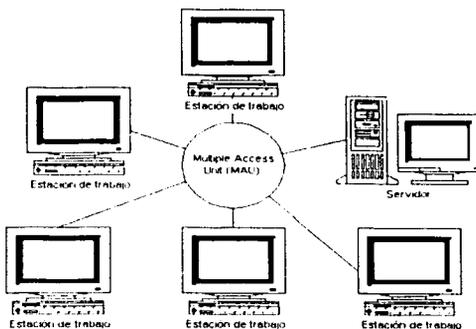


Figura 2.11 Topología en anillo (ring)

En el anillo tanto el medio como cada uno de los nodos activos resultan absolutamente críticos. Existen mecanismos para reducir este riesgo, basado en la duplicación de los citados elementos críticos.

Otro riesgo de la topología en anillo, es la información caducada, ya que dada su estructura cerrada, al contrario de lo que sucede en el bus, la eliminación de esta no se produce automáticamente, sino que debe existir un mecanismo específico a cargo del emisor o del destinatario de una estación especial dedicada.

2.3.3 Topología Estrella

Es otra de las tres principales topologías. La red se une en un único punto, normalmente con control centralizado, como un concentrador de cable. Todas las estaciones se conectan al concentrador y las señales son distribuidas a todas las estaciones específicas del concentrador (ver figura 2.12).

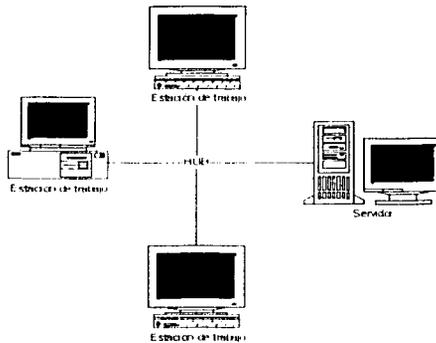


Figura 2.12 Topología Estrella

Algunas estructuras y otras topologías son:

- ♦ **Árbol:** Esta estructura de red se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha.

- ♦ Trama: Esta estructura de red es típica de las WAN, pero también se puede utilizar en algunas aplicaciones de redes locales (LAN). Las estaciones de trabajo están conectadas cada una con todas las demás.
- ♦ Anillo en estrella: Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo. La señal pasa de una estación a otra en círculo. La topología física en la que las estaciones parten de los concentradores o hubs. El Token Ring es la principal topología de estrella/anillo.

2.3.4 Topología Bus en estrella

El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un bus que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores. Una red que tiene grupos de estaciones configuradas en estrella conectada con tramos largos de bus lineal.

Si todas las estaciones se encuentran en fila (como en un salón de clases o a lo largo de un pasillo en un edificio de oficinas), es una topología de Bus la cual utiliza cable coaxial ethernet. El 10BaseT de Ethernet es una topología de estrella/bus que utiliza cable par trenzado para conectar estaciones al concentrador central, la interrupción en un cable solo afecta la estación conectada al segmento del cable. En una red de bus ethernet y una red de estrella/bus ethernet, las señales de las estaciones son difundidas a todas las estaciones del mismo segmento.

La tabla 2.3 muestra un listado de las diversas topologías y la longitud de los segmentos que está estipulados como máximo para cada una de ellas.

<i>Topología de RED</i>	<i>Longitud Segmento Máximo</i>
<i>Ethernet de cable fino (Bus)</i>	<i>185 Mts (607 pies)</i>
<i>Ethernet de par trenzado (Estrella/Bus)</i>	<i>100 Mts (607 pies)</i>
<i>Token Ring de par trenzado (Estrella/Anillo)</i>	<i>100 Mts (607 pies)</i>
<i>ARCNET Coaxial (Estrella)</i>	<i>609 Mts (2000 pies)</i>
<i>ARCNET Coaxial (Bus)</i>	<i>305 Mts (1000 pies)</i>
<i>ARCNET de par trenzado (Estrella)</i>	<i>122 Mts (400 pies)</i>
<i>ARCNET de par trenzado (Bus)</i>	<i>122 Mts (400 pies)</i>

Tabla 2.3. Listado de las diferentes formas de topología y la longitud máxima de los segmentos de cada una.

2.3.5 Interredes

Un nuevo concepto que ha surgido a partir de todos estos esquemas, es el concepto de InterRedes, que es el hecho de vincular redes como si se vincularan estaciones.

Este concepto, y las ideas que de este surgen, hace brotar un nuevo tipo especial de dispositivo que es un vinculador para interconectar redes entre sí (La tecnología de Internet está basada en el concepto de InterRedes), es dispositivo en cuestión se denomina "dispositivo de interconexión". Es decir, lo que se conecta, son redes locales de trabajo.

Una red de interconexión consta de LANs de diferentes departamentos o sitios que se interconectan con ruteadores.

Un enlace central es utilizado a menudo en los entornos locales, como un edificio. Los servicios públicos como las empresas de telefonía, proporcionan enlaces de área metropolitana o de gran alcance utilizan las tres topologías.

Para estos tipos de redes son:

- ◆ Red de enlace central: Una red de enlace central se encuentra generalmente en los entornos de oficina o campos, en los que las redes de los pisos de un edificio se interconectan sobre cables centrales. Los ruteadores gestionan el tráfico entre segmentos de red conectados.
- ◆ Red de malla: Esta involucra o se efectúa a través de redes WAN, una red malla contiene múltiples caminos, si un camino falla o está congestionado el tráfico, un paquete puede utilizar un camino diferente hacia el destino. Los ruteadores se utilizan para interconectar las redes separadas.
- ◆ Red de estrella Jerárquica: Estas estructuras de cableado se utilizan en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada para formar una red jerárquica. Los concentradores configurados en estrellas por pisos o por departamentos están unidos por un concentrador central que maneja el tráfico de la interconexión de la red.

2.4 Protocolo de Redes

Definición en términos de redes, un protocolo "Es el conjunto de reglas previamente establecidas que definen los procedimientos para que dos o más procesos intercambien información".

Jerarquías de protocolos

- ◆ El software para controlar las redes se tiene que estructurar para manejar la complejidad.
- ◆ Se organiza la mayor parte de las redes en una pila de niveles.
- ◆ Cada nivel ofrece ciertos servicios a los niveles superiores y oculta la implantación de estos servicios. Usa el nivel inferior siguiente para implementar sus servicios.
- ◆ El nivel n de una máquina se comunica con el nivel n de otra máquina. Las reglas y convenciones que controlan esta conversación son el protocolo de nivel n .
- ◆ Las entidades en niveles correspondientes de máquinas distintas son pares. Son los pares que se comunican.
- ◆ En la realidad el nivel n de una máquina no puede transferir los datos directamente al nivel n de otra. Se pasa la información hacia abajo de un nivel a otro hasta que llega al nivel 1, que es el medio físico.
- ◆ Entre los niveles están las interfaces. Las interfaces limpias permiten cambios en la implementación de un nivel sin afectar el nivel superior.
- ◆ Un nivel que tiene que transmitir un paquete a otra máquina puede agregar un encabezamiento al paquete y quizás partir el paquete en muchos. Por ejemplo, el encabezamiento puede identificar el mensaje y el destino. El nivel 3 de la mayor parte de las redes impone un límite en el tamaño de los paquetes.

Servicios

Hay dos tipos de servicios:

- ◆ Servicio orientado a la conexión. Como el sistema telefónico. La conexión es como un tubo, y los mensajes llegan en el orden en que fueron mandados.
- ◆ Servicio sin conexión. Como el sistema de correo. Cada mensaje trae la dirección completa del destino, y el ruteo de cada uno es independiente.

Características de los servicios por la calidad de estos:

- ◆ Compara la transferencia de archivos con la comunicación de voz (ambas orientadas a la conexión).
- ◆ Para correo electrónico un servicio sin conexión y no confiable es suficiente, esto se llama servicio de datagrama. Para dar confianza los servicios de datagrama con acuses de recibo son posibles.
- ◆ Cada servicio define un conjunto de primitivas (tales como "solicitar" o "acusar recibo"). Por contraste el protocolo es el conjunto de reglas que controlan el formato y significado de los paquetes intercambiados por entidades de par. Se usan los protocolos para implementar los servicios

2.4.1 Modelo OSI

OSI es el Open Systems Interconnection Reference Model. Tiene siete niveles. En realidad no es una arquitectura particular, porque no especifica los detalles de los niveles, sino que los estándares de ISO existen para cada nivel.

- ◆ Nivel físico. Se ocupa de la transmisión del flujo de bits a través del medio. Cuestiones: los voltajes, la duración de un bit, el establecimiento de una conexión, el número de polos en un enchufe, etc.
- ◆ Nivel de enlace. El propósito de este nivel es convertir el medio de transmisión crudo en uno que esté libre de errores de transmisión
- ◆ Nivel de red. Determina el ruteo de los paquetes desde sus fuentes a sus destinos, manejando la congestión a la vez. Se incorpora la función de contabilidad.
- ◆ Nivel de transporte. Es el primer nivel que se comunica directamente con su par en el destino (los de abajo son de máquina a máquina). Provee varios tipos de servicio (por ejemplo, un canal punto-a-punto sin errores). Podría abrir conexiones múltiples de red para proveer capacidad alta. Se puede usar el encauzamiento de transporte para distinguir entre los mensajes de conexiones múltiples entrando en una máquina. Provee el control de flujo entre los hosts.
- ◆ Nivel de sesión. Parecido al nivel de transporte, pero provee servicios adicionales. Por ejemplo, puede manejar tokens (objetos abstractos y únicos) para controlar las acciones de participantes o puede hacer checkpoints (puntos de recuerdo) en las transferencias de datos.
- ◆ Nivel de presentación. Provee funciones comunes a muchas aplicaciones tales como traducciones entre juegos de caracteres, códigos de números, etc.
- ◆ Nivel de aplicación. Define los protocolos usados por las aplicaciones individuales, como correo electrónico, telnet, etc.

2.4.2 Protocolos de bajo nivel

El protocolo de bajo nivel es, en cierto modo, la forma en que las señales se transmiten por el cable, transportando tanto datos como información y los procedimientos de control de uso del medio por las diferentes estaciones de trabajo. Los protocolos de bajo nivel más utilizados son:

- ◆ Ethernet.
- ◆ Token Ring.
- ◆ Token Bus.
- ◆ FDDI
- ◆ HDLC.

Los protocolos de bajo nivel, controlan el acceso al medio físico, lo que se conoce como MAC (Media Access Control), y además, parte del nivel de transmisión de datos, ya que se encargan también de las señales de temporización de la transmisión.

El protocolo de bajo nivel llamado Ethernet, fue diseñado originalmente por Digital, Intel y Xerox, por lo cual, la especificación original se conoce como ETHERNET DIX. Posteriormente IEEE ha definido el estándar ETHERNET 802.3. La forma de codificación difiere ligeramente en ambas definiciones.

Es el método de conexión más utilizado o extendido en la actualidad. La velocidad de transmisión de datos es de 10 Mbps.

En el caso del protocolo Ethernet IEEE 802.3, el acceso al medio se controla con un sistema conocido como CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, Detección de Portadora con Acceso Múltiple y Detección de Colisiones), cuyo principio de funcionamiento consiste en que una estación para transmitir, debe detectar la presencia de una señal portadora y, si existe, comienza la transmisión. Si dos estaciones empiezan a transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión, y ambas deben repetir la transmisión, para lo cual esperan un tiempo aleatorio antes de proceder, evitando de este modo una nueva colisión, ya que ambas no escogerán el mismo tiempo de espera.

2.4.3 Protocolos lógicos de RED

El protocolo lógico de red determina el modo y organización de la información (tanto datos como controles), para su transmisión por el medio físico con el protocolo de bajo nivel. Los protocolos de este tipo más comunes son:

- ♦ IPX/SPX (Internet Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange): Es el protocolo utilizado por el conocido Sistema Operativo de Redes Netware de Novell. SPX actúa sobre IPX para asegurar la entrega de los datos.
- ♦ Apple Talk: Este protocolo está incluido en el sistema operativo del ordenador Apple Macintosh desde su aparición y permite interconectar ordenadores y periféricos con gran sencillez para el usuario, ya que no requiere ningún tipo de configuración por su parte, el sistema operativo se encarga de todo.
- ♦ NetBEUI: NetBIOS Extended User Interface (Interfaz de Usuario Extendido para NetBIOS). Es la versión de Microsoft del NetBIOS (Network Basic Input/Output System, sistema básico de entrada/salida de red), que es el sistema de enlazar el software y el hardware de red en las PCs. Este protocolo es la base de la red de Microsoft Windows for Workgroup o Windows para trabajo en grupo. El eje fundamental de las redes basadas en sistema operativo de Microsoft, específicamente Windows.

- ♦ TCP/IP es un conjunto de protocolos de comunicación, es decir de convenciones particulares, creadas para permitir la colaboración y la partición de recursos entre más ordenadores conectados entre sí en la que está definida como red o network. Internet es en absoluto la más grande entre todas las redes existentes, debido a que logra conectar entre sí ordenadores personales y redes de menor amplitud en todo el mundo. Sobre Internet, de hecho, se encuentran en conexión los ordenadores de instituciones del gobierno, militares, universidades y empresas privadas. Lo que permite a máquinas tan distintas por hardware y por prestaciones, comunicar entre sí de manera casi transparente, es el, TCP/IP, el cual constituye un tipo de 'lenguaje universal' comprendido y utilizado por todas las máquinas que cooperan en red.

Vamos a empezar con algunas definiciones de base. El nombre más apropiado para indicar este conjunto de protocolos, es Internet protocol suite, es decir colección de protocolos de Internet. El TCP y el IP son dos protocolos que pertenecen a esta colección.

Puesto que éstos son también los protocolos más conocidos, ha entrado en el uso común llamar TCP/IP a toda la familia, aunque en algunas ocasiones una generalización parecida pueda resultar un error. Como quiera que se llame, el TCP/IP representa una familia de protocolos, proveen a la gestión de las funciones de bajo nivel, que son necesarias para la mayoría de las aplicaciones. El TCP y el IP pertenecen a los protocolos de bajo nivel. Sobre esta base, se desarrollan otros protocolos que gestionan funciones particulares, como la transferencia de ficheros, el envío del correo electrónico, la conexión remota, el control de los usuarios que se han conectado a la red en un momento específico, compartir impresoras, programas aplicativos, y algo más.

Todo esto está generalmente simplificado en un modelo cliente/servidor, en el cual el servidor se identifica con el ordenador que proporciona un servicio específico, a través de la red, (por ejemplo el sitio FTP es un servidor de ficheros y de informaciones sobre cómo utilizarlos de la manera mejor) y en el cual el término cliente se identifica con el ordenador que explota este servicio, aunque con la palabra cliente incluya también aquellos programas que uno utiliza para tener acceso a estos mismos servicios.

El TCP/IP es un conjunto de protocolos 'a capas' o, si se prefiere, 'a niveles'.

Para entender qué significa todo lo anterior pongamos un ejemplo sencillo. Imaginemos que se tiene que enviar correo a través de Internet. Lo primero que se necesita es definir un protocolo específico para el correo, o sea, un conjunto de reglas unívocamente reconocidas por todos los ordenadores conectados en red.

Dicho protocolo tendrá la tarea de coger la carta que hay que enviar, añadirle el emisor y el destinatario y enviarla a quien corresponda. Esto último es la tarea del protocolo específico de gestión del correo, que podría ser comparado al de una persona a la que un amigo muy ocupado le deja una carta y ella se encarga de ponerla en el sobre, escribir los datos de expedición y echarla al correo.

Evidentemente, si sólo existiese esta figura la carta se quedaría eternamente en el buzón sin que nadie se preocupase de hacerla llegar a su destino. Sin embargo, nuestro amigo muy ocupado tendría suerte ya que existe una camioneta del servicio de correos que dos veces al día vacía el buzón y transporta las cartas que allí encuentra a un lugar donde serán clasificadas y diferenciadas; allí su preciosísima carta será cuidada y mimada hasta que llegue al buzón del destinatario.

Para continuar con el paralelismo del ejemplo, diremos que el TCP/IP representa el sistema de transporte de Internet. En particular, el TCP se preocupa de 'empaquetar' bien todos los datos que le son suministrados por los protocolos de nivel superior; es posible que los subdivida en más partes si resultasen demasiado largos para un solo envío en red; asimismo recuerda lo que ha sido enviado, se acuerda de volver a enviarlo en el caso en que se hubiera perdido y controla que todo se realice de forma transparente para el usuario.

Ya que este tipo de operaciones es de uso general y es necesario tanto para enviar correo como para enviar ficheros u otras cosas, se ha pensado en hacer un protocolo propio, que pueda ser utilizado por muchos otros. Es precisamente por este motivo por lo que hemos definido protocolo de bajo nivel.

El TCP, sin embargo, no es el protocolo de nivel más bajo desde el momento en que éste utiliza el IP para realizar determinadas acciones. De hecho, a pesar de que el TCP sea muy utilizado, existen protocolos que prefieren no usarlo y que para funcionar sólo necesitan las funciones que puede ofrecer el IP.

Este tipo de organización "a capas" permite una gran eficiencia y un menor gasto de recursos.

Para terminar con un ejemplo, el envío de un mensaje de correo electrónico a través de Internet utiliza un sistema compuesto por cuatro capas:

1. Un protocolo de alto nivel específico para el correo.
2. El protocolo TCP que es utilizado también por otros protocolos de alto nivel.
3. El protocolo IP que se ocupa de la específica tarea de tomar los paquetes y enviarles a su destino
4. El protocolo del hardware específico, que se utiliza para la transmisión y la recepción de los datos.

En este punto es claro el motivo por el que el conjunto de los protocolos de Internet es llamado genéricamente TCP/IP. De hecho, estos son los protocolos más utilizados y de los que sólo pueden prescindir muy pocos protocolos de un nivel más alto.

Antes de terminar esta exposición general sobre el funcionamiento del TCP/IP es necesario introducir el concepto de datagrama (*datagram*), que representa cada uno de los paquetes de informaciones que es enviado a través de la red. Como ya hemos dicho antes, un conjunto de información demasiado largo que es subdividido en paquetes más pequeños, precisamente llamados datagrama, que viajan individualmente en la red. Esto significa que si un fichero que se debe enviar es subdividido en 10 datagramas secuenciales, no está dicho que el cuarto llegue antes que el séptimo, desde el momento en que éste puede perderse o tomar un camino equivocado. Será una tarea de los diversos protocolos el hacer que dicho paquete sea enviado nuevamente y colocado en el correcto orden secuencial a su llegada a destinación.

Y ahora, para evitar los ataques de los "puristas" diremos que a pesar de que los términos datagrama y paquete son muy a menudo utilizados como sinónimos, en realidad existe una diferencia. Mientras el datagrama es específico del TCP/IP y representa la mínima unidad lógica utilizable por los diversos protocolos, el paquete es una entidad física bien presente para quien administra una red de tipo Ethernet. En el caso, por lo demás muy frecuente, que en un paquete viaje un solo datagrama, la diferencia es sólo teórica pero existen también específicas configuraciones hardware de red que utilizan paquetes de dimensión menor respecto a la del datagrama individual. Entonces sucede que un datagrama se descompone en más paquetes durante el envío a la red específica y que sea recompuesto a su llegada, de forma absolutamente transparente respecto al mismo datagrama que... 'no se da cuenta' de haber sido descompuesto y luego recompuesto. Es evidente cómo en dicha situación los términos paquete y datagrama no coinciden. Es una buena medida, por tanto, acostumbrarse a utilizar el término datagrama cuando se habla del TCP/IP.

- ◆ UDP (User Datagram Protocol). El protocolo TCP tiene la robustez, la confiabilidad y las funcionalidades propias de un protocolo de transporte orientado a conexión, pero a veces resulta demasiado complejo. Por ejemplo, cualquier transmisión de información TCP requiere como mínimo el intercambio de seis mensajes para establecer la comunicación y terminarla; además mientras una conexión existe ocupa una serie de recursos en el host.

Para casos en los que no es necesario tanto control de los datos enviados la Capa de Transporte implementa también el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP), protocolo no confiable y no orientado a conexión para la entrega de mensajes discretos. En este caso los paquetes enviados mediante el protocolo IP reciben el nombre específico de datagramas, y estos se envían y ya está; no se realiza una

conexión definida entre los host ni un control de los paquetes enviados y recibidos. Los datagramas se rutean independientemente, por lo que deben llevar la dirección completa de destino.

Es simple, eficiente e ideal para aplicaciones como el TFTP y el DNS. Una dirección IP sirve para dirigir el datagrama hacia una máquina en particular, y el número de puerto de destino en la cabecera UDP se utiliza para dirigir el datagrama UDP a un proceso específico en dicha máquina. La cabecera UDP también contiene un número de puerto origen que permite al proceso recibido conocer como responder al datagrama.

Es una alternativa al TCP en aquellos casos en los que no sea necesario tanta complejidad en el envío, por lo que se usa cuando una entrega rápida es más importante que una entrega garantizada, o en los casos en que se desea enviar tan poca información que cabe en un único datagrama. Así, una de sus utilidades más comunes es el envío de mensajes entre aplicaciones de dos host.

UDP no admite numeración de los datagramas, factor que, sumado a que tampoco utiliza señales de confirmación de entrega, hace que la garantía de que un paquete llegue a su destino sea mucho menor que si se usa TCP. Esto también origina que los datagramas pueden llegar duplicados y/o desordenados a su destino. Por estos motivos el control de envío de datagramas, si existe, debe ser implementado por las aplicaciones que usan UDP como medio de transporte de datos, al igual que el reensamble de los mensajes entrantes.

Es por ello un protocolo del tipo best-effort (máximo esfuerzo), porque hace lo que puede para transmitir los datagramas hacia la aplicación, pero no puede garantizar que la aplicación los reciba.

Tampoco utiliza mecanismos de detección de errores. Cuando se detecta un error en un datagrama, en lugar de entregarlo a la aplicación destino, se descarta. Cuando una aplicación envía datos a través de UDP, éstos llegan al otro extremo como una unidad. Por ejemplo, si una aplicación escribe 5 veces en el puerto UDP, la aplicación al otro extremo hará 5 lecturas del puerto UDP. Además, el tamaño de cada escritura será igual que el tamaño de las lecturas.

- ♦ IP (Internet Protocol). La nueva versión del protocolo IP recibe el nombre de IPv6, aunque es también conocido comúnmente como IPng (Internet Protocol Next Generation). El número de versión de este protocolo es el 6 frente a la versión 4 utilizada hasta entonces, puesto que la versión 5 no pasó de la fase experimental. Los cambios que se introducen en esta nueva versión son muchos y de gran importancia, aunque la transición desde la versión 4 no debería ser problemática gracias a las características de compatibilidad que se han incluido en el protocolo. IPng se ha

diseñado para solucionar todos los problemas que surgen con la versión anterior, y además ofrecer soporte a las nuevas redes de alto rendimiento (como ATM, Gigabit Ethernet, etc.)

Una de las características más llamativas es el nuevo sistema de direcciones, en el cual se pasa de los 32 a los 128 bit, eliminando todas las restricciones del sistema actual. Otro de los aspectos mejorados es la seguridad, que en la versión anterior constituía uno de los mayores problemas. Además, el nuevo formato de la cabecera se ha organizado de una manera más efectiva, permitiendo que las opciones se sitúen en extensiones separadas de la cabecera principal.

Formato de la cabecera

El tamaño de la cabecera que el protocolo IPv6 añade a los datos es de 320 bit, el doble que en la versión 4. Sin embargo, esta nueva cabecera se ha simplificado con respecto a la anterior. Algunos campos se han retirado de la misma, mientras que otros se han convertido en opcionales por medio de las extensiones. De esta manera los routers no tienen que procesar parte de la información de la cabecera, lo que permite aumentar de rendimiento en la transmisión. El formato completo de la cabecera sin las extensiones es el siguiente:

- Versión: Número de versión del protocolo IP, que en este caso contendrá el valor 6. Tamaño: 4 bit.
- Prioridad: Contiene el valor de la prioridad o importancia del paquete que se está enviando con respecto a otros paquetes provenientes de la misma fuente. Tamaño: 4 bit.
- Etiqueta de flujo: Campo que se utiliza para indicar que el paquete requiere un tratamiento especial por parte de los routers que lo soporten. Tamaño: 24 bit.
- Longitud: Es la longitud en bytes de los datos que se encuentran a continuación de la cabecera. Tamaño: 16 bit.
- Siguiente cabecera: Se utiliza para indicar el protocolo al que corresponde la cabecera que se sitúa a continuación de la actual. El valor de este campo es el mismo que el de protocolo en la versión 4 de IP. Tamaño: 8 bit.
- Límite de existencia: Tiene el mismo propósito que el campo de la versión 4, y es un valor que disminuye en una unidad cada vez que el paquete pasa por un nodo. Tamaño: 8 bit.
- Dirección de origen: El número de dirección del host que envía el paquete. Su longitud es cuatro veces mayor que en la versión 4. Tamaño: 128 bit.
- Dirección de destino: Número de dirección de destino, aunque puede no coincidir con la dirección del host final en algunos casos. Su longitud es cuatro veces mayor que en la versión 4 del protocolo IP. Tamaño: 128 bit.

Organización de la cabecera IPv6

Versión

Prioridad

Etiqueta de flujo

Longitud

Siguiente cabecera

Límite de existencia

Dirección de origen

Dirección de destino

Las extensiones que permite añadir esta versión del protocolo se sitúan inmediatamente después de la cabecera normal, y antes de la cabecera que incluye el protocolo de nivel de transporte. Los datos situados en cabeceras opcionales se procesan sólo cuando el mensaje llega a su destino final, lo que supone una mejora en el rendimiento. Otra ventaja adicional es que el tamaño de la cabecera no está limitado a un valor fijo de bytes como ocurría en la versión 4.

Por razones de eficiencia, las extensiones de la cabecera siempre tienen un tamaño múltiplo de 8 bytes. Actualmente se encuentran definidas extensiones para ruteo extendido, fragmentación y ensamblaje, seguridad, confidencialidad de datos, etc.

Direcciones en la versión 6.

El sistema de direcciones es uno de los cambios más importantes que afectan a la versión 6 del protocolo IP, donde se han pasado de los 32 a los 128 bit (cuatro veces mayor). Estas nuevas direcciones identifican a un interfaz o conjunto de interfaces y no a un nodo, aunque como cada interfaz pertenece a un nodo, es posible referirse a éstos a través de su interfaz.

El número de direcciones diferentes que pueden utilizarse con 128 bits es enorme. Teóricamente serían 2128 direcciones posibles, siempre que no apliquemos algún formato u organización a estas direcciones.

Existen tres tipos básicos de direcciones IPng según se utilicen para identificar a un interfaz en concreto o a un grupo de interfaces. Los bits de mayor peso de los que componen la dirección IPng son los que permiten distinguir el tipo de dirección, empleándose un número variable de bits para cada caso. Estos tres tipos de direcciones son:

- Direcciones unicast: Son las direcciones dirigidas a un único interfaz de la red. Las direcciones unicast que se encuentran definidas actualmente están divididas en varios grupos. Dentro de este tipo de direcciones se encuentra también un formato especial que facilita la compatibilidad con las direcciones de la versión 4 del protocolo IP.
- Direcciones anycast: Identifican a un conjunto de interfaces de la red. El paquete se enviará a un interfaz cualquiera de las que forman parte del conjunto. Estas direcciones son en realidad direcciones unicast que se encuentran asignadas a varios interfaces, los cuales necesitan ser configurados de manera especial. El formato es el mismo que el de las direcciones unicast.
- Direcciones multicast: Este tipo de direcciones identifica a un conjunto de interfaces de la red, de manera que el paquete es enviado a cada una de ellos individualmente.
- Las direcciones de broadcast no están implementadas en esta versión del protocolo, debido a que esta misma función puede realizarse ahora mediante el uso de las direcciones multicast.

2.4.4 Frame Relay

Frame Relay.- Constituye un método de comunicación orientado a paquetes para la conexión de sistemas informáticos a alta velocidad (64Kbits a 2Mbit/s), que permite la interconexión eficiente entre instalaciones de cliente de diversos tipos. Se utiliza principalmente para la interconexión de redes de área local y redes de área extensa sobre redes públicas o privadas, puede transportar múltiples aplicaciones y protocolos correspondientes a diversos entornos de comunicaciones de clientes y se adapta a la arquitectura de comunicaciones existentes (OSI, SNA, IPX de Novell, etc.). La Empresa de Telecomunicaciones ofrece estos servicios como una forma de establecer conexiones virtuales de área extensa que ofrezcan una prestaciones relativamente altas. Frame Relay se originó a partir de las interfaces RDSI y ofrece un ancho de banda comprendida en el rango entre 56 Kbits/seg. y 1.544 Mbits/seg.

Las conexiones a una red Frame Relay requieren un ruteador y una línea desde las instalaciones del cliente hasta el puerto de entrada a Frame Relay en la Empresa de Telecomunicaciones.

El servicio Frame Relay es una solución muy adecuada para interconexión de redes de área local, responde a aquellas aplicaciones de datos que se caracterizan por un tráfico a ráfagas, (que a menudo se encuentran en estos entornos), como son: transferencia de imágenes y ficheros, acceso a base de datos remotas, CAD/CAM en línea, conexiones interactivas con nodos remotos, correo electrónico, aplicaciones cliente servidor, etc., permite transportar de forma completa tráfico X.25, SNA/SDLC, y redes de área local.

Las aplicaciones quedan resumidas en:

- ◆ Interconexión de LANs
- ◆ Permite transportar de forma adecuada tráfico X.25, SNA/SDLC y LANs.
- ◆ Conexión de hosts que requieran alta velocidad y una interface multiplexada.

Características

El protocolo FR opera en la subcapa del nivel de enlace (nivel 2) de OSI (Sistemas de Interconexión Abiertos), esto se traduce en:

- ◆ Elimina la redundancia de funciones entre protocolos. La realización de funciones asociadas a niveles superiores a la subcapa FR (control de flujo y de errores, retransmisiones, etc.) ya no es responsabilidad de la red (no se realizan nodo a nodo), los mismos se desplazan hacia los terminales que realizan dichas funciones de forma más eficiente mediante protocolos de nivel superior, esto permite un mínimo retardo de red y un elevado porcentaje de información útil respecto a la información de control, cabeceras mínimas).
- ◆ Gran transparencia de transporte por parte de la red a los protocolos de los niveles superiores y más concretamente a los protocolos y aplicaciones propias de los entornos de RAL's, TCP/IP, IPX de Novell, SNA, DECnet, etc., lo que le convierte en un servicio multiprotocolo.
- ◆ Gran transparencia de transporte por parte de la red a los protocolos de los niveles superiores y más concretamente a los protocolos y aplicaciones propias de los entornos de RAL's, TCP/IP, IPX de Novell, SNA, DECnet, etc., lo que le convierte en un servicio multiprotocolo.
- ◆ Estos protocolos pueden soportarse simultáneamente sobre la misma conexión de acceso, y si el terminal de cliente lo permite, sobre un mismo circuito virtual permanente, con el consiguiente ahorro de la instalación de múltiples accesos, líneas especializadas y sus respectivos interfaces.

En resumen tenemos

- ◆ Eliminación de proceso en la red, mínimos retardos de red, alto caudal.
- ◆ Elevado porcentaje de información útil/información de control.
- ◆ Transporte transparente de protocolos y aplicaciones
- ◆ Transporte conjunto de distintos tipos de tráfico: RAL's, X25, SNA, etc.

Conmutación mejorada de paquetes

Las Empresas de Telecomunicaciones han instalado una abundancia de cables de fibra óptica en las redes nacionales con objeto de aumentar el ancho de banda. Frame Relay lo consigue evitando el control de flujo y la gestión de errores dentro de la propia red, originadores de retardos, esta asume que los nodos finales son máquinas programables que pueden realizar su propia gestión de errores. Los nodos intermedios (conmutadores) simplemente realizan una retransmisión de tramas a través de un trayecto predefinido. En X-25, los nodos intermedios deben recibir completamente cada paquete y realizar una verificación de errores antes de reenviarlo. Si existe un error, el nodo solicita una retransmisión desde el emisor. De esta forma el emisor puede retransmitir un paquete tan pronto como se haya perdido. Las tablas de estado utilizadas por X.25 en cada nodo intermedio, que tratan la gestión, el control de flujo y la verificación de errores no son necesarias en Frame Relay.

Diferentes comunicaciones pueden compartir tanto los recursos físicos, como las capacidades de transmisión, asignándose estos dinámicamente en función de la demanda de cada instante, esto es lo que se llama multiplexación estadística; con ella conseguimos:

- ◆ Compartición y asignación dinámica de recursos y capacidades de transmisión, reducción de costos.
- ◆ Ancho de banda bajo demanda.
- ◆ Dimensionamiento óptimo de la Red de Cliente.

Especificaciones de Frame Relay

Una red Frame Relay conecta dos LAN'S sobre una red pública de conmutación de paquetes. El proceso es simple (la trama procedente de la LAN'S se sitúa en una trama Frame Relay y se distribuye a través del substrato de red) (la mezcla de conexiones Frame Relay) hacia el destino. Técnicas de multiplexación estadística entrelazan eficientemente los datos procedentes de múltiples orígenes en la ubicación del cliente sobre una única línea, hacia la red Frame Relay. Frame Relay es una modificación HDLC (High-level Data Link Control), de modo que se encuentra disponible como actualización en algunos puentes y encaminadores. Frame Relay no es deseable para tráfico de voz y vídeo debido a sus tramas de longitud variable.

2.5 Distribución Automática de Llamadas (Automatic Call Distribution)

Los sistemas de ACD son el corazón de innumerables centros de llamadas telefónicas. Ellos manipulan el tráfico de llamadas y pueden conducir a los clientes por una ruta predeterminada hasta llegar al siguiente agente telefónico disponible.

El sistema, típicamente, contesta cada una de las llamadas inmediatamente y si es necesario, retiene las llamadas en una fila, mientras pueden ser dirigidas al siguiente agente del centro de llamadas de ACD disponible. Cuando un agente, se encuentra disponible toma la primer llamada de la fila de espera.

Las arquitecturas de alto rendimiento que pueden diseñarse hoy para un conmutador de comunicaciones de alto poder con procesadores de alta velocidad, que permiten la realización de un mayor número de llamadas y mayor rapidez de conexión, son realmente impresionantes. La arquitectura puede significar hasta 5 veces la diferencia en capacidad de manejar llamadas. Actualmente algunos de estos equipos son capaces de atender alrededor de 100,000 llamadas simultáneas en la hora pico.

El Software en los sistemas de ACD y los diversos Sistemas de Administración de Operaciones y Supervisión, conjuntan un mecanismo de control y monitoreo que optimiza el desempeño del Centro Telefónico, por medio de reportes personalizados y ayuda en línea.

Los sistemas de respuesta por voz IVR (reconocimiento interactivo de voz), ya sea en plataformas Unix o para PC, proveen reconocimiento de lenguaje local, proporcionando a quienes llaman la capacidad de acceder directamente a la información o ayuda que precisan. El reconocimiento del habla es importante, ya que todavía en muchas poblaciones el número de teléfonos dotados de marcado por botones es muy bajo. Con el sistema IVR las personas con teléfonos de disco pueden hablar, en lugar de oprimir botones para obtener un servicio.

La integración de la computadora y teléfono (CTI) con nuevas aplicaciones fáciles de usar, que combinan el poder del teléfono y la computadora, permite acelerar el servicio a clientes y facilitar la administración del Centro Telefónico. Por ejemplo, una de las aplicaciones más conocida, aunque no la más poderosa de la tecnología CTI, es el "screen pop", el cual permite que cuando un cliente llama a un número telefónico, su llamada sea transferida a un agente simultáneamente con todo un juego de información propia del que llama, extraída de la base de datos. Por ejemplo, si se tratara de una línea de ayuda (Help Desk), el software CTI puede mostrar de inmediato el nombre del cliente, su historial de mantenimiento y una lista específica del producto que él posee, para que el representante de la compañía pueda ayudarlo más rápidamente.

El marcaje predictivo también es una de las estrellas en el firmamento de los Centros Telefónicos, ya que puede elevar el volumen de llamadas efectuadas por un agente desde unas 10 por hora hasta 40, dependiendo de la duración de la llamada. Además, el porcentaje de llamadas contestadas puede incrementar el tiempo de servicio de un agente desde un 35% hasta un 75%.

La productividad absoluta asociada a un Centro Telefónico dependerá de la aplicación específica que se considere, así como de la forma en que se integren los diferentes elementos. Por otro lado, las tareas que están relacionadas con la operación, pero que por alguna razón no están sistematizadas, pueden impactar la eficiencia total.

El criterio por el que se clasifican parte de la funcionalidad elemental a la que se aplican los elementos tecnológicos (Tabla 2.4). Así, tenemos Sistemas para Tratamiento de Voz, Sistemas para Tratamiento de Datos, y Sistemas para Fines de Integración. Obsérvese que he mencionado "sistemas" y no "equipos". La diferencia es que un sistema debe estar constituido por los elementos de interacción, que bien podrían ser los equipos y, adicionalmente, debe contener procesos específicos definidos en cuanto a su uso y aprovechamiento, así como fuentes o recipientes de información.

La tabla 2.4 muestra los tres grupos definidos:

Sistemas de Voz	Sistemas de Datos	Sistemas de Integración
<i>Conmutador</i>	<i>Servidor</i>	<i>IVR</i>
<i>Estaciones</i>	<i>PC</i>	<i>Correos</i>
<i>ACD</i>	<i>LAN</i>	<i>CTI</i>
<i>Tarificador</i>	<i>WAN</i>	<i>Wallboards</i>
<i>Grabadoras</i>		<i>OMS</i>
		<i>Marcado Predictivo</i>

Tabla 2.4. Funcionalidad elemental a la que se aplican los elementos tecnológicos

2.6 Voz Sobre IP

Desde hace tiempo, los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos, para el transporte del tráfico de voz interno de la empresa. No obstante, es la aparición de nuevos estándares, así como la mejora y abaratamiento de las tecnologías de compresión de voz, lo que está provocando finalmente su implantación.

Después de haber constatado que desde un PC con elementos multimedia, es posible realizar llamadas telefónicas a través de Internet, podemos pensar que la telefonía en IP es poco más que un juguete, pues la calidad de voz que obtenemos a través de Internet es muy pobre. No obstante, si en nuestra empresa disponemos de una red de datos que tenga un ancho de banda bastante grande, también podemos pensar en la utilización de esta red para el tráfico de voz entre las distintas delegaciones de la empresa. Las ventajas que obtendríamos al utilizar nuestra red para transmitir tanto la voz como los datos son evidentes:

- ♦ Ahorro de costos de comunicaciones pues las llamadas entre las distintas delegaciones de la empresa saldrían gratis.
- ♦ Integración de servicios y unificación de estructura.

Realmente la integración de la voz y los datos en una misma red es una idea antigua, pues desde hace tiempo han surgido soluciones desde distintos fabricantes que, mediante el uso de multiplexores, permiten utilizar las redes WAN de datos de las empresas (típicamente conexiones punto a punto y frame-relay) para la transmisión del tráfico de voz. La falta de estándares, así como el largo plazo de amortización de este tipo de soluciones no ha permitido una amplia implantación de las mismas.

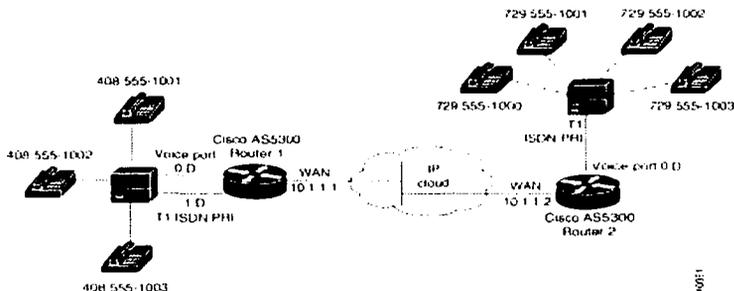


Figura 2.13 Ejemplo de red con conexión de centrales a ruteadores CISCO que disponen de soporte VoIP.

Es innegable la implantación definitiva del protocolo IP desde los ámbitos empresariales a los domésticos y la aparición de un estándar, el VoIP, no podía hacerse esperar. La aparición del VoIP junto con el abaratamiento de los DSP's (Procesador Digital de Señal), los cuales son claves en la compresión y descompresión de la voz, son los elementos que han hecho posible el despegue de estas tecnologías. Para este auge existen otros factores, tales como la aparición de nuevas aplicaciones o la apuesta definitiva por VoIP de fabricantes como Cisco Systems o Nortel-Bay Networks. Por otro lado los operadores de

telefonía están ofreciendo o piensan ofrecer en un futuro cercano, servicios IP de calidad a las empresas.

Por lo dicho hasta ahora, vemos que nos podemos encontrar con tres tipos de redes IP:

- Internet. El estado actual de la red no permite un uso profesional para el tráfico de voz.
- Red IP pública. Los operadores ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local en lo que al tráfico IP se refiere. Se puede considerar como algo similar a Internet, pero con una mayor calidad de servicio y con importantes mejoras en seguridad. Hay operadores que incluso ofrecen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda, lo que las hace muy interesante para el tráfico de voz.
- Intranet. La red IP implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

A finales de 1997 el VoIP forum del IMTC ha llegado a un acuerdo que permite la interoperabilidad de los distintos elementos que pueden integrarse en una red VoIP. Debido a la ya existencia del estándar H.323 del ITU-T, que cubría la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, se decidió que el H.323 fuera la base del VoIP. De este modo, el VoIP debe considerarse como una clarificación del H.323, de tal forma que en caso de conflicto, y a fin de evitar divergencias entre los estándares, se decidió que H.323 tendría prioridad sobre el VoIP. El VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a los servicios de directorio y a la transmisión de señalización por tonos multifrecuencia (DTMF).

2.6.1 El Estándar H.323

El estándar H.323 proporciona la base para la transmisión de voz, datos y vídeo sobre redes no orientadas a conexión y que no ofrecen un grado de calidad del servicio, como son las basadas en IP, incluida Internet, de manera tal que las aplicaciones y productos conforme a ella puedan interoperar, permitiendo la comunicación entre los usuarios sin necesidad de que éstos se preocupen por la compatibilidad de sus sistemas. La LAN sobre la que los terminales H.323 se comunican puede ser un simple segmento o un anillo, o múltiples segmentos (es el caso de Internet) con una topología compleja, lo que puede resultar en un grado variable de rendimiento.

H.323 es la especificación, establecida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en 1996, que fija los estándares para la comunicación de voz y vídeo sobre redes de

área local, con cualquier protocolo, que por su propia naturaleza presentan una gran latencia y no garantizan una determinada calidad del servicio (QoS). Para la conferencia de datos se apoya en la norma T.120, con lo que en conjunto soporta las aplicaciones multimedia. Los terminales y equipos conforme a H.323 pueden tratar voz en tiempo real, datos y vídeo, incluida videotelefonía.

El estándar contempla el control de la llamada, gestión de la información y ancho de banda para una comunicación punto a punto y multipunto, dentro de la LAN, así como define interfaces entre la LAN y otras redes externas, como puede ser la RDSI. Es una parte de una serie de especificaciones para videoconferencia sobre distintos tipos de redes, que incluyen desde la H.320 a la H.324, estas dos válidas para RDSI y RTC, respectivamente.

H.323 establece los estándares para la compresión y descompresión de audio y vídeo, asegurando que los equipos de distintos fabricantes se entiendan. Así, los usuarios no se tienen que preocupar de cómo el equipo receptor actúe, siempre y cuando cumpla este estándar. La gestión del ancho de banda disponible para evitar que la LAN se colapse con la comunicación de audio y vídeo, por ejemplo, limitando el número de conexiones simultáneas, también está contemplada en el estándar.

La norma H.323 hace uso de los procedimientos de señalización de los canales lógicos contenidos en la norma H.245, en los que el contenido de cada uno de los canales se define cuando se abre. Estos procedimientos se proporcionan para fijar las prestaciones del emisor y receptor, el establecimiento de la llamada, intercambio de información, terminación de la llamada y como se codifica y decodifica. Por ejemplo, cuando se origina una llamada telefónica sobre Internet, los dos terminales deben negociar cual de los dos ejerce el control, de manera tal que sólo uno de ellos origine los mensajes especiales de control. Una cuestión importante es, como se ha dicho, que se deben determinar las capacidades de los sistemas, de forma que no se permita la transmisión de datos si no pueden ser gestionados por el receptor.

Una característica de la telefonía sobre una LAN o Internet es que se permite la información de vídeo sobre la de audio (videoconferencia), que se formatea de acuerdo con el estándar H.261 o H.263, formando parte de la carga útil del paquete RTP; dado que se envían sólo los cambios entre cuadros resulta muy sensible a la pérdida de paquetes, lo que da origen a la distorsión de la imagen recibida.

2.6.1.1 Componentes definidos en H.323

La especificación define cuatro componentes principales para un sistema de comunicaciones en red: Terminales, Gateways, Gatekeepers y MCUs.

- ◆ Terminales

Son los clientes finales en la LAN, que proporcionan una comunicación bidireccional en tiempo real. Todas las terminales deben soportar la comunicación de voz, mientras que la de vídeo y datos son opcionales.

Además, deben soportar la norma H.245 que se emplea para la negociación del uso del canal y sus prestaciones; Q.931 para el establecimiento de la llamada y la señalización; RAS (Registration/ Admission/Status), un protocolo utilizado para la comunicación con el Gatekeeper y sólo si éste está presente en la red; soporte para RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol/Real-time Transport Control Protocol) que fija la secuencia de los paquetes de audio y vídeo. Opcionalmente los terminales pueden incorporar un codec para vídeo, conferencia de datos según T.120 y MCU (Multipoint Control Unit). Otro protocolo del IETF, aunque no es parte del H.323, el RSVP (Resource Reservation Protocol) se emplea para solicitar la reserva de un determinado ancho de banda y otros recursos, a lo largo de toda la red, para una conferencia y obtener la confirmación sobre si es posible hacerla, algo esencial si se quiere mantener una videoconferencia sobre una LAN.

- ◆ RTP (Protocolo De Transferencia En Tiempo Real)

El protocolo TCP/IP utilizado en múltiples comunicaciones es un protocolo de transferencia seguro, gracias a TCP, lo que asegura la transmisión libre de errores. Sin embargo, no hay garantía de que los paquetes lleguen ordenados a su destino /en tiempo real), lo que causa problemas para la voz o el vídeo. Para evitar este efecto, el IETF ha propuesto el protocolo denominado RTF (Real-time Transfer Protocol) que facilita las comunicaciones multimedia.

- ◆ Gateway.

El Gateway es un elemento opcional en una conferencia H.323, que proporciona muchos servicios incluida la adaptación con otras normas del UIT. En general, su misión es establecer un enlace con otras terminales ubicadas en la RTB o RDSI.

- ◆ Gatekeeper.

El Gatekeeper realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS. La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido, de manera tal que se garantice ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la LAN. El Gatekeeper proporciona todas las

funciones anteriores para los terminales, Gateways y MCUs, que están registrados dentro de la denominada Zona de control H.323.

- ◆ MCU (Multipoint Control Units).

La Unidad de Control Multipunto está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión (ver figura 2.14).

La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y vídeo. La señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de vídeo (opcional) se trata con la norma H.261 o H.263. Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite la compartición de aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.

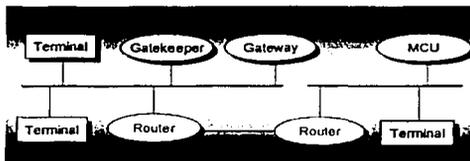


Figura 2.14 Diagrama de la unidad de control multipunto

El VoIP/H.323 comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

- ◆ Direccionamiento:

- RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.
- DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

- ◆ Señalización:

- Q.931 Señalización inicial de llamada
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz.

- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz.
- ◆ **Compresión de Voz:**
 - Requeridos: G.711 y G.723
 - Opcionales: G.728, G.729 y G.722
- ◆ **Transmisión de Voz:**
 - UDP. La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
 - RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.
- ◆ **Control de la Transmisión:**
 - RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.

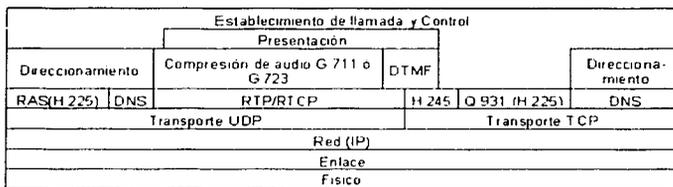


Tabla 2.5 Pila de protocolos en VoIP

2.6.2 Redes VoIP

Hasta ahora sólo hemos visto la posibilidad de utilizar nuestra red IP para conectar las centrales a la misma, pero el hecho de que VoIP se apoye en un protocolo de nivel 3, como es IP, nos permite una flexibilidad en las configuraciones que en muchos casos está todavía por descubrir. Una idea que parece inmediata es que el papel tradicional de la central telefónica quedaría distribuido entre los distintos elementos de la red VoIP. En este escenario, tecnologías como la Integración Computadora-Teléfono CTI (*computer-telephony integration*) tendrán una implantación mucho más simple. Será el paso del

tiempo y la imaginación de las personas involucradas en estos entornos, los que irán definiendo aplicaciones y servicios basados en VoIP.

Actualmente podemos partir de una serie de elementos ya disponibles en el mercado y que, según diferentes diseños, nos permitirán construir las aplicaciones VoIP (ver figura 2.15). Estos elementos son:

- ◆ Teléfonos IP.
- ◆ Adaptadores para PC.
- ◆ Hubs Telefónicos.
- ◆ Gateways (pasarelas RTC / IP).
- ◆ Gatekeeper.
- ◆ Unidades de audioconferencia múltiple. (MCU Voz)
- ◆ Servicios de Directorio.

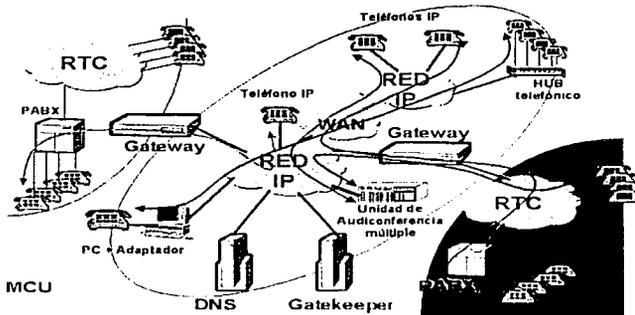


Figura 2.15 Elementos de una red VoIP

Las funciones de los distintos elementos son fácilmente entendibles a la vista de la figura 2.15, si bien merece la pena recalcar algunas ideas.

El Gatekeeper es un elemento opcional en la red, pero cuando está presente, todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso de aquel. Su función es la de gestión y control de los recursos de la red, de manera que no se produzcan situaciones de saturación de la misma.

El Gateway es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI. Podemos considerar al Gateway como una caja que por un lado tiene un interface LAN y por el otro dispone de uno o varios de los siguientes interfaces:

- ◆ FXO. Para conexión a extensiones de centrales ó a la red telefónica básica.
- ◆ FXS. Para conexión a enlaces de centrales o a teléfonos analógicos.
- ◆ E&M. Para conexión específica a centrales.
- ◆ BRI. Acceso básico RDSI (2B+D)
- ◆ PRI. Acceso primario RDSI (30B+D)
- ◆ G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centralitas a 2 Mbps.

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separadas, o nos podemos encontrar con varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway. También podemos ver en la figura 2.15 cómo Cisco ha implementado las funciones de Gateway en el router.

Un aspecto importante a reseñar es el de los retardos en la transmisión de la voz. Hay que tener en cuenta que la voz no es muy tolerante con estos. De hecho, si el retardo introducido por la red es de más de 300 milisegundos, resulta casi imposible tener una conversación fluida. Debido a que las redes de área local no están preparadas en principio para este tipo de tráfico, el problema puede parecer grave. Hay que tener en cuenta que los paquetes IP son de longitud variable y el tráfico de datos suele ser a ráfagas. Para intentar obviar situaciones en las que la voz se pierde porque tenemos una ráfaga de datos en la red, se ha ideado el protocolo RSVP, cuya principal función es dividir los paquetes de datos grandes y dar prioridad a los paquetes de voz cuando hay una congestión en un router. Si bien este protocolo ayudará considerablemente al tráfico multimedia por la red, hay que tener en cuenta que RSVP no garantiza una calidad de servicio como ocurre en redes avanzadas tales como ATM que proporcionan QoS de forma estándar.

2.6.3 Ventajas de la tecnología de voz sobre IP

- ◆ Integración sobre su Intranet de la voz como un servicio más de su red, tal como otros servicios informáticos (figura 2.16).
- ◆ Las redes IP son la red estándar universal para la Internet, Intranets y extranets.
- ◆ Estándares efectivos (H.323)
- ◆ Interoperabilidad de diversos proveedores
- ◆ Uso de las redes de datos existentes
- ◆ Independencia de tecnologías de transporte (capa 2), asegurando la inversión.
- ◆ Menores costos que tecnologías alternativas (voz sobre TDM, ATM, Frame Relay)
- ◆ No hay costos de Larga Distancia en sus llamadas sobre IP.



Figura 2.16 principal ventaja de la Voz sobre IP.

Todo el mundo ya conoce las ventajas potenciales que brinda la voz sobre IP (VoIP), pero cómo adoptar y desplegar esta nueva alternativa sigue siendo una incógnita para muchos usuarios. A continuación se mencionarán algunas cuestiones a tener en cuenta si desea adentrarse en el mundo de las redes convergentes.

El argumento inicial en favor de este nuevo modelo de redes se basa en la gran presencia actual de las infraestructuras IP en los entornos corporativos de datos, así como en la suposición de que parte de la capacidad de estas redes está siendo desaprovechada. Dando por sentado éste último extremo, parece que nada hay mejor que emplear el ancho de banda inutilizado para soportar el tráfico de voz y fax. De esta manera no sólo aumentaría la eficiencia global de la red, sino también las sinergias entre su diseño, despliegue y gestión.

Este primer acercamiento al tema viene avalado por las conclusiones de diferentes investigaciones de mercado que coinciden en destacar el enorme potencial de crecimiento de VoIP. De hecho, IDC estima que, sólo en Estados Unidos, entre 1997 y el año 2003, los ingresos procedentes de VoIP crecerán a un ritmo anual del 103.4 por ciento hasta alcanzar 24.390 millones de dólares al final del periodo. A escala internacional, la tasa de crecimiento durante los años citados será del 100.9 por ciento, acumulando un volumen de ingresos de 20.490 millones de dólares en el año 2002. Independientemente de estas previsiones tan optimistas debemos estudiar y analizar esta tecnología para conocer sus ventajas e inconvenientes:

1. La convergencia plantea un serio reto: las redes de voz y datos son esencialmente diferentes. Las redes de voz y fax, que emplean conmutación de circuitos, se caracterizan por:

- ♦ Para iniciar la conexión es preciso realizar el establecimiento de llamada.
- ♦ Se reservan recursos de la red durante todo el tiempo que dura la conexión.
- ♦ Se utiliza un ancho de banda fijo (típicamente 64 Kbps por canal de voz) que puede ser consumido o no en función del tráfico.

2.6.4 La Voz Sobre Internet

Como vimos en el capítulo anterior, la voz sobre Internet será, dentro de muy poco tiempo, popular entre los usuarios a causa de su bajo costo (al menos por ahora), necesitar una estructura simple de comunicaciones y por la posibilidad de ofrecer servicios de valor añadido como pueden ser los buzones de voz y la mensajería de voz, aunque difícilmente ofrecerá una calidad tan buena como la que ofrece la red telefónica clásica y una sencillez de uso que hace que cualquier usuario, sin necesidad de formación alguna, sepa utilizarla. La telefonía sobre Internet o Voz sobre IP (VoIP) es más económica que la convencional porque el sistema de encaminamiento y conmutación es más eficiente el de las grandes centrales telefónicas, que necesitan un circuito por cada conversación, mientras que en IP la información se divide en paquetes y se pueden enviar varias conversaciones multiplexadas sobre un único circuito físico.

Voz Sobre La Red

Para establecer una comunicación de voz utilizando la red Internet, lo primero que se necesita es establecer la conexión entre los dos terminales de los usuarios, equipados con el mismo software o compatible, que desean comunicarse, es decir establecer una sesión IP; a partir de ahí, se digitaliza la voz, se comprime para que ocupe menos ancho de banda, y se transmite a través de la red como si fuese un flujo de datos. La comunicación puede ser multimedia y transferirse ficheros o ver un vídeo mientras se conversa.

El atractivo que representa esta solución reside en que en este caso las tarifas que aplican son las propias de Internet, es decir siempre tarifa local en ambos extremos y en muchos casos tarifa plana, en lugar de las telefónicas, que dependen de la distancia y del tiempo de conexión. El usuario admite la peor calidad de la comunicación, que se ve compensada por el ahorro económico que obtiene.

Existen otras dos modalidades que se dan en el caso de establecer la comunicación entre un teléfono y un PC o bien entre dos teléfonos, utilizando la red Internet. En el primer caso es necesario disponer de un gateway con conexión por un lado a Internet y por otro a la RTC, que digitalice la voz si es que ya no lo está, la comprima y empaquete y realice la traslación entre direcciones IP y números de la RTC, realizando el proceso simultáneamente en ambos sentidos. En el caso de llamadas entre teléfonos a través de Internet, el proceso es parecido, utilizando dos gateways, uno en cada extremo, siendo varias las compañías que ofrecen estos servicios aprovechando la ventaja económica que supone encaminar las llamadas normales de voz a través de la red.

Los estándares para la comunicación telefónica sobre Internet, utilizando terminales aislados o conectados a una PBX, están ya definidos por el ITU-T en el documento H-323 y varios fabricantes, entre ellos Intel y Microsoft, están ya trabajando para desarrollar

- ◆ Los precios generalmente se basan en el tiempo de uso.
- ◆ Los proveedores están sujetos a las normas del sector y regulados y controlados por las autoridades pertinentes.
- ◆ El servicio debe ser universal para todo el ámbito estatal.

Por el contrario, las redes de datos, basadas en la conmutación de paquetes, se identifican por las siguientes características:

- ◆ Para asegurar la entrega de los datos se requiere el direccionamiento por paquetes, sin que sea necesario el establecimiento de llamada.
- ◆ El consumo de los recursos de red se realiza en función de las necesidades, sin que, por lo general, sean reservados siguiendo un criterio de extremo a extremo.
- ◆ Los precios se forman exclusivamente en función de la tensión competitiva de la oferta y la demanda.
- ◆ Los servicios se prestan de acuerdo a los criterios impuestos por la demanda, variando ampliamente en cuanto a cobertura geográfica, velocidad de la tecnología aplicada y condiciones de prestación.

Implementar una red convergente supone estudiar las diferencias existentes entre las características de las redes de voz y de datos, comprendiendo los problemas técnicos que implican dichas diferencias sin perder de vista en ningún momento la perspectiva del usuario final.

2. Las diferencias entre la operación de las redes de voz y datos requieren distintos enfoques de gestión.

Tradicionalmente, la industria de la telefonía trabaja con unas altas exigencias de fiabilidad, conocidas como los "cinco nueves", 99,999 por ciento. Esto se traduce en unos objetivos de diseño de centrales públicas de conmutación que garantizan niveles de caída del servicio de sólo dos horas cada cuarenta años de operación. Cuarenta años suponen aproximadamente 350.400 horas; y dos horas sin servicio representaría sólo un 0,0000057 de todo ese tiempo. O lo que es lo mismo, una disponibilidad del 99,9994 por ciento.

3. Factores de Calidad de Servicio (QoS). La entrega de señales de voz, vídeo y fax desde un punto a otro no se puede considerar realizada con un éxito total a menos que la calidad de las señales transmitidas satisfaga al receptor. Entre los factores que afectan a la calidad se encuentran los siguientes:

- ◆ Requerimientos de ancho de banda: la velocidad de transmisión de la infraestructura de red y su topología física.

- ◆ Funciones de control: incluye la reserva de recursos, provisión y monitorización requeridos para establecer y mantener la conexión multimedia.
 - ◆ Latencia o retardo: de la fuente al destino de la señal a través de la red.
 - ◆ Jitter: variación en los tiempos de llegada entre los paquetes. Para minimizar este factor los paquetes entrantes han de ser introducidos en un buffer y, desde allí, enviados a intervalos estándar.
 - ◆ Pérdida de paquetes: cuando un paquete de vídeo o de voz se pierde en la red es preciso disponer de algún tipo de compensación de la señal en el extremo receptor.
4. Implementación de nuevos estándares. Los estándares vienen a ser el anteproyecto necesario para diseñar, implementar y gestionar las comunicaciones de voz y datos. En su desarrollo trabajan diferentes entidades reconocidas como organizaciones de estándares internacionales, entre los que se encuentran ANSI (American National Standards Institute), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), ISO (International Organization for Standardization), UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) e IETF (Internet Engineering Task Force). Gracias a un estricto cumplimiento de los estándares internacionales (ITU H.323, H.245, H.225) el Gateway IPVox puede integrarse fácilmente en redes en las que existan Gateways H.323 de otros fabricantes de manera que se puedan intercambiar llamadas entre ellos. De igual manera el Gateway IPVox podrá integrarse en una red gestionada por un Gatekeeper H.323.
5. Interoperatividad multifabricante. Volvamos al pasado. ¿Recuerda cuando era corriente que una tarjeta Ethernet de un fabricante no comunicara con otra similar de un fabricante distinto? Hoy este problema ya no existe, pero conviene no olvidarlo porque las redes convergentes suponen un nuevo concepto que sólo acaba de arrancar. Afortunadamente, la industria, dirigida por el International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC), está avanzando mucho en esta área crítica.
6. Otros factores significativos. Además de las cuestiones de gestión y diseño referidas más arriba, existen otros factores, algunos fuera del control de los usuarios, que afectarán a la migración a las redes convergentes. Por ejemplo, la Comisión Europea ha determinado que, de momento, dadas las características y el estado de desarrollo de VoIP, hay que considerarlo como un servicio desregulado y no sometido a limitaciones normativas. No obstante, la Comisión se ha encargado de dejar bien claro que seguirá de cerca los pasos de la telefonía IP por si su posterior evolución exigiera introducir cambios en su regulación.

En muy poco tiempo, el interés por la voz sobre IP está yendo más allá de las simples llamadas gratuitas de voz y fax por Internet para extender su influencia a cómo las comunicaciones de empresa darán servicio a los usuarios finales en el próximo milenio, y a las potenciales economías de escala que promete.

software con este propósito. Llevar la voz sobre Internet se consigue utilizando técnicas de compresión muy potentes que permiten pasarla sobre un ancho de banda muy pequeño y un software de codificación-decodificación, junto con el protocolo IP propio de Internet. En el PC del usuario se necesita una tarjeta de sonido dúplex, micrófono y altavoces, junto con uno de los paquetes comerciales basados en el estándar mencionado.

Por ahora, los proveedores de voz sobre IP no necesitan ninguna licencia para ofrecer el servicio, al menos en Europa, ya que la Comisión Europea no considera este servicio como telefonía básica, al no cumplir los cuatro requisitos básicos siguientes:

- ♦ Ser objeto de una oferta comercial independiente
- ♦ Ser accesibles a todo el público
- ♦ Permitir la comunicación con cualquier otro usuario
- ♦ Implicar el transporte de voz en tiempo real, con una mínima calidad de servicio

El operador de telefonía con el servicio VoIP puede ofrecer tarifas planas y empaquetar los servicios de voz, datos y multimedia según los perfiles de los grupos de clientes, lo que le dota de una ventaja competitiva frente a terceros que no cuenten con este servicio en su cartera de productos.

Una línea para dos comunicaciones

Desde el lugar de trabajo y desde casa, el acceso a Internet se hace a través de los dos hilos que nos conecta con la central telefónica local, usando la RTC o la RDSI y un módem o adaptador de terminal; si es por RTC sólo se dispone de una línea y es obvio que cuando estamos conectados con la red no podemos recibir o hacer llamadas telefónicas.

Mientras que la duración media admitida para una llamada telefónica es de unos 3 minutos, en el acceso a Internet el usuario suele estar conectado del orden de 20 a 30 minutos, lo que implica que durante este tiempo nadie puede hacer uso de la línea telefónica con los inconvenientes que ello conlleva. Para buscar una solución a este problema algunos fabricantes han desarrollado un sistema que convierte las llamadas de voz en un flujo de datos IP que puede ser remitido directamente a los usuarios a los que van dirigidas. El funcionamiento es como sigue: cuando una llamada entrante se recibe en la central telefónica, la red es capaz de detectar si la línea de destino se encuentra ocupada en una sesión Internet y en ese caso inmediatamente la reenvía a un servidor especializado que la digitaliza y la convierte en una trama de datos, convierte el número telefónico a la dirección Internet de destino e inmediatamente envía un mensaje que se representa en un icono en la pantalla del terminal indicando que hay una llamada en espera, pidiendo su aceptación. Para las llamadas salientes se realiza el proceso inverso.

Si el usuario dispone del ancho de banda mínimo requerido, puede hablar y mantener la sesión Internet al mismo tiempo, despreocupándose del tiempo que emplea navegando por Internet, teniendo la tranquilidad de que no va perder ninguna llamada. De esta forma, se genera negocio extra para el operador de la red y el proveedor del servicio Internet (ISP).

3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN INTEGRAL

3.1 Antecedentes

En México, la empresa cliente, desarrolladora de recursos de tecnología y con una penetración muy importante en el mercado, cuenta con oficinas en Santa Fe (Ciudad de México), Tlalnepantla (Estado de México), Querétaro (Querétaro), Monterrey (Nuevo León), Ciudad Juárez (Chihuahua), Torreón (Coahuila), y Chihuahua (Chihuahua). Todos estos nodos se interconectan a Santa Fe por medio de diverso enlaces E-1 multipunto, en los cuales se utilizan sólo algunos canales o un enlace E-1 completo dependiendo de la cantidad de usuarios en cada oficina.

En Santa Fe se tiene diversos descanalizadores y ruteadores mediante los cuales se logra la interconexión de los nodos nacionales y con Atlanta, en donde se encuentra el dominio de red al cual pertenece México. Las cuentas de los usuarios de red son validadas por servidores en México y Atlanta. También se cuenta con ruteadores de Uninet, que permiten la interconexión con algunos clientes de la empresa y con algunos Centros Autorizados de Servicio (CAS). Estos ruteadores utilizan direcciones IP que no pertenecen a la red de nuestro cliente y para un nuevo enlace se necesita un puerto del ruteador de Uninet y un puerto de algún ruteador de nuestro cliente. Los ruteadores que interconectan a México con Atlanta son administrados por personal de esa ciudad y los ruteadores de Uninet son administrados por personal de dicha empresa (grupo Telmex).

Las instalaciones de Santa Fe constan de tres plantas o niveles: nivel lobby (piso 1), nivel patio (piso 2) y sótano. La red de cableado estructurado está hecha por niveles y fases: dos fases por nivel en el caso de los pisos 1 y 2, y una sola para el sótano. Cada fase cuenta con un cuarto de cableado, donde se localiza el panel de distribución de cada nivel. Los usuarios conectan sus estaciones de trabajo y su teléfono a su nodo correspondiente en cada lugar de trabajo.

Para la empresa en cuestión, es muy importante la atención postventa a los clientes que han adquirido sus productos o servicios. Esto se ha reflejado en la inversión en sistemas de administración de relaciones con los clientes, que han cobrado gran importancia en los últimos años. Uno de los sistemas que más comúnmente son integrados a esquemas de atención a clientes son los conmutadores digitales de voz, mejor conocidos como PBX (Private Branch Exchange), debido a la gran diversidad de servicios que a través de este se pueden ofrecer. El precio de un conmutador digital de voz representa una de las mayores inversiones en tecnología para una empresa; los teléfonos empleados en estos

conmutadores pueden ser teléfonos estándar, como los que se tienen en la mayoría de los hogares, o teléfonos de la misma línea y marca del PBX y con funciones especiales que dependen del uso que se le vaya a dar dentro de la empresa.

Los sistemas de ACD de los conmutadores digitales de voz, regularmente requieren del uso de teléfonos especiales que, obviamente, son del mismo fabricante; el precio de estos teléfonos es muy elevado con respecto a cualquier teléfono doméstico, y el personal que los utiliza requiere de un entrenamiento previo antes de comenzar a atender llamadas de ACD.

Usuarios Remotos de Voz en Puebla

Nuestro cliente, que es uno de los principales fabricantes de computadoras, servidores, software y todos sus periféricos no es una excepción y ha utilizado esta modalidad de atención de llamadas desde mucho tiempo atrás. En México, nuestro cliente cuenta con dos PBX, ubicados en la Ciudad de México, en sus oficinas de Santa Fe. Los PBX son de marca NORTEL de la línea Meridian 1, un Opción 81C y un Opción 61C, que son los dos modelos más grandes que puede ofrecer Nortel en esta línea, el equipo más grande es el Opción 81C el cual hasta antes de Octubre del 2001 albergaba poco mas de 2000 usuarios y el Opción 61C que puede crecer hasta a 2000 extensiones y que fue puesto en operación en Octubre del 2001. Este último equipo se adquirió desde mayo del 2001 como parte de una estrategia mundial de nuestro cliente para que las llamadas de ACD y las llamadas comunes se atendieran en diferentes PBX. La finalidad de esto es poder ofrecer un servicio ininterrumpido de atención aunque el conmutador principal se encontrara fuera de servicio por labores de mantenimiento o fallas. Las extensiones del personal especializado en atender las llamadas de ACD y soporte técnico fueron migradas del Opción 81C al Opción 61C. El PBX Opción 61C se adquirió como parte de una solución Integral que ofrecieron NORTEL y CISCO para la modernización del Call Center de nuestro cliente. Esta Solución requirió una inversión muy costosa en dinero, tiempo y proyección.

Además de estos dos PBX, en Santa Fe se cuenta con un conmutador Definity de Lucent que es utilizado por un área de atención y soporte clientes con aplicaciones más complejas. La razón de la existencia de este PBX se debió a que este departamento separó sus recursos de voz mucho antes que se instalara el Op 61C y porque no querían depender de la infraestructura de voz de la que se sirven los usuarios comunes.

La empresa en cuestión tiene un número muy importante de venta de equipos, además de que ofrece contratos y pólizas de mantenimiento y soporte técnico a empresas grandes tales como bancos, fabricantes de electrodomésticos, industrias automotrices, casas de bolsa, instituciones y secretarías de gobierno. Estos contratos y pólizas exigen además de los servicios de soporte técnico, una atención las 24 horas del día, los 7 días de la semana

y los 365 días del año. No es de extrañarse entonces la decisión de adquirir un PBX nuevo e integrarlo con aplicaciones más modernas y completas que las que ya ofrecía el Op 81C.

La empresa se auxilia de CAS (Centros Autorizados de Servicio) para la atención de ciertos usuarios y productos, es decir, no todas las llamadas de sus clientes son atendidas dentro de las instalaciones de Santa Fe, algunos grupos de ACD se encuentran dentro de las instalaciones de Santa Fe y otros pertenecen a sistemas que adquieren los CAS como parte de su servicio hacia nuestro cliente. Estos CAS se encuentran en diferentes puntos de la Ciudad de México y de la República, en el caso de México. Algunos CAS tienen personal suficientemente capacitado para la atención de estas llamadas pero no cuentan con la infraestructura para poder hacerlo ni con los medios económicos para adquirirla.

Un ejemplo de lo anterior es un CAS de Puebla, que recibe llamadas del PBX Definity Lucent. En el PBX Definity Lucent se configuraron 40 extensiones unilínea básicas como parte de un grupo de ACD, se implementó una solución de Lucent que permite que estas extensiones en lugar de ser conectadas en Santa Fe, se conectan a un switch de marca GDC que comprime la señal de cada una de las líneas y la envía a Puebla a través de un enlace de Fibra Óptica de 768 kbps, a través del mismo enlace se interconectan la red LAN de Santa Fe y la red LAN de Puebla. En Puebla la señal de los teléfonos es recibida por otro switch GDC que la descomprime y la regenera para poder dar servicio telefónico, cada extensión requiere una tarjeta especial de compresión y descompresión tanto en Puebla como en Santa Fe, además de los descanalizadores, ruteadores y concentradores necesarios.

El problema que se tiene con este servicio es que el sistema de compresión y descompresión tiene muy poco soporte en México y presenta fallas de interrupción de servicio, los teléfonos que se utilizan para los agentes de Puebla son teléfonos comunes sin las funciones de identificador de llamadas y llamadas en espera, transferencia, conferencia, enrutamiento, monitoreo, y el sistema de ACD del PBX Lucent no ofrece las facilidades de asignar llamadas por habilidad o prioridad, y tampoco permite recibir más de una llamada, entre otras cosas. Esta configuración está más recomendada para oficinas administrativas y que solo requieran servicio telefónico básico. Lo anterior se ilustra en el diagrama 3.1.

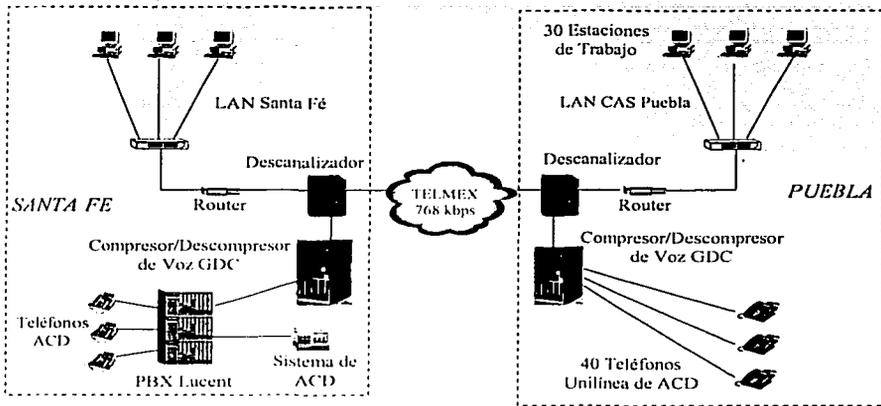


Diagrama 3.1 Usuarios de Voz Remotos Santa Fé-Puebla mediante Solución Lucent GDC ya implementada

3.2 Planteamiento del Problema

Por la situación anteriormente expuesta, Nuestro Cliente no desea invertir más en el sistema de voz y datos actualmente instalado, pero surgió la necesidad de agregar 16 extensiones con crecimiento a 25 para la atención de un servicio nuevo; también se requería que los 16 agentes nuevos tuvieran estaciones de trabajo con acceso a la red LAN de Santa Fé para utilizar herramientas hospedadas en algunos Servidores, el ancho de banda del enlace ya existente no era suficiente para satisfacer la demanda adicional de Tráfico de Voz y Datos que se requería y pidió se le ofrecieran soluciones a su problema. Las llamadas que se atenderían serían recibidas primero por un menú de Voz implementado en el IVR del PBX Op 61C de Santa Fé para su posterior enrutamiento a Puebla.

Hacia Puebla no se tiene ningún enlace alternativo y el que ya existía, como mencionamos anteriormente no era suficiente para agregar 16 usuarios más de voz/datos con posible crecimiento a 25.

El nuevo proyecto consiste en ofrecer servicios de Telefonía con funciones de ACD y Red LAN para 16 usuarios en Puebla con un futuro crecimiento a 25.

La empresa requiere de brindar servicios de red de datos y voz, con servicio de ACD, a un grupo de 16 nuevos usuarios (con crecimiento a 25) en instalaciones en Puebla, con acceso a la LAN de Santa Fe. La solución debía ofrecer calidad ininterrumpida pero sin tener que realizar un gasto excesivo (considerando que el esquema actual de comunicaciones tiene una deficiente calidad de servicio), ya que se disponía de pocos recursos para invertir en la solución y/o debían utilizarse los ya existentes, por lo que se decidió que los servicios nuevos fueran proporcionados por el PBX Op 61C debido a que tiene aplicaciones más modernas y porque los números a los que los clientes llamarían están configurados en este PBX. La solución que se requería se ilustra continuación en la figura 3.2

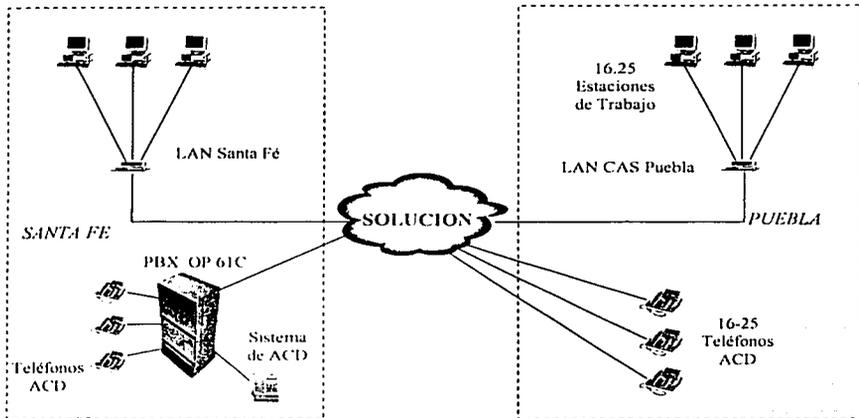


Diagrama 3.2 La necesidad de Servicios de Voz Remotos.

3.3 Alternativas de Solución

Todo lo anterior nos da un panorama de lo que desea tener en el CAS de Puebla: un lugar por usuario, y cada usuario deberá tener su estación de trabajo y su teléfono para contestar llamadas, los usuarios de estas máquinas deberán tener acceso por medio de la red a un servidor en donde se ejecuta una aplicación llamada WFM por medio de la cual se atienden los reportes que levantan los clientes y usuarios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como primera parte del Proyecto se solicito a UNINET un enlace directo de Santa Fé a Puebla con un ancho de banda de 768 kbps, el enlace incluía una serie de direcciones IP para formar una subred de al menos 25 usuarios en Puebla ya que se estaba considerando el crecimiento de 16 a 25 usuarios. Las direcciones IP que asignó UNINET son direcciones que pertenecen a la empresa cliente, sin embargo UNINET se encargó de realizar las configuraciones pertinentes para la interconexión con la red de Santa Fé. Las direcciones que se asignaron para Puebla fueron:

Red 156.153.12.96
Subset Mask 255.255.255.224 que nos permite 32 direcciones IP posibles.

Con estos datos nos es posible determinar que se proporcionaron 32 direcciones IP de las cuales solo podremos utilizar 30 porque la primera dirección (156.153.12.97) es la dirección del segmento ó subred, y la última (156.153.12.127) es la dirección de broadcast del segmento, de acuerdo a esto podremos hacer uso de la dirección 156.153.12.97 hasta la dirección 156.153.12.126 para asignarlas a las estaciones de trabajo y demás elementos de la subred de Puebla.

También se asignaron dos direcciones más en una subred de 4 direcciones IP para un segundo segmento formado por los dos extremos del enlace, se utilizaron las direcciones:

Red 156.153.14.84
Subset Mask 255.255.255.252 nos permite 4 direcciones posibles.

Esta asignación de direcciones se realizó independientemente de que se tuviera una solución ya que de cualquier manera se tenía que determinar que direcciones IP se utilizarían, también se determinó que el extremo Remoto de Puebla sería entregado en Coaxial con señalización E1. Los 768 kbps equivalen a 12 canales de 64 kbps cada uno.

El enlace de 768 kbps se recibiría por un Router equipado con una tarjeta E1 y con un puerto Ethernet de 100 Base T que funcionaría como el gateway de default para el segmento 156.153.12.96. Se reservó la dirección IP 156.153.12.97 para este puerto Ethernet y la dirección 156.153.14.86 para la tarjeta E1 en el extremo en Puebla. En la otra punta en Santa Fé tendría la dirección 156.153.14.85. El puerto Ethernet del Router sería conectado a un Switch 100 Base T para poder interconectar los demás elementos de la subred con este puerto que como ya mencionamos será el Gateway de default. La conexión del puerto Ethernet al Switch sería por medio de un cable UTP de 8 pares con una configuración 1:1 de nivel 5.

La interconexión de la Red del Cliente con la Subred de Puebla se realizaría por medio del Router de UNINET que en el Extremo de Santa Fé entregaría un E1 con la dirección IP 156.153.14.85, este E1 sería tomado por un descanalizador Newbridge, ya que ninguno de los routers de Santa Fé tenía ya capacidad para recibir E1's porque todos sus Slots estaban

ya ocupados. El Equipo Newbridge se utiliza como descanalizador de la mayor parte de los enlaces de nuestro Cliente, para este nuevo enlace se requirió que, además de recibir el E1 de UNINET, sirviera de interconexión entre UNINET y cualquier router del Cliente, el único tipo de puertos que se tenían libres en los routers del Cliente eran puertos V.35 y como el Newbridge también tenía un puerto V.35 libre, se decidió que por medio de estos puertos se interconectarían estos dos equipos. En si el Newbridge solo serviría para cambiar el tipo de enlace de E1 a V.35 para que pudiera ser recibido por un Router de Santa Fé.

Con esto ya se tiene parte de la solución, por medio del enlace de UNINET los usuarios de Puebla ya tienen Acceso a la red LAN de Santa Fé, pero aun queda pendiente el problema de proporcionar servicio de Telefonía a estos mismos usuarios.

Como parte de la solución, se determinó que se necesitaba un Router capaz de recibir un enlace de por lo menos 1 MB de Ancho de banda y un Switch de 24 puertos de 100 base T, además de las estaciones de trabajo para la interconexión con la red de Santa Fé, pero aun había que encontrar la mejor manera de llevar servicios de Voz con Capacidades de ACD y ocupando un ancho de banda mínimo. El cableado estructurado y los lugares para los nuevos agentes ya se tenían preparados.

Después de analizar el caso, se ofrecieron las siguientes alternativas para los servicios de voz:

- a. Comprar un Conmutador menor y teléfonos nuevos, el PBX debería estar equipado con un Sistema de ACD similar al del Opción 61C de Santa Fé y tener interconexión con el PBX de Santa Fé para la transferencia de llamadas de ACD y llamadas normales a través de un sistema de compresión y descompresión de voz.
- b. Agregar Hardware suficiente a los Servicios ya existentes y proporcionados por el PBX Lucent.
- c. Remote Office NORTEL que ofrece usuarios de voz remotos de un mismo PBX por medio de una red LAN/WAN, mediante el uso de un módulo en el nodo remoto por medio de VoIP.
- d. IP Telecommuter que ofrece servicio de voz por medio de tecnología de VoIP en la propia estación de trabajo del usuario mientras este conectado a la red LAN.

Cada una de las soluciones se analizara a continuación con sus ventajas y desventajas:

a. Conmutador nuevo con Sistema de ACD moderno

Esta solución requiere además del Conmutador nuevo y el Sistema de ACD un equipo extra que pueda aceptar el E1 que entregara el Carrier y separar los canales que corresponden a Voz y los canales que corresponden a la red LAN, también debe

comprimir las llamadas salientes del nodo y descomprimir las llamadas entrantes, estas funciones las realiza un Router de Cisco o un Descanalizador de Newbridge, equipos ya utilizados en la infraestructura de nuestro cliente. En Santa Fé se tiene un equipo Newbridge que tiene los recursos suficientes que se necesitan de ese lado del enlace pero para Puebla se necesita adquirir uno nuevo, equipado con dos tarjetas EI: una para recibir el enlace y otra para mandar los canales de voz al PBX, además de tarjetas de compresión/descompresión de voz. El diagrama 3.3 muestra la configuración de esta propuesta de solución.

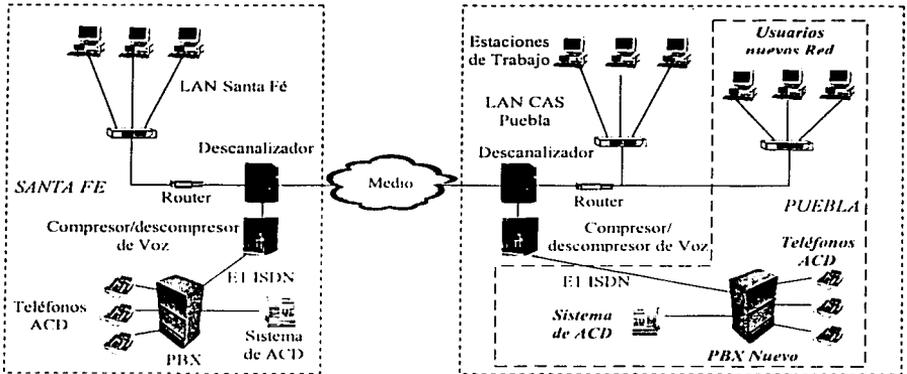


Diagrama 3.3 Adquisición de un PBX nuevo equipado con sistema de ACD

En este esquema se está proponiendo el uso de descanalizadores y compresores de voz, debido a que de esta manera se puede utilizar el mismo enlace para interconectar los dos conmutadores, el Op 61C de Santa Fé y el nuevo conmutador, que sería un OP 11C que es la versión más pequeña de la línea Meridian 1 de Nortel. Si se comprime un canal de voz a 8 Kb se optimiza el uso de ancho de banda, de modo que se utilizarían tres canales del enlace de 64 kbps cada uno, más un canal completo de 64 kbps para el canal de datos del enlace ISDN, la compresión a 8kbps tiene una calidad de voz regular pero se optimiza el uso de ancho de banda. Esto quiere decir que reservaríamos 5 canales de 64 kbps solo para servicios de voz, si tomamos en cuenta que el enlace que se rentó es de 768 kbps, que consta de 12 canales de 64kbps, estamos asegurando servicio ininterrumpido de voz pero con la desventaja de reservar la tercera parte de nuestro enlace exclusivamente para tráfico de voz, se utilice o no.

Para la elección del conmutador, se tienen diversas opciones:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- ◆ Modelo OP 11C que es la versión mas pequeña de la línea Meridian 1 de NORTEL, el cual tiene la gran ventaja de mantener la compatibilidad en las comunicaciones, al ser equipos del mismo proveedor; asimismo, tiene la facilidad de disponer de mantenimiento y capacitación rápida y económica, así como experiencia con este tipo de equipos;
- ◆ Modelo MD110 de Ericsson, un conmutador robusto que permite disponer de gran cantidad de servicios, entre ellos el de ACD, y administración de Call Center. Puede expandirse modularmente en bloques de hasta 20.000 extensiones. Además, Ericsson provee soluciones de menor tamaño, denominada Business Phone, que permiten interconectar desde 50 hasta 200 usuarios, con apoyo para ACD limitado a 40 usuarios. Esta sería una buena opción considerando el costo y la cantidad de usuarios que se desean integrar al sistema, aunque su interconexión con el PBX de Santa Fe puede presentar algunas dificultades de compatibilidad.

Otros proveedores de soluciones de telefonía y redes, como Siemens y Cisco, presentan soluciones IP que involucran un nuevo diseño de redes de voz, datos y multimedia unificada, con una gran variedad de servicios. En el caso de Siemens, su plataforma de red IP HiPath contempla soluciones desde el conmutador, pasando por routers, servidores de aplicaciones y aparatos telefónicos analógicos, digitales e IP. Cisco tiene una amplia gama de routers y switches con capacidad para manejo de voz/datos y multimedia dentro de su enfoque AVVID (Arquitectura para video, voz y datos integrados). Sin embargo, sus soluciones implican realizar cambios profundos en la red del cliente, con costos muy elevados.

Esta solución resulta ser muy efectiva pero también altamente costosa, debido a que se necesita comprar un conmutador nuevo con su sistema de ACD, las tarjetas de enlace entre el switch descanalizador y el PBX y las tarjetas de compresión y descompresión, además de las tarjetas necesarias para interconectar el switch descanalizador y el router. Este esquema sería más recomendado para oficinas permanentes de nuestro cliente y no para oficinas de un CAS.

b. Crecer la infraestructura ya existente

Para utilizar la infraestructura ya existente se requiere la adquisición de un módulo nuevo para el Switch GDC que ya se tiene para poder insertar las tarjetas de Compresión y Descompresión de Voz, también se necesitaría una tarjeta de EI para recibir el enlace y una tarjeta para la interconexión de un nuevo Switch o concentrador para dar servicio a los nuevos usuarios, esta opción nos limita a utilizar teléfonos normales unilínea que aunque recibirán llamadas del grupo de ACD no permiten el uso de funciones de ACD más modernas ni el monitoreo directo por el personal que administra el Call Center de Santa Fé.

El diagrama que ilustra esta solución se muestra a continuación (diagrama 3.4).

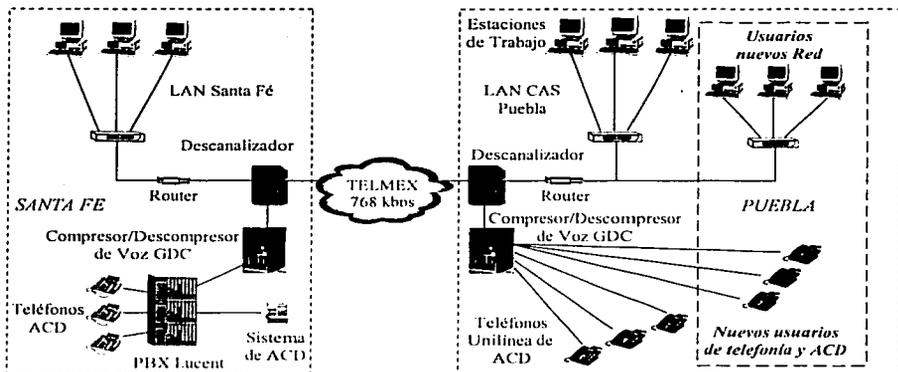


Diagrama 3.4 Crecimiento de la infraestructura ya existente.

El crecimiento de los servicios ya existentes tiene la ventaja de utilizar una solución que ya está funcionando, además de que resulta más económico crecer algo que ya existe que instalar algo nuevo, la gran desventaja es la interrupción aleatoria del servicio y que estas extensiones no pueden ser monitoreadas desde el sistema de ACD del Op 61C. Se pensó utilizar extensiones unilínea del Op 61C en lugar de las extensiones del PBC Lucent pero debido a fallas que se presentan en Puebla, no se recomienda esta alternativa. El personal de Puebla nos ha informado que la falla ya la han reportado al fabricante del Switch pero después de muchas pruebas no se ha llegado a ninguna conclusión concreta.

c. Aplicación Remote Office de NORTEL

NORTEL ofrece un sistema de usuarios de telefonía remotos 100% compatible con los conmutadores de la línea Meridian 1, este sistema es el Remote Office y consta básicamente de 2 elementos principales que son una tarjeta MIG RLC (Meridian Internet Gateway Reach Line Card) insertada dentro de uno de los módulos llamados IPE del conmutador y un módulo RO 9150 (Remote Office 9150) del tamaño de una videocasetera que se monta en las instalaciones en las que se necesita servicio Telefónico Remoto.

El módulo RO 9150 puede dar servicio hasta a 32 usuarios de voz remotos, la tarjeta MIG RLC emula a una tarjeta de extensiones digitales para teléfonos propietarios de NORTEL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

y envía la señal de estos circuitos hacia el módulo RO 9150 a través de una Red LAN basada en TCP/IP. Tanto el módulo RO 9150 como la Tarjeta MIG RLC digitalizan, comprimen y agregan las tramas de TCP/IP respectivamente. Solo se pueden utilizar teléfonos NORTEL de la línea Meridian 1 NORTEL y estos son conectados por medio de uno de los dos cables tipo Amphenol de 25 pares en la parte trasera del módulo RO 9150, cada cable de 25 pares genera la señal para 16 extensiones en los primeros 16 pares, los restantes son utilizados para otros recursos tales como líneas BRI ISDN alternas al enlace principal.

La solución que se ofreció incluye 1 tarjeta MIG RLC con un módulo de DSP extra, ya que al adquirirla solo puede manejar 8 llamadas/usuarios simultáneos, y un módulo RO 9150 con un módulo DSP extra por la misma razón que la MIG RLC, cada tarjeta DSP permite manejar 8 llamadas más simultáneamente, se necesita también un puerto Ethernet de un Router en Santa Fé para interconectar la tarjeta con la red, ya que se recomienda instalarla en una red aislada para evitar mala calidad de voz por tráfico excesivo, en Puebla también se necesita otro puerto Ethernet de algún Router que pueda dar acceso desde y hacia Santa Fé, estos dos puertos de Ethernet funcionarían como Gateways para cada segmento o Subred, el puerto del Router de Puebla es conectado a un Switch NORTEL que se incluye con la compra del paquete Remote Office, este Switch puede ser sustituido por alguna marca que dé prioridad a la VoIP y el módulo RO 9150 se conecta al Switch NORTEL. En Santa Fé la conexión de la tarjeta MIG RLC hacia el Puerto Ethernet del Router que funciona como Gateway se realiza por medio de un cable cruzado, aunque se podrían interconectar por medio de un Concentrador o un Switch 10 Base T. Tanto la tarjeta MIG RLC como el módulo RO 9150 tienen un puerto Ethernet 10 Base T por el cual se interconectan a través de la red LAN y un puerto RS232 para administración y configuración con una terminal VT220 o con una PC a través de un puerto COM y un software incluido. Enseguida aparece un diagrama que ilustra la solución propuesta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

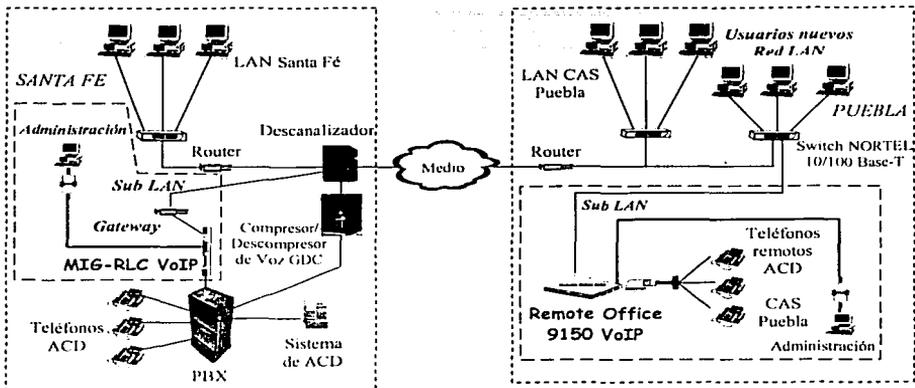


Diagrama 3.5 Remote Office de NORTEL

d. IP Telecommuter

El IP Telecommuter de NORTEL ofrece servicios mejorados de voz a usuarios remotos. Optimiza de forma flexible las comunicaciones sin requerir hardware especial remoto o servicios especiales de telecomunicaciones. El IP Telecommuter proporciona comunicaciones integradas de voz y datos al empleado remoto ocasional. Utiliza el protocolo de Internet (IP) y funciona con una sola conexión de servicio telefónico ordinario (POTS). El IP Telecommuter utiliza una PC multimedia para los servicios de voz y datos, conjuntamente con el teléfono de Bus Serial Universal (USB) o un teléfono software i1010 IP Telecommuter dotado de un audifono CTI. Esto proporciona servicios de voz y datos "con la misma calidad de una oficina" a los usuarios remotos y les permite aprovechar el acceso remoto a los servicios proporcionados por sus compañías o proveedores de servicios.

Los servicios telefónicos que se proporcionan al usuario remoto incluyen las funciones comúnmente utilizadas por los usuarios de los PBX Meridian 1 tales como: Conferencia, Transferencia, Retención, Mensaje en espera, Acceso al correo por voz, Nombre y número del solicitante. Las llamadas telefónicas realizadas al teléfono de la oficina se transfieren a la ubicación remota, proporcionando una flexibilidad mayor para el empleado remoto ocasional.

El IP Telecommuter permite a los empleados remotos ocasionales acceder con una sola conexión de acceso telefónico a los servicios de red LAN y aprovechar los servicios telefónicos de su oficina desde una ubicación remota. El IP Telecommuter transfiere las llamadas recibidas por el teléfono de la oficina de un usuario a la ubicación remota del mismo.

El IP Telecommuter transforma la voz en datos informáticos. Entonces, envía los datos a través de una red de datos hacia las estaciones que tengan conectado un teléfono IP USB o el Software i1010 Telecommuter, donde se convierten nuevamente en voz. La Tarjeta IP Telecommuter proporciona la interfaz entre la red de datos y un PBX Meridian 1 para realizar llamadas de voz, funciona esencialmente como un traductor entre los PBX Meridian 1 y la red de datos.

El IP Telecommuter se basa en el estándar H.323, que establece normas para la compresión y descompresión de flujos de datos de audio y vídeo. H.323 asegura que el equipo de un proveedor diferente cuente con algún área de soporte común. La compresión reduce la cantidad del ancho de banda que consume la voz. También ayuda a minimizar cualquier conflicto potencial con el tráfico de datos en la red. El sistema aprovecha los servicios de acceso remoto (RAS) existentes que se utilizan para los servicios de datos.

Para implementar esta solución se necesita adquirir el software IP Telecommuter para las estaciones de trabajo y/o teléfonos nuevos IP USB, una tarjeta IP Telecommuter y las licencias para instalarla que incluyen una actualización de funciones al Software del PBX Op 61C, además de la interconexión de redes descrita anteriormente, cabe mencionar que estos circuitos no son compatibles con el ACD del Op 61C y no aceptan funciones de ACD básicas. A continuación en el diagrama 3.6 se muestra un esquema de la solución:

TESIS CON
FALLA DE ALIEN

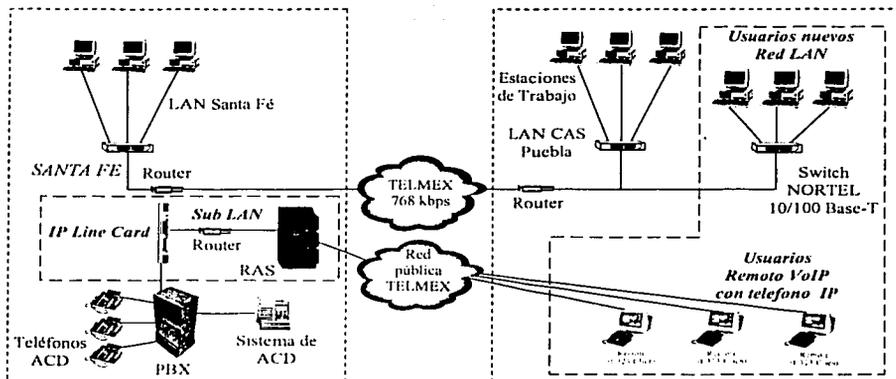


Diagrama 3.6. IP Telecommuter de NORTEL

3.4 Comparación y Selección de Solución

Después de Analizar las diferentes alternativas de solución, se elaboró la siguiente tabla en la que se observan las ventajas y desventajas de cada una de las soluciones propuestas:

Solución	Compra de Teléfonos Extra	Capacitación Extra en uso de teléfonos	Activación nuevas funciones PBX	Instalación Eléctrica especial	Compatible con ACD NORTEL	Optimización Ancho de Banda	Escalable a 25 o más usuarios
Commutador Nuevo NORTEL	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI **
Crecer Infraestructura actual	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI **
Remote Office NORTEL	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI máximo 32
IP Telecommuter	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO

Tabla 3.1 Comparación de las diferentes Soluciones

De acuerdo a la tabla anterior la solución más rápida de implementar es utilizar la infraestructura actual y la solución que nos da una disponibilidad más alta es la de un conmutador nuevo NORTEL debido a que es una infraestructura 100% independiente, pero la solución que cubre todas nuestras necesidades sin requerir funciones o instalaciones eléctricas extras es la de Remote Office.

La decisión que se tomó fue la de implantar la aplicación Remote Office de NORTEL, por las anteriores consideraciones que se le expusieron al cliente.

3.5 Implantación

Descripción de la Aplicación

La Aplicación de NORTEL Remote Office consta de dos elementos básicamente, una tarjeta MIG RLC y un módulo RO 9150, la tarjeta MIG RLC emula a una tarjeta de extensiones digitales de un conmutador Meridian 1 de NORTEL y solo es compatible con este tipo de conmutadores, la señal de estos teléfonos se digitaliza, se comprime y se envía a través de una red LAN hacia el módulo Remote Office 9150 que descomprime la voz y la envía hacia los teléfonos digitales de la línea Meridian 1 de NORTEL., cabe destacar que estos circuitos funcionan como si fueran extensiones locales del lugar en donde se encuentre instalado el PBX y los recursos que consumen son del mismo PBX. Por ejemplo para nuestro cliente, las llamadas locales a la red pública que realicen los agentes en Puebla saldrán a través de las líneas del Op 61C de Santa Fé. El módulo RO 9150 y la Tarjeta MIG RLC tienen un puerto Ethernet 10 Base-T que debe ser configurado de acuerdo a la red en que van a ser instalados, se les debe de asignar una dirección IP y una máscara de red, así como se les debe de especificar el Gateway de Default de la red a la que pertenezcan, por lo tanto si se quiere implementar esta solución se debe de tener interconexión entre las dos redes en que estarán estos dos elementos.

El módulo RO 9150 puede ser montado en una mesa, en la pared o en un rack, tiene el tamaño de una videocasetera doméstica, su peso no sobrepasa los dos Kg. y tiene la capacidad para albergar hasta 32 usuarios. Cuando sale de fábrica puede manejar hasta 8 llamadas simultáneas, si se requiere el manejo de más llamadas simultáneamente se debe de agregar una tarjeta DSP que es la encargada de comprimir y descomprimir la señal de los teléfonos. Además de permitir el funcionamiento de los teléfonos conectados a este módulo, se le pueden conectar hasta 4 módulos ISDN BRI con los que se puede tener hasta 8 llamadas de voz a través de la red pública, estos módulos también pueden servir para desbordar las llamadas de VoIP cuando la calidad de la voz disminuye. Los teléfonos conectados al módulo RO 9150 pueden comunicarse entre sí sin necesidad de hacer uso del enlace porque se les configura una extensión interna y pueden comunicarse con los demás usuarios del Conmutador en donde se encuentre instalada la tarjeta MIG RLC que le corresponde por medio de las extensiones que le correspondan a los circuitos programados en esta tarjeta. Se tienen 3 modalidades para los usuarios del módulo RO 9150 **local**, **local-remoto** y **remoto**, los circuitos que se configuran solo para uso **local** no pueden realizar llamadas a través de la red LAN, los circuitos **remotos** solo pueden hacer llamadas a través de la red LAN y los **locales-remotos** pueden hacer cualquier tipo de llamada, para comunicarse entre sí los teléfonos **locales** y **remotos-locales** son

configurados con una o dos teclas de extensión interna y cuando son asignados como circuitos remotos o remotos-locales funcionan como teléfonos del PBX en donde este instalada la tarjeta MIG RLC que les corresponda. La dirección IP del módulo RO 9150, así como sus demás propiedades de red y las de los circuitos son configuradas a través de su puerto serial de administración. El módulo RO 9150 tiene dos conectores tipo Amphenol de 25 pares macho en la parte trasera etiquetados como Telco 1 y Telco 2, los primeros 16 pares de cada conector corresponden a los circuitos telefónicos numerados del 0 a 15 en el Telco 1 y del 32 al 47 en el Telco 2, los pares restantes de cada conector corresponden a las conexiones de los canales ISDN BRI si es que se utilizarán. Para distribuir la señal de los teléfonos en el Site remoto se conecta un cable de 25 pares con un conector tipo Amphenol hembra y se remata en una regleta de 25 pares cercana al distribuidor de la red de cableado estructurado de los lugres de los usuarios remotos.

La tarjeta MIG RLC maneja 8 llamadas simultáneas al ser adquirida de fábrica y si se requieren más llamadas se le agrega un módulo DSP que permite 8 llamadas más, esta tarjeta acepta máximo 3 módulos extra. Es configurada en el PBX y a través de su propio puerto serial de administración: en el PBX se configura como una tarjeta de extensiones digitales, en donde se asigna las extensiones que le correspondan del PBX y a través de su puerto serial se configura su dirección IP, su máscara de red, el gateway de default de su red, la compresión de cada circuito y un número ID que lo identifica dentro de una red de Remote Office así como el ID y la dirección IP del módulo Remote Office que le corresponde. Los circuitos de esta tarjeta son declarados a su vez como locales, del Site del PBX, remotos, si se usaron como extensiones remotas o como de Red si se usaran solo como troncales de acceso a diferentes circuitos del módulo RO 9150, es decir los usuarios remotos pueden acceder al PBX por medio de estos circuitos o tener un circuito dedicado. Lo más recomendable es tener circuitos dedicados para cada usuario del Módulo Remote Office ya que así se asegura que cada usuario tendrá una extensión propia del Conmutador y una extensión Interna o Local en Puebla para intercomunicación.

Los parámetros internos de la tarjeta MIG RLC y el Módulo RO 9150 pueden ser configurados por medio de una sesión TELNET a través de su dirección IP, la tarjeta MIG RLC tiene además un puerto Ethernet para Administración extra para que pueda ser configurado por medio de una sesión TELNET, aunque como se acaba de mencionar se puede hacer por medio del puerto Ethernet de VoIP.

El siguiente esquema ilustra lo que se acaba de comentar:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

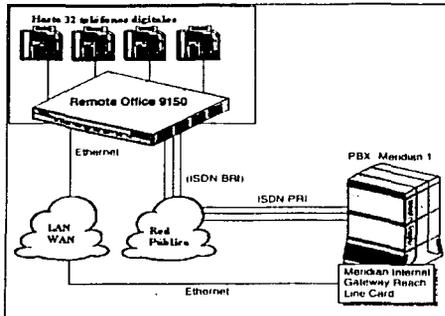


Diagrama 3.7 Esquema general de Remote Office de NORTEL

Hardware y Material requerido

Tomando en cuenta que ya contaba con un enlace de 768 kbps solicitado exclusivamente para este nuevo servicio y que la solución de Remote Office funciona a través de una red LAN podemos decir que el medio de transmisión ya está disponible, había todavía muchas cosas que definir y que determinar, por ejemplo el ancho de banda de cada llamada, las direcciones IP que se asignarían a los elementos de la aplicación, las pruebas preliminares, el número de extensión de cada teléfono, el grupo de ACD y skills de los agentes, etc.

Como primera parte de la instalación se solicitó a NORTEL un paquete de Remote Office que incluye servicio para 16 usuarios/llamadas simultáneas con futuro crecimiento a 24:

- Unidad Remote Office 9150 con capacidad para 32 usuarios y 8 llamadas simultáneas.
- Unidad DSP para 8 llamadas simultáneas extra.
- Fuente de Poder 117 V para módulo Remote Office 9150.
- Tarjeta Meridian Internet Gateway Reach Line Card (MIG RLC) para 16 usuarios y 8 llamadas simultáneas.
- Unidad DSP para 8 llamadas simultáneas extra.
- Cable de Administración Serial-Ethernet y conectividad para Tarjeta MIG RLC.
- Switch NORTEL con 24 puertos Ethernet con capacidad de protocolos TCP/IP y H.323.
- Manuales y CD de Instalación y Software de Administración de Remote Office y del Conmutador.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Material extra requerido:

- 2 Cable Serial DB9 hembra-macho para administración 1:1.
- 2 Cables UTP 1:1 de 4 pares nivel 5 .
- 2 Cables cruzados UTP de 4 pares nivel 5 para pruebas en Site Santa Fé.
- 2 Routers Cisco para pruebas en Sites Santa Fé con un puerto Ethernet y 1 puerto V.35 disponible.
- 2 Teléfonos Modelo M2616 Meridian INORTEL para pruebas en Site Santa Fé.
- Cable V.35 para enlace de prueba entre los dos Routers de prueba Cisco.
- Cables de administración para los Routers.
- Regleta de prueba para módulo Remote Office.

Información extra requerida:

Grupo de ACD

Extensiones para cada uno de los 32 usuarios posibles.

Skills o Perfiles de Atención de llamadas

Dirección IP y ID para el módulo Remote Office en Puebla, máscara de Red y gateway de default.

Dirección IP y ID para la tarjeta MIG RLC en Santa Fé, máscara de Red y gateway de default.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EN LA
DE

Diagramas de los diferentes elementos que componen esta solución:

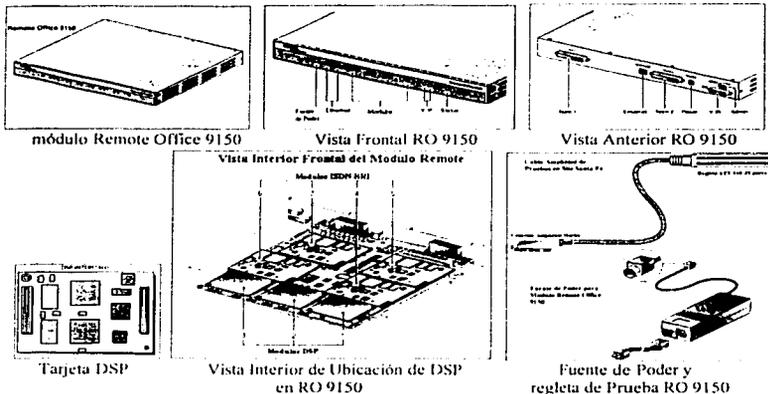


Diagrama 3.8 Elementos Principales del Módulo Remote Office 9150.

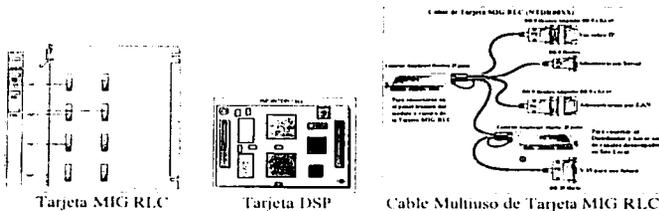


Diagrama 3.9 Elementos de la Tarjeta Meridian Internet Gateway Reach Line Card.

De acuerdo al manual de Remote Office cada llamada por medio de VoIP ocupa un ancho de banda que depende del CODEC utilizado (El Remote Office maneja tres diferentes CODEC: G711, G726 y G729). Aunque parezca que se ocupara mayor ancho de banda con el CODEC G726, este disminuye debido a que se aplica supresión de silencio, de modo que todas las pausas entre las conversaciones no es transmitida y cuando no se registra señal de audio, tanto la tarjeta MIG RLC, como el módulo RO 9150 solo emiten

una señal de ruido pero no transmiten información, esto reduce el ancho de banda promedio, a continuación se muestra una tabla extraída directamente del manual en la que se muestran los anchos de banda promedio utilizados por cada CODEC de acuerdo al protocolo del enlace que es Frame Relay:

Tamaño de trama por tipo de CODEC (bytes)	G.711	G.726	G.729
Compresión a	64kbps	32kbps	8kbps
Tamaño trama VoIP	240	120	30
Cabecera de VoIP	12	12	12
Cabecera UDP	8	8	8
Cabecera de IP	20	20	20
Tamaño total de un paquete de IP (bytes)	280	160	70
Tamaño trama Ethernet	14	14	14
Tamaño total paquete VoIP en red LAN (bytes)	294	174	84

De acuerdo a la tabla anterior podemos calcular el ancho de banda aproximado por llamada en la red LAN:

Ancho de Banda en red LAN por CODEC	G.711	G.726	G.729
Máximo	76 kbps	45 kbps	22 kbps
Promedio (con supresión de silencio)	45 kbps	27 kbps	13 kbps

Si tomamos en cuenta la siguiente tabla:

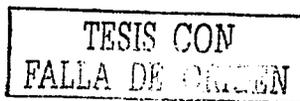
Cabecera de Frame Relay (bytes)	4	4	4
Cabecera RFC 1490 IP (bytes)	2	2	2
Tamaño total trama VoIP/Frame Relay (bytes)	286	166	76

Entonces podemos calcular aproximadamente el ancho de banda de cada llamada en el enlace, lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Ancho de Banda por CODEC en Frame Relay	G.711	G.726	G.729
Máximo	74 kbps	43 kbps	19 kbps
Promedio (con supresión de silencio)	45 kbps	26 kbps	12 kbps

Tabla 3.2 Uso de ancho de banda por CODEC

La supresión de silencio permite la optimización del ancho de banda evitando que se transmitan tramas cuando las tarjetas DSP de la MIG RLC y del RO 9150 no detectan



señal de audio, el silencio es sustituido por la emisión de un zumbido agradable que simula el ruido ambiental para que las personas que están comunicándose no piensen que se interrumpió la llamada. En estas tablas se aproximó a una optimización del 40%, esto significa que el ancho de banda promedio representa el 60% del ancho de banda que se utilizaría sin la supresión de Silencio. Este porcentaje es solo aproximado y puede variar para cada llamada.

Prueba de Funcionamiento en Site Santa Fé.

Antes de configurar la aplicación con los parámetros definitivos se procedió a realizar pruebas en el Site de Santa Fé debido a que se trata de una aplicación nueva en México y prácticamente no se tiene ningún precedente, el personal de NORTEL en México sabía muy poco acerca de este producto.

Como primera etapa se implementó el siguiente esquema de prueba, en que se simula un enlace V.35 entre dos routers, y por medio del cual se interconectan el módulo RO 9150 y la tarjeta MIG RLC. Se utilizaron cables cruzados en cada nodo de la prueba, ya que esto simula una conexión entre los routers y los puertos Ethernet de VoIP de la tarjeta MIG RLC y del módulo RO 9150.

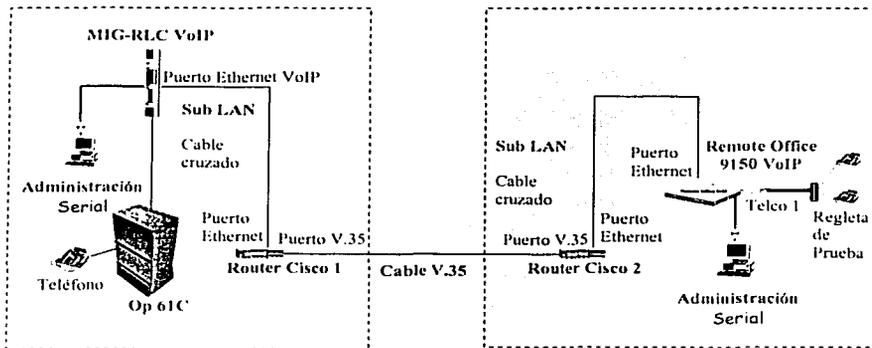


Diagrama 3.10. Esquema de Prueba en Site Santa Fé

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La siguiente información fue introducida en los diferentes elementos de la solución por medio del software Remote Office Administration:

Tarjeta MIG RLC Op 61C Santa Fé	
Puerto Ethernet Router 1	15.20.27.241
Puerto Ethernet VoIP MIG RLC	15.20.27.243
Máscara de Red Router 1	255.255.255.248
ID 254	
16 Puertos Remotos CODEC G.726	
Módulo RO 9150 CAS Puebla	
Puerto Ethernet Router 2	156.153.12.97
Puerto Ethernet VoIP módulo RO 9150	156.153.12.99
Máscara de Red Router 2	255.255.255.224
ID 1	
16 Puertos Locales y Remotos dedicados	

Tabla 3.5.2 Configuración MIG RLC y módulo Remote Office 9150

Circuitos telefónicos configurados en el Op 61C Santa Fé

Las siguientes propiedades fueron configuradas en el Conmutador Op 61C de Santa Fe a través de su terminal de administración con la ayuda del Software MAT (Meridan Tools Administration):

ACD	Extensión ACD	Extensión-PBX	Extensión-Local (Puebla)
8220	8550	6250	8550
8220	8551	6251	8551
8220	8552	6252	8552
8220	8553	6253	8553
8220	8554	6254	8554
8220	8555	6255	8555
8220	8556	6256	8556
8220	8557	6257	8557
8220	8558	6258	8558
8220	8559	6259	8559
8220	8560	6260	8560
8220	8561	6261	8561
8220	8562	6262	8562
8220	8563	6263	8563
8220	8564	6264	8564
8220	8565	6265	8565

Tabla 3.3 Configuración Agentes de ACD en Conmutador Op 61C

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Extension	Module	Line	Number	Name
020 0 09 13	M2616	15UH	0340	020 0 09 13
020 0 09 01	M2616	15UH	0341	020 0 09 01
020 0 09 08	M2616	15UH	0342	020 0 09 08
020 0 10 11	M2616	15UH	0343	020 0 10 11
020 0 10 12	M2616	15UH	0344	020 0 10 12
020 0 10 13	M2716	15UH	0345	020 0 10 13
020 0 10 00	M2616	15UH	0346	020 0 10 00
020 0 09 15	M2616	15UH	0347	020 0 09 15
020 0 10 01	M2616	15UH	0348	020 0 10 01
020 0 10 02	M2616	15UH	0349	020 0 10 02
020 0 09 09	M2716	15UH	0350	020 0 09 09
020 0 09 10	M2716	15UH	0351	020 0 09 10
020 0 09 11	M2716	15UH	0352	020 0 09 11
020 0 10 14	M2616	15UH	0353	020 0 10 14
020 0 11 00	M2616	15UH	0354	020 0 11 00
020 0 11 01	M2616	15UH	0355	020 0 11 01
020 0 11 02	M2616	15UH	0356	020 0 11 02
020 0 11 03	M2616	15UH	0357	020 0 11 03
020 0 11 04	M2716	15UH	0358	020 0 11 04
020 0 11 05	M2716	15UH	0359	020 0 11 05
020 0 11 06	M2716	15UH	0360	020 0 11 06
020 0 11 07	M2716	15UH	0361	020 0 11 07
020 0 11 08	M2716	15UH	0362	020 0 11 08
020 0 11 09	M2716	15UH	0363	020 0 11 09
020 0 11 10	M2716	15UH	0364	020 0 11 10
020 0 11 11	M2616	15UH	0365	020 0 11 11
020 0 11 12	M2616	15UH	0366	020 0 11 12
020 0 07 00	M2616	15UH	0550	004 0 07 00
004 0 07 01	M2616	15UH	0551	004 0 07 01
004 0 07 02	M2616	15UH	0552	004 0 07 02
004 0 07 03	M2616	15UH	0553	004 0 07 03
004 0 07 04	M2616	15UH	0554	004 0 07 04
004 0 07 05	M2616	15UH	0555	004 0 07 05
004 0 07 06	M2616	15UH	0556	004 0 07 06
004 0 07 07	M2616	15UH	0557	004 0 07 07
004 0 07 08	M2616	15UH	0558	004 0 07 08
004 0 07 09	M2616	15UH	0559	004 0 07 09
004 0 07 10	M2616	15UH	0560	004 0 07 10
004 0 07 11	M2616	15UH	0561	004 0 07 11
004 0 07 12	M2616	15UH	0562	004 0 07 12
004 0 07 13	M2616	15UH	0563	004 0 07 13
004 0 07 14	M2616	15UH	0564	004 0 07 14
004 0 07 15	M2616	15UH	0565	004 0 07 15

Diagrama 3.12 Muestra del Software del Ambiente Terminal de Administración OP 61C, primer circuito.

Pruebas y Puesta en Marcha.

Después de implementar la conexión de prueba se realizaron llamadas desde otros teléfonos del conmutador Op 61C hacia las extensiones del módulo RO 9150, la calidad de voz fué aceptable y las pruebas también, se decidió utilizar los puertos como dedicados, para asegurar siempre conexión del PBX con cada uno de los circuitos del módulo RO 9150 y con un CODEC G726 que comprime la voz a 32 kbps, ya que a 8 kbps con G729 la calidad no es baja, pero se espera que funcionando en un ambiente real el retardo de los paquetes sea más grande.

La razón de tener circuitos dedicados del PBX para estos usuarios es que con las facilidades de ACD que se les configuró necesitan estar siempre disponibles, puesto que las llamadas se distribuyen de manera automática y puede ser asignadas a cualquiera de los usuarios que se encuentren registrados en el ACD.

La configuración de prueba para probar el servicio se realizó con los parámetros definitivos, así solo se tuvo que trasladar el Router 2 y el RO 9150 a Puebla y montarlos

en un rack, se remató el cable Telco 1 del módulo al distribuidor de la red de voz del CAS, luego se puentearon 10 extensiones que son las que se requieren por el momento, el router Cisco que se utilizó en Puebla recibe el enlace por medio de una tarjeta E1 y tiene un puerto Ethernet configurado para funcionar como Gateway de Default en el segmento de Puebla, este puerto Ethernet se conectó a un Switch para interconectar los usuarios de Puebla con la red LAN de Santa Fé, el Puerto Ethernet del Módulo RO 9150 se conectó al mismo switch para interconectarse con la tarjeta MIG RLC en Santa Fé. En México se recibió el enlace, a través de un descanalizador que interconecta este E1 de UNINET a un router por medio de un puerto V.35, el router tiene a su vez un puerto Ethernet que funciona como Gateway de Default para el segmento de red en donde se conectó el puerto Ethernet de la Tarjeta MIG RLC. La tarjeta MIG RLC fue insertada en la ranura 7 del módulo de IPE (Intelligent Peripheral Equipment) 004-0 del Op 61C, y se configuraron los 16 circuitos de esta tarjeta como teléfonos M2616, además que se le configuró funciones de ACD a los 16 circuitos de esta tarjeta. Como se mencionó la configuración de prueba correspondió a la configuración definitiva y solo se tuvieron que hacer algunas reconfiguraciones en el Router que interconecta la tarjeta MIG RLC en Santa Fé, ya que para la prueba se había utilizado otro Router.

A continuación se muestra un diagrama que ilustra la solución definitiva:

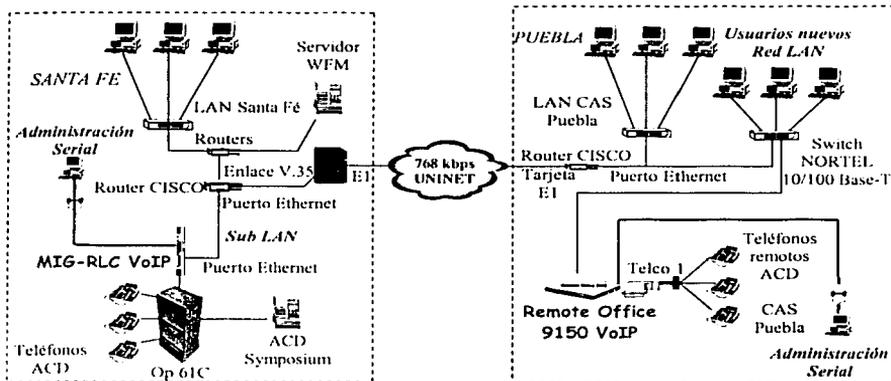


Diagrama 3.13 Solución definitiva.

El Sistema de Administración de Remote Office tiene una herramienta en la que muestra el ancho de banda utilizado y las llamadas activas, así podremos comparar realmente el

ancho de banda de cada llamada en la red LAN y el porcentaje de Supresión de Silencio, a continuación se muestran algunas muestras de las estadísticas en el ambiente Terminal de administración de la tarjeta MIG RLC:

Telnet Session

Username:guest
Password:

Board Type : RLC-Single Wide
Board Version : 1_03_01 RLC
Time: 17:04
Date: JUL-29-2002

MAC Address : 00:50:D7:00:32:87

IP Information

IP Address : 15.20.27.243
IP Mask : 255.255.255.248
IP Gateway : 15.20.27.241

Application Module Details :

SlotNo	Status	Type	Version
1	Equipped	DSP_2TMS320LC549	
2	Unequipped	NA	NA
3	Unequipped	NA	NA
4	Unequipped	NA	NA

Offline messages

=====
System Status - Healthy

RLC RDY>statcs

Mode [L-LIVE O-ONESHOT]: o

Statistics Type : bwusage

BW USAGE

RemUnit	SigStatus	CallsOnIP	CallsOnPSTN	IPBWUsed	TrkBWUsed
UpTrkBW	IPQOS_				
Status					
1	Active	6	0	208.00	0.00
0.00	Bad				

RLC RDY>statcs

Mode [L-LIVE O-ONESHOT]: o

Statistics Type : bwusage

BW USAGE

```

RemUnit| SigStatus| CallsOnIP| CallsOnPSTN| IPBWUsed| TrkBWUsed|
UpTrkBW| IPQOS_
Status|
1      | Active   | 8        | 0          | 272.00  | 0.00    |
0.00  | Bad
      |
RLC RDY>stats
Mode [L-LIVE O-ONESHOT]: o
Statistics Type : bwusage
BW USAGE
RemUnit| SigStatus| CallsOnIP| CallsOnPSTN| IPBWUsed| TrkBWUsed|
UpTrkBW| IPQOS_
Status|
1      | Active   | 5        | 0          | 176.00  | 0.00    |
0.00  | Bad
      |
RLC RDY>

```

Si consideramos que la señalización entre la tarjeta MIG RLC y el módulo Remote Office 9150 ocupa 16 kbps que son constantes aun cuando no hay llamadas en progreso, entonces podemos calcular el ancho de banda por llamada en cada muestra mediante la siguiente tabla :

Muestra	No Llamadas	Ancho de Banda Total Kbps	Ancho de Banda por llamada Kbps
1	6	208	32
2	8	272	32
3	5	176	32

Tabla 3.4 Muestras de Llamadas con ancho de banda incluido

Primera muestra: 6 llamadas y un ancho de banda de 208 kbps, $BW/Call = (208 - 16)/6 = 32.00$ kbps/call

Segunda muestra: 8 llamadas y un ancho de banda de 272 kbps, $BW/Call = (272 - 16)/8 = 32.00$ kbps/call

Tercera muestra: 5 llamadas y un ancho de banda de 176 kbps., $BW/Call = (176 - 16)/5 = 32.00$ kbps/call

En promedio en la hora, en que se tomaron las muestras se tuvo un promedio de uso de Ancho de banda por llamada de: **32.00 kbps**, de acuerdo a la tabla 3.5.1 el máximo ancho de banda era de 45 kbps y el mínimo promedio es de 27 kbps con un 40% de supresión de silencio. nuestro valor de 32.00 representa el siguiente porcentaje de optimización:

% de Optimización = $32.00/45=0.7111*100%=71.11\%$ de Optimización por Supresión de Silencio, o sea que ocupamos solo el 71.11% del ancho de banda esperado.

Podemos ahora afirmar que con el uso de tecnología de VoIP no solo optimizamos el ancho de banda utilizándolo solo cuando se requiere, sino que también la compresión de silencio nos permite utilizar menos recursos hasta un 60%.

4 CONCLUSIONES

Validación de la Empresa Cliente.

La instalación fue validada por personal de la empresa cliente que verificó que las funciones de los teléfonos del CAS de Puebla fueran iguales a las de los usuarios de Santa Fé, se verificó también que dispusieran del servicio de Correo de Voz y toma de troncal para generar llamadas hacia la red telefónica pública y hacia los enlaces privados de la red Nacional y Mundial de la Empresa Cliente.

Los teléfonos instalados en el CAS de Puebla funcionan de la misma manera que si estuvieran instalados en Santa Fé, la diferencia es que estos teléfonos fueron configurados con 2 teclas de extensiones locales para que se comunicaran entre ellos sin necesidad de generar llamadas de VoIP y sin hacer uso del ancho de banda del enlace, es decir cuando un usuario de Puebla quiere comunicarse con un usuario de Santa Fé realiza la llamada por medio de una tecla que tiene una extensión que pertenece al Plan de numeración de Santa Fé, estas son las extensiones 62XX o 61XX, pero si un usuario del CAS de Puebla quiere comunicarse con otro usuario de allí mismo le marca a través de otra tecla que tiene un número de extensión 85XX y que no es controlada por el conmutador de Santa Fé, sino que la interconexión se realiza de manera local. Cabe destacar, que cuando se marca a través de estas teclas de extensiones "locales" y que los dígitos no son reconocidos como "locales", el Módulo RO 9150 automáticamente cambia la llamada de tecla y la genera hacia el Conmutador por medio del enlace.

Llamadas a la Red Pública.

Como los usuarios del CAS de Puebla son en realidad usuarios de teléfonos de Santa Fé, cuando requieren realizar una llamada a la red pública, lo hacen a través de las troncales de Santa Fé, es decir, si necesitan marcar un número local de México D.F. solo deben marcar 9, pero si necesitan marcar un número local de Puebla tiene que hacer uso de una contraseña que les permita hacer llamadas de larga distancia y así poder marcar 9 01, etc. Esto representa una desventaja si se requiere realizar llamadas a números locales en Puebla por parte de los agentes, pero como su función es de recibir principalmente, no es preocupante, se puede aplicar un tratamiento para que estos usuarios realicen marcaciones como si estuvieran realmente en Puebla y en el que se le inserte al número los dígitos correspondientes según sea el caso. Sin embargo, al personal que los coordina no les parece necesario debido a que sus funciones son de atender llamadas y no de contactar a clientes.

Crecimiento.

Si se requieren más usuarios el módulo RO 9150 acepta otros 16 teléfonos con las mismas características y funciones, solo se tendría que agregar 2 tarjetas DSP, ya que cada tarjeta maneja 8 llamadas simultáneas, también se requeriría cambiar la tarjeta MIG RLC insertada en el Conmutador de Santa Fé porque solo acepta 16 usuarios, se cambiaría por una tarjeta de 32 usuarios y que ocupa el espacio de 2 tarjetas o sea una MIG RLC de 32 usuarios además de 2 tarjetas DSP adicionales en la misma tarjeta.

Si el requerimiento de usuarios fuera mayor a 16, se tendría que instalar otro sistema y contratar otro enlace. Se puede utilizar el mismo enlace ya que tenemos la posibilidad de aumentar el nivel de compresión de 32 kbps a 8 kbps, 4 veces menos ancho de banda.

Una de las principales ventajas de haber instalado esta solución es que se tiene control pleno de los teléfonos del CAS de Puebla; como son circuitos programados en Santa Fé cualquier cambio que se requiere puede ser realizado desde las terminales de administración de Santa Fé, no es necesario acceder vía MODEM o vía LAN a ningún otro equipo, la administración del módulo RO 9150 no es muy frecuente y una vez probado el servicio no requiere cambios debido a que los circuitos se asignaron dedicados uno a uno con los circuitos de la tarjeta en Santa Fé.

No existe un límite de instalación de este tipo de tarjetas y módulos para un conmutador NORTEL Meridian 1, el único límite es la capacidad propia del Conmutador, esto se debe a que los circuitos son configurados como parte de una tarjeta de extensiones digitales para teléfonos propietarios, el conmutador únicamente controla la parte de las funciones telefónicas, las funciones de Compresión y VoIP son controladas por elementos internos de la tarjeta MIG RLC, instalada en el Conmutador y por el módulo RO 9150. Esto significa que podemos crecer la oficina del CAS Puebla agregando paquetes de 16 ó 32 usuarios que incluyen el equipo necesario. Con esta solución el conmutador no corre riesgos de bloqueo por funciones de VoIP porque no requieren mayor capacidad de procesamiento que la que comúnmente tiene.

Riesgos de pérdida de llamadas por interrupciones del Enlace.

La solución instalada representa la forma más sencilla de tener usuarios remotos ocupando sólo el ancho de banda que se requiera, pero si en medio de transmisión falla o tiene alguna interrupción, los teléfonos pierden funciones provistas por el Conmutador de Santa Fé y las llamadas que estén activas se cortan, esto representa un problema para el

cual se ofrece la posibilidad de instalar enlaces BRI por medio de tarjetas adicionales al módulo RO 9150, las tarjetas BRI tienen la capacidad de recibir enlaces BRI ISDN proporcionados por las centrales telefónicas y constan de 2 canales de Voz de 64 kbps y un canal de datos de 16 kbps. Cuando el módulo detectara la caída del medio principal que es el enlace de 768 kbps automáticamente cambiaría la salida de las llamadas hacia los enlaces BRI y las envía a la red pública hacia el conmutador de Santa Fé en donde forzosamente debe haber otro enlace ISDN (BRI o PRI) que pueda recibir las llamadas para que puedan ser procesadas y reenviadas a los números que correspondan. Las restricciones para el uso de esta función son contar con un enlace ISDN en el conmutador de Santa Fé, agregar las tarjetas BRI al módulo RO 9150, que puede aceptar hasta 4 de estas tarjetas y contratar el enlace o enlaces BRI en Puebla.

Estos enlaces BRI también proporcionarían el servicio de llamadas locales sin necesidad de realizar llamadas a través del conmutador de Santa Fé, el módulo RO 9150 funcionaría como un pequeño conmutador cuyos teléfonos tendrían funciones del conmutador de Santa Fé y funciones y recursos locales independientes. Obviamente los servicios independientes que ofrece el módulo RO 9150 solo son cambio de llamadas de VoIP a ISDN automático y llamadas a red pública en Puebla, por medio de estos enlaces BRI ISDN. No existen más servicios adicionales independientes al conmutador de Santa Fé.

La posibilidad de habilitar los servicios de los enlaces BRI del módulo RO 9150 puede ser factible debido a que en Santa Fé el Conmutador Op 61C que es el que controla este módulo y ya tiene conectado un PRI ISDN de TELMEX conectado a la central telefónica, sólo falta agregar los módulos BRI al módulo RO 9150 y contratar las líneas BRI ISDN en Puebla.

Se recomendó a la Empresa Cliente la instalación de al menos una tarjeta BRI para el módulo RO 9150 y la contratación del enlace BRI ISDN con TELMEX para permitir a los usuarios hacer llamadas locales en Puebla sin costos de Larga Distancia y que además permiten la comunicación con Santa Fé en caso de falla del enlace principal.

Esta solución aunque ofrece optimización de ancho de banda mediante el uso de VoIP no permite movilidad a los usuarios, los teléfonos están colocados en un lugar fijo y para mover el teléfono hay que mover el puente que lo alimenta desde el panel de distribución del módulo RO 9150. Esto pudiera entenderse como una desventaja, pero las actividades de estos usuarios no requieren movilidad, sólo requieren recibir llamadas por medio de funciones de ACD y que sean controlados por el Conmutador de Santa Fé para que puedan contar con las funciones del sistema de ACD de ese mismo Conmutador.

Como actualmente no se ha pensado en instalar las tarjetas BRI para el módulo RO 9150, se tiene el riesgo de perder llamadas si hubiese una interrupción en el enlace privado. Al ocurrir una falla en la transmisión, los teléfonos dejan de funcionar en la teclas que controla en Conmutador de Santa Fé, solo servirían las teclas de extensión que se

programaron como locales y el acceso al módulo RO 9150 se restringe. Se recomendó también a la Empresa Cliente instalar un MODEM para acceder al módulo para verificar su funcionamiento en caso de fallas, pero la empresa no acepta la instalación de cualquier tipo de MODEM dentro de su red (por razones de seguridad), además de que implicaría la contratación de una línea analógica para acceder por medio del MODEM.

En caso de fallas en el servicio, el personal de Puebla puede acceder de manera local a la administración del módulo RO 9150 por medio de una sesión TELNET debido a que sus Computadoras están conectadas en el mismo switch de Red, y así verificar, asesorados por medio del personal de Santa Fé, el funcionamiento del mismo.

Impacto a los usuarios finales.

Todos los usuarios de Puebla ya conocían el funcionamiento de los teléfonos de ACD de NORTEL, porque antes de instalar la solución atendían las llamadas en Santa Fé como parte de su entrenamiento y como primera parte del servicio ofrecido por la Empresa Cliente, de este modo la capacitación para el uso de los teléfonos fue impartida por el mismo personal de la Empresa Cliente, solo se les indicó cuales serían las teclas para realizar llamadas a personal de Puebla y cuales para contactar al personal de Santa Fé.

Esto significó una ventaja, ya que el personal de Puebla atendió sus llamadas en Santa Fé un mes y cuando se aprobó el funcionamiento del servicio en Puebla desconectaron sus teléfonos de Santa Fé y los conectaron en Puebla, lo único que cambió fue su número de extensión y las direcciones IP de sus Computadoras. En la red local de Puebla tienen menos privilegios y servicios de red LAN, pero los accesos a esos servicios no son requeridos por sus labores.

Definitivamente la Empresa Cliente ya ha considerado esta solución para ser instalada en futuras oficinas, y para ferias tecnológicas ya que su instalación es relativamente sencilla, barata y permite incluso que un usuario pueda acceder a los servicios telefónicos de Santa Fé desde un lugar remoto. Como parte del funcionamiento estándar de los conmutadores NORTEL un mismo número de extensión puede ser programado en diferentes aparatos telefónicos, así un usuario que fuera asignado a un evento o reunión fuera de las instalaciones de la empresa, podría seguir en contacto con sus colaboradores sin necesidad de hacer o recibir llamadas por celulares o por teléfonos públicos.

Con esta solución se obtuvo el beneficio de aprovechar la infraestructura ya instalada para atención a Clientes sin necesidad de adquirir otro conmutador ni otro sistema de ACD, tampoco se tuvo que adquirir otro Correo de Voz ni contratar líneas telefónicas adicionales con los costos de larga distancia que acarrear. No se tuvo que cambiar el

esquema actual de atención ni los aparatos con los que comúnmente se hace. También se aprovechó el servicio que ofrece el menú del IVR.

5 BIBLIOGRAFÍA

EL LIBRO DE INTERNET: TODO LO QUE USTED DESEA SABER SOBRE REDES DE COMPUTADORAS Y ACERCA DE COMO FUNCIONA INTERNET

Comer, Douglas E.

Tr. De Hugo Alberto Acuña Soto

México, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1995

312 pp

FUNDAMENTOS DE VOZ SOBRE IP

Davidson, Jonathan y James Peters.

Editorial PEARSON EDUCATION

Madrid, 2002.

MERIDIAN INTERNET GATEWAY. REACH LINE CARD: INSTALLATION AND ADMINISTRATION GUIDE

Nortel Networks

Nº. Documento: 555-8421-210

Version: Estándar, 1.00

Marzo, 2000

MERIDIAN INTERNET TELEPHONY GATEWAY (ITG) LINE 1.0/IP TELECOMMUTER: DESCRIPTION AND OPERATION

Nortel Networks

Nº. Documento: 553-3001-119

Version: Estándar, 2.00

Abril, 2000

REDES GLOBALES DE INFORMACION CON INTERNET Y TCP/IP: PRINCIPIOS BASICOS, PROTOCOLOS Y ARQUITECTURA

Comer, Douglas E.

Tr. De Hugo Acuña Soto

3ª. Ed.

México, Prentice-Hall, 1996

621 pp

REMOTE OFFICE 9150: INSTALLATION AND ADMINISTRATION GUIDE

Nortel Networks

Nº. Documento: 555-8421-215

Versión: Estándar, 1.00

Marzo, 2000

UNA SUPER RED. NET.EL MEDIO DE LAS TELECOMUNICACIONES

Vega Huitrón, Eliseo

Vol. 4, Nº 91

1999

DIPLOMADO EN TELECOMUNICACIONES

Módulo I Introducción a las telecomunicaciones

Módulo II Medios de transmisión

Módulo III Transporte

Módulo VI Redes de datos

Documento de consulta

Alcatel University México, 2001

INTRODUCTION TO COMMUNICATION SYSTEMS

Stremmler G. Ferrel, Addison Wesley

Massachusetts USA, 1982

REDES DE COMPUTADORAS

Black Uvless

Prentice Hall, Madrid España 1989

REDES DE COMPUTADORAS

Andrew S. Tanenbaum

Prentice Hall, Tercera edición

INTRODUCTION TO DIGITAL TRANSMISION SYSTEMS

D. Callegari, Microwave

Communication Division, Telettra España S.A.

REDES LOCALES Y TCP/IP

José Luis Raya
Alfa Omega grupo editor S.A. de C.V.

APRENDIENDO TCP/IP EN 14 DIAS

Tim Parker
Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

TECNOLOGIA DE INTERCONECTIVIDAD DE REDES

Merilee Ford, H, Kim Lew
Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

6 GLOSARIO

ACD

(Automatic Call Distribution) Distribución Automática de Llamadas, sistemas de gestión de llamadas telefónicas.

ANSI

(American National Standard Institute) Instituto Americano Nacional de Estándares.

ATM

(Asynchronous Transfer Mode) Modo de transferencia asincrónica

B-ISDN

RDSI De banda ancha

BRI

ISDN BRI (Basic Rate Interface) Interfaz básica. Dos canales B de 64 kbps y un canal D de 16 kbps. 144 Kbps de ancho de banda total.

DSO

(Digital Signal 0) Señal Digital 0. Enlace de voz y datos de 64 kbps.

EO

Canal de 64Kbps

E1

Línea digital para transmitir datos sobre la red de telefonía pública a 2.048 mb

H.323

Protocolo H.323 estándar de voz sobre IP

IMTC

(Internacional Multimedia Teleconferencing Consortium)

ISDN

(Integrated Services Digital Network) Red Digital de Servicios Integrados.

- ISO
(International Standard Organization) Organización Internacional de Estándares.
- ITU-T
(International Telecommunications Union) Unión Internacional de Telecomunicaciones, sección transmisión.
- IVR
(Interactive Voice Recongnance) Reconocimiento de Voz Interactiva, sistemas de gestión de llamadas telefónicas por medio de teclados digitales y reconocimiento de voz.
- IEEE
(Institute of Electrical and Electronics Engineers) Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
- OSI
(Open Systems Interconection) Modelo de Sistemas Abiertos, empleado para describir el uso de datos entre la conexión física de las redes de dato y la aplicación del usuario final.
- PABX
(Private Automatic Branch Axchange) Central privada automática
- PBX
(Private Branch Exchange) Central privada.
- PDH
(Plesiochronous Digital Hierarchy) Jerarquía de líneas multiplexadas.
- PRI
ISDN PRI (Primary Rate Interface) Interfaz Primaria. 30 canales B de 64 kbps y un canal D de 16 kbps. 2.084 Mbps de ancho de banda total.
- RAS
(Remote Access Service) Servicio de Acceso Remoto
- RTC
Red Telefónica Conmutada
- TCP
(Transfer Control Protocol) Protocolo de Control de Transmisión.

UDP

(User Datagram Protocol) Protocolo de Datagramas de Usuario.