

10



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

INTEGRACION DE UNA RED DE VOZ SOBRE IP
(VOIP) PARA LA EMPRESA VIA NET. WORKS

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 :

HECTOR BAHENA SIERRA

ALBERTO GONZALEZ HERRERA

ARTURO OSORIO MARTINEZ

XOCHIQUETZALLI SANDRA ISABEL ROJAS ZAMORA

1741396



DIRECTOR DE TESIS: M. I. LAURO SANTIAGO CRUZ

CIUDAD UNIVERSITARIA

MARZO DE 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos:

“A la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad que nos brindó para realizar nuestra formación”

“A la Facultad de Ingeniería y a todos los profesores que durante nuestra estancia compartieron su conocimiento y tiempo con nosotros”

“Al M.I. Lauro Santiago Cruz por el tiempo y paciencia brindados para la realización de este trabajo”

“A la empresa Vía Net.Works México por las facilidades brindadas”

ÍNDICE

	Pág.
<i>PRÓLOGO</i>	
1. <i>Sistemas de Comunicaciones</i>	1
1.1 Conceptos Básicos	1
1.2 Red Telefónica	2
1.2.1 Conceptos de Telefonía	2
1.2.2 Red Telefónica Pública Conmutada	4
1.2.3 Redes de Datos	17
1.2.4 Tutorial de TCP/IP	25
2. <i>Voz sobre IP (VoIP)</i>	40
2.1 Evaluación de un Nuevo Modelo para Transmisión de Voz	40
2.1.1 Telefonía por Internet	40
2.1.2 Tráfico telefónico por IP	43
2.1.3 Barreras al desarrollo de la telefonía IP	43
2.1.4 Opciones de Configuración	44
2.1.5 Redes VoIP Privadas	47
2.1.6 Evolución de las redes VoIP	47
2.1.7 Elecciones de Topología y Configuración	49
2.2 Aplicaciones de VoIP	52
2.2.1 <i>Call Centers</i> Paquetizados	52
2.2.2 Tarjetas Prepagadas	54
2.2.3 Servicios de Valor Agregado	55
2.3 Arquitectura de una Red VoIP	58
2.3.1 Casos de Aplicación Empresarial: Corporación Acme	58
2.3.2 La Red de Voz y Datos actual para Acme	60
2.3.3 Planes y Objetivos de Convergencia para Acme	60
2.3.4 Integración de Redes de Voz y de Datos	61

3.	<i>Protocolos de Soporte VoIP</i>	63
3.1	Panorama de las Redes IP	63
3.2	Señalización, Direccionamiento y Ruteo VoIP	65
3.3	Familia de estándares H.323	68
3.3.1	Introducción a H.323	68
3.3.2	Componentes de H.323	70
3.3.3	Conjunto de Protocolos H.323	72
3.3.4	Etapas de llamada H.323	75
3.4	Protocolo de Inicio de Sesión	83
3.5	Protocolo de Control del <i>Gateway</i> del Medio	87
4.	<i>Panorama de la red de voz y datos de la empresa Vía Net.Works</i>	91
4.1	Introducción	91
4.2	Historia	92
4.3	Red de voz	93
4.3.1	Equipo instalado en las oficinas de Mariano Escobedo	94
4.3.2	Equipo instalado en las oficinas de Gutenberg	96
4.4	Características de tráfico	97
4.5	Análisis de tráfico	99
4.6	Red de datos interna de Vía Net.Works	102
4.7	Análisis de tráfico de la red de datos	106
5.	<i>Integración de la red de voz sobre IP</i>	111
5.1	Requerimientos	111
5.2	Posibles soluciones tecnológicas	112
5.2.1	Solución Lucent Technologies	112
5.2.2	Solución Alcatel	114
5.2.3	Solución 3Com	115
5.2.4	Solución CISCO	116
5.3	Tabla de comparación de soluciones	120
5.4	Implementación de la Red	123
5.4.1	Configuración y cableado de los puertos de voz	125
5.4.2	Asignación de troncales de voz	130
5.4.3	Señalización de inicio	131
5.4.4	<i>Dial Peers</i>	131
5.4.5	Etapas de llamada	132
5.4.6	Implementación del Plan de Numeración	133

5.4.7	Configuración de VoIP para el enlace de los PBX's utilizando líneas troncales E&M	133
5.4.8	Configuración de los ruteadores para el plan de numeración	134
	– Configuración del ruteador de Mariano Escobedo	135
	– Configuración del ruteador de Gutenberg	136
5.4.9	Configuración del Conmutador	141
	 RESULTADOS Y CONCLUSIONES	 142
	 BIBLIOGRAFÍA	 145
	 APÉNDICES	
	Apéndice A Tráfico de Voz entre las dos oficinas	A-1
	Apéndice B Otras tecnologías para VoIP	B-1

Índice de Figuras

Figura		Pág.
Figura 1.1	Diagrama a bloques de un sistema de comunicaciones.	1
Figura 1.2	Planta Telefónica.	3
Figura 1.3	Multiplexaje.	4
Figura 1.4	Multiplexaje por División de Tiempo, TDM.	5
Figura 1.5	PCM.	6
Figura 1.6	Red de Comunicaciones.	7
Figura 1.7	Transmisión de Paquetes.	9
Figura 1.8	Efecto del Tamaño del Paquete en la Transmisión.	11
Figura 1.9	Señalización in-channel y común.	14
Figura 1.10	Señalización desasociada.	15
Figura 1.11	Red de Comunicación de Datos.	17
Figura 1.12	Funciones de los dispositivos de Comunicación.	18
Figura 1.13	Topologías de Redes de Datos.	22
Figura 1.14	Comparación del modelo OSI con, el conjunto de protocolos TCP/IP.	26
Figura 1.15	Formato del datagrama IP.	27
Figura 1.16	Formato de dirección IP.	28
Figura 1.17	Formatos de direcciones IP para redes clase A, B y C. Uso comercial.	30
Figura 1.18	Subneteo de direcciones.	32
Figura 1.19	Máscara de subred.	32
Figura 1.20	Formato de paquete TCP.	37
Figura 1.21	Formato del paquete UDP.	39
Figura 2.1	Localización en el esquema de red de IP vs. ATM y Frame Relay.	42
Figura 2.2	Configuraciones VoIP.	46
Figura 2.3	Configuraciones VoIP a través de una red privada.	48

Figura 2.4	Evolución de la VoIP.	49
Figura 2.5	Opciones tecnológicas para soportar VoIP.	50
Figura 2.6	Agentes Virtuales.	53
Figura 2.7	Call Center basado en telefonía por paquetes.	54
Figura 2.8	Flujo de Llamada de dos etapas.	55
Figura 2.9	Componentes Pre y Post-Pago para la telefonía IP.	56
Figura 2.10	Flujo de Llamada ICW.	57
Figura 2.11	Telefonía Empresarial.	58
Figura 2.12	Red de voz y datos Empresarial.	59
Figura 2.13	Red de voz y datos típicamente Empresarial.	59
Figura 2.14	Red de voz y datos integrada.	61
Figura 2.15	Integración práctica de voz y datos.	61
Figura 3.1	Señalización de voz sobre IP.	66
Figura 3.2	Estándares H.323 de la ITU –T para audio, video y datos.	69
Figura 3.3	Componentes H.323.	70
Figura 3.4	Stack de protocolos H.323.	74
Figura 3.5	H.323 Control de la llamada en el gatekeeper H.323/ señalización y registro.	75
Figura 3.6	Control de la llamada en el gatekeeper H.323/señalización- ubicación de llamada (intra zona).	76
Figura 3.7	Control de llamada en el H.323 del gatekeeper /ubicación de la señalización de la llamada (Inter zona).	77
Figura 3.8.	Establecimiento de la llamada H.323.	78
Figura 3.9	Administración de canales lógicos.	79
Figura 3.10	Flujo de la llamada en el establecimiento del canal de Información.	80
Figura 3.11	Comunicación en el Flujo de Información.	81
Figura 3.12	Flujo de cambios de ancho de banda.	82
Figura 3.13	Terminación de Llamada (H.245/H.225/Q.931/RAS).	83
Figura 3.14	Señalización H.323 terminal a terminal.	84
Figura 3.15	Arquitectura SIP.	85
Figura 3.16	Flujo de mensajes SIP en modo redireccionado.	86
Figura 4.1	Oficinas y puntos de presencia de la empresa.	93
Figura 4.2	Red de voz de Vía Net.Works.	94
Figura 4.3	Red de datos entre las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg de la empresa Vía Net.Works	103
Figura 4.4	Configuración de red de la oficina de Gutenberg.	105
Figura 4.5	Configuración de red de la oficina de Mariano Escobedo.	106
Figura 4.6	Conexión al ruteador vía Telnet.	107

Figura 5.1	Integración de la red VoIP 3Com.	116
Figura 5.2	Tarjeta VIC típica.	118
Figura 5.3	Conexión de los diferentes tipos de VICs.	119
Figura 5.4	Ruteador Cisco 3660.	123
Figura 5.5	Configuración de la red VoIP.	124
Figura 5.6	Estructura y Puertos del Ruteador Cisco 3660.	125
Figura 5.7	Etapas de llamada desde el punto de vista del Ruteador Fuente y Destino.	132
Figura 5.8	Configuración de la red VoIP.	134

Índice de Tablas

Tabla		Pág.
Tabla 1.1	Información de referencia respecto a las cinco clases de direcciones IP.	29
Tabla 1.2	Rango de valores posibles para el primer octeto de cada clase de dirección.	30
Tabla 1.3	Máscara de Red.	31
Tabla 1.4	Tipos de subneteo para una red clase B.	33
Tabla 1.5	Tipos de subneteo para una red clase C.	33
Tabla 3.1	Comparación del modelo de referencia OSI y los estándares H.323.	67
Tabla 3.2	Resumen de estándares y protocolos.	89
Tabla 4.1	Equipo telefónico instalado de la empresa Vía Net.Works.	95
Tabla 4.2	Resumen de tráfico entre oficinas.	100
Tabla 4.3	Análisis del tráfico telefónico por día y por oficina.	100
Tabla 4.4	Tabulación de datos comparativos.	101
Tabla 4.5	Tabla de resultados.	102
Tabla 4.6	Tráfico de datos entre las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg.	109
Tabla 5.1	Tabla comparativa de los equipos Cisco VoIP.	117
Tabla 5.2	Tabla comparativa de las soluciones estudiadas.	120
Tabla 5.3	Pasos a seguir para la configuración de los puertos E&M.	126
Tabla 5.4	Pasos y comandos a seguir para el ajuste de los puertos E&M.	128

PRÓLOGO

En las últimas décadas, las redes de área local han ejercido una influencia considerable en la dirección y manejo de los negocios. Gracias a ellas, las pequeñas y grandes compañías tienen desde entonces la posibilidad de compartir recursos de cómputo, como el *software* y el *hardware*, con otros usuarios. El futuro de las empresas se sustenta en los sistemas de cómputo y telecomunicación, dos elementos clave que se han de dominar para poder crecer en un ambiente tan cambiante y competitivo.

La compartición de medios para la reducción de costos siempre ha sido un objetivo en las grandes redes. La red de datos y la red de voz tradicionalmente han estado completamente separadas, por lo que la evolución, tanto en los protocolos de unión como de los medios de unión han sido diferentes.

En la empresa Vía Net.Works existe la necesidad de unir las redes de voz y datos para no pagar por estos servicios en forma separada. Con base en esta necesidad y que la compañía cuenta con la infraestructura para transmisión de datos, es necesaria la integración de un nuevo equipo de voz, ya que es posible que con la tecnología de Voz sobre IP (VoIP) transportemos por ese mismo medio la voz paquetizada, con la ayuda de un protocolo abierto y versátil como es: TCP/IP (*Transmisión Control Protocol / Internet Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo internet). Cualquier cambio en la configuración de los sistemas se hace mucho más sencillo, y además podríamos ahorrarnos gastos, ya que todo nuestro tráfico correría por una sola red.

Con base al equipo existente en la empresa se desarrollará la propuesta de diseño de una red que integre una red de datos confiable y una red de voz que utilicen el mismo medio de transporte, asimismo que satisfaga las necesidades de la empresa. Por lo que realizaremos un estudio de los equipos existentes en el mercado, y se elaborarán tablas comparativas para elegir el equipo que satisfaga los requerimientos de la red.

El presente trabajo está conformado por cinco capítulos, en los cuales pretendemos integrar todos los conceptos que giran alrededor de la tecnología VoIP, desde una introducción de los principios básicos de comunicaciones, hasta una aplicación real con la integración de una red de voz sobre IP. En el primer capítulo

abordamos de manera integral los principios básicos de telefonía, redes y el protocolo TCP/IP que serán la base para entender la tecnología VoIP. En el capítulo dos se introduce el concepto básico de VoIP, los elementos que conforman una red de este tipo, parámetros para elegir topología y configuración adecuada, así como un caso de aplicación empresarial que permite que el lector entienda mejor este concepto. En el tercer capítulo abordamos el tema de los protocolos que dan soporte a VoIP, hacemos un estudio de la familia de estándares H.323, protocolo estándar de la ITU-T para la transmisión de audio, video y datos a través de una red con protocolo IP, como Internet. En el capítulo cuatro damos un panorama de la red de voz y datos de la empresa Vía Net.Works, el cual tiene como propósito el identificar las necesidades de la misma para la implementación de la tecnología VoIP, para ello se analiza tanto el tráfico de voz y datos que pasa por ella como el equipo instalado en sus oficinas. Posteriormente en el capítulo cinco se identifica claramente nuestros requerimientos para la implementación de la red de voz sobre IP entre nuestras dos oficinas, Gutenberg y Mariano Escobedo; a continuación analizamos las posibles soluciones tecnológicas más acordes a las necesidades y recursos de la empresa. Mediante este análisis se da la solución más óptima y se explicará el funcionamiento y programación básica de los equipos y del modelo en general.

Finalmente presentamos los resultados y conclusiones del trabajo, la bibliografía consultada y los apéndices generados. En el apéndice A se da en forma más detallada las muestras del tráfico de voz y datos que nos permitirán en el capítulo cuatro calcular las necesidades de capacidad de tráfico; y en el apéndice B se presentan otras posibles soluciones tecnológicas, que de alguna manera no son aplicaciones completas para nuestro caso, sin embargo son útiles para conocer las tendencias tanto de *software* como de *hardware* de esta tecnología en plena evolución.

CAPÍTULO 1

Sistemas de Comunicaciones

En este capítulo abordaremos los conceptos básicos que servirán de apoyo a los siguientes temas, empezaremos por la definición de un sistema de comunicaciones y los conceptos utilizados en el entorno de las redes de voz y datos. Analizaremos cómo se encuentra conformada actualmente la red telefónica y los conceptos de telefonía que se utilizarán más adelante. Por último, daremos un pequeño tutorial de TCP/IP con los conceptos más utilizados.

1.1 Conceptos Básicos

Definimos a la comunicación como el proceso por medio del cual la información se transfiere de un punto llamado fuente, en espacio y tiempo, a otro punto que es el destino o usuario.

Un sistema de comunicación es la totalidad de mecanismos que hace posible un enlace para la información entre fuente y destino. En cualquier tipo de comunicación se distinguen los siguientes elementos básicos, ver figura 1.1:

- Transductor de entrada. El mensaje que se produce en la fuente debe convertirse, por medio de un transductor, a una forma apropiada al tipo particular del sistema de comunicación que se emplee. Entonces este mensaje se conocerá como la señal mensaje.

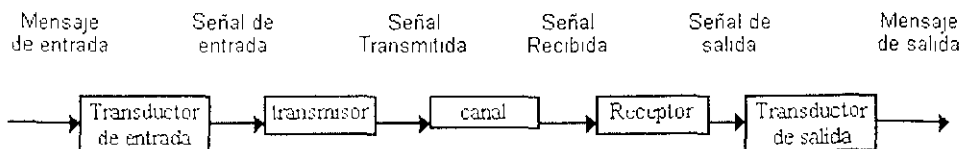


Figura 1.1 Diagrama a bloques de un sistema de comunicaciones

- Transmisor. El propósito del transmisor es acoplar la señal de mensaje al canal. Otras funciones que realiza es la de modulación, filtración, amplificación y el acoplamiento de la señal.
- Canal de Transmisión. La señal transmitida se propaga a través de la atmósfera, en el espacio libre, o bien a través de enlaces físicos hasta llegar a la antena receptora.
- Receptor. La función del receptor es extraer la señal deseada del conjunto de señales recibidas a la salida del canal y convertirlas a una forma apropiada para el transductor de salida.
- Transductor de salida. El transductor de salida completa el sistema. Este dispositivo convierte la señal eléctrica, de entrada, a la forma que desee el usuario del sistema.

En su manera más simple, un sistema de comunicaciones se establece entre dos dispositivos que están conectados directamente mediante algún medio de transmisión. Sin embargo, muchas veces no es práctico que dos dispositivos estén conectados directamente por alguna o ambas de las siguientes razones:

- Los dispositivos están separados por una gran distancia. Sería muy costoso, por ejemplo, enlazar dos dispositivos separados entre sí por miles de kilómetros.
- Existen una serie de dispositivos, como el teléfono, que pueden requerir un enlace con muchos otros en diferentes tiempos. Es impráctico proporcionar un cable por cada par de dispositivos.

La solución a este problema es enlazar cada dispositivo a una red de comunicaciones. La comunicación se logra transmitiendo los datos desde la fuente hasta el destino a través de una red de nodos intermedios. El propósito de estos nodos es contar con la ventaja que nos ofrece la conmutación para transportar los datos de nodo en nodo hasta llegar a su destino. Estos nodos pueden ser diversos dispositivos que desean comunicarse; nos referiremos a ellos como estaciones; éstas pueden ser computadoras, terminales, teléfonos, u otro dispositivo de comunicaciones.

1.2 Red Telefónica

La red telefónica puede ser pública ó privada, a continuación abordaremos los conceptos básicos de una red telefónica y describiremos la red pública.

1.2.1 Conceptos de Telefonía

La tecnología digital surgió para implementar muchas de las funciones fundamentales de transmisión y conmutación. Se debe enfatizar que la introducción de esta tecnología dentro de la telefonía, fue motivada por los deseos de mejorar la calidad, adicionar nuevos servicios y reducir costos de servicios de voz convencionales. No fue sino hasta la llegada de la ISDN (*Integrated Services Digital Network*, Red Digital de Servicios Integrados) cuando se digitaliza de extremo a extremo la red, la cual entonces puede ser usada tanto para voz como datos.

Como se muestra en la figura 1.2, la línea que conecta un teléfono hacia el proveedor de servicios telefónicos CO (*Central Office*, Oficina Central) consta de dos hilos, mientras que la conexión entre el CPE (*Customer premise equipment*, equipo del lado del cliente) y la CO es llamada punto de demarcación y generalmente se encuentra dentro de una caja (el bloque de protección o bloque de estación) en la parte externa de una casa. Las facilidades de la planta externa incluyen los hilos y el *hardware* de soporte hacia la CO. En la CO las líneas entran a través de un cuarto de cables (líneas aéreas) o bóveda de cables (líneas subterráneas). Las líneas después son empalmadas a cables extremos y dirigidos hacia el MDF (*Main Distribution Frame*, Estructura de distribución principal); cada cable es unido a un conector en el MDF y de aquí los cables son direccionados hacia otro equipo tal como un *switch*.

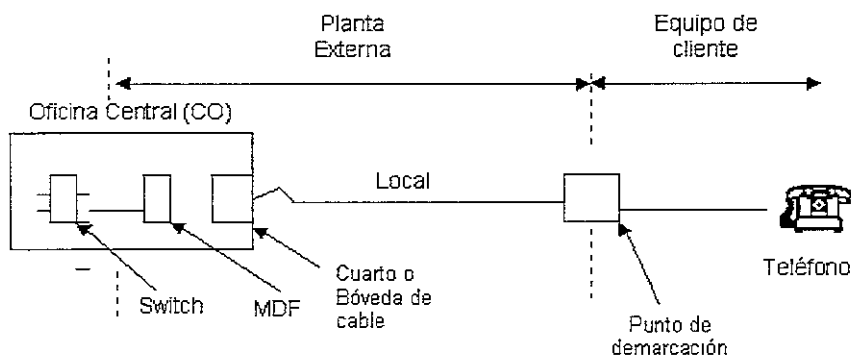


Figura 1.2 Planta Telefónica.

- Plan de Numeración

La numeración en la red telefónica se refiere al conjunto estructurado de combinaciones de dígitos decimales que permiten identificar unívocamente a cada línea telefónica, servicio especial o destino en una red o conjunto de redes de telecomunicaciones. El número de serie de una central es una combinación de dígitos que identifica a un conjunto de 10,000 números telefónicos consecutivos pertenecientes a una central telefónica. El plan de numeración debe considerar los siguientes puntos:

- Prevención de futuras necesidades de expansión de la numeración
- Compatibilidad con recomendaciones internacionales
- Administración de la numeración eficiente y equitativa para todos los concesionarios
- Número de dígitos lo más pequeño posible

1.2.2 Red Telefónica Pública Conmutada

La Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN: *Public Switched Telephone Network*) es la red telefónica cotidiana usada para la transmisión de conversaciones de voz, fax y para la transmisión de datos de baja velocidad. Comprende el equipo telefónico en casas, oficinas y los sistemas de conmutación y multiplexación. Es una red conmutada por circuitos que se ha optimizado para comunicaciones de voz con una calidad de servicio garantizada. Cuando una llamada telefónica es iniciada, un circuito es establecido entre el usuario que hizo la llamada y el usuario receptor, la PSTN garantiza la calidad del servicio dedicando un circuito de 64 kbps entre los usuarios que están haciendo una llamada por teléfono, no importa si están hablando o en silencio, ellos están utilizando un circuito de 64 kbps hasta que alguno de los dos cuelgue. El ancho de banda permanece constante y el costo de una llamada telefónica es basado en la distancia y el tiempo.

Las tecnologías de multiplexaje permiten poner un número de llamadas bajo un solo canal de comunicaciones, cuando estas llamadas entran en un conmutador destinado para la misma región. La infraestructura de la PSTN se usa principalmente para la entrega de servicios de voz y se usa cada vez más como medio para el acceso a Internet. El multiplexaje es la combinación de múltiples canales de información en un medio común de transmisión de alta velocidad. Todas las terminales están conectadas a un multiplexor, el cual está conectado a otro por medio de un solo enlace, éste tiene la capacidad de transportar múltiples canales de información por separado. En la figura 1.3 el multiplexor del Nodo A multiplexa la información de los dispositivos conectados a él y los envía a través del medio de transmisión de alta velocidad, el multiplexor del Nodo B recibe la señal, separa la información de acuerdo al canal y los envía a los dispositivos correctos.

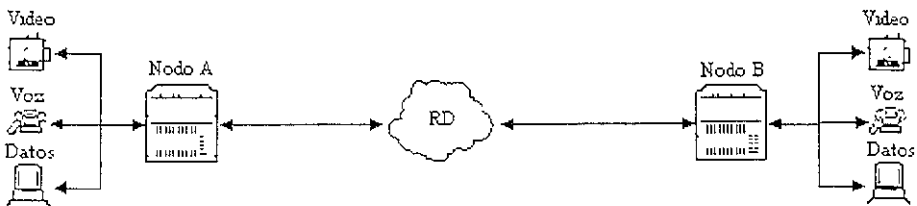


Figura 1.3 Multiplexaje

- Multiplexaje por División de Tiempo

Los multiplexores que utilizan la tecnología TDM (*Time Division Multiplexing*, Multiplexaje por División de Tiempo) son dispositivos que combinan varias señales

digitales en un solo medio de transmisión. Trabaja acomodando los *time slots* de cada dispositivo conectado a un puerto. Típicamente, el total de rango de bits para todos los dispositivos no pueden exceder el rango de bits por segundo de la línea de salida. Esto se logra por medio de técnicas de compresión. Un algoritmo binario en el multiplexor es utilizado para reducir el total de números de bits. La compresión en el nodo receptor es de manera invertida. Si un puerto no está siendo utilizado este ancho de banda no está disponible para otros dispositivos conectados al multiplexor. (figura 1.4)

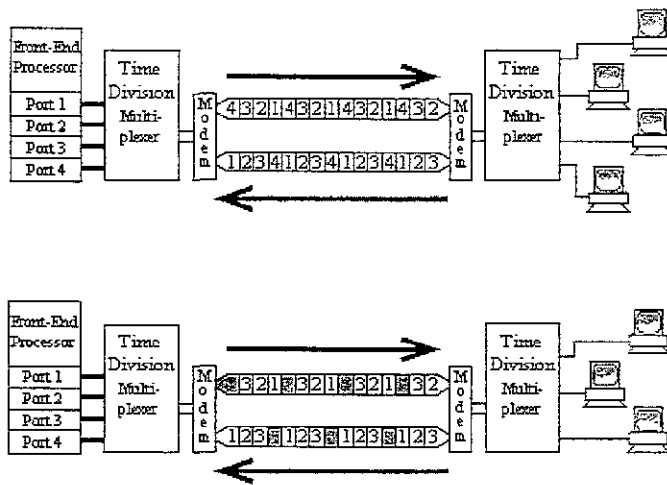


Figura 1.4 Multiplexaje por División de Tiempo, TDM.

- **Modulación por Codificación de Impulsos**

Existen muchos métodos que permiten transformar una señal analógica en una cadena digital de valores binarios. Uno de ellos, ampliamente utilizado, se conoce como PCM (*Pulse Code Modulation*, Modulación por Codificación de Impulsos). Aunque conlleva muchos procesos, generalmente, éstos se resumen en tres: muestreo, cuantización y codificación (ver figura 1.5). Los dispositivos que efectúan el proceso de digitalización, denominados bancos de canal o multiplexores PCM primarios, tienen dos funciones básicas: (1) realizar la conversión de la señal analógica a formato digital y (2) combinar las señales digitales en una única cadena de datos utilizando TDM.

PCM se basa en el teorema de muestreo de Nyquist. Si se muestrea una señal analógica a intervalos regulares con una frecuencia al menos dos veces superior a la

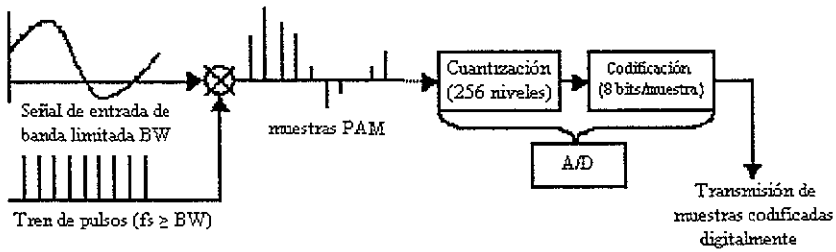


Figura 1.5 PCM.

frecuencia más alta de dicha señal, las muestras contienen información suficiente para permitir la reconstrucción completa de la señal analógica inicial. La frecuencia de muestreo utilizada en las aplicaciones industriales es de 8000 muestras por segundo. Según el teorema de Nyquist, podremos reproducir fielmente señales de hasta 4 kHz de ancho de banda. Esto es suficiente para las señales de los canales telefónicos, cuyo ancho de banda es de 3 kHz. Las muestras se recogen y almacenan a una determinada velocidad y se transforman en una cadena de bits. Cada muestra es un pulso modulado en amplitud (PAM, Pulse Amplitude Modulation). Una vez efectuado el muestreo, la señal PAM se somete al proceso de cuantización. El objetivo de la cuantización es asignar un valor a cada pulso modulado en amplitud. Ese valor se escoge en el rango de 1 a 128, o de 1 a 256. Si se escogen 128 valores, son necesarios 7 bits por muestra ($2^7 = 128$). Si se emplean 256 valores, se requerirán 8 bits por muestra ($2^8 = 256$). El cuantificador de 128 niveles requiere una velocidad de transmisión de 56 000 bps ($8000 \times 7 = 56\ 000$), mientras que el de 256 niveles requiere una velocidad de 64 000 bps ($8000 \times 8 = 64\ 000$).

Se ha demostrado experimentalmente que para conseguir una calidad adecuada en señales vocales, es necesario utilizar 2048 niveles de cuantización, para los que se necesitarían 11 bits por muestra ($2^{11} = 2048$). El inconveniente es que se requeriría entonces una velocidad de transmisión de 88 kbps. Sería deseable reducir el número de niveles de cuantización sin afectar mucho a la calidad de las señales vocales. Una vez que el proceso de cuantización ha asignado un valor a cada pulso modulado en amplitud, el tercer paso consiste en codificar las muestras formando una cadena de datos binarios. Como comentamos anteriormente, los valores binarios de las muestras tomadas a 8000 muestras por segundo permitirán reconstruir la señal analógica en el otro extremo del canal. Para transportar dichas señales de un extremo a otro, se requiere tanto de técnicas de conmutación como de señalización, dependiendo del tipo de información (voz o datos) y de las necesidades de la red. A continuación se mencionan dichas técnicas y su aplicación en redes de voz y datos.

- Técnicas de Conmutación

A continuación se detalla cada una de las técnicas de conmutación disponibles para transportar la información a través de una red de comunicaciones

• Conmutación por Circuitos

La comunicación mediante la conmutación por circuitos implica que exista una vía exclusiva de comunicaciones entre dos estaciones. Esta vía consiste de una serie de enlaces entre nodos conectados secuencialmente. En cada enlace físico, un canal es destinado a la conexión. El ejemplo más común de conmutación por circuitos es la red telefónica. La comunicación por medio de la conmutación por circuitos consiste de tres fases, las cuales pueden explicarse haciendo referencia a la red de comunicaciones que se muestra en la siguiente figura:

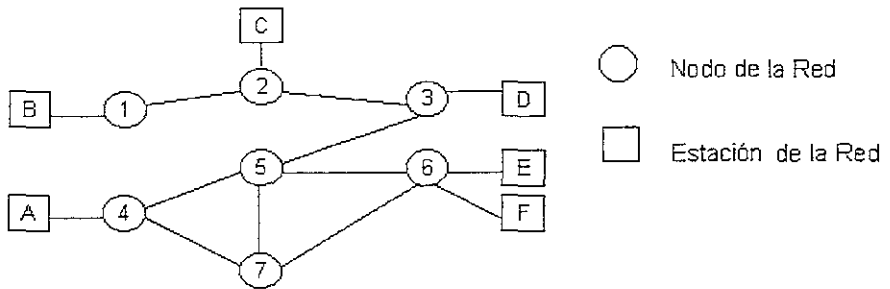


Figura 1.6 Red de Comunicaciones.

1. Establecimiento del circuito: antes de que algún dato pueda ser transmitido, un circuito de estación a estación debe ser establecido. Por ejemplo, la estación A envía una petición al nodo 4 pidiendo una conexión a la estación E. Típicamente, el circuito de A hacia 4 es una sola línea, por lo que la parte de la conexión ya existe. A continuación, el nodo 4 debe encontrar el próximo enlace que lo conduzca al nodo 6. Basado en la información de enrutamiento, medidas de disponibilidad y tal vez costo, el nodo 4 elige el circuito al nodo 5, asigna un canal libre (usando multiplexaje por división de tiempo o por división de frecuencia) en ese circuito, y envía un mensaje solicitando conexión a E. Hasta ahora, una sola vía ha sido establecida desde A hasta 5 pasando por 4. Debido a que varias estaciones pueden enlazarse al nodo 4, éste debe ser capaz de establecer vías internas desde múltiples estaciones hasta múltiples nodos. Lo restante del proceso procede similarmente; ahora, el nodo 5 destina un canal hacia el nodo 6 e internamente une ese canal con el canal proveniente del nodo 4. El nodo 6 completa la conexión hacia E, para esto se hace una prueba para determinar si E está ocupado o está listo para aceptar la conexión.
2. Transferencia de la información: las señales pueden ahora ser transmitidas de A hacia E a través de la red. Los datos pueden ser digitales o analógicos; para cualquier caso la ruta es: circuito A-4, conmutación interna a través de 4, canal 4-5,

conmutación interna a través de 5, canal 5-6, conmutación interna a través de 6 y finalmente circuito 6-E. Generalmente, la conexión es *full duplex*, y los datos pueden ser transmitidos en ambos sentidos.

3. Desconexión del circuito: después de cierto periodo de transferencia de información, la conexión se termina, generalmente por acción de alguna de las dos estaciones. Las señales deben pasar por 4, 5 y 6 para quitar los recursos asignados, la ruta de conexión es establecida antes de que inicie la transmisión de datos; así, la capacidad del canal debe estar disponible para cada par de nodos. Asimismo, cada nodo debe tener la capacidad de conmutación interna para manejar la conexión.

La conmutación por circuitos puede ser ineficiente debido a que la capacidad del canal se reserva por todo el tiempo que dura la conexión aún cuando no se estén transmitiendo datos. Para una conexión de voz, la utilización del canal puede ser alta pero aún así no alcanza el 100%. En términos de desempeño, existe un retardo en la transferencia de información debido al tiempo que tarda en hacerse la conexión; sin embargo, una vez que se establece el circuito, la red trabaja de una manera efectiva transmitiendo los datos a una tasa fija sin otro retardo más que el que implica la propagación a través de los enlaces de transmisión. El retardo en cada nodo no es de consideración.

- **Conmutación por Paquetes**

La gran tradición de la conmutación por circuitos en las redes de telecomunicaciones fue originalmente diseñada para manejar tráfico de voz, y la mayor parte del tráfico en estas redes continúa siendo voz en la actualidad. Una característica clave de las redes conmutadas por circuitos es que los recursos dentro de la red son destinados para una llamada particular. Para las conexiones de voz, el circuito resultante tendrá un gran porcentaje de utilización debido a que la mayor parte del tiempo alguna de las dos personas están hablando. Sin embargo, conforme las redes conmutadas por circuitos empezaron a usarse para conexiones de datos, dos problemas surgieron:

1. En una conexión típica terminal-a-usuario, la mayor parte del tiempo la línea permanece sin uso. Así, la conmutación por circuitos para la conexión de datos resulta ineficiente.
2. En una red conmutada por circuitos, la tasa de transmisión es constante. Así, cada uno de los dispositivos que están conectados deben transmitir y recibir a la misma tasa de transmisión, lo cual limita la utilidad de la red al interconectar varias computadoras de usuario y terminales.

La conmutación por paquetes resuelve los problemas citados anteriormente. La operación consiste en lo siguiente: la información es transmitida en bloques, llamados paquetes. La longitud máxima típica de un paquete es de 1000 bytes. Si la fuente tiene un mensaje más grande, éste se divide en cuantos paquetes sea necesario (figura 1.7). Cada paquete consiste de una porción de la información (o toda la información si la

longitud del mensaje así lo permite) que una estación quiere transmitir, más un encabezado del paquete que contiene los datos de control; éstos como mínimo, incluyen información que la red requiere para enrutar el paquete a través de la red y así enviarlo al destino propuesto. En cada nodo de la ruta, el paquete es recibido, almacenado brevemente, y pasado al siguiente nodo cuando el enlace está disponible.

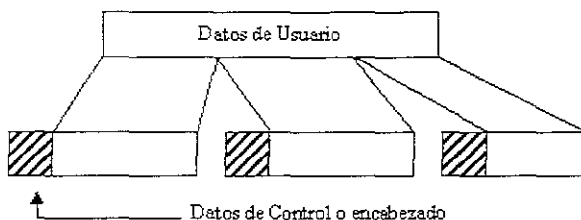


Figura 1.7 Transmisión de Paquetes.

Las ventajas de la conmutación por paquetes sobre la conmutación por circuitos son:

1. La eficiencia de la línea es mayor.
2. Una red conmutada por circuitos no puede llevar a cabo conversiones de tasas de información. Dos estaciones con diferentes tasas de transmisión pueden intercambiar paquetes, debido a que cada paquete se conecta a su nodo a una tasa de transmisión apropiada.
3. Cuando el tráfico llega a ser alto en una red conmutada por circuitos, algunas llamadas son bloqueadas; esto es, la red se rehusa a aceptar peticiones de conexiones hasta que la carga en la red se decremente. En una red conmutada por paquetes, los paquetes siguen siendo aceptados, pero el retraso de envío se incrementa.
4. En una red conmutada por paquetes se pueden tener prioridades. Así, si un nodo tiene varios paquetes en fila para ser transmitidos, éste puede transmitir el paquete de prioridad más alta. Por lo tanto, estos paquetes experimentarán menos retraso que los paquetes con más baja prioridad.

Dentro de la operación de una red conmutada por paquetes, existen dos maneras de cómo la red maneja el flujo de paquetes para enrutarlos a través de la red y entregarlos a su destino propuesto: el datagrama y el circuito virtual.

En el datagrama cada paquete es tratado independientemente, sin referencia a los paquetes precedentes. Cada nodo elige el nodo siguiente en la ruta de un paquete, tomando en cuenta información de tráfico, fallas, etc., de nodos vecinos; de tal manera que paquetes con la misma dirección de destino pueden no seguir la misma ruta y llegar fuera de secuencia.

Dentro del circuito virtual, una ruta preplaneada se establece antes de que los paquetes sean enviados. Una vez que se establece la ruta, todos los paquetes seguirán la misma ruta a través de la red. Cada paquete contiene tanto un identificador del circuito virtual como los datos. Cada nodo en la ruta preestablecida sabe a donde direccionar cada paquete, por lo que no es necesario tomar decisiones. Sin embargo, ésto no significa que la ruta sea una vía exclusiva para ese mensaje, como en el caso de la conmutación por circuitos, sino que existe la fila de paquetes esperando por salir. Si dos estaciones desean intercambiar datos por un periodo de tiempo extendido, existen ciertas ventajas del circuito virtual. Primero, la red puede proporcionar servicios relacionados con el circuito virtual, como:

- Secuencia. Como todos los paquetes siguen la misma ruta, éstos llegarán en el orden original.
- Control de error. Es un servicio que asegura que todos los paquetes lleguen correctamente; por ejemplo, si un paquete dentro de la secuencia viaja del nodo 4 al nodo 6 y falla al llegar al nodo 6 ó contiene un error, el nodo 6 puede solicitar una retransmisión de ese paquete desde el nodo 4.
- Control de flujo. Es una técnica para asegurar que el transmisor no abrume al receptor con datos; por ejemplo, si la estación E está recibiendo datos de la estación A y percibe que está a punto de saturarse, la estación E puede pedir por medio del circuito virtual, que la estación A suspenda la transmisión hasta nuevo aviso. Otra ventaja es que los paquetes viajan más rápidamente por la red con un circuito virtual, ya que no es necesario tomar decisiones de enrutamiento para cada paquete en cada nodo.

Una ventaja del datagrama es que se evita la fase de planear la ruta. Así, si una estación desea mandar sólo uno o pocos paquetes, el método del datagrama será más rápido. Otra ventaja del servicio del datagrama es que es más flexible; por ejemplo, si se desarrolla una congestión en una parte de la red, los paquetes pueden ser desviados para esquivar el problema. Una tercer ventaja es que la entrega de paquetes por datagrama es más confiable, ya que con el uso de circuitos virtuales, si un nodo falla, todos los circuitos virtuales que pasan a través de ese nodo serán perdidos.

Vale la pena mencionar que uno de los asuntos más importantes para los diseñadores de redes conmutadas por paquetes es el tamaño del paquete, ya que éste se relaciona directamente con el tiempo de transmisión, como lo muestra la figura 1.8. En este ejemplo, se asume que existe un circuito virtual de la estación X a la estación Y a través de los nodos a y b. El mensaje a ser enviado se compone de 30 bytes, y cada paquete contiene 3 bytes para la información de control, los cuales son colocados al inicio de cada paquete y es referido como el encabezado.

La figura 1 8 muestra diferentes alternativas de dividir el mensaje en paquetes para transmitirlo y el tiempo involucrado para ello. Es tarea del diseñador encontrar el tamaño del paquete óptimo para que el tiempo de transmisión sea el menor posible.

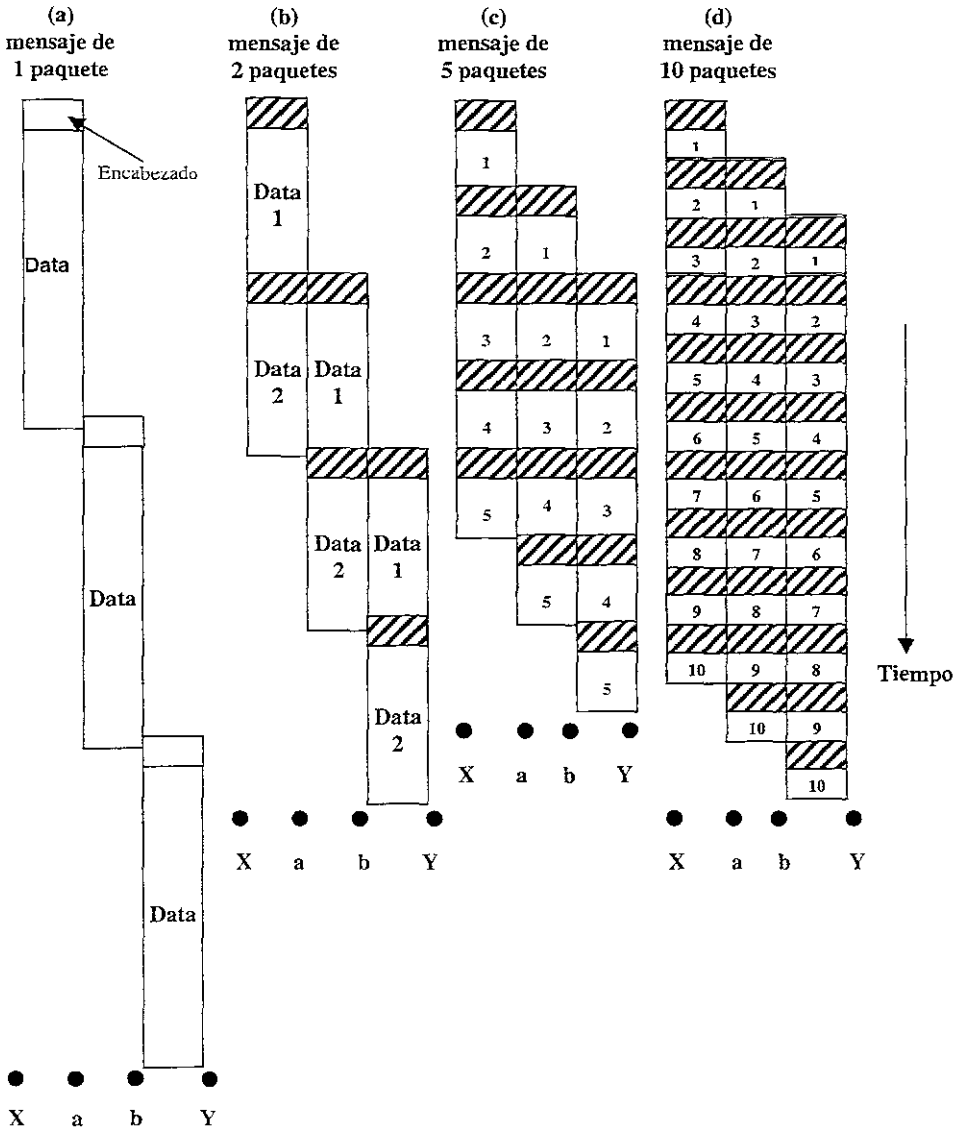


Figura 1.8. Efecto del Tamaño del Paquete en la Transmisión.

- **Transmisión por Tramas (*Frame Relay*)**

La conmutación por paquetes fue desarrollada en una época en la cual las cualidades de la transmisión digital de larga distancia exhibían aún tasas de error relativamente altas comparadas con las facilidades actuales. Como resultado, hay una gran variedad de consideraciones que se deben hacer en el esquema de conmutación por paquetes para disminuir los errores. Estas consideraciones incluyen: agregar *bits* adicionales a cada paquete para mejorar la redundancia, y procesamiento adicional en las estaciones de los extremos de la ruta y en los nodos intermedios de la red para detectar y recobrar información perdida por errores.

Con los sistemas de telecomunicaciones modernos de alta velocidad, estas consideraciones son innecesarias y contraproducentes. Es innecesario debido a que la tasa de errores ha sido disminuida dramáticamente y cualquier error que persista puede eliminarse por medio de lógica en equipos terminales, la cual opera por encima del nivel de la lógica de conmutación por paquetes. Es contraproducente debido a que las consideraciones involucradas disminuyen una fracción significativa de la capacidad proporcionada por la red.

Para aprovechar las altas tasas de transmisión y bajas tasas de errores que nos ofrecen las redes contemporáneas, se desarrolló *frame relay*. Mientras que las redes originales de conmutación por paquetes fueron diseñadas con una tasa de transmisión hasta el usuario final de aproximadamente 64 kbps, las redes que usan *frame relay* son diseñadas para operar hasta el usuario con tasas de hasta 2 Mbps. La clave para lograr estas altas tasas de transmisión es deshacerse de la mayoría de las consideraciones involucradas con el control de errores.

- **Transmisión por celdas (*Cell Relay*)**

Cell Relay, también conocido como ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, Modo de transmisión asíncrona) es de alguna manera, la culminación de todos los avances en conmutación por circuitos y por paquetes hechos en los últimos 20 años. Una manera útil de mirar a *cell relay* es como una evolución de *frame relay*; la mayor diferencia entre estas dos tecnologías es que *frame relay* hace uso de paquetes de longitud variable, mientras que *cell relay* usa paquetes de longitud fija llamados celdas. Usando paquetes con longitud fija, las consideraciones de procesamiento se reducen aún más para *cell relay* comparadas con *frame relay*. El resultado es que *cell relay* es diseñado para trabajar en el rango desde decenas hasta centenas de Mbps comparado con los 2 Mbps de *frame relay*.

- Formas de Señalización

El establecimiento, operación y finalización de las conexiones del usuario a través de la red de intercambio, la administración de los recursos de la red y el suministro de los servicios de una red inteligente, requieren del intercambio de señales

de control entre los conmutadores locales y de tránsito de la red de intercambio, y entre los depósitos donde se ubica la inteligencia de la red. En la mayoría de las redes de telecomunicaciones esta señalización es transportada a través de los mismos circuitos que llevan la información del usuario. La capacidad necesaria de canal es obtenida ya sea mediante la reservación permanente de una porción de la capacidad total del circuito para la señalización o por la asignación de la capacidad total del circuito para la señalización por un periodo de tiempo.

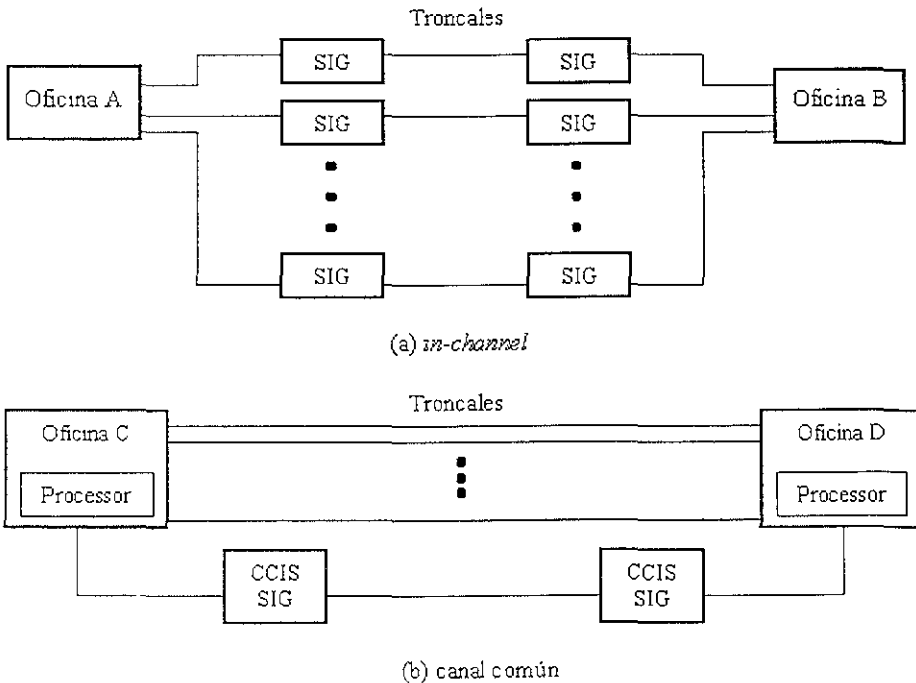
- **Señalización *in-channel***

Aunque esta forma de señalización, ha sido tradicional para redes conmutadas por circuitos, tiene características deseables y ha cumplido con su propósito por muchos años, recientemente sus limitaciones se han convertido en una cuestión de importancia. Con la señalización *in-channel*, el mismo canal es usado para transportar tanto las señales de control como las de la llamada en sí. Tal señalización empieza donde se ubica el abonado que origina la llamada y sigue la misma trayectoria que la llamada. Esto tiene la ventaja de que no se requieren facilidades adicionales para la transmisión; las facilidades para la transmisión de voz son compartidas con la señalización de control. Existen dos formas de uso para la señalización *in-channel*: *in-band* y *out-of-band*. La señalización *in-band* no solamente usa la misma trayectoria física que la llamada, sino que también usa la misma banda de frecuencia que las señales de voz. Esta forma de señalización tiene muchas ventajas, debido a que las señales de control tienen las mismas propiedades electromagnéticas que las señales de voz, ellas pueden ir a cualquier lugar donde las señales de voz vayan. Por lo tanto, no existe limitación alguna sobre el uso de la señalización *in-band* en cualquier lugar de la red, incluyendo los sitios donde la conversión analógica digital o digital analógica se lleva a cabo. Además es imposible inicializar una llamada sobre una trayectoria de habla defectuosa, debido a que las señales de control que son usadas para inicializar dicha trayectoria tendrían que seguir la misma ruta. La señalización *out-of-band* aprovecha el hecho de que las señales de voz no usan todo el ancho de banda completo de 4 kHz asignado a ellas. Una banda de señalización angosta y separada dentro de los 4 kHz se usa para enviar las señales de control. La mayor ventaja de esta técnica es que las señales de control pueden ser enviadas haya o no señales de voz sobre la línea, permitiendo una continua supervisión y control de la llamada.

La tasa de transferencia de información está completamente limitada con la señalización *in-channel*. Con las señales *in-band*, el canal sólo está disponible para las señales de control cuando no hay señales de voz en el circuito. Con las señales *out-of-band*, sólo se dispone de un ancho de banda angosto. Con tales limitaciones, es difícil alojar de una manera eficaz mensajes de control complejos. Así, para aprovechar los servicios potenciales y adecuarse a la creciente complejidad de las nuevas tecnologías para redes, se requiere de una señalización de control más rica y poderosa. Un segundo inconveniente de la señalización *in-channel* tiene que ver con el monto del retardo desde que el abonado introduce una dirección (marca un número) hasta la hora en que la conexión se establece. La necesidad por reducir este retardo es cada vez más importante conforme la red es usada en nuevas aplicaciones.

• Señalización por canal común

Los dos problemas planteados anteriormente pueden ser resueltos por medio de la señalización por canal común, en la cual las señales de control son transportadas a través de trayectorias completamente independientes de los canales de voz. Una trayectoria de señales de control independiente puede llevar las señales de varios canales de abonado. El principio de la señalización por canal común se ilustra y es contrastado con la señalización *in-channel* en la figura 1.9. Como puede observarse, la trayectoria de la señal para una señalización por canal común está físicamente separada de la trayectoria para voz u otras señales procedentes del abonado. El canal común puede ser configurado con el ancho de banda requerido para transportar las señales de control destinadas para llevar a cabo una gran variedad de funciones. Así, tanto el protocolo de señalización como la arquitectura de red que soporta dicho protocolo son más complejos que en la señalización *in-channel*. De cualquier manera, la continua caída en los precios del *hardware* en computación hace que la señalización



CCIS SIG *Common-channel interoffice signaling equipment / Per-trunk signaling equipment*
 Equipo de Señalización interoficina para canal-común / Equipo de Señalización por Troncal

Figura 1.9 Señalización *in-channel* y común

por canal común sea cada vez más atractiva. Las señales de control son mensajes que son conducidos entre conmutadores y, entre un conmutador y el centro de administración de la red. De esta manera, la porción de señalización de control perteneciente a la red es en efecto una red distribuida de computadoras que transporta mensajes cortos.

Existen dos modos de señalización por canal común, el modo de señalización se refiere a la relación entre la trayectoria real de los mensajes de señalización y la trayectoria del flujo de información a la cual las señales se refieren:

En el modo de señalización asociada, los mensajes de señalización relacionados con un flujo de información dado entre dos puntos de señalización (u oficinas de conmutación) son transportados sobre una troncal de señalización que interconecta directamente los dos puntos de señalización.

En el modo de señalización no-asociada, la trayectoria de señalización no necesariamente sigue la misma trayectoria física que los grupos troncales de usuario. Un caso extremo del modo de señalización no-asociada es el modo de señalización desasociada, donde la red de señalización está totalmente separada de la red de información del usuario (figura 1.10).

En este ejemplo, la red de señalización por canal común es básicamente una red conmutada por paquetes, que transporta únicamente señales de red y es distinta a la red que transporta las llamadas telefónicas. El STP (*Signaling Point Transfer*, Punto de Transferencia de Señalización) es simplemente un dispositivo de conmutación para las señales de red.

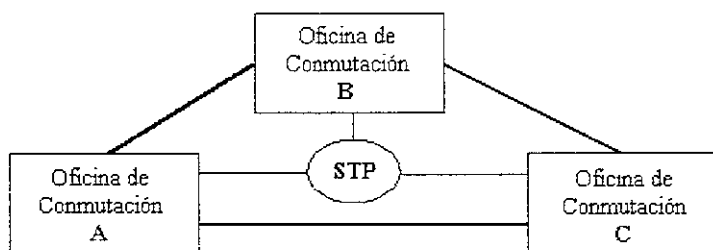


Figura 1.10 Señalización desasociada.

Con la señalización *in-channel*, las señales de control procedentes de una oficina de conmutación se originan por medio de un procesador de control y son conmutadas sobre el canal saliente. En el extremo receptor, las señales de control deben ser conmutadas del canal de voz al procesador de control.

Con la señalización por canal común, las señales de control son transferidas directamente de un procesador de control a otro, sin tener que estar atadas a una señal de voz. Este es un procedimiento más sencillo y menos susceptible a interferencias accidentales o intencionales entre abonado y señales de control. Una motivación clave para la señalización por canal común es que se reduce el tiempo empleado para inicializar una llamada, ya que no se requiere que se establezca un circuito entre conmutadores antes de que sea enviada la señal de control. En muchas redes que están completamente controladas por señalización por canal común, la señalización *in-channel* aún es necesaria para llevar a cabo algunas comunicaciones con el abonado. Por ejemplo, el tono de marcar y la señal de ocupado deben ser *in-channel* para poder llegar hasta el usuario.

- **El Sistema de Señalización No. 7**

La señalización por canal común es más flexible y poderosa que la señalización *in-channel*; asimismo es ampliamente recomendable para soportar los requerimientos de redes digitales integradas. La transición de la señalización para el control de la red de una forma de *in-channel* a la de canal-común, termina en el SS7 (*Signaling System Number 7*, Sistema de Señalización Número 7). El SS7 está diseñado para ser un estándar internacional de señalización por canal común con terminación abierta (modelo de referencia OSI) y puede ser usado en muchas redes digitales de conmutación por circuitos.

El SS7 tiene las siguientes características primarias:

- Optimizado para su uso en redes de telecomunicaciones digitales utilizando canales digitales de 64 kbps.
- Diseñado para cumplir con los requerimientos de transferencia de información presentes y futuros en el control de llamadas, control remoto, administración y mantenimiento.
- Proporciona medios confiables para la transferencia de información en la correcta secuencia sin pérdida o duplicación.
- Recomendable para la operación a través de canales analógicos y para velocidades menores de 64 kbps.
- Recomendable para su uso en enlaces punto-a-punto terrestres y satelitales.

El SS7 permite a la compañía telefónica ofrecer nuevos servicios tanto para negocios como para clientes residenciales; lleva el número telefónico de la entidad que llama hacia la oficina central de destino, permitiendo una larga lista de nuevos servicios que pueden ser ofrecidos con base en la disponibilidad de esta información por parte de la entidad a llamar. El SS7 es una red que permite que todas las centrales telefónicas se comuniquen entre sí. Sin esta comunicación entre centrales, los servicios sólo podrían ser proporcionados dentro de una misma central local, formando una especie de "islas" en lugar de una verdadera red

1.3 Redes de datos

Uno de los aspectos interesantes en la transmisión de datos es cómo conseguir una velocidad máxima con un mínimo de errores en el envío de información para un sistema con ancho de banda limitado. Cualquier red de comunicación de datos consta tanto de *hardware* y *software*. El *hardware* incluye una colección de computadoras al servicio de usuarios llamadas anfitriones (servidores o *hosts*), tarjetas de interfaz de red y el cable que las une (figura 1.11). Los componentes *software* incluyen sistemas operativos, protocolos de comunicación y controladores de la tarjeta de interfaz de red del servidor. Los servidores de una red proveen los servicios principales a los usuarios tales como control de acceso a bases de datos, acceso a bibliotecas de programas, etc.

Existen muchas variantes, pero en general podemos decir que la red está constituida por dos elementos principales: los nodos y canales de comunicación que la conectan.

Los nodos a su vez son de dos tipos: dispositivos de terminación, en los que entran y salen los datos para su transferencia, y dispositivos de comunicación, que realizan las funciones de la red.

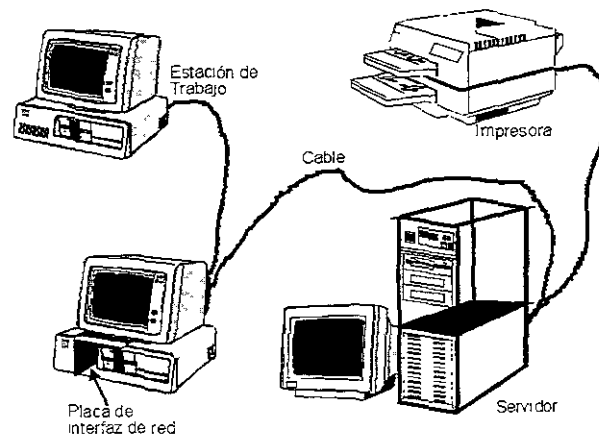


Figura 1.11 Red de Comunicación de Datos.

- Dispositivos de terminación

- Terminales. Los dispositivos terminales, varían desde dispositivos periféricos de baja velocidad, tales como impresoras o plotters, que operan a unos cuantos bits

por segundo, hasta computadoras multimedia que operan a velocidades mucho mayores.

- Servidores. Son computadoras conectadas a la red, que proporcionan servicios de procesamiento de información a dispositivos de terminación de otras redes.
- Gateways. Los *gateways* o compuertas de enlace o de paso son dispositivos terminales especiales que actúan como interfaces entre redes de comunicación de computadoras, pueden ser al mismo tiempo un nodo más de una red.

- Dispositivos de comunicación

Los dispositivos de comunicación realizan una amplia variedad de funciones, entre las más importantes tenemos la multicanalización, la concentración, la conmutación, la compartición y la vinculación. Las cuatro primeras son las formas de utilizar de manera más eficiente los recursos de transmisión. (ver figura 1.12)

- Multicanalización. En la multicanalización, los canales de transmisión se dividen en subcanales fijos para diferentes usuarios. Por tanto, la suma de las capacidades de los subcanales no puede exceder la capacidad del canal portante. Existen varias formas en las cuales se pueden mantener separados los subcanales.

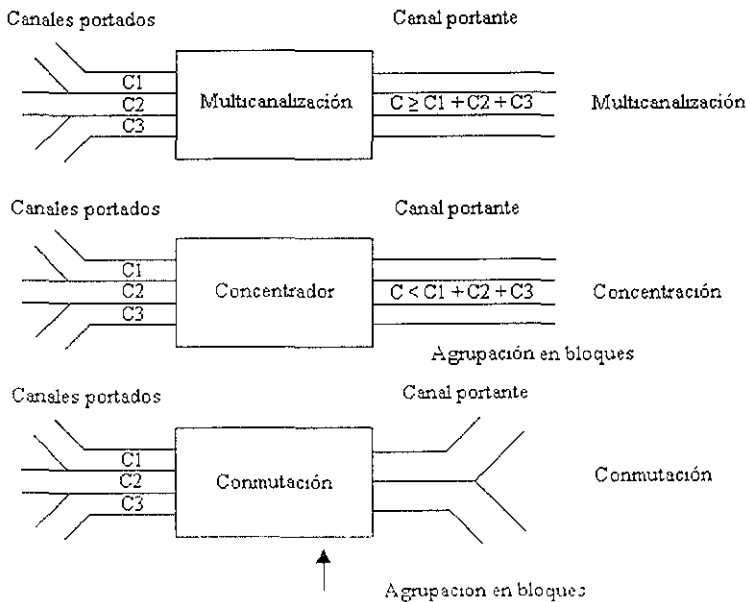


Figura 1.12 Funciones de los dispositivos de Comunicación.

- En el método multicanalización por división de tiempo, el uso del canal se asigna a subcanales distintos en momentos diferentes.
- Concentración. En muchos casos los subcanales sólo se utilizan a toda su capacidad. En estos casos se emplea la concentración, para asignar en forma dinámica el acceso al canal portante. Con la concentración, la suma de las velocidades de transferencia de datos pico de los usuarios puede exceder la capacidad del canal portante. Está claro que si todos los canales portados están activos a sus velocidades de transferencia de datos pico al mismo tiempo, los datos se superponen. Si la suma de las velocidades de transferencia de datos sólo es temporalmente mayor que la capacidad de la línea de portante, el desbordamiento puede almacenarse en forma temporal en acumuladores intermedios del dispositivo de concentración. Desde luego si la suma de las velocidades de transferencia de datos promedio de los subcanales portados es mayor que la capacidad de la línea portante por periodos prolongados, llegará a perderse información. Por tanto puede producirse un cuello de botella en el canal que sirve al concentrador, y los datos que están en los canales portados pueden “bloquearse” por el congestionamiento en el canal portante.
- Conmutación. Un conmutador hace posible que los datos que entran en el canal salgan a uno cualquiera de otros canales varios dependiendo del estado del conmutador. En general, para que una red con n nodos tenga la capacidad de comunicarse entre cada par de nodos en ausencia de conmutación, se necesitaría un canal entre cada uno de los $n(n-1)/2$ pares de nodos. La conmutación puede reducir el número de líneas de comunicación que se necesitan en la red apenas $n-1$. A menudo, los conmutadores pueden aceptar trayectorias entre cada puerto de entrada y cada puerto de salida en forma individual, pero no en todas las posibles conexiones simultáneas. Por tanto, puede producirse un congestionamiento en el conmutador, y una trayectoria deseada puede “bloquearse” en el mismo.
- Compartición. La compartición es otra forma de compartir un canal entre usuarios. En este caso un dispositivo de control, como por ejemplo, un controlador de terminal, un procesador de comunicaciones o una computadora, interroga a cada usuario del canal, en secuencia, si tiene algo que transmitir. Por tanto, si el usuario no necesita el canal no lo utiliza más que lo necesario para el proceso de interrogación mismo.
- Vinculación. Entre las funciones de las interfaces se cuentan la conversión del código y la velocidad, la conversión de señales de analógico a digital (A/D), la conversión entre comunicación síncrona y asíncrona, la conversión entre serie y en paralelo, y el cambio de formatos de datos.

Entre los dispositivos de red más conocidos tenemos:

- Ruteadores (*Routers*). Enrutan o retransmiten paquetes y cuando existe más de una ruta entre dos puntos finales de la red proporcionan control de tráfico y filtrado de funciones.

- *Gateway*. Consiste en una computadora u otro dispositivo que actúa como traductor entre dos sistemas que no utilizan los mismos protocolos de comunicaciones, formatos de estructuras de datos, lenguajes y/o arquitecturas.
- *Puente (Bridge)*. Es un dispositivo que solo interconecta las redes y proporciona un camino de comunicación entre dos o más segmentos de red o subredes, es decir, transfiere información sin realizar una conversión.
- *Concentrador (Hub)*. En su forma más simple, es un dispositivo que centraliza la conexión de los cables procedentes de las estaciones de trabajo.
- *Panel de conexión (Rack)*. Consiste en el cableado de las redes. Típicamente se instala en el armario de cableado donde los cables de red finalizan.
- *Servidores de red (Hosts)*. Es un servidor de archivos que proporciona las funciones esenciales para ofrecer los servicios a los usuarios de la red y para ofrecer funciones de gestión a los administradores de la misma red. Algunas de estas funciones son:
 - El almacenamiento de las órdenes, las utilidades y los módulos de programas del sistema operativo.
 - El almacenamiento de los datos de usuario.
 - La gestión de las funciones del sistema de archivos.
 - La gestión de las funciones que se encargan de la seguridad y el acceso de los usuarios.
 - La gestión y el control de la red. La protección de los datos para garantizar su fiabilidad, con funciones como el respaldo de discos, el control de la fuente de alimentación ininterrumpida y la copia de seguridad de los archivos.
- *Sistemas Cliente (estaciones de trabajo)*. Los sistemas clientes se unen a la red por medio de tarjetas de interface de red. El sistema operativo que se ejecuta en la estación de trabajo puede incluir el *software* ya incorporado para soportar tarjetas, o será necesario cargar el *software* del cliente. Este redirecciona peticiones de red de los usuarios o las aplicaciones al servidor.
- *NICs (Network Interface Cards, Tarjetas de interfaz de red)*. Sirven como interface entre la red y los dispositivos de red (PC's, impresoras, faxes, etc.).
- *Recursos periféricos compartidos*. Los recursos y periféricos compartidos incluyen dispositivos de almacenamiento unidos al servidor, unidades de disco óptico, *plotters* y otros equipos disponibles que utiliza cualquier usuario autorizado de la red.

Los canales de comunicación, proveen trayectorias eléctricas que permiten la comunicación en uno o dos sentidos entre los elementos de la red. Se conocen también como circuitos o canales. El primer elemento de la descripción del canal son las frecuencias que se utilizan en la transmisión. Estas pueden variar desde frecuencias de audio, pasando por frecuencias altas, muy altas, ultra altas de microondas, hasta las ondas milimétricas y sistemas ópticos. La transmisión puede ser analógica o digital. La señal puede hacerse en el espacio libre o ser guiada por fronteras físicas. Entre los canales guiados se cuentan los de guías de ondas, los cables de fibras ópticas, el cable

coaxial y los cables de par trenzados, contando con un sistema de cableado estructurado, el cual está planificado para hacer frente a las reconfiguraciones y crecimiento del sistema; este cableado conforma una estructura con caminos para las partes críticas de la red. Proporciona un medio para la transmisión de voz, video y datos. El cableado dependerá de la transmisión de datos, características eléctricas y la topología de la red.

- Configuración de Redes de Datos

La topología, el método de acceso al medio y los protocolos de comunicación utilizados en una red definen la arquitectura de ésta. Antes de que cualquier estación de trabajo pueda acceder al medio, debe establecer sesiones de comunicación con otros nodos en la red. El método de acceso al medio de una red define cómo una estación de trabajo tiene acceso a medios compartidos y así puede transmitir información, es decir, a través de una interfaz que se encarga de la conexión física entre los equipos, definiendo las normas para las características eléctricas y mecánicas de la conexión. Los protocolos de comunicaciones definen las normas (reglas y procedimientos) que posibilitan que se establezca una comunicación entre varios equipos o dispositivos, ya que estos equipos pueden ser diferentes entre sí.

Por definición, la topología de una red nos da los atributos de forma y conectividad de la red e información acerca de:

- La longitud total de las líneas de comunicaciones de la red y, por tanto, nos da idea del costo de ellas.
- La confiabilidad de la red (redundancia y conectividad)
- Las necesidades de procesamiento en los nodos de la red (determina cuáles serán las funciones globales de los nodos).
- Las estrategias de control de la red.

Las configuraciones de redes pueden ser (figura 1.13): Tipo estrella, Tipo anillo, Tipo bus, etc.

Red tipo estrella: En esta configuración, todas las líneas convergen a un nodo central. Existe una trayectoria única desde cualquier nodo al nodo central. Un ejemplo típico es un sistema de tiempo compartido con terminales remotas.

Red tipo bus: En este tipo de red, cada nodo se conecta con cada uno de los demás a través de un solo ducto o bus. La red es totalmente conectada en forma lógica. En este caso: un solo canal debe compartirse de acuerdo a ciertas reglas o protocolos, no se requiere la selección de una trayectoria especial (no se necesita enrutamiento), todos los nodos "escuchan" todos los mensajes. Cada interface de acceso al bus toma el que le corresponde, se pueden enviar mensajes a un grupo de receptores o a todos ellos simultáneamente, se pueden usar vías múltiples a través de repetidores, se cuenta con mecanismos para evitar los efectos de colisiones, un ejemplo típico de esta clase de redes es la red local Ethernet.

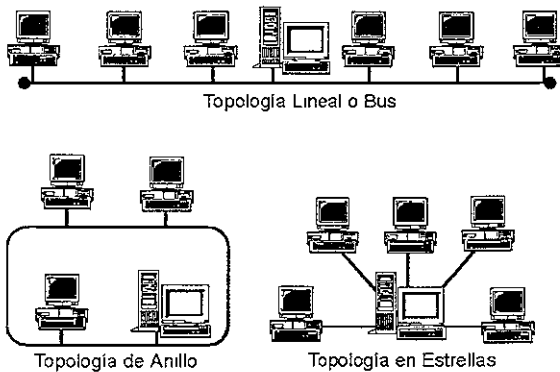


Figura 1. 13 Topologías de Redes de Datos.

Red tipo anillo: En este tipo de configuración cada uno de los nodos de la red está conectado siempre a otro par de nodos, se tiene un bucle cerrado o anillo, la red es una serie de conexiones punto a punto entre nodos consecutivos.

Existen diferentes formas de clasificar las redes de información; una manera de clasificar las redes es en términos de la tecnología usada, específicamente en términos de topología y medios de transmisión, sin embargo la misma topología y medio de transmisión son iguales en una amplia variedad de redes. Tal vez la manera más común usada para clasificar las redes es basada en el alcance geográfico. Tradicionalmente, las redes han sido clasificadas como LANs (*Local Area Networks*, Redes de Área Local) o WANs (*Wide Area Networks*, Redes de Área Amplia). Una categoría que recientemente empezó a recibir mucha atención es la MAN (*Metropolitan Area Network*, Red de Área Metropolitana).

- Redes de Área Local

Una LAN es un sistema de interconexión de equipos informáticos basado en líneas de alta velocidad (decenas o cientos de megabits por segundo). Es una red pequeña con distinto número de nodos, la extensión de este tipo de redes suele estar restringida a una sala o un edificio.

Las principales tecnologías usadas en una LAN son: Ethernet, Token Ring y FDDI (*Fiber Distribute Data Interface*, Interface de Datos Distribuidos por Fibra)

- Redes Ethernet Este sistema de red de área local se ha convertido en uno de los estándares principales del mercado de redes de área local. Es una red de

transmisión en banda base con una velocidad de transmisión binaria de 10 Mbps, la topología en la que opera es de tipo Bus. Mediante este tipo de redes pueden formarse grandes redes distribuyendo los puestos de trabajo en segmentos interconectados por repetidores.

- Redes Token Ring. Es una red en banda base con topología funcional en anillo y con sistema de acceso por paso de testigo.
- Redes FDDI. Es una LAN en anillo que corre con una velocidad de 100 Mbps la cual puede tener hasta 100 estaciones conectadas.

- Redes de Área Amplia

Una WAN es un sistema de interconexión de equipos informáticos geográficamente dispersos, que pueden estar incluso en continentes distintos. El sistema de conexión para estas redes normalmente involucra a redes públicas de transmisión de datos. Permiten la interconexión nacional o mundial mediante líneas telefónicas y satélites.

- Redes de Área Metropolitana

Una MAN es un sistema de interconexión de equipos informáticos distribuidos en una zona que abarca diversos edificios, por medios pertenecientes a la misma organización propietaria de los equipos. Este tipo de redes se utiliza normalmente para interconectar redes de área local. Son normalmente de fibra óptica de gran velocidad que conectan segmentos de red local de una área específica. El interés en las redes MAN ha ocurrido como resultado de reconocer que las técnicas tradicionales de enlace punto-a-punto y red conmutada usadas en WANs pueden ser inadecuadas para las crecientes necesidades de muchas organizaciones. En general cuando varias computadoras y dispositivos de red están conectados entre sí, ya sea mediante una configuración LAN, MAN o WAN, las reglas y procedimientos técnicos que rigen su comunicación e interacción son llamados protocolos.

- Protocolos

Se le llama protocolo al conjunto de reglas y procedimientos que regulan el flujo o intercambio de información entre los diferentes elementos de un sistema de comunicaciones. Los protocolos son acuerdos que establecen qué, cómo, quién y cuándo se debe hacer algún proceso. Permite fundamentalmente iniciar, mantener y terminar un diálogo entre los elementos del sistema, asimismo regulará la forma en la que deben generarse e interpretarse los elementos orientados al control de errores. En un protocolo también estarán previstas las formas de identificar el camino a utilizar para el intercambio de información e identificación del tipo de mensajes. A su vez los elementos de diálogo de un protocolo serán mensajes. Las informaciones mencionadas anteriormente se materializarán en bloques con una determinada estructura que constituirán su formato. Existen tres puntos que deben tenerse en mente cuando se piensa en protocolos en un ambiente de red:

1. Hay muchos protocolos, todos permiten la comunicación básica, pero cada uno desempeña una tarea distinta. Cada protocolo tiene sus propias ventajas y restricciones.
2. Algunos protocolos trabajan en varias capas OSI (*Open System Interconnection*, Interconexión de Sistemas Abiertos). La capa en la cual el protocolo trabaja describe su función.
3. Varios protocolos pueden trabajar juntos, a esto se le conoce con el nombre de "apilamiento de protocolos" (*protocol stack*). Así como una red incorpora funciones en cada capa del modelo OSI, diferentes protocolos también trabajan juntos en diferentes niveles en un solo "apilamiento de protocolos". Los niveles en el "apilamiento de protocolos" corresponden a las capas del modelo OSI. Tomados juntos, los protocolos describen todas las funciones y capacidades del apilamiento.

- Modelo OSI

Este modelo sirve como marco de referencia dentro del cual los estándares de protocolos para comunicaciones son desarrollados. El objetivo del modelo OSI es definir una serie de estándares que habilitará a los sistemas abiertos localizados en cualquier parte del mundo para que cooperen al ser interconectados a través de diferentes facilidades estandarizadas en comunicaciones y al ejecutarse los protocolos OSI estandarizados. Lo atractivo del modelo OSI es que resuelve el problema de comunicación entre computadoras heterogéneas, de tal manera que dos sistemas, no importando que tan diferentes sean, pueden comunicarse de una manera efectiva si ambas tienen en común lo siguiente:

- Implementan el mismo conjunto de funciones para comunicaciones
- Estas funciones se organizan en el mismo conjunto de capas
- Las capas iguales de ambas computadoras tienen que compartir un protocolo en común.

Las funciones de comunicaciones son divididas en una serie de capas jerárquicas. Cada capa desempeña una serie de funciones requeridas para comunicarse con otro sistema. La siguiente capa más baja en el orden jerárquico desempeña funciones más primitivas y oculta los detalles de esas funciones. La arquitectura OSI resultante se compone de siete capas las cuales son listadas junto con su definición:

- La capa Física. Cubre la interfaz física entre los dos dispositivos de comunicación y las reglas por medio de las cuales los bits son transferidos de un dispositivo al otro. Lleva a cabo el intercambio de las señales eléctricas que representan los datos y la información de control. Este nivel incluye la especificación de las características mecánicas y eléctricas de la conexión física.
- La capa de Enlace. Proporciona los elementos para una transferencia de datos confiables a través del enlace físico, enviando bloques de datos con la sincronización necesaria, control de error y control de flujo. En este nivel se realiza el reconocimiento de la recepción de datos.

- La capa de Red. Proporciona los elementos necesarios para que las capas superiores sean independientes de la transmisión de datos y de las tecnologías utilizadas en conmutación para conectar los sistemas. Añade información de dirección y enrutamiento a cada bloque de información. Es responsable del establecimiento, mantenimiento y terminación de las conexiones.
- La capa de Transporte. Proporciona una transferencia de datos transparente y confiable entre los puntos extremos de la ruta. La capa de transporte garantiza la calidad del mensaje, por lo que asegura que los datos sean enviados sin error alguno, en secuencia y sin pérdidas. Puede concernir también con la optimización del uso de los servicios de la red y proporcionar una calidad de servicio a los elementos de la capa de sesión. A su vez, el nivel de transporte toma los datos del nivel de sesión y los divide en partes del tamaño del campo de datos del paquete.
- La capa de Sesión. Proporciona la estructura de control para las comunicaciones entre aplicaciones; establece, maneja y termina las sesiones entre las aplicaciones cooperativas. La capa de sesión proporciona los mecanismos necesarios para controlar el diálogo entre los elementos de la presentación.
- La capa de Presentación. Desempeña generalmente transformaciones de datos que son útiles para proporcionar una interfaz de aplicación estandarizada y proveer de servicios de comunicaciones comunes, es decir, traduce los datos y se encarga de la encriptación y descifrado de estos.
- La capa de Aplicación. Proporciona los servicios al usuario apeándose al ambiente OSI. Esta capa contiene el manejo de funciones y mecanismos que dan soporte a las aplicaciones distribuidas.

Dado que este modelo sirve para desarrollar los diferentes estándares de protocolos para comunicaciones y que resuelve el problema de comunicación entre dos sistemas, no importando que tan diferentes sean, podemos hablar de lo que se conoce como Internet que es un conjunto de redes independientes (de área local y de área extensa), que se encuentran conectadas entre sí, permitiendo el intercambio de datos y constituyendo por lo tanto una red mundial que resulta el medio idóneo para el intercambio de información, distribución de datos de todo tipo e interacción personal con otras personas. Para ello es necesario un protocolo de comunicaciones común. El protocolo que proporciona la compatibilidad necesaria para la comunicación en Internet es TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet), del cual hablaremos enseguida.

1.4 Tutorial de TCP/IP

Los protocolos de Internet constituyen el conjunto de protocolos de sistemas abiertos (no propietario) de mayor uso mundial ya que se utilizan para interconectar distintas topologías de redes y es igualmente apropiado para redes LAN y WAN. Estos consisten de un conjunto de protocolos de comunicación, donde los más conocidos son TCP e IP. La arquitectura de protocolos de Internet no solamente incluye los protocolos de las capas inferiores, si no que también especifica aplicaciones comunes como el correo electrónico, la emulación de terminales y la transferencia de archivos. En la

figura 1.14, podemos observar la correspondencia entre los protocolos de Internet con las capas respectivas del modelo OSI.

Aplicación					NFS			
Presentación	FTP, Telnet, SMTP, SNMP				XDR			
Sesión					RPC			
Transporte	TCP, UDP							
Red	Protocolos de ruteo		IP		ICMP			
Enlace de datos	ARP, RARP							
Física	802.3		802.5		LAPB		ATM	
	Ethernet	Token Ring	FDDI	Línea síncrona WAN		SONET		

Modelo de Referencia OSI

Conjunto de Protocolos de Internet

Figura 1.14 Comparación del modelo OSI con, el conjunto de protocolos TCP/IP.

1.4.1 Protocolo Internet

IP es un protocolo de la capa de red (capa 3) que proporciona información de direccionamiento e información de control que permite el ruteo de paquetes. Junto con TCP, IP representa el corazón de los protocolos de Internet. Las dos principales responsabilidades que tiene IP son: ofrecer el servicio de entrega de datagramas¹ en un entorno no orientado a conexión (*connectionless*) y la fragmentación y reensamblaje de los mismos.

- **Formato de los paquetes IP**

Un paquete IP consiste de varios campos de información como lo podemos observar en la figura 1.15, los campos son los siguientes:

¹ Datagrama: Unidad de mensaje que contiene información de las direcciones origen destino y la información que se envía en una red de conmutación de paquetes.

1	4	8	12	16	20	24	28	32
Versión	IHL	Tipo de servicio		Longitud Total				
Identificación				Banderas		Desplazamiento del fragmento		
Tiempo de vida		Protocolo		Suma de verificación de encabezado				
Dirección origen								
Dirección destino								
Opciones (+ Relleno)								
Datos (variable)								

Figura 1.15.- Formato del datagrama IP.

- Versión.- nos indica la versión de IP usada.
- IHL (*Internet Header Length*).- es la longitud del encabezado del datagrama en palabras de 32 bits.
- Tipo de servicio.- especifica la forma en la que se manejará el datagrama en las capas superiores, asigna distintos niveles de acuerdo a su importancia.
- Longitud total.- especifica el tamaño en bytes del paquete IP, incluye los datos y el encabezado.
- Identificación.- consiste de un número entero que identifica el datagrama actual. Se utiliza para la reconstrucción de los fragmentos de datagramas
- Banderas.- campo de tres bits: los dos bits de menor orden (menos significativos) controlan la función de fragmentación; el de menor orden especifica si se puede fragmentar el paquete, el bit de en medio indica si el paquete es el último fragmento de una serie de paquetes fragmentados; el tercer bit o de mayor orden no se usa.
- Desplazamiento del fragmento.- indica la posición de los datos del fragmento en relación con el comienzo de los datos del datagrama original, lo que permite que del otro lado se reconstruya adecuadamente el datagrama original.
- Tiempo de vida.- contador que disminuye paulatinamente hasta llegar a cero donde se elimina, esto evita que los paquetes circulen por la red de manera indefinida.
- Protocolo.- indica el protocolo de las capas superiores que recibe los paquetes entrantes una vez terminado el procesamiento IP.
- Suma de verificación de encabezado.- ayuda a conservar la integridad del encabezado IP.

- Dirección origen.- nos da la dirección del nodo origen
- Dirección destino.- proporciona la dirección del nodo destino.
- Opciones(+ Relleno).- permite que el control de IP soporte opciones como seguridad, etc.
- Datos.- contiene la información de las capas superiores.

• **Direccionamiento IP**

Como cualquier otro protocolo de la capa de red, el esquema de direccionamiento IP es fundamental en el proceso de ruteo de los datagramas IP a través de la red. Cada dirección IP tiene componentes específicos y sigue un formato básico.

Las direcciones IP están asociadas con una dirección lógica única de 32 bits dividida en dos partes principales: el número de red y el número de *host*. El primero identifica una red específica y debe ser asignada por el *InterNIC (Network Information Center)* que es el organismo encargado de la regulación y administración de las direcciones IP y los dominios. Por su parte el número de *host* identifica un *host* en la red y es asignado por los administradores de red.

Formato de Dirección. La dirección IP de 32 bits está formada por 4 grupos de ocho bits cada uno separados por puntos y representados en forma decimal. Cada bit en el octeto tiene un valor binario (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128) por lo que el valor mínimo de un octeto es 0 y el máximo es 255, ver figura 1.16.

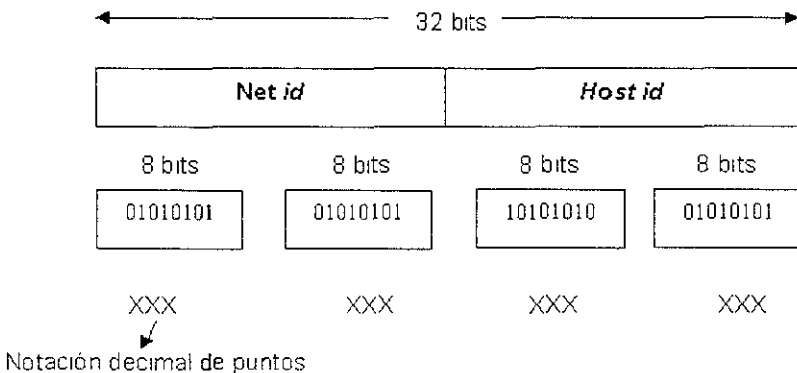


Figura 1.16. Formato de dirección IP

Clases de Direcciones IP. El direccionamiento IP soporta 5 clases de direcciones conocidas como: Clase A, Clase B, Clase C, Clase D y Clase E; siendo las tres primeras las disponibles para uso comercial. Los primeros 8 bits más significativos de los 32 bits que componen la dirección IP, indican de qué tipo de red se trata, como lo podemos observar en la tabla 1.1.

Clase de Dirección IP	Formato de dirección	Propósito	Bit (s) de orden superior	Rango de direcciones	Núm. De bits del N/H	Máximo de hosts
A	N.H.H.H	Pocas redes con gran número de <i>hosts</i>	0	1. 0. 0. 0 a 126. 0. 0. 0	7 / 24	16,777 ($2^{24} - 2$)
B	N.N.H.H	Para organizaciones de tamaño mediano	1, 0	128. 1 .0 .0 a 191. 254. 0. 0	14 / 16	65,543 ($2^{16} - 2$)
C	N.N.N.H	Para organizaciones relativamente pequeñas	1, 1, 0	192. 0. 1. 0 a 223.255.25 4.0	21 / 8	245 ($2^8 - 2$)
D	No asignada	Grupos de <i>Multicast</i>	1, 1, 1, 0	224.0.0.0 a 239.255.25 5.255	N/A (no para uso comercial)	N / A
E	No asignada	Experimental	1, 1, 1, 1	240.0.0.0 a 254.255.25 5.255	N / A	N / A

N = *net id* H = *host id*

Tabla 1.1 Información de referencia respecto a las cinco clases de direcciones IP.

La figura 1.17 es un complemento de la tabla 1.1, ya que nos muestra el formato de las direcciones IP para las clases comerciales, es decir, A, B y C.

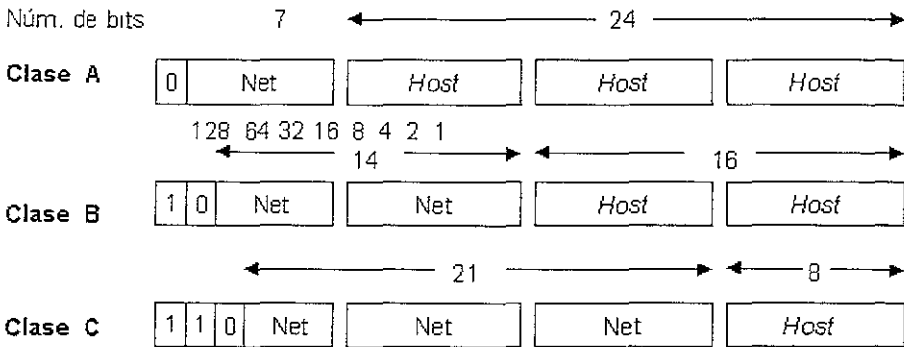


Figura 1.17.- Formatos de direcciones IP para redes clase A, B y C. Uso comercial.

Para saber a que clase pertenece cualquier dirección IP es necesario examinar el primer octeto de la dirección y compararlo con el rango correspondiente a las clases de direcciones IP, en la tabla 1.2 se resumen esos rangos. Por ejemplo, para la dirección IP 172.31.1.2 tenemos que el primer octeto es 172, comparándolo con los valores de la tabla podemos observar que cae dentro del rango de direcciones para una dirección clase B.

Clase de dirección	Primer octeto en decimal	Bits de orden superior
Clase A	1 - 127	0
Clase B	128 - 191	1 0
Clase C	192 - 223	1 1 0
Clase D	224 - 239	1 1 1 0
Clase E	240 - 254	1 1 1 1

Tabla 1.2 Rango de valores posibles para el primer octeto de cada clase de dirección.

- Subneteo

Debido a las necesidades que se presentaron con la administración de las direcciones IP, así como los problemas de ruteo que podrían presentarse, se creo el llamado "subneteo", que consiste en la división de las redes IP en redes pequeñas conocidas como subredes. Estas subredes presentan grandes ventajas en cuanto administración respecto a las direcciones IP comunes, entre las que podemos mencionar una mayor flexibilidad, un uso más eficiente de las direcciones de red y la

capacidad de manejar tráfico de *broadcast*². Las subredes son administradas localmente por lo que el mundo exterior vería a las subredes que se encuentran subneteadas como una sola red y no sabría la estructura interna de la misma. Por ejemplo, las redes 172.16.1.0, 172.16.2.0, 172.16.3.0 y 172.16.4.0 son subredes dentro de la red 172.16.0.0 (recordemos que un valor de ceros en la sección correspondiente al *host id* de cualquier dirección IP, nos da la identificación de red).

- **Máscara de red**

La máscara de red nos sirve para identificar a la red o la subred (en caso de subneteo) a la que pertenece el *host*. Así tenemos que para las redes clase A, B y C se tendrían las siguientes máscaras naturales, (Tabla 1.3):

Clase	Máscara Natural
A	255.0.0.0
B	255.255.0.0
C	255.255.255.0

Tabla 1.3 Máscara de Red.

La identificación se realiza mediante la operación AND entre la dirección de *host* y su máscara natural. Por ejemplo, considere la dirección de *host* = 132.248.10.2 con máscara natural 255.255.0.0 (que es la máscara natural de una red tipo B). Haciendo la operación AND entre la equivalencia en binario de ambas direcciones obtendríamos:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{AND} & 132.248.10.2 & = 10000100 .11111000 .00001010 .00000010 \\
 & 255.255.0.0 & = 11111111 .11111111 .00000000 .00000000 \\
 & \hline
 & 132.248.0.0 & = 10000100 .11111000 .00000000 .00000000
 \end{array}$$

↓
Que es la red o subred a la que pertenece el *host*.

El subneteo se lleva a cabo tomando bits “prestados” del campo de *host* y reasignándolos como campo de subred (*subnet id*). El número de bits prestados variará de acuerdo a las necesidades de subredes y de *hosts* que se presenten. La figura 1.18 siguiente nos indica cómo se realiza el préstamo de bits:

Las máscaras de subred utilizan el mismo formato y técnica de representación que las direcciones IP, sin embargo, la máscara de subred incluirá “unos” en los bits que corresponden a los campos de red y subred, mientras que se indicarán con “ceros” el campo correspondiente a el *host id*, ver fig. 1.19. Como podemos observar, los bits

² *Unicast* = comunicación 1 a 1
Multicast = comunicación 1 con algunos
Broadcast = comunicación 1 con todos

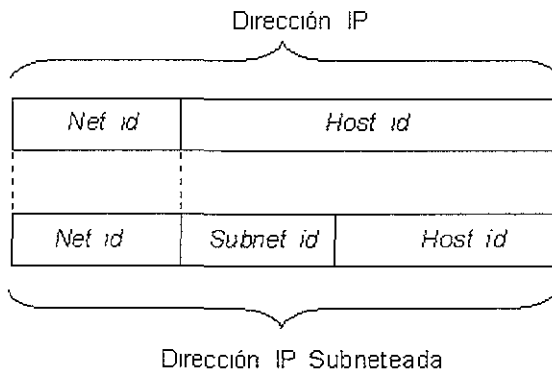


Figura 1.18 Subneteo de direcciones.

Dirección IP Subneteada	Net id	Net id	Subnet id	Host id
Máscara de subred	11111111	11111111	11111111	00000000
	255	255	255	0

Figura 1.19. Máscara de subred.

de la máscara de subred deben provenir de los bits de orden superior (más a la izquierda) del campo de *host id*.

Como se ha visto, la máscara natural para una red clase B es 255.255.0.0, mientras que para una red subneteada con 8 bits de subred y con dirección IP 171.16.0.0 tendría una máscara de red 255.255.255.0; con esta forma de subneteo se lograría tener 254 redes posibles con 254 *hosts* por red. Lo anterior de la relación: $2^8 - 2 = 254$ (- 2 ya que se toma una dirección para la identificación de red y otra para la de *broadcast*). Para una dirección clase C con dirección IP 192.168.2.0, que está subneteada con 5 bits, tendría una máscara de red 255.255.255.248 y contaría con $2^5 - 2 = 30$ subredes posibles con $2^3 - 2 = 6$ *hosts* por subred. A continuación podemos observar las tablas correspondientes a las formas de subneteo para redes B y C

1.4.2 ARP

El protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*, Protocolo de resolución de dirección) se encarga de convertir las direcciones IP en direcciones de la red física

Número de bits	Máscara de subred	Número de subredes	Número de host
2	255.255.192.0	2	16382
3	255.255.224.0	6	8190
4	255.255.240.0	14	4094
5	255.255.248.0	30	2046
6	255.255.252.0	62	1022
7	255.255.254.0	126	510
8	255.255.255.0	254	254
9	255.255.255.128	510	126
10	255.255.255.192	1022	62
11	255.255.255.224	2046	30
12	255.255.255.240	4094	14
13	255.255.255.248	8190	6
14	255.255.255.252	16 382	2

Tabla 1.4. Tipos de subneteo para una red clase B.

Número de bits	Máscara de subred	Número de subredes	Número de host
2	255.255.255.192	2	62
3	255.255.255.224	6	30
4	255.255.255.240	14	14
5	255.255.255.248	30	6
6	255.255.255.252	62	2

Tabla 1.5 Tipos de subneteo para una red clase C.

(cabe recordar que cada dispositivo de red cuenta con una dirección única asignada por el fabricante). Para que dos máquinas de una determinada red se puedan comunicar es necesario que cada una de ellas conozca la dirección física (MAC: *Media Access Control*, Control de Acceso al Medio) de la otra, cuando alguna de ellas sólo conoce la dirección IP de la máquina destino es necesario que traduzca esta dirección en una dirección física, para lo que tendrá que hacer uso del protocolo ARP.

ARP utiliza una tabla de direcciones, donde se encuentran relacionadas las direcciones IP con las MAC que han sido utilizadas recientemente; si la dirección solicitada se encuentra en dicha tabla el proceso se termina, de lo contrario es necesario enviar un mensaje a toda la red difundiendo la dirección IP (el mensaje se conoce como *ARP request* que se incluye en el campo de datos de la trama *Ethernet*) y haciendo la petición de que se devuelva la MAC. Cuando algún dispositivo reconoce su dirección IP envía un mensaje de respuesta que contiene su dirección física. Es entonces que las máquinas pueden comunicarse y las direcciones se guardan en la tabla. Cuando se presenta el caso contrario, que una máquina conozca su dirección MAC pero que desconozca su dirección IP, tendrá que hacer uso del protocolo RARP (*Reverse Address Resolution Protocol*, Protocolo Resolutivo de la dirección inversa) que se encarga del mapeo de direcciones MAC con direcciones IP. Por ejemplo, una terminal tonta que no cuenta con disco duro en donde pueda guardar su dirección IP, pero que cuenta con interfase de red y por lo tanto con dirección MAC. RARP, como su nombre lo indica, funciona con la lógica inversa de ARP, además debe de contar con un servidor que contenga la tabla donde se relacionan los dos tipos de direcciones.

1.4.3 Ruteo en Internet

Los *gateways* o puertas de enlace son los encargados de hacer la traducción del protocolo de la capa de aplicación entre dispositivos. Los *gateways* interiores son dispositivos que llevan a cabo estas funciones de protocolo entre máquinas o redes bajo el mismo control administrativo o autoridad (una red interna). A estos sistemas se les conoce como sistemas autónomos. Los *gateways* exteriores efectúan funciones de protocolo entre redes independientes entre sí.

Dentro de Internet los ruteadores se encuentran organizados de forma jerárquica, mientras que los que trabajan entre sistemas autónomos se llaman ruteadores interiores que utilizan una gran variedad de protocolos de puertas de enlace interior (IGP, *Internal Gateway Protocol*, Protocolo del Gateway Interno) para realizarlo, por ejemplo RIP (*Routing Information Protocol*, Protocolo de Información de Ruteo). Así como los *gateways*, los ruteadores que transfieren información entre sistemas autónomos se conocen como ruteadores exteriores, utilizan un protocolo de puerta de enlace exterior EGP (*External Gateway Protocol*) para el intercambio de información entre sistemas autónomos; por ejemplo: BGP (*Border Gateway Protocol*, Protocolo de Gateway de Frontera).

- **Ruteo IP**

Los protocolos de ruteo IP son dinámicos, en éstos las rutas son calculadas dinámicamente a intervalos regulares a través del *software* incluido en los dispositivos de ruteo, mientras que dentro del ruteo estático, los ruteadores son establecidos por el administrador de red y no cambian hasta que el mismo lo establece. Para hacer posible el ruteo dinámico, se utiliza una tabla de ruteo IP, formada por pares de dirección destino / salto siguiente.

El ruteo IP especifica que los datagramas IP viajen a través de interredes de un salto a la vez, sin embargo, al empezar el recorrido no conoce la ruta completa, por el contrario, en cada parada se calcula el siguiente destino relacionando la dirección destino en el datagrama con un parámetro en la tabla actual de ruteo. La participación de cada uno de los nodos involucrados en el proceso de ruteo se limita al direccionamiento de paquetes a partir de la información interna. Los nodos intermedios no supervisan si los paquetes llegan a su destino final, y tampoco IP reporta los errores presentados al nodo origen. Esta función se deja al protocolo ICMP (*Internet Control Message Protocol*, Protocolo de control de mensajes de Internet), que veremos a continuación.

1.4.4 Protocolo ICMP

Sabemos que Internet es un sistema autónomo que no dispone de ningún control central. Este protocolo proporciona el medio para que el *software* de *hosts* y *gateways* intermedios se comuniquen. Los mensajes de error de este protocolo los genera y procesa TCP/IP, y no el usuario. ICMP es un protocolo de Internet de la capa de red que ofrece paquetes de mensajes para reportar errores y otro tipo de información respecto al procesamiento de paquetes IP de regreso al origen. El ICMP está documentado en el RFC792. Genera varios tipos de mensajes útiles, entre los que se incluyen: destino inalcanzable; solicitud y respuesta de eco; redirección; tiempo excedido; anuncio de ruteador y solicitud de ruteador. Si un mensaje ICMP no puede ser entregado, no se genera otro. Cuando un ruteador envía un mensaje ICMP de destino inalcanzable eso significa que el ruteador elimina el paquete original. Existen dos razones de porqué un destino puede ser inalcanzable: el *host* de origen ha especificado una dirección inexistente y la segunda, poco frecuente, que el ruteador no tenga una ruta hacia su destino. Los mensajes que no pueden llegar a su destino se clasifican en cuatro: los que no llegan a la red, los que no llegan al *host*, los que no llegan al protocolo y los que no llegan al puerto. Cuando los mensajes no llegan a la red, significa que se ha presentado una falla en el ruteo o direccionamiento de un paquete. Los mensajes que no llegan al *host* se presentan por una falla en la entrega, como puede suceder con una máscara errónea de la subred. Los mensajes que no llegan al protocolo aparecen cuando el destino no soporta el protocolo de las capas superiores que especifica el paquete, por último, los mensajes que no llegan al puerto se presentan cuando el *socket* o puerto TCP no se encuentra disponible. Cuando se ejecuta un comando ping, el nodo origen envía un mensaje de solicitud de eco de ICMP para verificar la posibilidad de llegar hacia el destino a través de la red. El mensaje de redirección de ICMP lo envía el ruteador al *host* origen para la estimulación de un ruteo más eficiente, y envía el paquete original a su destino. Estos mensajes permiten que las tablas de ruteo del *host* conserven un tamaño pequeño ya que sólo es necesario conocer la dirección de un ruteador, incluso si ese ruteador no ofrezca la mejor trayectoria. Un mensaje de tiempo excedido es enviado por el ruteador cuando detecta que el campo tiempo de vida de un paquete IP (expresado en saltos o segundos) alcanza el valor de cero. Esto evita que los paquetes circulen de manera continua en la red, con lo que el paquete es eliminado de la red.

1.4.5 IDRP

IDRP (*Interdomain Routing Protocol*, Protocolo de Ruteo de Interdominios). Utiliza mensajes de anuncio y solicitud de ruteador para descubrir las direcciones de los ruteadores en las subredes conectadas directamente. De manera periódica, el ruteador envía mensajes de anuncio de ruteador desde cada uno de sus interfaces, los *hosts* descubren las direcciones de los ruteadores en las subredes conectadas directamente recibiendo los mensajes, para evitar la espera, los *hosts* pueden enviar mensajes de solicitud de ruteador para que éste envíe el anuncio. El protocolo IDRP ofrece ventajas contra otros protocolos para descubrimiento de ruteadores vecinos, ya que no requieren de *hosts* para reconocer los protocolos de ruteo, ni que sean configurados manualmente por el administrador. El mensaje de anuncio de ruteador permite a los *hosts* descubrir ruteadores vecinos, pero no pueden saber la mejor ruta para enviar sus paquetes. Si el *host* utiliza un ruteador de desempeño bajo, recibirá un mensaje de redirección para que elija una mejor opción.

1.4.6 Protocolo TCP

Recordemos algunas funciones de la capa de transporte del modelo OSI: proporciona comunicación extremo a extremo desde un programa de aplicación a otro, proporciona un transporte confiable asegurándose que los datos lleguen sin errores y en la secuencia correcta; además de coordinar las aplicaciones que interactúan con la red simultáneamente, de tal manera que los datos que envíe una aplicación sean recibidos correctamente por la aplicación remota. Como se vio anteriormente, en esta capa trabajan los protocolos TCP y UDP. TCP permite la transformación confiable de datos en un ambiente IP. El protocolo TCP proporciona un servicio de comunicación que forma un circuito, es decir, que el flujo de datos entre el origen y el destino parece que es continuo, además, proporciona un circuito virtual el cual es llamado conexión.

Entre los servicios que ofrece TCP están la transferencia de datos por ráfagas, la confiabilidad, el control de flujo eficiente, la operación *full-duplex* y el multiplexaje. En el primero de estos, TCP entrega una ráfaga no estructurada de *bytes* identificada por una secuencia de números. Este servicio beneficia a las aplicaciones, ya que éstas no tienen que fragmentar los datos en bloques antes de entregarlos a TCP, éste agrupa los *bytes* en segmentos y los pasa al Protocolo IP para su entrega.

TCP es confiable ya que permite una entrega de paquetes segura, de extremo a extremo y orientada a conexión. Lo anterior lo lleva a cabo colocando los *bytes* en secuencia con un número de confirmación de envío, que indica al destino, el *byte* próximo que el origen espera recibir, si los *bytes* no son confirmados dentro de un periodo de tiempo se vuelven a transmitir. El mecanismo de confiabilidad de TCP permite que los dispositivos puedan trabajar con paquetes mal leídos, duplicados, retrasados o perdidos. Un mecanismo de expiración de tiempo permite a los dispositivos detectar paquetes perdidos y solicitar la retransmisión. El protocolo TCP ofrece un control de flujo eficiente, lo que significa que cuando se envían

confirmaciones de regreso al origen, el proceso de recepción TCP indica el número de secuencia más grande que puede recibir sin saturar sus dispositivos de almacenamiento; respecto a la operación dúplex total, significa que los procesos TCP se pueden enviar y recibir al mismo tiempo; por último, el multiplexaje TCP significa que se pueden multiplexar varias conversaciones de las capas superiores de manera simultánea a través de una sola conexión. Existen dos tipos de interface entre la conexión TCP y los otros programas. El primero es utilizar la pila de los programas de la capa de red, como en esta capa sólo se encuentra el protocolo IP, la interface la determina este protocolo. El segundo tipo de interface es la del programa de usuario, ésta puede variar según el sistema operativo, pero en general tiene las siguientes características:

La Interface envuelve el programa de usuario llamando a una rutina que introduce entradas en una estructura de datos que se conoce como el TCB (*Transmission Control Block*, Bloque de Control de Transmisión). Las entradas se realizan inicialmente en la pila de *hardware* y son transferidas al TCB por medio de una rutina de sistema. Estas entradas permiten a TCP asociar un usuario con una conexión en particular, de tal manera que pueda aceptar comandos de un usuario y mandarlos a otro usuario del otro lado de la conexión. TCP utiliza identificadores únicos para cada parte de la conexión, lo que se utiliza para recordar la asociación entre dos usuarios. Al usuario se le asigna un nombre de conexión para usarlo en futuras entradas al TCB; los identificadores para cada extremo de la conexión se llaman *sockets*. El *socket* local se construye concatenando la dirección IP de origen y el número de puerto de origen. El *socket* remoto se obtiene concatenando la dirección IP de destino y el número de puerto de destino. El par de *sockets* de una conexión forman un número único en Internet. La siguiente figura nos muestra los campos y el formato general de un paquete TCP:

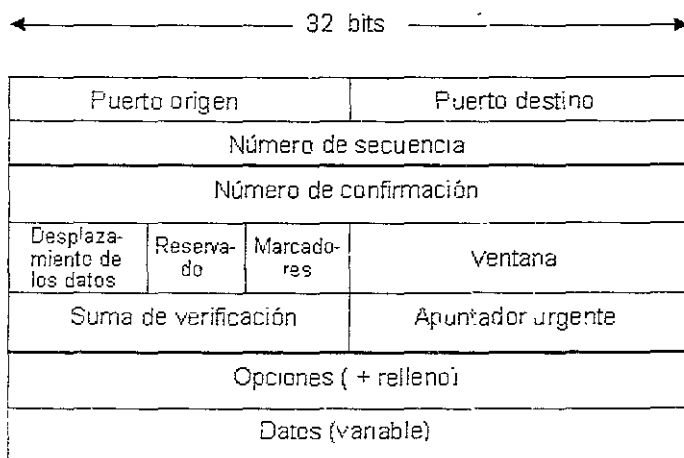


Figura 1.20 Formato de paquete TCP.

Descripción de los campos del paquete TCP:

- Puerto Origen y puerto destino. Identifican los puntos en que los procesos de origen y destino de las capas superiores reciben los servicios TCP.
- Número de secuencia. En general, especifica el número que se le asigna al primer *byte* de datos en el mensaje actual. En la parte del establecimiento de la conexión, este campo también puede utilizarse para identificar un número de secuencia inicial que será utilizado en una transmisión futura.
- Número de confirmación. Contiene el número de secuencia del siguiente *byte* de datos que el emisor del paquete espera recibir.
- Desplazamiento de datos. Indica el número de palabras de 32 bits en el encabezado TCP.
- Reservado. Para futuras aplicaciones.
- Marcadores. Transportan información de control.
- Apuntadores. Transportan una gran variedad de información de control, incluyendo los bits de sincronía, y reconocimiento (ACK) que se utilizan para el establecimiento de la conexión.
- Ventana. Especifica el tamaño de la ventana del receptor (el espacio de almacenamiento disponible para los datos entrantes).
- Suma de verificación. Indica si el encabezado se dañó durante su viaje.
- Apuntador urgente. Apunta sobre el primer *byte* de datos urgentes en el paquete.
- Opciones. Especifica las diferentes opciones de TCP.
- Datos. Contiene información de las capas superiores.

1.4.7 Protocolo UDP

El protocolo UDP (*User Datagram Protocol*, Protocolo de Datagrama del Usuario) proporciona aplicaciones con un tipo de servicio de datagramas orientados a conexión. El servicio es muy parecido al protocolo IP en el sentido de que no es fiable y que no es orientado a conexión. El protocolo UDP es simple, eficiente e ideal para aplicaciones como el TFTP (*Transfer File Trivial Protocol*, Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos) y el DNS (*Domain Names System*, Sistema de Nombres de Dominio). 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 mismo hacia un proceso específico localizado en la cabecera IP. UDP es un protocolo de la capa de transporte no orientado a conexión. Básicamente, es una interfase entre IP y los procesos de las capas superiores. Los puertos del protocolo UDP distinguen entre las diversas aplicaciones que corren en un solo dispositivo. A diferencia de TCP, UDP no cuenta con funciones de confiabilidad, control de flujo, y recuperación de errores. UDP es útil en situaciones donde no se requieren de mecanismos de confiabilidad de TCP, como cuando un protocolo de las capas superiores ofrezca las funciones de recuperación de errores y control de flujo. Es el protocolo de transporte de varios protocolos bien conocidos de la capa de aplicación, entre los que podemos mencionar: NFS (*Network File System*, Sistema de Archivos de Red), SNMP (*Simple Network Management Protocol*, Protocolo Simple de Administración de la Red), DNS y TFTP.

El formato del paquete UDP tiene cuatro campos (ver figura 1.21), entre los que podemos mencionar los campos de origen – destino, el de longitud y el de suma de la verificación.

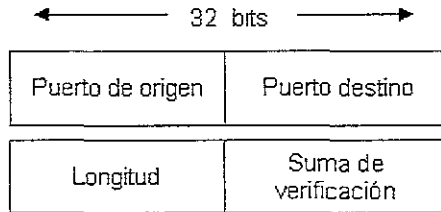


Figura 1.21. Formato del paquete UDP.

Los puertos origen y destino constan del número de puerto del protocolo UDP de 16 *bits* que se utilizan para demultiplexar datagramas para los procesos de recepción de la capa de aplicación. Un campo de longitud especifica la longitud del encabezado y de los datos del UDP.

1.4.8 Protocolos de la capa de aplicación

El conjunto de protocolos de Internet consta de muchos de los protocolos de la capa de aplicación que representa una amplia variedad de aplicaciones, entre ellas los siguientes:

- FTP (*File Transfer Protocol*, Protocolo de Transferencia de archivos). Se encarga de repartir archivos entre los dispositivos.
- SNMP. Reporta anomalías en la condición de la red y activa valores del umbral de la red.
- Telnet. Funciona como un protocolo de emulación de terminal.
- Windows X. Sirve como un sistema de gráficos y ventanas distribuidos que se utiliza para la comunicación de terminales y estaciones de trabajo.
- NFS, XDR (*External Data Representation*, Representación Externa de Datos) y RPC (*Remote Procedure Call*, Llamada de procedimiento remoto). Funcionan juntos para permitir el acceso transparente a los recursos remotos de la red.
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*, Protocolo Simple de Transferencia de Correo). Proporciona servicios de correo electrónico.
- DNS. Traduce los componentes de los nodos de red en direcciones de red.

En este capítulo hemos descrito las redes de comunicación para transmitir voz y datos, para ésta última se ha dado uno de los protocolos más importantes a describir, el protocolo TCP/IP, el cual es el de mayor uso mundial, ya que es el que se utiliza para interconectar diferentes topologías de redes.

CAPÍTULO 2

Voz sobre IP (VoIP)

En este capítulo introducimos los conceptos de voz sobre IP (VoIP), voz paquetizada y telefonía en Internet. La primera sección explica porqué VoIP es de interés en la industria y también se evalúan algunos factores clave para el soporte de voz paquetizada en una Internet. La siguiente sección explica las configuraciones generales para VoIP y por último explicamos un caso especial de aplicación de VoIP empresarial.

2.1 Evaluación de un Nuevo Modelo para Transmisión de Voz

Voz sobre IP, significa la transmisión del tráfico de voz en paquetes¹ sobre una red de datos que utiliza el protocolo TCP/IP. Se utilizan algunos términos de forma común para describir este proceso, entre los que podemos mencionar tenemos: voz sobre Internet, telefonía IP, voz paquetizada, y voz sobre IP, aunque esto no quiere decir que signifiquen lo mismo. El término voz sobre Internet se refiere a la transmisión de llamadas a través de la red Internet; telefonía IP considera algunas de las facilidades que se pueden tener en un conmutador común, así como la transmisión de voz sobre redes basadas en TCP/IP; voz paquetizada consiste en la transmisión de la voz en forma de paquetes a través de cualquier tipo de red que por sus características soporten este servicio (*Frame Relay*, ATM, HDLS, etc); por su parte y como se mencionó al principio del párrafo, VoIP se refiere a la transmisión de paquetes de voz sobre redes basadas en el protocolo TCP/IP.

2.1.1 Telefonía por Internet

Telefonía en Internet es vista por algunos como una tecnología efectiva y por otros como algo que aún tiene que madurar para que sea eficiente, ya que quienes han utilizado Internet para hacer llamadas telefónicas, en muchos casos no estarán

¹ Un paquete es una unidad pequeña de datos en conjunto con un campo de ruteo, puede ser de longitud variable por lo que puede variar en su duración, y tiene generalmente uno o cuantos bytes de longitud

satisfechos con la calidad de la voz en la llamada (existen retardos parecidos a las llamadas satelitales) y sobre todo en la habilidad de Internet para soportar el tráfico de voz. ¿Por qué entonces es VoIP de tal interés para la industria de las comunicaciones, en vista de esta relativa y pobre funcionalidad en el soporte de tráfico de voz?.

Existen cuatro razones que justifican este interés y además intervienen en el desarrollo de la telefonía IP. La siguiente parte del capítulo aborda estas justificaciones en el orden siguiente:

1. El punto de vista corporativo.
 - a) Integración de voz y datos.
 - b) Consolidación del ancho de banda.
 - c) Regulación de tarifas.
 2. Presencia universal del protocolo IP.
 3. Maduración de las tecnologías.
 4. Convergencia hacia las redes de datos.
1. El punto de vista corporativo. Éste, considera el desarrollo de la tecnología IP, así como el desarrollo del equipo que soporte el servicio de voz sobre IP. Este apartado puede resumirse en tres suposiciones:
- a) Integración de voz y datos. Claramente, la integración del tráfico de voz y de datos será de gran importancia para el desarrollo de las empresas que actualmente utilizan redes distintas para estos procesos, además, las opciones se diversifican al contar con una sola plataforma para la transmisión de este tipo de información (voz y datos), ya que se pueden desarrollar distintas aplicaciones que conjunten los beneficios aportados por cada una.
 - b) Consolidación del ancho de banda. La segunda justificación se basa en que la integración de voz y datos permite la consolidación del ancho de banda, la cual utiliza los canales de comunicación de datos de manera más eficiente. La herencia de la telefonía convencional en la cual se transmite a través de canales (*time slots*) fijos, son herramientas ineficientes para el soporte de aplicaciones de datos. La idea común es emigrar de este esquema, basado en el multiplexaje por división del tiempo (TDM) donde a cualquier usuario se le proporciona un ancho de banda fijo aún cuando el usuario no esté hablando, hacia uno en donde el ancho de banda se use de forma más eficiente; lo que se logra con el uso del esquema de comunicaciones de datos STD_M (*Statistical Time Division Multiplexing*, Multiplexaje por División de Tiempo en forma Estadística) que hace un uso más eficiente del ancho de banda, ya que el ancho de banda se utiliza únicamente cuando se requiere, de otra forma se le asigna a otro usuario. Además, por medio del uso de operaciones para la conversión analógica-digital más eficientes, un canal de voz puede operar a una velocidad de entre 4.8 a 8 kbps, en contraste con los canales de telefonía actuales TDM que operan a 64 kbps. En el futuro, se espera que la tasa de paquetización de voz será aún más reducida, asumiremos una tasa de 6 kbps para propósitos de comparación, podemos ver entonces que la relación del consumo de ancho de banda es 8:1 en favor del método basado en paquetes.

- c) Regulación de tarifas. Este término considera el llamado “*bypassing*” que se realiza al “saltarse” los sistemas de tarificación de la red pública conmutada y utilizar los servicios del *backbone* de Internet (que es gratuito) para el procesamiento de llamadas; evitando con esto cobros de largas distancias.
2. Presencia Universal de IP. La segunda justificación para el establecimiento de VoIP, es la presencia universal de IP y sus protocolos asociados, en el equipo de usuario y de red. Uno de los factores más importantes recae en el hecho de que IP reside en la estación de trabajo del usuario final, en contraste a la potencialidad de las tecnologías competitivas, tales como ATM y *Frame Relay*, que operan con interfaces de usuario-red UNI (*User Network Interface*, Interface de Red de Usuario). La figura 2.1, muestra dónde se encuentran colocadas éstas tecnologías (el término *switch* de paquetes en esta figura es usado en forma genérica, puede referirse a un *switch* de *Frame Relay* o ATM).

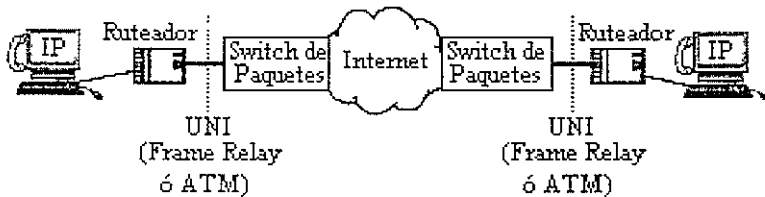


Figura 2.1 Localización en el esquema de red de IP vs. ATM y Frame Relay.

Como se puede observar en la figura, la presencia de IP en las computadoras personales y en las estaciones de trabajo, dan a IP una ventaja muy grande sobre las demás tecnologías existentes que no residen en los equipos de usuario; ésta “localización” de IP hace de ella una plataforma muy adecuada para el envío de voz paquetizada, con esto, el uso de la computadora para realizar llamadas telefónicas será cada vez más común. Además, IP opera en redes de área local y área extensa, mientras que *Frame Relay* opera sólo en redes de área extensa.

3. Maduración de tecnologías. La tercera justificación para el desarrollo de la tecnología de voz sobre IP, es el estado de maduración (estabilidad y desarrollo) de las tecnologías que ahora hacen factible la telefonía IP. Otro aspecto de la maduración de tecnologías o de las expectativas y demandas, es el incremento en la sofisticación de las aplicaciones de usuario, los *browsers* de navegación son cada vez más sofisticados y en el futuro incluirán aplicaciones en tiempo real, de voz, video y datos.
4. Convergencia hacia la red de datos. Por último, el factor que puede asegurar el éxito de VoIP y otras redes de datos, es el hecho de que el mundo está experimentando una convergencia hacia las redes de conmutación por paquetes (o redes de datos), lo que quiere decir que todo se está enfocando a la transmisión de los diferentes tipos de información (voz, datos y video) por una sola red, la red de datos

2.1.2 Tráfico telefónico por IP

IP es el protocolo escogido para la telefonía en Internet porque es el protocolo más difundido actualmente. IP no es un protocolo particularmente atractivo para la telefonía, debido a que fue diseñada para el transporte del tráfico de datos, sin embargo, su presencia universal en las PC's, servidores y en las estaciones de trabajo, lo hacen una lógica y conveniente plataforma para el soporte del tráfico telefónico. Cuando alguien dice "estoy usando voz sobre IP", la oración significa mucho más que solamente colocar señales de voz dentro de los paquetes de IP, ya que la plataforma de VoIP abarca un vasto conjunto de tecnologías y protocolos; VoIP no puede entregar el habla por sí mismo, requiere del protocolo RTP (*Real Time Protocol*, Protocolo en tiempo real), del protocolo MGCP (*Media Gateway Control Protocol*, Protocolo de Control del Gateway del Medio), del protocolo RSVP (*Resource Reservation Protocol*, Protocolo de reservación de recursos), del H.323 y muchos otros que proveen la plataforma de VoIP al usuario como lo veremos más adelante en este capítulo.

2.1.3 Barreras al desarrollo de la telefonía IP

Una de las principales barreras al desarrollo de VoIP es que el conjunto de los protocolos de Internet (y otras redes de datos) no están diseñadas para adaptarse completamente al tráfico síncrono y en tiempo real como lo es la voz, además la pérdida de información en las redes IP y el monto del retardo va en contra de un soporte efectivo al tráfico de voz y video. El retardo de la señal de comunicación entre el que habla y el que escucha puede ser excesivamente largo, resultando en la pérdida de información, puesto que las muestras que llegan tarde no pueden ser usadas por un convertidor digital-analógico.

Internet es una mezcla de redes y de proveedores de servicios (ISPs, *Internet Services Providers*, Proveedores de Servicios de Internet), que han formado asociaciones un tanto fragmentadas y nada parecida a la red telefónica. Internet nunca tuvo que definir la operación de la red, mientras que en la PSTN se garantiza el ancho de banda para las llamadas telefónicas, en Internet no se garantiza esto, ya que no necesita conceder el ancho de banda que los usuarios necesitan, esto se deja de acuerdo a la situación que presente la red (saturada o libre), algunas veces se puede obtener el servicio que es requerido y en algunas otras no.

Desde el punto de vista técnico, el desarrollo del tráfico síncrono sobre intranets (redes privadas que trabajan sobre TCP/IP), ofrece retos semejantes a los descritos para Internet, sin embargo, las intranets pueden ser más cooperativas y manipulables que el Internet; por lo tanto, ellos proveen mucho mejor soporte sobre VoIP que el Internet público, al menos por ahora.

Aún con la cooperación del Internet público y la red de datos, en general la cuestión no es si la telefonía IP será implementada, la cuestión es ¿Cómo?.

Primero, ¿qué pasa con la Red telefónica actual?. Éste no es un asunto trivial, los sistemas de VoIP deben ser capaces de interactuar con las redes telefónicas actuales. ¿Es la parte esencial de la Red telefónica, el sistema de señalización No.7, la que va a ser eliminada?. No, éste va a interactuar con IP de tal manera que un usuario tenga todos los servicios en VoIP que ahora existen en las redes telefónicas basadas en SS7, tales como llamadas de espera, identificador de llamadas, etc.

Segundo, ¿Qué pasará con otros equipos telefónicos tales como el PBX?. Éstos permanecerán dentro del inventario, pero seguramente evolucionarán de una tecnología de conmutación por circuitos, hacia una basada en paquetes. Hoy en día más de 10 proveedores ofrecen PBX basados en IP, pero sus servicios aún están limitados.

Tercero, ¿Qué *carriers* llevarán los servicios que soporta VoIP?. En el corto plazo, veremos que VoIP opera en la capa 3 dentro del modelo clásico de capas. ¿Que les pasará a las capas inferiores?, ¿Serán éstas *Frame Relay*, Ethernet o ATM sobre la capa dos, y SONET o WDM (*Wave Division Multiplexing*, Multiplexaje por Division de Onda) sobre la capa 1?. Dentro de todas estas posibilidades, ¿El resultado será una combinación de todas estas tecnologías?.

Cuarto, ¿Qué protocolos serán usados para dar soporte a las capas superiores?, ¿Será el Protocolo de Tiempo Real (RTP), Servicios Diferenciados (*DiffServ*), el Protocolo de Reserva de Recursos, el Protocolo de Control del *Gateway* (MGCP) u otros?.

Estas cuatro preguntas son ejemplos de muchos problemas que giran en torno a VoIP. Permanece un gran acuerdo en el cual se debe trabajar para poder migrar hacia una infraestructura VoIP cohesiva, rentable y eficiente. Esta infraestructura está siendo construida en este momento y las cosas están cambiando tan rápido que estas preguntas pueden estar resultas ya en este momento.

No dudemos acerca del futuro de VoIP, éste ya está aquí y continuará creciendo pero, hasta que no se llegue a una integración con los servicios telefónicos, permanecerá como un servicio aislado en la Industria telefónica.

2.1.4 Opciones de Configuración

Veamos ahora la configuración y topologías VoIP. Existen varias opciones de configuración disponibles que dan soporte a las operaciones VoIP, la figura 2 2 muestra 5 ejemplos.

En la figura 2 2 (a), se utilizan teléfonos convencionales así como la red telefónica pública. El *gateway* VoIP proporciona las funciones de traducción, para las conversiones de voz-datos. En el lado transmisor el *gateway* usa un codificador de voz

a baja tasa de bits y otro hardware y software especial para codificar, comprimir y encapsular el tráfico de voz dentro del paquete de datos (datagramas IP). Esta configuración acepta el tráfico telefónico convencional (generalmente codificado por la central telefónica a señales digitales DS0 kbps) y hace uso de un codificador para convertir estas señales a muestras comprimidas de la señal de la central telefónica hasta de 6 a 8kbps. En el *gateway* VoIP receptor el proceso es revertido, el *gateway* convierte el habla de una baja tasa de bits de vuelta a señales DS0, estas señales son convertidas a señales analógicas antes de que sean enviadas al teléfono del usuario. Este *gateway* es una máquina de n:1, ya que acepta n conexiones telefónicas y las multiplexa a datagramas IP sobre un enlace hacia Internet o una Intranet. El limitante de esta configuración no está dentro de los *gateways*, sino en que tan eficiente es el Internet para transportar el tráfico hacia el *gateway* superior.

La figura 2.2 (b) muestra el uso de PC's y el empleo de un ruteador, con esta operación la codificación, compresión y encapsulamiento se lleva a cabo en computadoras personales. El trabajo del ruteador es examinar la dirección IP de destino en el datagrama y enrutar el tráfico hacia su destino, el ruteador trata al tráfico como si fuera otro datagrama y no sabe si los bits en el datagrama es tráfico de voz. Esta configuración eventualmente será la que entregue el tráfico de voz con alta calidad, pero en el presente no es una opción conveniente, primero los procesadores generalizados en las PC's no están diseñadas para codificar analógico a digital y decodificar de digital a analógico, señales de voz tan eficientemente como los *gateway* VoIP; segundo, la configuración depende en el uso del micrófono de la PC para que se acepte la señal de voz y consecuentemente, el ruido ambiental es recogido como parte del habla, claro que el ruido puede ser manejado con los codificadores de voz actuales, pero las PC's actuales no están diseñadas para soportar este tipo de sofisticación, en su debido tiempo una PC común tendrá la capacidad para soportar completamente esta configuración de manera efectiva.

La configuración VoIP mostrada en la figura 2.2 (c) elimina los problemas de ruido ambiental usando teléfonos en lugar de micrófonos abiertos. Al igual que la configuración (b) la PC desempeña las tareas de conversión A/D y D/A.

Una aproximación simple y de bajo costo de VoIP es el *gateway* VoIP 1:1 mostrada en la figura 2.2 (d). La proporción 1:1 significa que solo una conexión de voz es soportada por el *gateway*. El *gateway* 1:1 se coloca al lado del teléfono

Otra opción de configuración se muestra en la figura 2.2 (e). Se trata de una variación en las configuraciones de las figuras 2.2 (c) y 2.2 (d) con atributos especiales. Primero, la configuración no requiere de un VoIP *gateway* al final de cada conexión. Segundo, los usuarios son anexados a una red de área local (LAN) en un sitio, y las llamadas locales sobre la red LAN son manejadas por la entrada. Dentro del VoIP *gateway* (o dentro de otra máquina de la LAN) un manejador de llamadas desempeña las funciones de administración. Las PCs y workstations corren VoIP, y así ejecutan el codificador de voz de una tasa baja en bits. Si la llamada telefónica debe salir fuera de

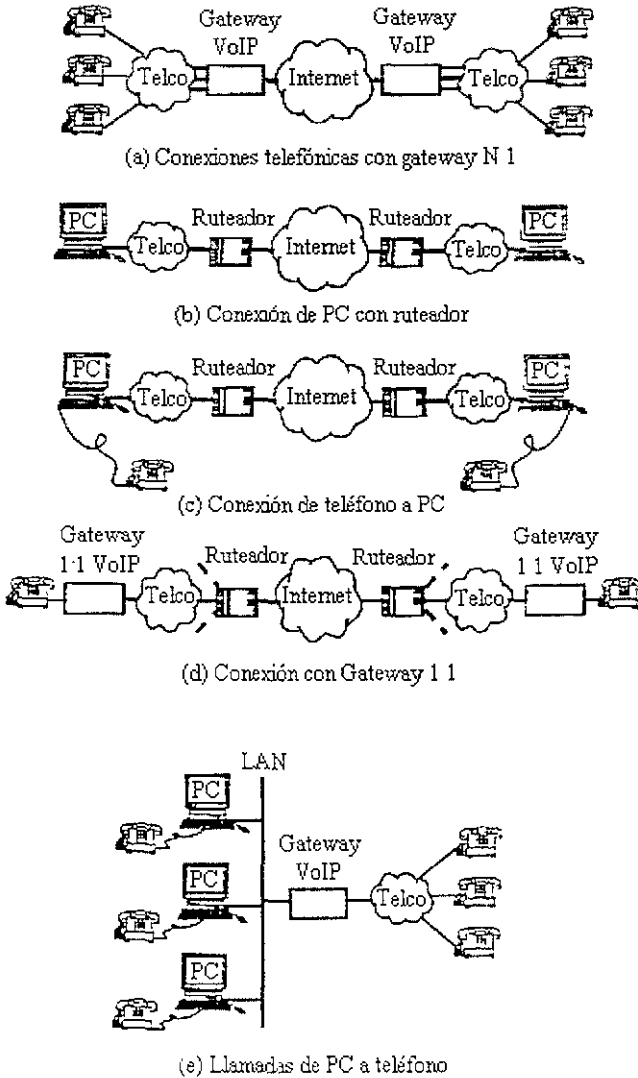


Figura 2.2 Configuraciones VoIP.

la LAN, el VoIP gateway desempeña la conversión necesaria de señales congruentes con los requerimientos de la red telefónica. Una vez que el tráfico se dirige hacia la red telefónica, éste es manejado como cualquier otra llamada. Esta configuración está ganando mucha atención en la industria porque las LANs locales (tales como Ethernet) pueden ser usadas tanto para el tráfico de voz como de datos

- Problemas con las Configuraciones

Las configuraciones mostradas en la figura 2.2 representan sistemas de pocas funciones, con operaciones primitivas cuando se comparan con los servicios de la red telefónica. Las configuraciones mostradas en la figura 2.2 no incluyen el equipo que da soporte al enrutamiento de llamada, llamada en espera, identificación de llamada y otros servicios telefónicos que los usuarios de voz esperan. Estos servicios son proporcionados por máquinas (tales como PBX, centrex, etc.) ausentes de las configuraciones de la figura 2.2.

Adicionalmente, las configuraciones en figuras 2.2 (a) a la (d) utilizan el Internet público, el cual no está configurado para entregar tráfico de voz de calidad total.

2.1.5 Redes VoIP Privadas

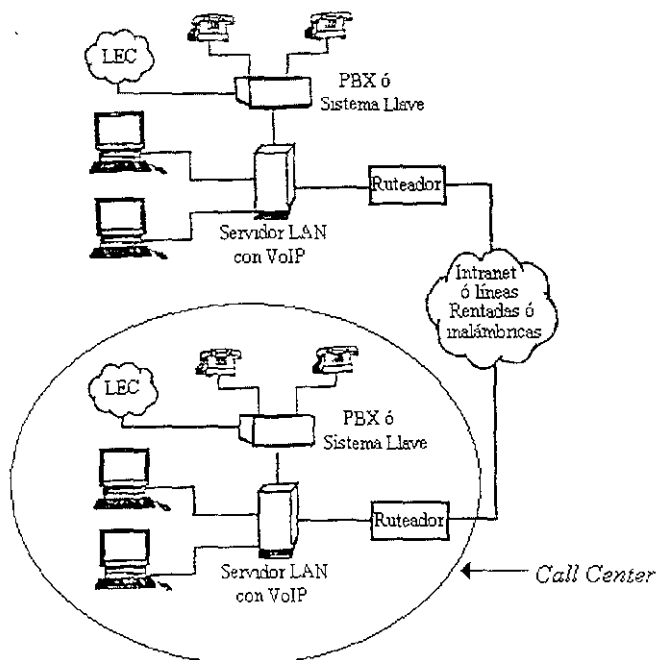
Existe una mejor manera de solucionar el problema de la configuración, ésta incorpora las características principales de la plataforma IP con aquellas del PBX.

Las cinco configuraciones anteriormente descritas usan el Internet público y/o la red telefónica para transportar las señales de voz entre los dos usuarios. Otra configuración, mostrada en la figura 2.3, usa una intranet pública y/o líneas dedicadas en lugar del Internet e incluye también a los PBX. Esta configuración ofrece sustanciales beneficios de costo al usuario de telefonía IP. Primero, la red de larga distancia se evade; segundo, la integración de voz y datos puede ocurrir con servidores y ruteadores para la consolidación del ancho de banda; tercero, el uso de estos componentes hace obvia la instalación de componentes de voz potencialmente costosos tales como bancos de canales; cuarto, la alternativa proporciona señales de voz de alta calidad, tan buenas como el POTS (*Plain Old Telephone Service*, Servicio Telefónico Ordinario). Las compañías que han optado por esta alternativa están ahorrando dinero y encontrando que la cuidadosa selección del proveedor del VoIP *Gateway* puede dar resultados de tráfico de voz de calidad total. Estas empresas también están instalando *call centers*, usando tecnología VoIP. Por ejemplo, en la figura 2.3, la parte superior de la configuración puede ser una oficina remota que está conectada al *call center*, mostrado en la parte inferior de la figura.

2.1.6 Evolución de las redes VoIP

VoIP está probando ser efectiva en empresas privadas. En la medida en que la tecnología se desarrolle más, se requerirá replantear el papel tradicional que juegan los bancos de canales, PBX, DSUs (*Data Service Units*, unidades de servicio de datos) y hasta el de los centrex. Actualmente, diversas fuerzas que impulsan el Internet desarrollan estándares que marcan las reglas de interacción de la tecnología telefónica con la plataforma IP, y los proveedores ya están escribiendo el código y construyendo

el *hardware* para estos sistemas. La figura 2.4 nos muestra un panorama general de estos sistemas.



Donde:

LEC (*Local Exchange Carrier*, Carrier de Intercambio Local)

PBX (*Private Branch Exchange*)

Figura 2.3 Configuraciones VoIP a través de una red privada.

Los componentes clave para esta operación son el *VoIP Gateway* y el *VoIP Call Agent*, también llamado *Gatekeeper*. Usamos las iniciales CAG (*Call Agent o Gatekeeper*) para identificar ambos términos, ya que son usados en gran medida. El *Gateway* es responsable de conectar los enlaces físicos de los sistemas; por tanto, las troncales de la red telefónica pueden ser terminadas con *user local loops*, y las LAN pueden ser conectadas con enlaces SONET.

El *Gateway* también es responsable de las conversiones de señal entre los sistemas. Por ejemplo, una muestra de voz digital a 64 kbps que llega de la red telefónica puede ser traducida a una de 8 kbps, baja en bits para la transferencia a una computadora personal sobre una LAN y viceversa.

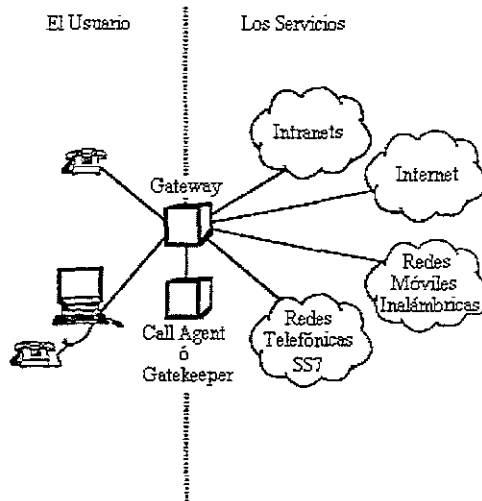


Figura 2.4 Evolución de la VoIP.

El controlador global del sistema es el CAG. Por lo tanto, el *Gateway* es un esclavo del maestro CAG, y no hace mucho hasta que el CAG da una orden. Por ejemplo, el CAG puede dirigir al *Gateway* para monitorear una línea particular durante su descolgado, luego darle instrucciones de cómo recoger los dígitos marcados y luego para enrutar la llamada al nodo más cercano.

Aunque no se muestra en esta figura, el CAG generalmente se conecta a las redes SS7 basadas en redes telefónicas o a las redes inalámbricas móviles con enlaces de señalización, mientras que las conexiones del *Gateway* hacia estas redes y hacia las Internets, en la figura se hacen mediante enlaces de usuario. Estos enlaces de usuario son llamados canales portadores.

2.1.7 Elecciones de Topología y Configuración

El problema de la telefonía no radica en si es posible, sino cómo llevarlo a cabo. La figura 2.5 muestra algunas de las alternativas en tecnología (FDDI, ATM, SONET, etc.) para responder la pregunta del cómo.

Es muy improbable que la telefonía IP opere sobre una portadora única. Además, conforme las fuerzas que mueven a Internet continúan refinándose, también es improbable que un solo un conjunto de protocolos para teleservicios sea usado. Un

escenario más probable es que exista una multiplicidad de opciones de soporte. Aquí mostramos algunos ejemplos:

- VoIP sobre (Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto) sobre par trenzado.
- VoIP sobre PPP sobre WDM (Wave Division Multiplexing, Multiplexaje por Division de Onda)/SONET (Synchronous Optical Network, Red Optica Síncrona).
- VoIP sobre fast/gigabit Ethernet.
- VoIP sobre ATM sobre SONET.
- VoIP sobre Frame Relay.
- VoIP sobre FDDI
- VoIP sobre RTP (Real Time Protocol, Protocolo de Tiempo Real) sobre UDP y luego sobre IP, capas 1 y 2.

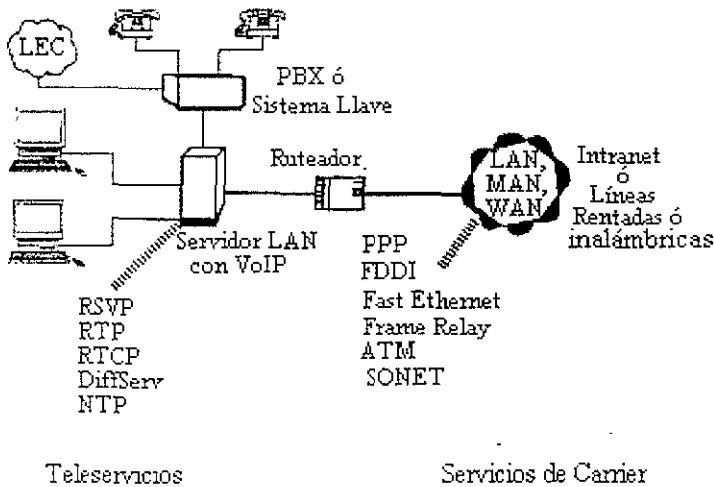


Figura 2.5 Opciones tecnológicas para soportar VoIP.

Donde.

- ATM (Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncrono).
- DiffServ (Differentiated Services, Servicios Diferenciados)
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface, Interface de Datos Distribuida por Fibra)
- LAN (Local Area Network, Red de Area Local).
- LEC (Local Exchange Carrier, Carrier de Intercambio Local).
- MAN (Metropolitan Area Network, Red de Area Metropolitana).
- NTP (Network Time Protocol, Protocolo de Tiempo de Red).
- PBX (Private Branch Exchange)
- PPP (Point to Point Protocol, Protocolo Punto a Punto)

RSVP	(<i>Resource Time Control Protocol</i> , Protocolo para Control del Recurso del Tiempo).
RTCP	(<i>Real Time Control Protocol</i> , Protocolo de control de transporte en tiempo real)
RTP	(<i>Real Time Protocol</i> , Protocolo de Tiempo Real).
SONET	(<i>Synchronous Optical Network</i> , Red Óptica Síncrona).
VoIP	(<i>Voice over IP</i> , Voz sobre IP).
WAN	(<i>Wide Area Network</i> , Red de Área Extensa).

- Evaluación de los Factores Involucrados dentro de VoIP

El diseñador de VoIP debe hacer la evaluación de tres factores principales:

- a) El retardo de paquete
 - b) Los requerimientos de ancho de banda
 - c) El tiempo de procesamiento.
- a) El retardo de paquetes se refiere al tiempo que tarda en llegar un paquete desde que sale del transmisor y hasta que llega al receptor; dentro de la evaluación de este factor se deben tomar en cuenta además dos factores muy importantes:
1. El tiempo que tarda en llegar la información del transmisor al receptor.
 2. La variación en tiempo que existe en la llegada de los paquetes en el lado receptor, que es conocido comúnmente como *jitter*.
- b) El segundo factor involucra la cantidad de ancho de banda que se requerirá para la transmisión de la voz. El cálculo del ancho de banda involucra los bits necesarios para representar la señal de voz, así como los encabezados (información de control de los protocolos que al menos incluye: encabezado de la capa 2, encabezado IP, encabezado UDP, encabezado de la capa 7 y los encabezados que utilice el codificador de voz) usados para la transmisión de la señal que en conjunto agregarán información adicional considerable al paquete de voz.
- c) El tercer factor es el procesamiento computacional que se necesita para el soporte de la codificación, transporte y decodificación del habla en cada máquina de la red. El término esfuerzo computacional se refiere al gasto y a la complejidad involucrada en servicios de soporte a la aplicación de audio. En términos simples, se refiere a los millones de instrucciones por segundo (MIPS) requeridos para el soporte de la operación, así como la cantidad de memoria necesitada; es decir la complejidad y gasto del codificador / decodificador (codec) de la voz. Como ejemplos de eficiencia computacional, una señal de voz convencional a 64 kbps puede producirse en alta calidad por el uso de una máquina de 2-MIPS. Si una máquina de 8 a 10 MIPS es empleada, la señal puede reducirse a 16 kbps. Además, una máquina de 15 a 20 MIPS puede producir una señal de alta calidad de 8 kbps. Actualmente, la ITU-T está examinando una norma para una máquina de 4 kbps que se espera que requiera 40-45 MIPS.

- Haciendo que el Internet parezca Red Telefónica

Esta claro que los requerimientos para las aplicaciones varían, y estas variaciones no ocurren sólo entre la voz, vídeo y aplicaciones de datos, sino también dentro de estas aplicaciones.

Uno simplemente no puede decir, "Internet debe cambiar para apoyar voz, vídeo, y datos." En cambio, nosotros debemos decir, "Internet debe cambiar para apoyar diferentes tipos de sistemas de voz, diferentes tipos de sistemas de video, y diferentes tipos de sistemas de datos".

En otras palabras, el desafío es hacer que Internet se comporte más como una red telefónica, y todavía retenga sus características para apoyar datos. Y eso es precisamente en lo que nosotros pondremos nuestra atención.

2.2 Aplicaciones de VoIP

Dentro de las aplicaciones de VoIP de mayor uso actualmente están los *call centers*, las tarjetas prepagadas y algunos servicios de valor agregado.

2.2.1 Call Centers Paquetizados

Hoy en día, la mayoría de los *call centers* implican un costo muy grande debido a que necesitan la renta de un local, colocar un teléfono en el escritorio y la compra de infraestructura la necesaria (tecnología de enrutamiento de llamada, PC's, etc.), todo lo anterior podría reducirse con la implementación de un PTCC (*Packet Telephony Call Center*, *Call Center* Paquetizado), que ofrece la ventaja de poder conectarse en cualquier lugar de la empresa conservando las características de configuración asignadas a cada una de las estaciones. Es más, podrían colocarse terminales en cualquier lugar donde se quisiera. En una infraestructura de voz paquetizada, se podría contar con un grupo de agentes virtuales que podrían situarse en cualquier lugar con las mismas herramientas que podrían ofrecerle un *call center* tradicional, en la figura 2.6 podemos observar varias maneras de usar una infraestructura IP común para unificar los agentes virtuales

Podemos mencionar además que con los *call centers* paquetizados podemos obtener ventajas que incrementen la eficiencia y la atención del usuario, dentro de estas podemos mencionar:

- Integración Computadora-Teléfono. Esta aplicación permite que se despliegue información del usuario que llama en la pantalla del agente, lo que hace que el agente tenga un manejo de llamado más rápido (la información puede contener: el nombre de la persona que habla, sus patrones de compra, dirección, etc.)

- Enrutamiento basado en las habilidades. El ruteo de las llamadas hacia el agente adecuado, de acuerdo con las habilidades de éste (técnicas, lenguaje, ventas, etc.) puede incrementar la velocidad con la que se atiende la llamada.
- Duplicación de información. Los agentes pueden evitar hacer la misma pregunta dos veces si la llamada se le transfiere; se consigue con la transferencia de la pantalla de información del primer agente junto con la llamada a quien dará seguimiento al usuario.
- Respuesta de voz interactiva. Permite a los llamantes, insertar información básica (información de cuenta) con lo que las llamadas pueden manejarse más fácilmente.

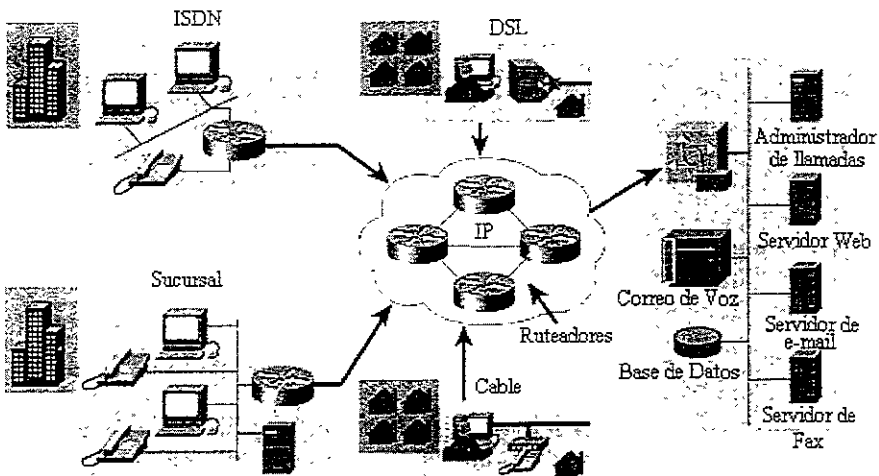


Figura 2.6 Agentes Virtuales.

Donde:

DSL (*Digital Subscriber Line*, Línea de Abonado Digital).

ISDN

Los *call centers* paquetizados permiten retener la conexión dentro de un *call center* de PBX, pero además permiten la integración dentro de la nueva red con soporte Web, telefonía en Internet y comunicaciones unificadas. La figura 2.7 muestra los componentes y el diseño de red de un *call center* paquetizado.

La conexión con el PBX se lleva a cabo por medio de un procesamiento de llamada externo para conectar el PBX y el administrador de llamada Cisco (*Cisco Call Manager*) a través de enlaces CTI. El procesamiento de llamada externo permite a los agentes del PBX y a los agentes externos (*telecommuters*) contestar las llamadas según las asigne el *call center*.

Como podemos observar en la figura 2.7, el *call center* corporativo y toda la estructura de administración de mensajes (e-mail, *voice mail*, aplicaciones etc.) se encuentran bajo una misma estructura.

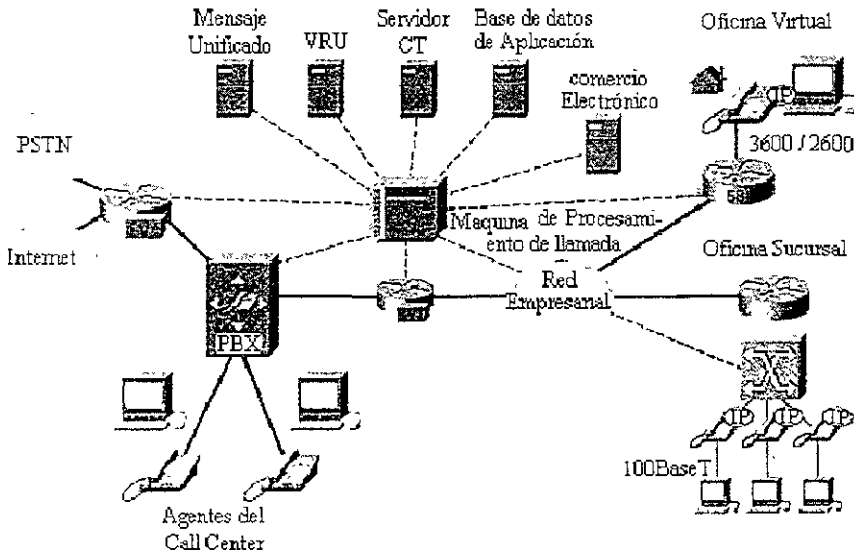


Figura 2.7 Call Center basado en telefonía por paquetes.

El ruteo de llamada o procesamiento de llamada es ahora sólo una parte de la red de datos y parte desde el PBX, lo que permite que los agentes externos, los agentes del *call center* y los de oficinas regionales tengan los mismos accesos a la misma información, que se refleja en iguales ventajas y proporcionan al usuario un perfil común.

2.2.2 Tarjetas Prepagadas

Uno de los segmentos del mercado con más amplio crecimiento en la telefonía hoy en día es la industria de las tarjetas prepagadas. Como sabemos, cada *carrier* de telefonía cuenta con sus propias tarjetas prepagadas, este tipo de servicio permite a los nuevos *carriers* ganar mercado rentando la infraestructura de otro *carrier* y vendiendo tarjetas propias dentro de una región pequeña, además de que pueden construir sus propias redes de bajo costo (con conmutación de circuitos y paquetes). Estos nuevos actores están rápidamente observando las ventajas de las redes de paquetes y están empezando a usar la telefonía en Internet para reducir sus gastos. La mayoría de ellos son ISP's que empiezan a ofrecer servicios de voz por las siguientes razones:

- Cuentan con un gran número de PRI's (*Primary Rate Interfaces*, Interfaces a Tasa Primaria) dentro de la red pública conmutada, y poseen conexión a todo el mundo a través de Internet. Si dieran buen uso a su infraestructura IP, con una inversión menor podrían empezar a ofrecer servicios de tarjeta post o pre pagadas.
- La infraestructura IP de menor costo permite a los ISP's reducir sus tarifas. En los mercados internacionales, los ISP's pueden ofrecer servicios competitivos, mientras mantengan un alto desempeño. En Estados Unidos la FCC (*Federal Communications Commission*, Comisión Federal de Comunicaciones) clasifica a los ISP's como proveedores de servicios de valor agregado.

A continuación se enlistan los pasos que se siguen en el flujo de llamada de una llamada pre o post pagada a través de una red IP (ver figura 2.8):

1. El suscriptor marca un número local de su proveedor de servicios (A).
2. Se da otro tono de marcación al usuario (*second dial tone*), y se le pide que marque el número deseado, el número de cuenta y el *password*.
3. La llamada se completa cuando se llega a los campos A y C.

El marcado de dos etapas quiere decir que no es necesario marcar todos los dígitos para que suene el teléfono de destino deseado, sino que se marca a un sitio que pide autenticación, o que da un segundo *dial tone*, en donde podemos marcar el número deseado. Desde luego que este tipo de red incluye muchos más componentes por lo que debe existir un método para la autenticación del usuario (un servidor RADIUS o TACACS) que mantengan el control de la tarificación y el enrutamiento de la llamada hacia su destino final en la infraestructura IP.

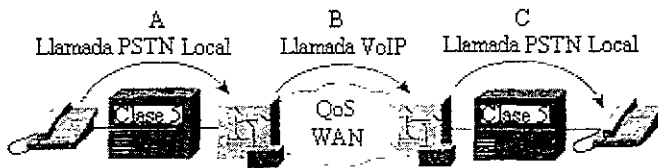


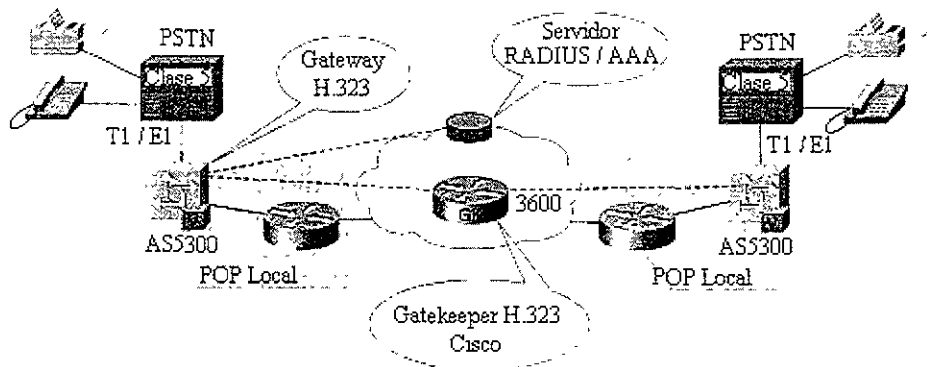
Figura 2.8 Flujo de Llamada de dos-etapas.

La figura 2.9 detalla todos los componentes de telefonía IP que se necesitan dentro de una arquitectura escalable para este tipo de llamadas.

2.2.3 Servicios de Valor Agregado

Después de que los proveedores de servicio de Telefonía de Internet (ITSPs) tengan una red VoIP (posiblemente para una aplicación pre o post-pago), ellos pueden empezar a ofrecer servicios de valor agregado que los posibilita para cobrar más. Dos

de estos servicios de valor agregado son ICW (*Internet Call Waiting*, Llamada de Internet en Espera) y V2L (*Virtual Second Line*, Segunda Línea Virtual).



Donde:

POP Local (*Point of Presence Local*, Sitio de Presencia Local)

Figura 2.9 Componentes Pre y Post-Pago para la telefonía IP.

- ICW

ICW es un servicio que posibilita a los suscriptores para que puedan recibir la modificación de una llamada de voz entrante en sus PC's mientras que están conectadas a sus ISP, al recibir la llamada, los suscriptores pueden hacer lo siguiente:

- Envío de la llamada hacia el *voice mail*.
- Recibir la llamada en la PC usando software H.323 (VoIP).
- Desconectar la llamada de Internet para recibir la llamada en el teléfono (PSTN).
- Ignorar la llamada.

Estos servicios mejorados proporcionan beneficios tanto al proveedor del servicio como al cliente. El proveedor puede aprovechar su infraestructura para ofrecer más servicios sin tener que convertirse en un proveedor oficial de Telecomunicaciones.

El cliente se beneficia al no perder llamadas entrantes mientras está en la línea, no tiene que pagar por una segunda línea telefónica para su uso en Internet, además de que puede manipular las llamadas entrantes de muchas maneras. La figura 2.10 Detalla el flujo de una llamada entre una PSTN (en este caso una red de señalización Número 7) y la ICW.

La figura 2.10 muestra el IAM (*Initial Address Message*, Mensaje de dirección inicial) "establecimiento del SS7", que pasa a través del mensaje de inicio de ISDN.

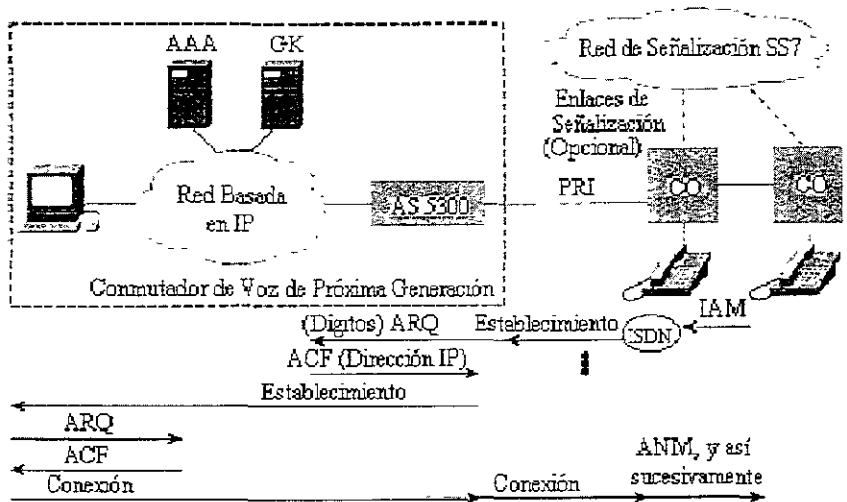


Figura 2.10 Flujo de Llamada ICW.

El *switch* final ha encendido el enrutamiento de llamada, de tal manera que cuando la línea este ocupada, el número se enrute hacia el AS 5300. El AS 5300 es un *gateway* VoIP y enruta la llamada a través de una ARQ (*Admission Request*, Petición de Admisión) hacia un servidor de aplicación.

Este servidor de aplicación notifica a la PC (usando un *flash* intermitente rápido en la pantalla) en que punto el cliente decide si quiere aceptar la llamada. El servidor de aplicación también actúa como un *gatekeeper* y responde al AS 5300 con un ACF (*Admission Confirm*, Confirmación de Admisión) el cual contiene la dirección IP de la PC en la cual terminará la llamada. La PC entonces verifica que todo este bien para hablar con el AS 5300 enviando un ARQ y un ACF al servidor de aplicación y después completa la llamada con un mensaje de conexión.

- V2L

V2L es un servicio que posibilita a los usuarios de Internet para colocar y recibir llamadas telefónicas a través de su ISP, sólo cuando ellos estén conectados a Internet (modem, línea de abonado digital, etc.) En muchos casos V2L, a la PC se le asigna en realidad un número E.164 válido, aunque éste no sea un requerimiento.

Todos los beneficios ICW también existen para V2L. Un beneficio adicional clave es que los proveedores del servicio pueden ofrecer tráfico de salida, lo cual a su turno,

crearía ganancias significativas para el proveedor del servicio. Así mismo, los suscriptores pueden ahorrar grandes sumas de dinero en cargos por larga distancia.

Con V2L, los ITSP's (*Internet Telephony Service Providers*, Proveedores de Servicios de Telefonía Internet) efectivamente tienen un lazo local hacia los clientes a través del modem y así puedan ofrecer servicios de larga distancia por Internet más baratos ya que la red IP de los ITSPs es más barata de construir que la PSTN.

2.3 Arquitectura de una Red VoIP

Esta sección trata de las formas de sacarle provecho a las tecnologías relativas a la voz paquetizada, no sólo para ahorrar dinero en llamadas de larga distancia sino para disminuir los gastos por otros cargos recurrentes.

2.3.1 Casos de Aplicación Empresarial: Corporación Acme

La figura 2.11 muestra como muchas redes empresariales tienen un lugar centralizado con muchos sitios remotos. Las conexiones entre el sitio central y los remotos transportan voz por enlaces a 64 kbps, que en realidad pueden transportar voz o datos.

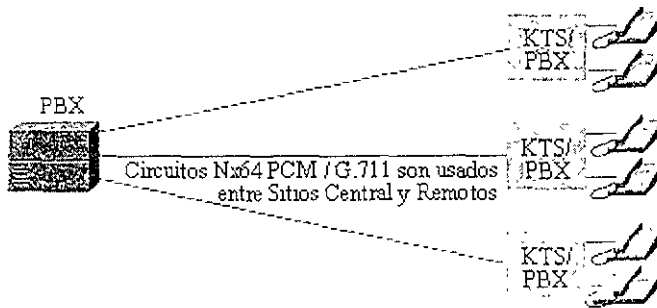


Figura 2.11 Telefonía Empresarial.

La mayoría de los clientes empresariales también tienen redes de datos; una mínima modificación o mejora en sus redes pueden hacer pasar tráfico de voz por ellas. Esto provoca que la infraestructura de voz y datos tengan una apariencia similar a la figura 2.12

Reemplazar los enlaces de 64 kbps con VoIP y dejar el resto de la infraestructura es sólo el primer paso para una convergencia de voz y datos exitosa, ya que se requieren muchos más pasos.

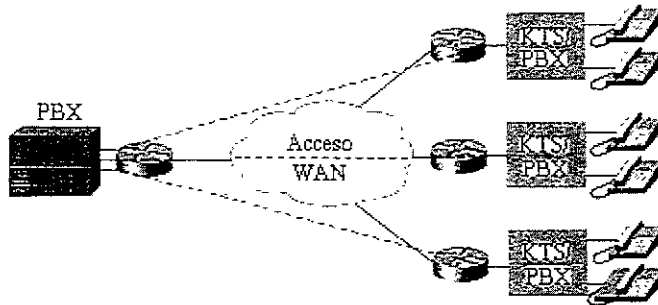


Figura 2.12 Red de voz y datos Empresarial.

Acme Corporation, un cliente empresarial quiere hacer converger sus redes de voz y datos para ahorrar dinero en el corto tiempo. El tener dos infraestructuras separadas para redes de voz y datos requiere de tener enlaces rentados no sólo para voz, sino para rutas de datos también. La figura 2.13 muestra un cliente empresarial típico con redes separadas.

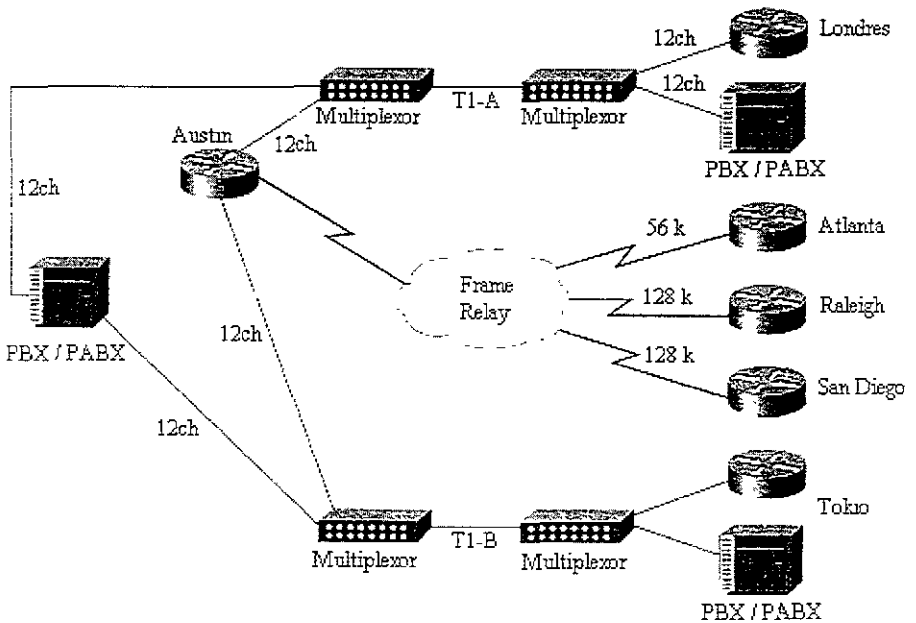


Figura 2.13 Red de voz y datos típicamente Empresarial.

La red de voz utiliza multiplexores para conectar las redes de voz y datos a través de un circuito E1. Cuando la voz no se está usando la red de voz de todas maneras está consumiendo ancho de banda a través del enlace E1 rentado.

2.3.2 La Red de Voz y Datos actual para Acme

Las oficinas principales de Acme se encuentran en Austin Texas. Acme tiene muchos puntos de venta y desarrollo a lo largo de todo E.U., así como en Tokio y Londres donde sus dos mayores oficinas están concentradas. Las oficinas restantes en E.U. se encuentran principalmente para ventas. El objetivo principal de Acme era reducir costos mientras se preparaba para lanzar una red de voz menos costosa, e incrementar el ancho de banda entre sitios.

Acme posee dos circuitos T1 intercontinentales conectados hacia Tokio y Londres, cada uno de estos circuitos los divide en 12 canales para voz y 12 canales para datos usando para ello multiplexores, mientras que los sitios dentro de E.U. se unen a través de una red Frame Relay. El sitio de Atlanta cuenta con una pequeña oficina para ventas donde laboran de dos a cinco personas.

Los sitios Raleigh y San Diego tienen oficinas ligeramente mayores que emplean personal tanto para ventas como para desarrollo. Atlanta tiene confiada una tasa de información de cero, la cual puede llegar hasta 56 kbps, mientras que en Raleigh y San Diego la tasa de información es de 64 kbps pudiendo llegar hasta 128 Kbps.

El ancho de banda para ambas redes, voz y datos están creciendo, por lo que después se decidió emprender métodos para comprimir la voz y aprovechar mejor el ancho de banda TDM no usado en la configuración actual de multiplexaje. Asimismo condujeron un estudio para determinar los patrones de llamada y se encontró que la mayoría de éstas era de larga distancia, precedentes de todos los sitios, y estaban agrupadas en varias regiones en los cuales el corporativo tiene sucursales.

2.3.3 Planes y Objetivos de Convergencia para Acme

Es importante entender donde se encuentra actualmente la red del cliente empresarial y donde la quiere cuando las redes voz /datos hayan convergido.

El diseño de la red mostrada en la figura 2.14 es sólo un paso en el camino hacia la integración de voz y datos. El próximo paso de Acme es reemplazar los sistemas clave y el PBX en sus sitios, con teléfonos IP, al hacerlo, evita la necesidad de comprar hardware para la conmutación por circuitos adicional y genera muchos beneficios adicionales, incluyendo una sola infraestructura y grupo de soporte.

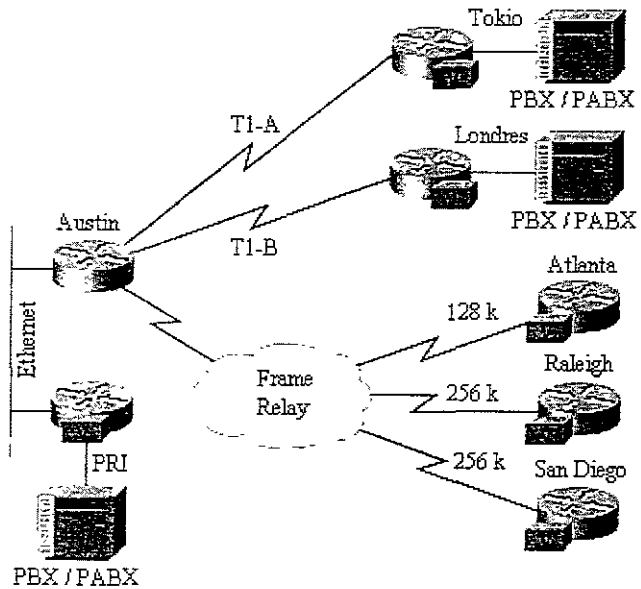


Figura 2.14 Red de voz y datos integrada.

2.3.4 Integración de Redes de Voz y de Datos

El próximo paso para el cliente empresarial es simplificar la LAN implementando una red de voz y datos común, esto es acompañado con teléfonos IP, como se muestra en la figura 2.15.

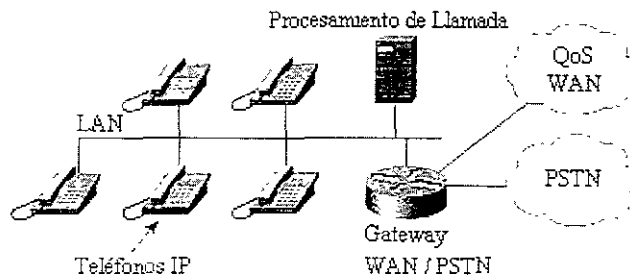


Figura 2.15 Integración práctica de voz y datos.

Este tipo de red integrada ofrece muchos ahorros:

- Los teléfonos guardan los números telefónicos a pesar de su ubicación física.
- El cableado hasta el escritorio o lugar de instalación es más sencillo (todo es Ethernet).
- La apariencia de la llamada permanece igual si el usuario está en casa o en el trabajo esto hace posible un sistema de telecomunicaciones completamente transparente.
- Los pasos en el procesamiento de llamada están ahora sobre una plataforma estándar, lo cual le da a la red empresarial una mayor flexibilidad.
- El administrador de llamadas CISCO es efectivamente configurable a través del HTML (*Hypertext Markup Lenguaje*, lenguaje con margen hipertexto), el cual simplifica los recursos administrativos y la administración del PBX.
- El administrador de llamadas CISCO también soporta otras interfaces estandarizadas tales como la SMDI (*Station Massage Desk Interface*, Interface de Escritorio para Mensaje de Estación). Por ejemplo, esta interface sirve para indicar el mensaje de espera en una luz indicadora.

Poner la voz sobre redes de datos en una empresa, proveedor de servicio y otros tipos de redes proporciona numerosos beneficios adicionales, algunos de ellos son aparentes y otros aún no han sido descubiertos.

Habiendo tratado los temas más significativos de VoIP y sus diversas aplicaciones en este capítulo, procederemos en el capítulo 3 a analizar más profundamente esta tecnología, estudiando los protocolos de los cuales se compone y en especial el protocolo H.323, que es actualmente el más estandarizado.

CAPÍTULO 3

Protocolos de Soporte VoIP

El conocimiento adecuado de los protocolos y estándares es muy importante en el diseño de una red que incluya una arquitectura de voz paquetizada. En este capítulo revisaremos brevemente los estándares y protocolos que soportan la tecnología de la paquetización de voz e identificaremos la información necesaria para el diseño de las redes de voz paquetizada.

Los temas que trataremos a continuación son:

1. Panorama de las redes IP.
2. Señalización, direccionamiento y ruteo de VoIP.
3. Familia H.323.
4. SIP (*Session Initiation Protocol*, Protocolo de Inicio de Sesión).
5. MGCP (Protocolo de Control del *Gateway* del Medio).

3.1 Panorama de las Redes IP

A diferencia de las redes orientadas a conexión como *Frame Relay* y ATM, IP es un protocolo no orientado a conexión que usa ráfagas de bits de longitud variable. En un protocolo de red no orientado a conexión, la información se transfiere entre dos entidades sin primero establecer una conexión. Los protocolos de las capas superiores pueden ser orientados a conexión o no orientados a conexión. IP es un protocolo de la capa de red (capa tres modelo OSI) que contiene la información de control y direccionamiento, permitiendo que los datagramas sean enrutados de forma correcta y con esto proporcionar servicio no-orientado a conexión de mejor desempeño. Los mensajes pueden transmitirse como una serie de datagramas que son reensamblados en el lado receptor. Comúnmente el tráfico IP ha sido transmitido dentro de un esquema en el que el primero que entra – primero sale. Los paquetes han sido variables por naturaleza, permitiendo la transferencia de archivos de gran tamaño

Internet es una red de "alto-desempeño" (*best-effort*), lo que significa que si un paquete no alcanza su destino final, la red retira el paquete y deja que las terminales

descubran los paquetes faltantes. Como resultado, la mayoría de las redes IP no pueden proporcionar la misma calidad que la que podrían ofrecer otro tipo de redes. IP proporciona el direccionamiento en Internet, cada paquete enviado por Internet contiene una dirección destino y una dirección origen. Cabe hacer mención que una red IP puede ser el Internet público o una red privada basada en IP.

Estos tipos de redes soportan servicios en tiempo real, gracias a:

- Protocolo RSVP.
- Servicios diferenciales (Diff Serv).
- RTP
- RTCP

TCP es un protocolo orientado a conexión, responsable de dividir un mensaje en paquetes manejables por IP, y de reensamblarlos en el extremo opuesto. TCP es un protocolo que proporciona servicio de conexión virtual de forma confiable, por lo que está considerado como un servicio de transporte confiable. Una conexión virtual es simplemente una asociación entre procesos de dos máquinas, TCP no se procesa dentro de los *routers* o *switches* de la red, sino más bien en las terminales; proporciona la aplicación con circuitos virtuales y control de flujo, y determina y se adapta a los estados de congestión de la red. TCP es responsable de proporcionar transmisión confiable de datos sobre la red por medio de los siguientes servicios:

- Flujo de datos.
- Multiplexaje (varias conversaciones de las capas superiores pueden ser transmitidas simultáneamente sobre una sola conexión).
- Control de flujo eficiente.
- Confiabilidad.
- Operaciones *Full-duplex*.

El primero se refiere a la entrega de datos, en un flujo continuo y constante de bytes. Un número de secuencia identifica cada byte por lo que las aplicaciones no tienen que dividir los datos en bloques manejables antes de ser tomados por TCP. Cuando TCP recibe el flujo de bytes, lo agrupa en segmentos y los envía indicando al receptor el segmento siguiente a transmitir; como ya habíamos mencionado, TCP tiene la habilidad de recobrar paquetes perdidos y retardados.

UDP es otro protocolo de la capa cuatro, es un protocolo no orientado a conexión y como TCP, se considera un protocolo de gran desempeño. UDP se diferencia de TCP en que se utiliza en casos en los que los mensajes de notificación (*acknowledgments*) no son necesarios, o en los que no es apropiada la retransmisión (Telefonía en Internet y una petición a un DNS). Este protocolo proporciona un servicio de capa de transporte "no confiable", por la carencia de mensajes de reconocimiento de recepción (ACK). UDP se usa para voz sobre IP haciendo el intercambio de datagramas sin ACK o entrega garantizada, lo que requiere que el procesamiento de errores y la retransmisión sea manejado por otros protocolos. UDP no proporciona a IP, confiabilidad, ni control

de flujo o funciones de recuperación, por lo que se podría decir que actúa solo como una interface entre IP y las capas superiores. El encabezado UDP contiene una menor cantidad de bytes y consume un número menor de encabezados de red que TCP, y debido a que no tiene contacto con el lado receptor, el proceso de inicialización y envío es más rápido que TCP, lo que lo convierte en un protocolo de transporte lógico para VoIP.

Para integrar de manera adecuada el tráfico de voz orientado a conexión en una red IP no orientada a conexión hay que hacer notar la necesidad de usar un protocolo de señalización, con lo que lograríamos aparentar a una red no orientada a conexión como una orientada a conexión.

3.2 Señalización, Direccionamiento y Ruteo VoIP

La señalización VoIP presenta tres distintas áreas: la señalización del PBX al ruteador, la señalización entre ruteadores y la señalización desde el ruteador hacia el PBX (figura 3.1). Para la primera, el usuario descuelga e indica una señalización de descuelgo, la conexión entre el PBX y el ruteador aparece como una línea troncal para el conmutador y señala hacia el ruteador para que tome la troncal, a continuación el PBX envía los dígitos al ruteador de la misma forma en que lo haría si se tratara de otro conmutador o el *carrier* telefónico; cabe hacer mención que la interface de señalización desde el PBX hacia el ruteador podría utilizar cualquiera de los métodos de señalización usados para tomar una línea troncal como puede ser FXS, FXO, E&M o señalización E1/T1.

Dentro del ruteador, el plan de numeración que tiene el ruteador asocia el número marcado a una dirección IP e inicia una petición de establecimiento de llamada Q.931 (que se utilizan para el establecimiento de llamada y la liberación de la misma entre agentes o terminales H.323¹) al ruteador remoto por medio de su dirección IP. Mientras tanto, este canal de control se usa para establecer el protocolo en tiempo real RTP para tramas de audio, y además el protocolo RSVP podría usarse para hacer la petición de calidad de servicio garantizado. Cuando el ruteador remoto recibe la petición Q.931, hace la señalización de toma de línea hacia el PBX. Después de que el PBX reconoce la toma de la línea, el ruteador da seguimiento a los dígitos marcados hacia el PBX y envía un mensaje de reconocimiento de llamada al ruteador original.

En una arquitectura de red no orientada a conexión como IP, la responsabilidad del establecimiento de sesión y la señalización reside en las terminales. Para emular de forma exitosa los servicios de voz a través de una red IP, se requiere hacer uso de protocolos de señalización agregados. Por ejemplo, un agente H.323 proporciona al ruteador soporte estandarizado para los flujos de audio y señalización, mientras que H.225 es esencialmente lo mismo que Q.931.

¹ Agente H.323.- Se maneja por el momento este concepto, entendiéndolo como el dispositivo físico o lógico que maneja el protocolo H.323, pudiendo ser un *Gateway* o un *Gatekeeper*, conceptos que abordaremos mas adelante.

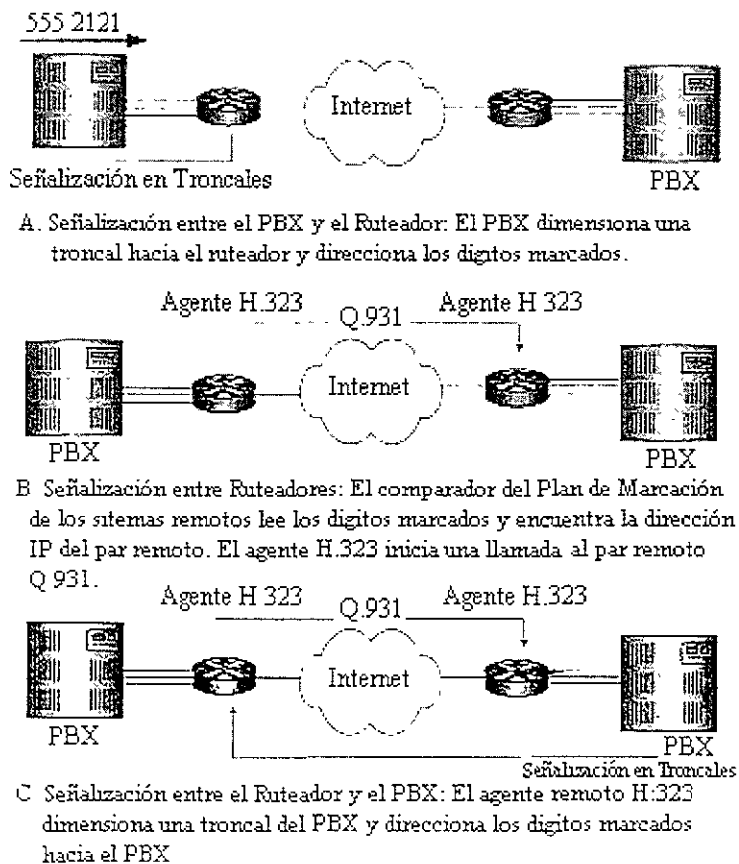


Figura 3.1. Señalización de voz sobre IP.

El protocolo RTP proporciona información confiable una vez que las tramas de audio se han establecido. Un protocolo confiable orientado a sesión como TCP se establece entre terminales para transportar los canales de señalización RTP, que se encuentra situado por encima de UDP, se usa para transportar tramas de audio en tiempo real RTP usa UDP como mecanismo de transporte debido a que tiene menor retardo que TCP, y porque el tráfico de voz actual, a diferencia del tráfico de datos o señalización, tolera bajos niveles de pérdidas y no puede explotar la retransmisión de forma efectiva

El control de señalización H.245 se usa para negociar el uso del canal y su capacidad. H.245 permite el intercambio de capacidad entre terminales, por lo que los codecs y parámetros relacionados con la llamada se ponen de acuerdo entre terminales. Es dentro del protocolo H.245 donde se negocia el canal de audio.

En la Tabla 3.1 podemos comparar el modelo OSI con el estándar H.323; en la capa de presentación se encuentran los protocolos G.7xx utilizados para la codificación y decodificación de audio; en la capa de sesión podemos observar los protocolos H.323, H.245, H.225 y RTCP que serán tratados más adelante; en la capa de transporte se utilizan los protocolos TCP y UDP vistos con anterioridad y por último, en la capa de enlace de datos encontramos a tecnologías de transporte como ATM y *Frame Relay*.

Dentro de una Intranet puede establecerse un plan de direccionamiento, para el esquema de direcciones IP. Las interfaces de voz aparecerán como un *host* IP más, o como una extensión del esquema existente o con nuevas direcciones IP. El “mapeador” del plan de numeración realiza la traducción de los dígitos marcados desde el PBX hacia la dirección IP extrema del ruteador receptor VoIP.

Capas del modelo OSI	Estándar ITU H.323
Presentación	G.711, G.729, G.729 a.
Sesión	H.323, H.245, H.225, RTCP
Transporte	RTP, UDP
Red	IP, RSVP, WFQ
Enlace de datos	RFC1717 (PPP/ML), Frame relay, ATM, etc.

Tabla 3.1. Comparación del modelo de referencia OSI y los estándares H.323.

Cuando se reciben los números marcados por el ruteador origen, este compara el número con los definidos en la tabla de ruteo, si existe correspondencia con alguno de ellos se rutea la llamada hacia el ruteador (extremo) apropiado. La fuerza de IP recae, en gran parte en la madurez y sofisticación de sus protocolos de ruteo. Un protocolo de ruteo moderno, como el EIGRP (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*, Protocolo de ruteo del gateway interno mejorado) puede tomar en cuenta el retardo en el cálculo de las mejores rutas. Son también protocolos de ruteo de convergencia rápida, los que permiten tráfico de voz. Características avanzadas, como políticas de ruteo y listas de acceso, hacen posible crear esquemas de ruteo seguros y altamente sofisticados para el tráfico de voz. RSVP puede ser involucrado automáticamente por los *gateways* VoIP de CISCO para asegurar que el ancho de banda adecuado y las características de retardo son proporcionadas en la red IP para transportar con alto nivel QoS (*Quality of Service*, Calidad de Servicio). Uno de los desarrollos más interesantes dentro del ruteo IP es la conmutación etiquetada (*tag switching*), que proporciona un camino para extender el ruteo IP, las políticas y sus

características QoS sobre ATM y otras tecnologías de transporte de alta velocidad; otro beneficio de la conmutación etiquetada es su capacidad de ingeniería de tráfico, que se necesita para el uso eficiente de los recursos de la red, pueden usarse para invertir la carga de tráfico basado en ciertas características como podría ser la hora del día.

3.3 Familia de estándares H.323

El modelo aceptado para la transmisión multimedia (como la voz) a través de una red que no garantiza QoS como IP, es H.323. Este estándar permite la interoperabilidad entre equipos de distintas marcas.

3.3.1 Introducción a H.323

H.323 es probablemente el estándar más importante para soportar la tecnología de voz paquetizada. Durante la década de los noventa se definió el estándar H.320 para los videoteléfonos RDSI BRI (*Basic Rate Interface*, Interface a tasa básica) y los sistemas de videoconferencia. La primera recomendación H.323 (H.323 v.1) se dio a conocer en Octubre de 1996, dándole más peso hacia la comunicación en un entorno LAN, pero los experimentos con comunicaciones de voz sobre el Internet se encontraban ya en camino. Estos intentos iniciales se basaron en métodos propietarios para el establecimiento de llamadas, compresión de la voz, localizando y alertando terminales, etc. Como Voz sobre IP empezó a ser más común, la necesidad de estandarizar los métodos para proporcionar comunicaciones de voz sobre Internet empezó a surgir.

En 1998, los experimentos con envío de voz en Internet se encaminaron a la necesidad de nuevos estándares y nuevas aplicaciones, tales como teléfonos en computadoras personales que llaman a teléfonos analógicos. H.323, es un conjunto de recomendaciones de ITU-T (*International Telecommunications Union – Telecommunication Standardization Sector*, Unión Internacional de Telecomunicaciones-Sector para la estandarización de las telecomunicaciones) que define los componentes, protocolos y procedimientos necesarios para proporcionar comunicaciones multimedia (Audio, video y datos) sobre redes IP. Esencialmente H.323 proporciona un método para habilitar la comunicación entre otros productos H.32X. Es hoy en día el protocolo VoIP con más madurez y cuenta con un amplio soporte de la industria. Además de los estándares de establecimiento de control de llamadas, H.323 abarca protocolos para audio, video y datos como se muestra en la figura 3.2.

- Audio. Los algoritmos de compresión para audio soportados por H.323 se encuentran incluidos en los estándares ITU G.711, G.723 y G.729. Debido a que el audio es el servicio mínimo proporcionado por el estándar H.323, todas las terminales H.323 deben contar al menos con soporte para codificación y decodificación de audio como se especifica en el estándar G.711.
Video Las capacidades de video para H.323 son opcionales, sin embargo cualquier terminal H.323 con soporte de video debe soportar la

recomendación ITU-T H.261 para codificación y decodificación (H.263 es opcional).

- Datos. H.323 hace referencia a la especificación T.120 (Estándar para la compartición de datos) para las conferencias de datos, éste estándar direcciona las conferencias de datos punto a punto y multipunto. Proporciona además interoperabilidad en las capas de aplicación, red y transporte.

H.323 puede aplicarse en una gran variedad de escenarios, tales como:

- Sólo audio (telefonía IP).
- Audio y video (videotelefonía).
- Audio y datos.
- Audio, video y datos.
- Comunicaciones multimedia y multipunto.

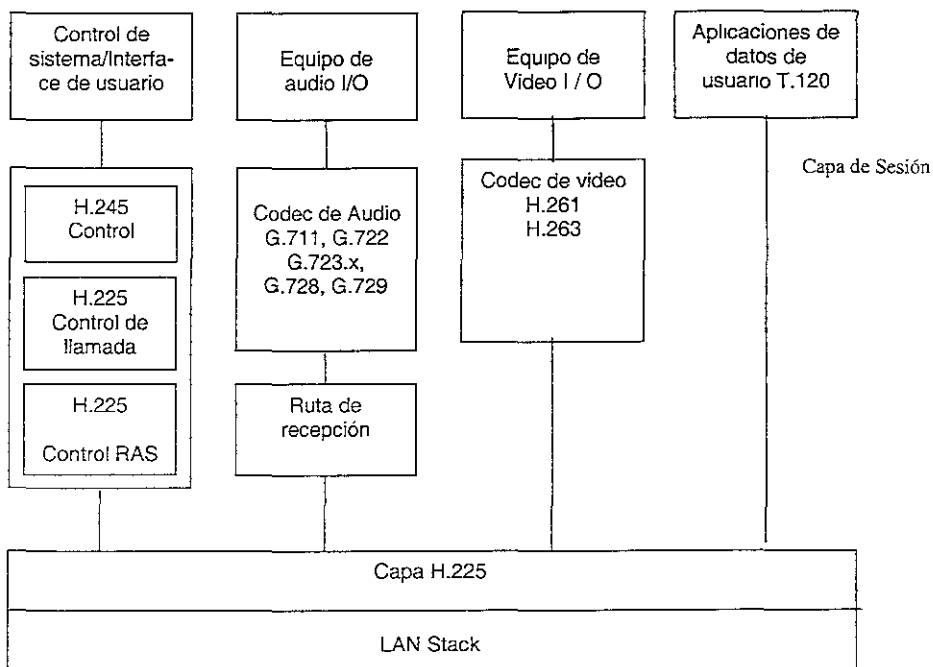


Figura 3.2. Estándares H.323 de la ITU –T para audio, video y datos.

3.3.2. Componentes de H.323

El estándar H.323 especifica cuatro diferentes componentes que, cuando trabajan juntos permiten los servicios de comunicación multimedia punto a punto y punto-multipunto. La figura 3.3 muestra los componentes H.323.

Cabe mencionar que no es necesario que todos los componentes estén conectados al mismo tiempo para implementar la funcionalidad de voz sobre datos.

- Terminales H.323

Proporcionan comunicaciones multimedia bidireccional en tiempo real. Todas deben soportar comunicación de voz y pueden opcionalmente soportar comunicaciones de video o datos.

Son principalmente teléfonos IP y Computadoras Personales, y no teléfonos comunes. Una terminal H.323, debe contar con:

- Una interface de red
- Un *codec* de audio
- *Software* H.323

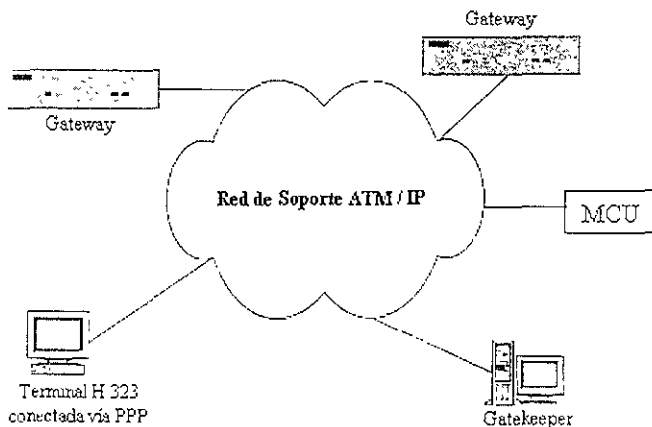


Figura 3.3. Componentes H.323.

Las terminales H 323 deben soportar audio, siendo el estándar G.711 obligatorio (G 723 y G 729 se recomiendan para redes de ancho de banda bajo) El soporte para datos y video es opcional, H.261 es obligatorio cuando se soporta video H 225 y H 245 se utilizan para funciones de control y el protocolo RTP para los paquetes de secuencia de multimedia

Muchos teléfonos IP cuentan ya con el soporte H.323, y cualquier PC puede ser fácilmente actualizada para soportar aplicaciones de terminal H.323

- Gateways H.323

Los *Gateways* proporcionan un método para la interoperabilidad entre diferentes sistemas de telecomunicación. Proporcionan funciones de conversión entre redes H.323 y de conmutación de circuitos. Entre dos terminales las funciones de codificación, protocolo y el mapeo de control de llamada se lleva a cabo en los gateways. Entre sus funciones principales podemos mencionar:

- Traducción de protocolos: El *gateway* actúa como intérprete permitiendo el establecimiento y liberación de llamada entre las redes H.323 y la red pública conmutada.
- Conversión de los formatos de información: Como sabemos los distintos tipos de redes codifican la información de distintas maneras, el *gateway* convierte esta información para que las redes puedan intercambiar libremente información tal como voz y video.
- Transferencia de información: El *gateway* es el responsable de la transferencia de información entre redes distintas, por ejemplo: entre la red pública conmutada e Internet.

- Gatekeepers H.323

Se considera el componente más importante, proporciona funciones de control de llamada, tales como, la conversión de direcciones y la administración del ancho de banda. Se encarga de realizar la función de control de llamada y la administración de políticas para el registro de terminales H.323. Los *gatekeepers* están considerados por muchos para ser el "cerebro" de la red H.323, aunque son opcionales; sin embargo, si están presentes es obligatorio que las terminales hagan uso de sus servicios. El estándar H.323 define algunos servicios obligatorios que los *gatekeepers* deben proporcionar y especifica otras funciones opcionales, los siguientes servicios son obligatorios:

- Conversión de direcciones. El *gatekeeper* es capaz de traducir una dirección "alias" en direcciones de transporte, ésta función es particularmente importante en situaciones en la que un teléfono común intenta llamar a una PC dentro de una red IP.
- Control de Admisión. H.323 define los mensajes de registro/estado/admisión (RAS, *Registration/Admission/Status*), necesarios para autorizar el acceso a la red, pero no define las reglas o políticas usadas para el acceso a los recursos de la red. Para esto debe interactuar con el mecanismo de autorización existente.
- Administración y Control del ancho de banda. Los *gatekeepers* deben soportar mensajes RAS de ancho de banda. Sin embargo, la forma en la que se proporciona el ancho de banda o la administración del mismo se deja a

consideración del proveedor. El *gatekeeper* puede también determinar que no hay ancho de banda disponible o no se le puede dar más ancho de banda a una petición de llamada, además puede obligar o instruirle a una llamada entrante que reduzca el uso de su ancho de banda.

- Zona de administración. Una zona H.323 es el conjunto de todos los componentes (terminales *gateways* y MCUs), administradas por un solo *gatekeeper*. Dentro de su zona un *gatekeeper* debe proporcionar las funciones que le sean requeridas a todas las terminales que tenga registradas.

- Unidades de Control Multipunto

Las unidades de control multipunto MCU (*Multipoint Control Units*) proporcionan soporte para conferencias entre dos o más terminales, todas las terminales que participan en la conferencia establecen una conexión con el MCU, el cual maneja los recursos de la conferencia y las negociaciones entre terminales para determinar el codec de audio o video a usar. Las MCU pueden o no manejar el flujo multimedia, cuenta con dos partes funcionales:

- Controlador multipunto (MC, *Multipoint Controller*). Realiza el control de conferencia para direccionar el flujo multimedia. Se requiere para todas las conferencias.
- Procesador Multipunto (MP, *Multipoint Processor*). Mezcla, conmuta y procesa los flujos multimedia, incluyendo alguno o todos de los flujos en la conferencia (video, datos o audio).

3.3.3. Conjunto de Protocolos H.323

Un protocolo puede ser parte de un conjunto estructurado de protocolos que implementan una función de comunicaciones. Esta estructura se refiere como conjunto de protocolos (*protocol stack*). Los protocolos dentro de este conjunto son partes independientes y aisladas, pero pueden usar y ser usados por otros protocolos.

Los flujos multimedia son transportados sobre RTP y RTCP. RTP transporta el medio actual, mientras que RTCP el estado y control de la información, la señalización es transportada de manera confiable sobre TCP, los siguientes protocolos interactúan con la señalización:

- RAS administra el registro, admisión y estado.
- Q 931 administra el establecimiento y terminación de llamada.
- H.245 negocia el uso de canales y sus capacidades.
- H.235 maneja la seguridad y la autenticación.

La figura 3.4 nos muestra el conjunto de protocolos H.323 y sus principales componentes que se definen de la manera siguiente:

- IP. Protocolo de direccionamiento utilizado para enrutar los paquetes a través de Internet o una intranet.
- TCP. Protocolo orientado a conexión, responsable para asegurar que un mensaje está dividido en forma adecuada en paquetes IP, y además del reensamblaje de los paquetes para armar el mensaje en el punto final.
- UDP. Protocolo no orientado a conexión usado para enviar datos (datagramas) desde una computadora a otra. No proporciona ningún tipo de garantía en la entrega pero ofrece un servicio de transporte con mejor desempeño.
- H.225. Proporciona control para el establecimiento de la llamada y con la señalización necesaria para establecer una conexión entre dos terminales H.323. El estándar de la ITU Q.931 proporciona un medio para establecer, mantener, y terminar conexiones de red a través de ISDN. Se define como el protocolo de establecimiento de llamada básico para una red ISDN. Como se establece en libro Azul (1988) Q.931 usan 22 mensajes, y 29 en el caso de Q.932. H.225 adoptó un subconjunto de mensajes y parámetros Q.931. Los mensajes obligatorios H.323 son los de Alerta, Procesamiento de llamada, Conexión, Establecimiento, Liberación, Conclusión, Estado, Pregunta de Estado, y de Facilidad (Q.932).
- H.245. Señalización de control. Usado para negociar el uso y capacidades del canal, H.245 intercambia mensajes de control de extremo a extremo que manejan el funcionamiento de la terminal H.323. Los mensajes de control llevan información relacionada a:
 - El intercambio de capacidades.
 - Apertura y cierre de canales lógicos usados para llevar flujos de información multimedia.
 - Los mensajes de control de flujo.
 - Comandos generales.

Después del establecimiento de la llamada todas las comunicaciones se encuentran en canales lógicos, H.245 define procedimientos para el mapeo de los canales lógicos. (el canal lógico, utilizado para el control H.245, se abre durante la duración de la llamada, así mismo canales lógicos de distintos tipos, como video, voz y datos, se habilitan para la misma).

H.245 define el protocolo por lograr tareas específicas, tales como las entidades de señalización.

La entidad de intercambio de señalización del H.245 identifica las capacidades de las entidades participantes, y puede identificar opciones y validar combinaciones de capacidades: un canal de video (H.261) y un canal de audio (G.711 o G.723).

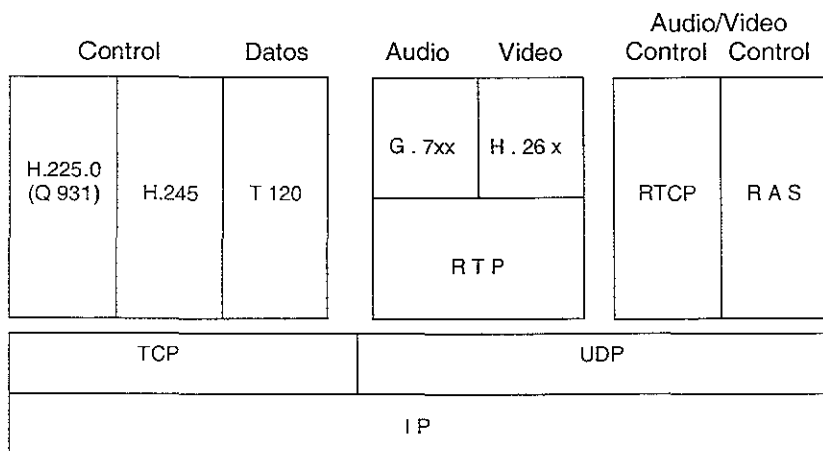


Figura 3.4. Stack de protocolos H.323.

La entidad de señalización para la determinación del maestro-esclavo H.245 identifica a la entidad que actuará como controlador multipunto (MC). A continuación se da una pequeña descripción de los protocolos que integran el *stack* H.323.

- T.120, Protocolo usado para la compartición de datos.
- G.7xx, Estándares de la ITU para la codificación-decodificación de audio (G.711. G.723 G.729).
- H.26X. Serie de estándares de la ITU de *codecs* video (H.261 H.263). La serie describe el flujo de video que usa el Protocolo RTP, con cualquiera de los protocolos de las capas inferiores que transporta.
- RTP. Proporcionan funciones de transporte de red extremo a extremo para aplicaciones que transmiten datos en tiempo real como audio, video o simulación de datos, sobre servicios de red *multicast* o *unicast*; además se usa para transportar datos vía UDP. RTP no hace reservación de recursos y no garantiza calidad de servicio para los servicios en tiempo real. El transporte de los datos es supervisado por un protocolo de control (RTCP) que permite el monitoreo de la entrega de los datos de una manera escalable a las redes del multicast grandes, y proporciona control mínimo y funcionalidad de identificación. RTP y RTCP están diseñados para ser independientes de las capas inferiores de transporte y red. El protocolo soporta el uso de traductores de capa RTP.
- RTCP. Realiza el control de transporte para RTP Proporciona retroalimentación en la calidad de distribución de los datos Además

transporta un identificador de la capa de transporte para una fuente RTP, usada por los receptores para la sincronización de audio y video.

- RAS. Protocolo usado entre puntos terminales (terminales y *gateways*) y *gatekeepers*. Es usado para llevar acabo el registro, control de admisión, cambios de ancho de banda, estados, y para separar puntos terminales desde los *gatekeepers*.

3.3.4. Etapas de llamada H.323

Los procedimientos de conexión involucrados en el establecimiento de una llamada H.323 se agrupan en cinco etapas: Descubrimiento y Registro H.323, Establecimiento de la llamada H.323, Establecimiento del canal lógico, Flujo de control multimedia y flujo multimedia y Terminación de llamada.

- Descubrimiento y Registro H.323

Durante la etapa de descubrimiento y registro de la llamada H.323 (figura 3.5), el *gatekeeper* pasa por un proceso de "descubrimiento", para determinar el *gatekeeper* con el cual deberán registrarse los puntos terminales. El registro es usado por los puntos terminales para identificar una zona con la cual puede asociarse (una zona es un conjunto de componentes H.323 administrado por un solo *gatekeeper*). H.323 pueden entonces informar al *gatekeeper* las direcciones de las zonas de transporte y las direcciones alias.

Observemos el flujo dentro de esta etapa:

1. Un *gateway* H.323 (o terminal) envía un mensaje de petición de Registro (RRQ, *Request to Register*) H.225 RAS sobre este canal hacia el *gatekeeper*.
2. El *gatekeeper* confirma el registro enviando un mensaje de confirmación del registro (RCF) o en caso contrario un mensaje de rechazo de registro al *gateway*.



Figura 3.5. H.323 Control de la llamada en el *gatekeeper* H.323/ señalización y registro.

- **Establecimiento de llamada (intra zona)**

Asume que los gateways ya están registrados. En el caso donde el *gateway* X, desea establecer una llamada con una terminal conectada al *gateway* Y, (ver figura 3.6). El *gateway* X envía un mensaje de ARQ al *gatekeeper* pidiendo permiso para establecer una llamada a un número de teléfono asociado por *gateway* Y. El *gateway* X utiliza un H.225 RAS sobre el canal RAS hacia el *gatekeeper* para solicitar uno de los procesos siguientes:

- El *gatekeeper* solicita la señalización de llamada directa enviando un mensaje ACF (*Admission Confirmation message*, mensaje para confirmación de admisión) de regreso hacia el *gateway* X.
- El establecimiento de llamada.

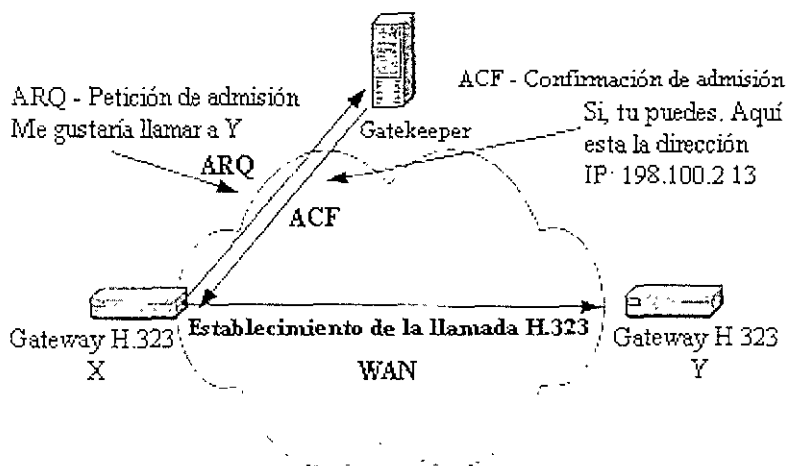


Figure 3.6. Control de la llamada en el gatekeeper H.323/señalización- ubicación de llamada (intra zona).

- **Establecimiento de la llamada (inter zona)**

En este caso, asumiremos que la red es relativamente grande y dividida en zonas diferentes (dos zonas por ejemplo) La zona A es controlada por el *gatekeeper* A, y la zona B es controlada por el *gatekeeper* B. El *gateway* X (o terminal X) está controlada por el *gatekeeper* A, y el *gateway* Y por el *gatekeeper* B (ver figura 3.7).

El *gateway* X quiere establecer una llamada con una terminal conectada al *gateway* Y. El *gateway* X envía un mensaje ARQ al *gatekeeper* pidiéndole permiso

para establecer una llamada a un número de teléfono asistido por el *gateway* Y. Debido a que el *gateway* Y debe estar registrado por *default* con el *gatekeeper* en la zona A, la llamada se completa.

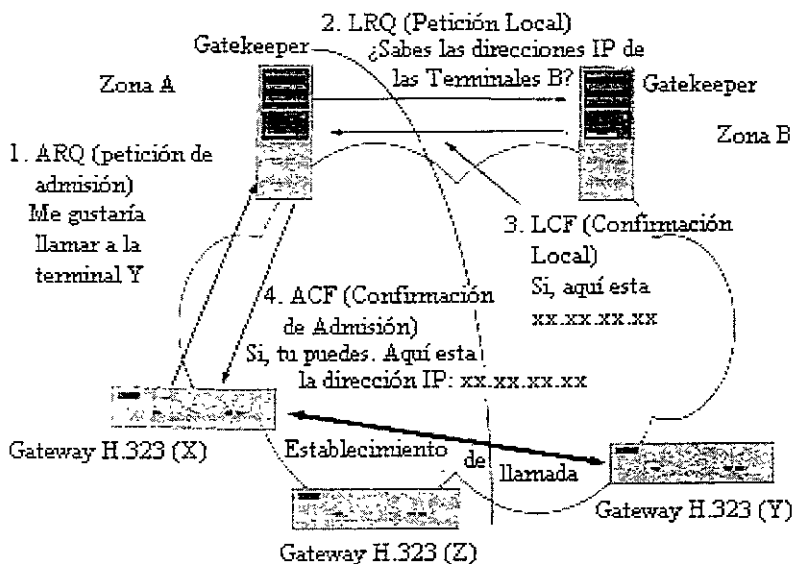


Figura 3.7. Control de llamada en el H.323 del gatekeeper /ubicación de la señalización de la llamada (Inter zona).

- Establecimiento de la llamada H.323

Una vez que el registro y el establecimiento de la llamada se completan con éxito, la llamada H.323 se desplaza hasta la fase de llamada. Dentro de esta fase, los *gateways* se están comunicando directamente para establecer la conexión. Un método alternativo del establecimiento de llamada es señalizar la llamada a través de un *gatekeeper* enrutado, donde todos los mensajes de establecimiento de llamada cruzan el *gatekeeper*. El establecimiento de llamada está basado en el estándar ITU-Q.931 (H.225 es un subconjunto de Q.931) la cual proporciona medios para establecer, mantener, y terminar las conexiones de la red a través de una ISDN. El flujo del establecimiento de la llamada H.323 es como sigue (figura 3.8):

1. El *gateway* X envía un mensaje de establecimiento de señalización para la llamada H.225 hacia el *gateway* Y, para solicitar una conexión.
2. El *gateway* Y envía un mensaje de regreso al *gateway* X, avisándole que puede proceder con la llamada.

3. El *gateway* Y envía un mensaje RAS (ARQ) sobre el canal RAS al *gatekeeper* para pedir permiso para aceptar la llamada. .
4. El *gatekeeper* confirma que la llamada puede ser aceptada enviando un mensaje (ACF) de regreso al *gateway* Y.
5. El *gateway* Y envía un mensaje H.225 hacia el *gateway* X, avisando que la conexión se ha establecido.
6. El *gateway* Y envía un mensaje H.225 a la *gateway* X, confirmando la conexión de la llamada y se establece la misma.

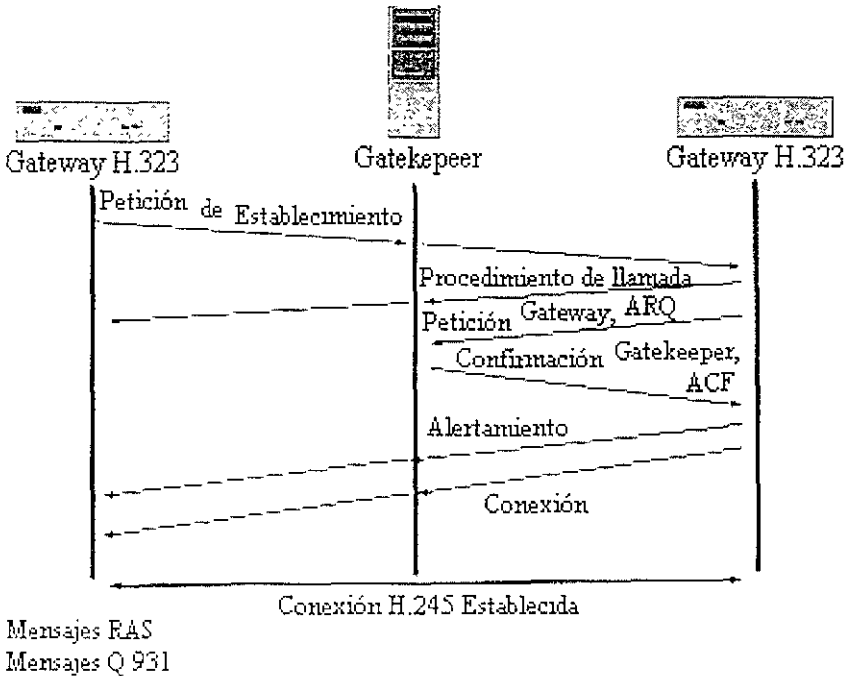


Figura 3.8. Establecimiento de la llamada H.323.

- Establecimiento del canal lógico

Después del establecimiento de la llamada, todas las comunicaciones cruzan a través de canales lógicos. El protocolo H.245 es ahora usado para definir los procedimientos para la administración de canales lógicos. Distintos canales lógicos de varios tipos (video, audio, y datos) se habilitan para una sola llamada (figura 3.9)

LCSE, (*Logical Channel Signaling Entity*, entidad de señalización de canal lógico) H.245 abre un canal lógico para cada flujo multimedia, estos canales pueden ser unidireccional o bidireccional.

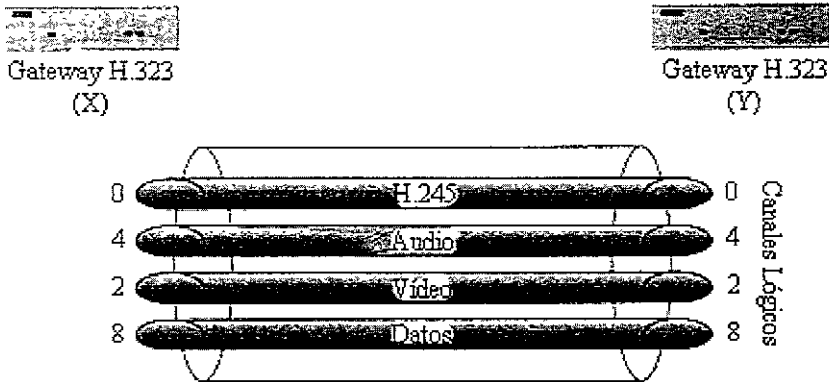


Figura 3.9. Administración de canales lógicos.

Veamos cómo estos canales lógicos encajan dentro del flujo de la llamada H.323 (ver figura 3.10). El canal de control H.245 es establecido entre el *gateway X* y el *gateway Y*. El *gateway X* usa H.245 para identificar sus capacidades enviando un mensaje de conjunto de capacidades de la terminal hacia el *gateway Y*. El flujo en el arreglo del canal es como sigue:

1. El *Gateway X* intercambia sus capacidades con el *Gateway Y* enviando un *H.245 Terminal Capability Set message*.
2. El *Gateway Y* reconoce las capacidades del *Gateway X* enviando un *H.245 Terminal Capability Set Acknowledge message*.
3. El *Gateway Y* intercambia sus capacidades con el *Gateway X* enviando un *H.245 Terminal Capability Set message*.
4. El *Gateway X* reconoce las capacidades del *Gateway Y* enviando de regreso un *H.245 Terminal Capability Set Acknowledge message*.
5. El *Gateway X* abre un canal de transmisión de información con el *Gateway Y* enviando un *H.245 Open Logical Channel message*, e incluye la dirección de transporte del canal RTCP. El flujo de información es manejado por RTCP.
6. El *Gateway Y* reconoce el establecimiento del canal lógico con el *Gateway X* enviando un *H.245 Open Logical Channel Acknowledge message*, e incluye:
 - Las direcciones de transporte RTP (las cuales serán usadas para enviar el flujo de información RTP) asignadas por el *Gateway Y*, y
 - Las direcciones RTCP previamente recibidas del *Gateway X*.
7. El *Gateway Y* abre un canal de transmisión de información con el *Gateway X* enviando un *H.245 Open Logical Channel message*, e incluye la dirección de transporte del canal RTCP.

8. Para completar el establecimiento de la comunicación bi-direccional en el flujo de la información, el *Gateway X* reconoce el establecimiento del canal lógico con el *Gateway Y* enviando un *H.245 Open Logical Channel Acknowledge message*, e incluye:

- Las direcciones de transporte RTP (las cuales serán usadas para enviar el flujo de información RTP) asignadas por el *Gateway X*, y
- Las direcciones RTCP previamente recibidas del *Gateway Y*.

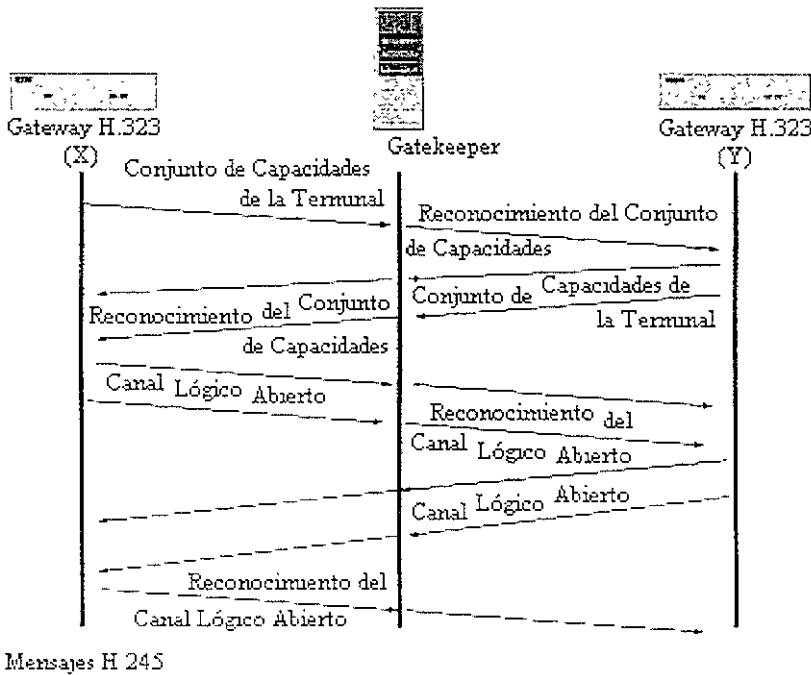


Figura 3.10. Flujo de la llamada en el establecimiento del canal de Información.

- Flujo de control multimedia y flujo multimedia

En los *gateways* VoIP, los flujos de información RTP son transportados a través de los puertos UDP 16384 a 16384 + 4x (el número de puertos de voz en los *gateways*).

Por ejemplo, un ruteador Cisco 3620 con 4 puertos E&M usaría: 16384 -16400 para flujos RTP.

Los flujos de información en la llamada H.323 son manejados por el RTCP. Este protocolo proporciona una realimentación QoS de los receptores. La fuente puede usar esta información para adaptar la codificación o almacenar esquemas. El RTCP usa un canal lógico dedicado por cada flujo de información RTP. Revisemos los pasos en esta etapa de la llamada H.323 (figura 3.11).

1. El *Gateway X* envía en flujo de información RTP encapsulado hacia el *Gateway Y*.
2. El *Gateway Y* envía el flujo de información RTP encapsulado de regreso al *Gateway X*.
3. El *Gateway X* envía los mensajes RTCP hacia el *Gateway Y*.
4. El *Gateway Y* envía los mensajes RTCP de regreso hacia el *Gateway X*.

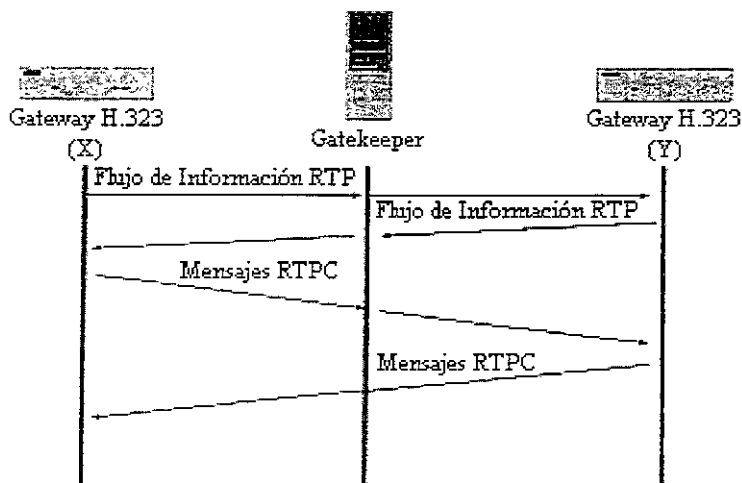


Figura 3.11. Comunicación en el Flujo de Información.

Los puntos finales pueden buscar cambios en el monto del ancho de banda inicialmente demandado y confirmado. Se le debe preguntar al *gatekeeper* para incrementos y decrementos en el ancho de banda. Los puntos finales deben obrar de acuerdo a las demandas y respuestas del *gatekeeper*. El flujo de cambios en el ancho de banda es presentado en la figura 3.12.

- Terminación de Llamada

La terminación de llamada detiene los flujos de información y cierra los canales lógicos; ésta puede ser demandada por cualquier punto final o por un *gatekeeper*. La

terminación de llamada cierra los canales lógicos de información, finaliza la sesión H.245, libera las conexiones H.225/Q.931 y provee la confirmación para la desconexión con el *gatekeeper* a través del RAS.

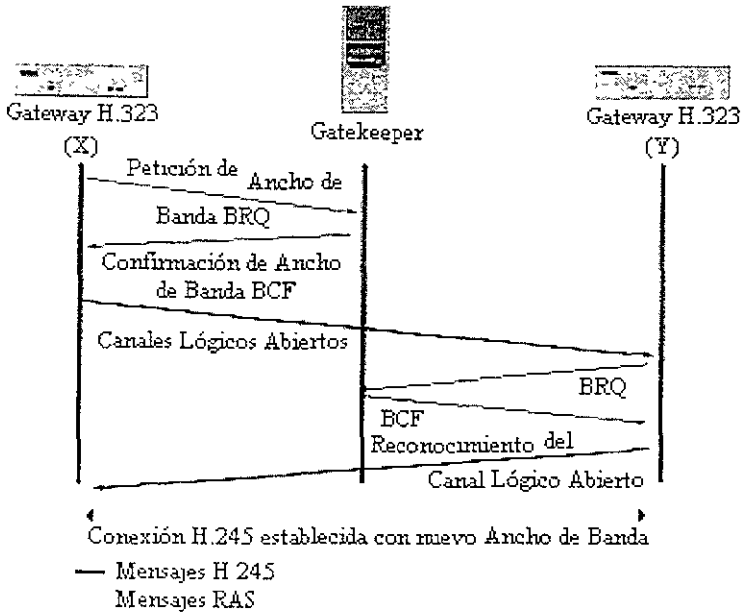


Figura 3.12. Flujo de cambios de ancho de banda.

La figura 3.13 muestra el flujo de terminación de llamada que se pueden describir de la siguiente manera:

1. El *Gateway Y* inicia el proceso de terminación de llamada enviando un mensaje de comando de terminación H.245 hacia el *Gateway X*.
2. El *Gateway X* libera la terminal y lo confirma enviando un mensaje de comando de terminación H.245 hacia el *Gateway Y*.
3. El *Gateway Y* completa la liberación de la llamada enviando un mensaje de liberación completada H 245 al *Gateway X*.
4. Tanto el *Gateway X* como el *Gateway Y* se desligan del *gatekeeper* enviando un mensaje RAS DRQ
5. El *gatekeeper* se desliga y lo confirma enviando mensajes DCF tanto al *Gateway X* como al *Gateway Y*.

- Señalización H.323 Punto Final-a-Punto Final

Asumiendo que los puntos finales (clientes) conocen todas las direcciones IP entre sí, la señalización H.323 se muestra en la figura 3.14. Esta figura se basa en los pasos seguidos durante una "terminación de llamada".

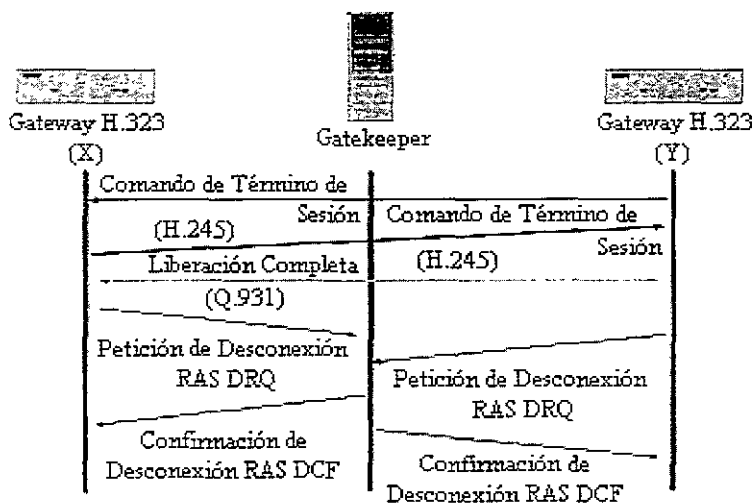


Figura 3.13. Terminación de Llamada (H.245/H.225/Q.931/RAS).

3.4. Protocolo de Inicio de Sesión

El Protocolo de Inicio de Sesión (SIP: *Sesion Initition Protocol*, Protocolo de Inicio de Sesión), es un protocolo simple de señalización usado para telefonía y conferencia en Internet. Se basa en SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*, Protocolo de Transporte de Correspondencia Sencilla) y HTTP (*HyperText Transfer Protocol*, Protocolo de Transferencia Hipertexto), fue desarrollado dentro del Internet IETF (*Internet Engineering Task Force*, Parte de la Tarea Ingenieril de Internet); especifica los procedimientos para las conferencias telefónicas y multimedia sobre Internet. Se trata de un protocolo de la capa de Aplicación, independiente de los protocolos de paquete de capas inferiores (TCP, UDP, X.25, ATM). El SIP ha sido modelado sobre la base de SMTP y HTTP, sustentados sobre la arquitectura cliente-servidor, en la cual el cliente inicia la llamada y el servidor las responde. El protocolo puede ser leído claramente sin la decodificación de la carga útil, la cual se requiere en los protocolos no textuales como H.323.

SIP es más reciente que H.323 y no tiene madurez y soporte en la industria hoy en día. Sin embargo, debido a su simplicidad, escalabilidad, modularidad y facilidad de

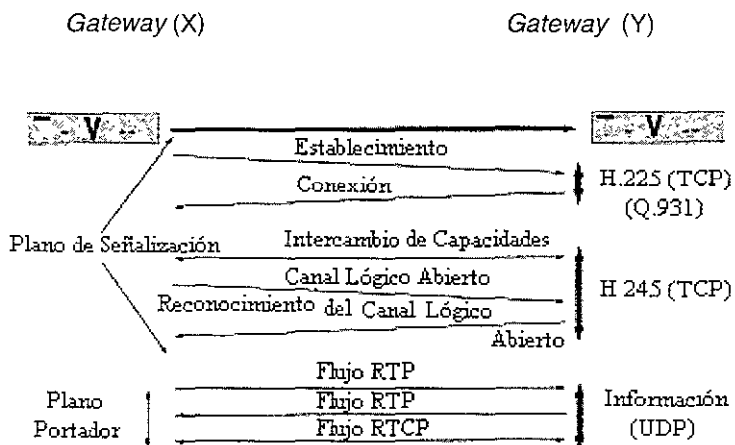


Figura 3.14. Señalización H.323 terminal a terminal.

integración con otras aplicaciones, este protocolo es atractivo en una arquitectura de voz paquetizada. Presenta las siguientes características:

- Las direcciones SIP son URLs (*Universal Resource Identifiers*, Identificadores Universales de Recursos). User@host.
- La parte de *User* está compuesta por nombre, teléfono y número.
- La parte *host* está compuesta por dominio y dirección IP.
- Los usuarios o clientes se registran con servidores SIP para proveer información de lugar y contacto.

- Beneficios Claves del Protocolo de Inicio de Sesión

SIP es un complemento de MGCP, donde éste último proporciona el control de dispositivos, mientras que SIP maneja el control de sesión. Algunos de los beneficios clave de SIP son:

- **Simplicidad** El tiempo para el desarrollo del software es muy corto comparado con los productos tradicionales de telefonía. Debido a su similitud con HTTP y SMTP es posible el reuso de código.
- **Extensibilidad.** SIP se ha desarrollado desde HTTP y SMTP y ha construido una rica gama de funciones de extensión y compatibilidad.
- **Modularidad.** SIP fue diseñado para ser altamente modular, una característica clave es su uso independiente de los protocolos, por ejemplo, los asuntos relativos al SIP son independientes a la sesión misma
- **Escalabilidad** Procesamiento del servidor, SIP tiene la habilidad de ser interno y externo. Tamaños de conferencia, ya que no hay requerimiento para el

controlador central multipunto, la coordinación de la conferencia puede ser distribuida o centralizada.

- Integración. SIP tiene la capacidad de integrarse con la WEB, e-mail y otros protocolos.

- Componentes del SIP

El protocolo SIP se conforma de 2 partes: Agentes Usuario y Servidores de Red. Un UA (*User Agent*, Agente Usuario) es un punto terminal SIP que realiza y recibe las llamadas SIP. En la figura 3.15. podemos ver la arquitectura SIP.

- El cliente es llamado UAC (*User Agent Client*, cliente agente usuario) y es usado para iniciar las peticiones SIP.
- El servidor es llamado UAS (*User Agent Server*, servidor agente usuario) y recibe las peticiones desde el UAC y regresa las respuesta para el usuario.

SIP tiene dos tipos de servidores de red, que son:

- *Proxy Server*. El *Proxy Server* (*Servidor Proxy*) decide a que servidor debe ser enrutada la petición. La petición puede pasar por muchos servidores SIP antes de alcanzar su destino, la respuesta sigue el mismo camino en sentido contrario. Un servidor *proxy* puede actuar tanto como cliente como servidor y puede hacer tanto peticiones como respuestas.
- Servidor de redireccionamiento. A diferencia de un servidor *proxy*, el servidor de redireccionamiento no enruta las peticiones hacia otros servidores, si no que notifica al que llama del lugar real de destino.

También podemos hablar de la terminal SIP, la cual puede soportar dos vías de comunicación en tiempo real con otra entidad SIP. La terminal SIP soporta tanto señalización como información, similarmente a la terminal H.323. La terminal SIP contiene UAC.

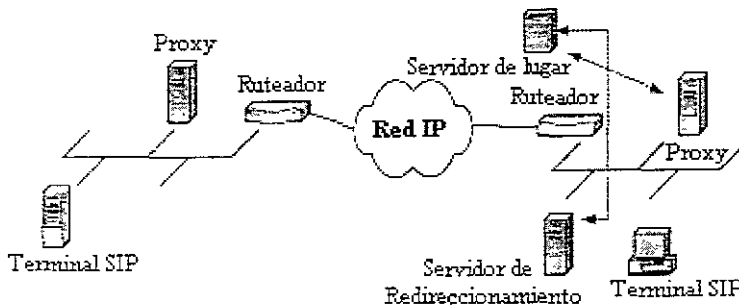


Figura 3.15. Arquitectura SIP.

- Mensajes SIP

SIP usa mensajes para la conexión y control de la llamada. Existen dos tipos de mensajes SIP: peticiones y respuestas. Los mensajes SIP son los siguientes:

- **INVITE.** Es usado para iniciar a un usuario en la llamada. El encabezado contiene:
 - La dirección del que llama y al que está llamando.
 - El propósito de la llamada.
 - La prioridad de llamada.
 - Las peticiones de enrutamiento de llamada.
 - Las preferencias en la llamada para el lugar del usuario.
 - Las características deseadas de la respuesta.
- **BYE.** Es usado para finalizar una conexión entre dos usuarios.
- **REGISTER.** Lleva información del lugar hacia un servidor SIP, permitiéndole a un usuario decirle al servidor como referenciar una dirección entrante con una dirección saliente que llegará hacia el usuario.
- **ACK.** Confirma intercambios confiables de mensajes.
- **CANCEL.** Cancela las peticiones inminentes.
- **OPCIONES.** Solicita información acerca de las capacidades que tiene la parte llamada, tales como la diferencia que existe entre un teléfono común convencional y un teléfono multimedia completamente equipado.

Podemos observar el flujo de los mensajes en la figura 3.16:

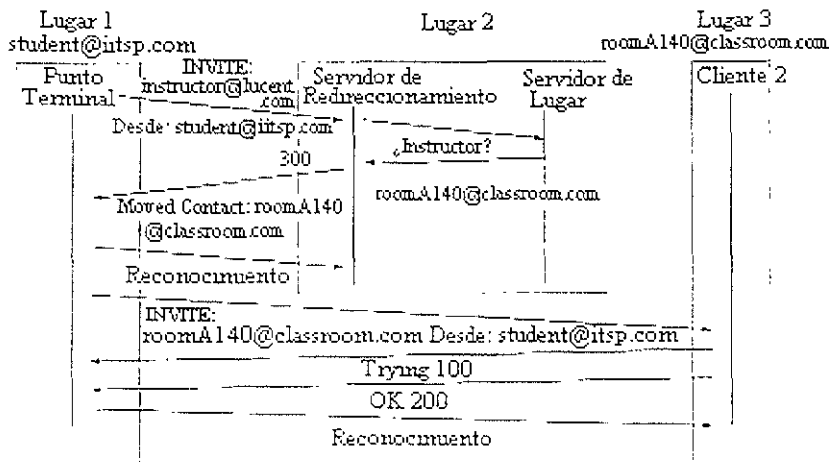


Figura 3.16. Flujo de mensajes SIP en modo redireccionado.

3.5. Protocolo de Control del *Gateway* del Medio

MGCP es un protocolo de control de información recomendable para su uso en telefonía IP a gran escala.

Un *gateway* para telefonía es un elemento de red que provee la conversión entre las señales de audio que viajan a través de los circuitos del teléfono y los paquetes de datos transportados a través de Internet o de redes de paquetes.

Ejemplos de *gateways* son:

- *Gateways* de troncales: Es una interface entre la red telefónica y la red VoIP. Tales *gateways* típicamente manejan un gran número de circuitos digitales.
- *Gateways* de Voz sobre ATM. Su modo de operación es muy similar a los de troncales, excepto en que se conectan a una red ATM.
- *Gateways* residenciales. Proporcionan una interface analógica tradicional (RJ11) hacia la red VoIP, algunos ejemplos son cable *módem/cable settop boxes*, dispositivos xDSL o dispositivos inalámbricos de banda ancha.
- *Gateways* de acceso. Proporcionan una interface analógica tradicional (RJ11) o de PBX digital hacia la red VoIP, por ejemplo *gateways* VoIP de pequeña escala.
- *Gateways* de negocios. Proporcionan una interface PBX digital tradicional o una interfase "*soft PBX*" integrada hacia la red VoIP.
- Servidores de Acceso a la RED. Pueden anexar un módem al teléfono y proporcionar acceso de datos de Internet. Se espera que en el futuro, los mismos *gateways* combinarán servicios de Voz sobre IP y servicios de Acceso a la Red.

El MGCP es usado para controlar los *gateways* telefónicos de los elementos de control de llamada externa, llamados controladores *gateway* de información o agentes de llamada.

El concepto detrás del MGCP es desarticular los componentes del *gateway* quitando la "inteligencia" del *gateway* de información "tonto" e integrando un MGCP "listo". El MGCP implementa la interface de control del *gateway* de información como un conjunto de transacciones; éstas se componen de una instrucción y una respuesta obligatoria.

Existen ocho tipos de instrucciones:

- *CreateConnection*
- *ModifyConnection*
- *DeleteConnection*
- *NotificationRequest*
- *Notify*
- *AuditEndpoint*
- *AuditConnection*

- *RestartInProgress*

Consecuentemente, el *gateway* se convierte en un simple dispositivo que permite las interfaces LAN y PSTN, y proporciona la compresión y paquetización de la voz, mientras que el MGCP proporciona la inteligencia y controla los *gateways* “tontos”.

La inteligencia en el control de la llamada radica fuera de los *gateways* y es manejada por elementos de control de llamada externa. Esta separación del control de la llamada de las funciones del *gateway* hace a los *gateways* “tontos” pero interoperables.

El MGCP es usado para hacer un control centralizado de:

- Los *Gateways* VoIP.
- Los Servicios de Acceso a la Red.
- Los *Switches*.

Como se vio, la mayoría de las implementaciones VoIP están basadas en H.323. La versión 1 del H.323 define las interfaces y protocolos para las comunicaciones multimedia a través de LAN's con un servicio de calidad no garantizada. La versión 2 del H.323 direcciona tramas WAN y es ampliamente usado por ITSP (*Internet Telephony Service Providers*, Proveedores de Servicios para Telefonía de Internet).

Los cuatro componentes H.323 (*gateway*, *gatekeeper*, MCUs y terminales/puntos finales) ya han sido tratados, así como, los protocolos en los que el H.323 confía el establecimiento de las conexiones y transmisión de datos. Estos protocolos son: H.225, Q.931, H.245, RAS y RTP.

El SIP tiene muchas de las capacidades del H.323, pero las presenta desde un enfoque diferente. El aspecto importante del MGCP es la separación de las funciones de control y de procesamiento de información. Se espera que el MGCP permitirá el desarrollo de una plataforma abierta para la conmutación de voz a través de redes de paquetes, el cual es escalable a un tamaño grande a un costo relativamente bajo por puerto PSTN. La tabla 3.2. resume los protocolos vistos en este capítulo.

Estándares Industriales/ Protocolos	Funcionalidad	Similitud con otros Estándares	Generalmente, dónde coincide
H.323 consta de: H.221, H.223, H.225, H.230, H.235, H.242, H.261, H.263, H.320, H.323, H.323 Anexo D y Q.931.	El conjunto de estándares de la ITU-T que define los componentes, protocolos y procedimientos necesarios para proveer servicios de comunicaciones multimedia a través de redes basadas en IP.		Encaja entre la PSTN y la red de paquetes.
SIP (Protocolo de Inicio de Sesión)	Protocolo de señalización usado para conferencias en Internet y telefonía.	Usado para establecer conexiones en una red de paquetes.	Entre la PSTN y la red de paquetes.
MGCP (Protocolo de Control del Gateway del Medio)	El MGCP organiza y controla los flujos de llamada entre el software y hardware. El protocolo de control del medio es recomendado para el despliegue de telefonía IP a gran escala.	IPDC, SGCP	Define el protocolo entre el Controlador Gateway del Medio "inteligente" y el Controlador Gateway del Medio "tonta".
RAS (Registro, Admisión y Estado).	Se usa para realizar el registro, admisión, control, cambios de ancho de banda, estado y para la desconexión entre terminales y gatekeepers.		Protocolo entre terminales y gatekeepers.
			Continúa...

Estándares Industriales/ Protocolos	Funcionalidad	Similitud con otros Estándares	Generalmente, dónde coincide
RTP (Protocolo de transporte de tiempo-real).	Protocolo de transporte en tiempo real para audio, video y datos.	Es una extensión de UDP. Hace a UDP un servicio orientado a conexión en tiempo real.	Aplicación que se sitúa por encima de la capa de transporte utilizada por H.323.
RTCP (Protocolo del Control de Transporte en tiempo-Real).	Proporciona retroalimentación sobre la calidad de la distribución de datos, así mismo, transfiere un identificador de la capa de transporte para un recurso RTP usado por los receptores para sincronizar audio y video.		

Tabla 3.2. Resumen de estándares y Protocolos.

Habiendo descrito los principios teóricos de la transmisión de Voz sobre IP, procederemos en el siguiente capítulo a describir la Red de Datos de la Empresa *Vía. Net.Works*, para posteriormente identificar los requerimientos de la red para su integración de voz en la red de datos.

CAPÍTULO 4

Panorama de la red de voz y datos de la empresa Vía Net.Works

En este capítulo describiremos brevemente la evolución de la empresa Vía Net.Works, que ha llegado a ocupar un lugar importante dentro del mercado de los ISPs (*Internet Service Providers*, Proveedores de Servicios de Internet), analizaremos el estado actual de sus redes de voz y datos, así como el tráfico que soportan. Una vez obtenida esta información, analizaremos las posibles soluciones al problema de la existencia de redes separadas.

4.1 Introducción

Como hemos visto, VoIP es una tecnología para la transmisión de voz sobre redes de datos, que se encuentra hoy en día aceptada como la herramienta que la mayoría de los corporativos usarán como solución al problema de la existencia de redes separadas para la transmisión de información de voz y datos. Pero, porqué usar esta tecnología cuando existen en el mercado soluciones alternas a ésta, como pueden ser, *Frame Relay* o *ATM*. Esto es debido principalmente a razones económicas, ya que ambas son menos accesibles a la que elegimos para objeto de estudio, y además de que las dos anteriores se utilizan para transporte en entornos WAN y por los grandes *carriers* principalmente. Definitivamente el *boom* de la convergencia de las redes existentes (voz, datos y video) hace que las tecnologías que ayuden a llevar esto a cabo tomen mayor importancia. En el sector corporativo, VoIP se perfila como la solución que se utilizará en el futuro para llevar a cabo dicha integración. En el capítulo anterior se llevó a cabo la descripción de la tecnología VoIP y los protocolos involucrados en ella, además se vieron algunos ejemplos de las posibles aplicaciones de esta tecnología en la Industria.

Vía Net.Works es un proveedor de Internet con presencia importante en el mercado de los prestadores de este servicio, y que ha decidido utilizar esta tecnología como la solución al problema de las redes separadas.

4.2 Historia

En 1993 la empresa norteamericana *Compuserve* abre su sucursal en México, ofreciendo los mismos servicios que en Estados Unidos. Esta empresa se ubicó en lo que hoy son las oficinas de Gutenberg # 143, comenzó con unos cuantos empleados y un pequeño *site* que daba acceso a unas decenas de suscriptores. Posteriormente, en 1994, Infoaccess absorbe a la empresa *Compuserve* y conserva los servicios ofrecidos por ésta, pero además agrega el servicio conmutado a Internet; esta empresa fue creciendo y a medida que esto ocurría los servicios que ofrecía se diversificaban; así llegó a ofrecer servicios tales como: redes para el mercado corporativo, desarrollo de páginas *Web*, *Intranets*, *Extranets*, comercio electrónico, etc. Es entonces que en 1999 Vía Net.Works, empresa norteamericana proveedora de servicios de internet, adquiere Infoaccess y nace su sucursal en México, ofreciendo los servicios de su antecesora pero que cuenta con el respaldo financiero, tecnológico y de administración de Vía Net.Works Internacional.

Actualmente Vía Net.Works México cuenta con 300 empleados aproximadamente, distribuidos en las oficinas del Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara, León, Querétaro y Puebla; además, como lo podemos observar en la figura 4.1, cuenta con POPs (*Point of Presence*) en las siguientes ciudades: Cuernavaca, Cd. Juárez, Veracruz, Tijuana, Saltillo, Hermosillo, Tampico, San Luis Potosí, Toluca, Villahermosa y Mérida. Además, Vía Net.Works Internacional cuenta con presencia en los siguientes países: Inglaterra, Alemania, Francia, Holanda, Austria, Suiza, Brasil, Argentina, España y Portugal.

Como podemos observar, Vía Net.Works México es una empresa fuerte y con gran experiencia dentro del mercado de los ISPs, no solo es una empresa que se dedica a la venta de cuentas de acceso *dial-up* para el acceso a internet, sino que además proporciona servicios de valor agregado como: servicios de *hosting*, redes privadas virtuales (VPN, *Virtual Private Network*), enlaces dedicados para la conexión de empresas, desarrollo empresarial para la implementación del comercio electrónico, diseño de páginas *Web*, desarrollo de *Intra* y *Extranets*, bases de datos, etc.

En la Ciudad de México la empresa cuenta con dos oficinas, que están situadas en las calles de Mariano Escobedo y Gutenberg respectivamente. En la primera se concentran las actividades administrativas, el *call-center*, el centro de soporte técnico residencial y de ventas; por su parte, las oficinas de Gutenberg son el corazón de la red de la empresa, ya que es ahí donde se encuentra el *site* de telecomunicaciones donde llegan todos los enlaces de los diferentes *carriers*, se encuentran también los grupos de modems para el acceso de las cuentas *dial-up*, los *switches* y ruteadores para la operación de la red, el área de *hosting* donde se encuentran alojados los servidores *web* de los clientes y además de los servidores de la red interna. Como podemos observar, la centralización por un lado de las actividades administrativas y financieras en las oficinas de Mariano Escobedo y por el otro de las actividades ingenieriles y de administración de red en las oficinas de Gutenberg, hacen que la comunicación entre

ambas oficinas sea de vital importancia para el buen desempeño de la empresa, por lo que es necesario contar con una red de datos confiable y una red de voz eficiente.

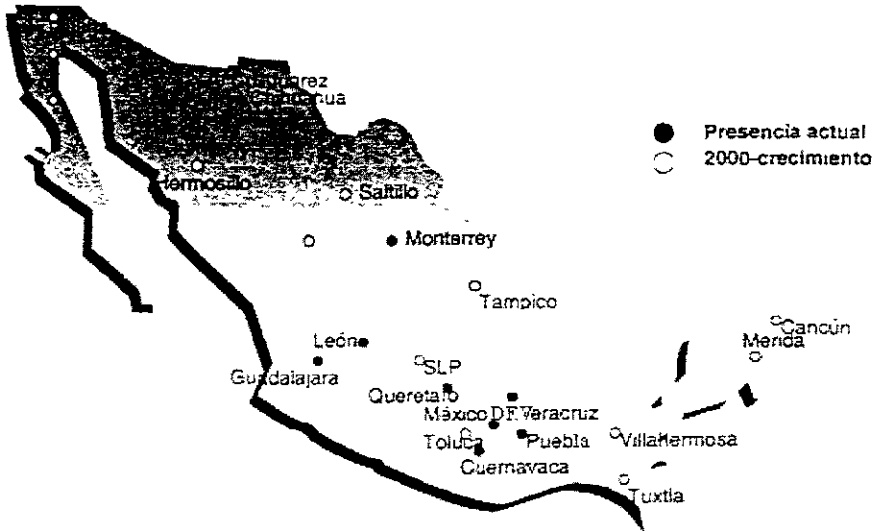


Figura 4.1 Oficinas y puntos de presencia de la empresa.

Así, comenzaremos el análisis de la red de voz, la forma en que está constituida, el tráfico que maneja, etc. y posteriormente analizaremos la red de datos.

4.3 Red de voz

La red de voz de la empresa Vía Net.Works se encuentra formada principalmente por conmutadores y equipos multilínea localizados en cada una de las oficinas de la empresa, estos equipos se comunican entre si a través de la red pública conmutada (PSTN) como lo podemos observar en la figura 4.2. Por razones de tamaño y volúmen de usuarios, los PBXs se localizan en las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg, mientras que los equipos pequeños (multilíneas de distintas marcas y aplicaciones) se ubican en las oficinas regionales que son más pequeñas y con menor número de empleados.

La comunicación entre las oficinas tiene que pasar forzosamente por la red de Telmex, por lo que los costos que implican dicha comunicación son elevados, ya que en ciertas ocasiones y dependiendo de las cargas de trabajo, el volumen de las llamadas

puede ser elevado. El mantenimiento y la administración de los equipos de las oficinas regionales lo realizan contratistas ubicados en las ciudades donde reside el equipo.

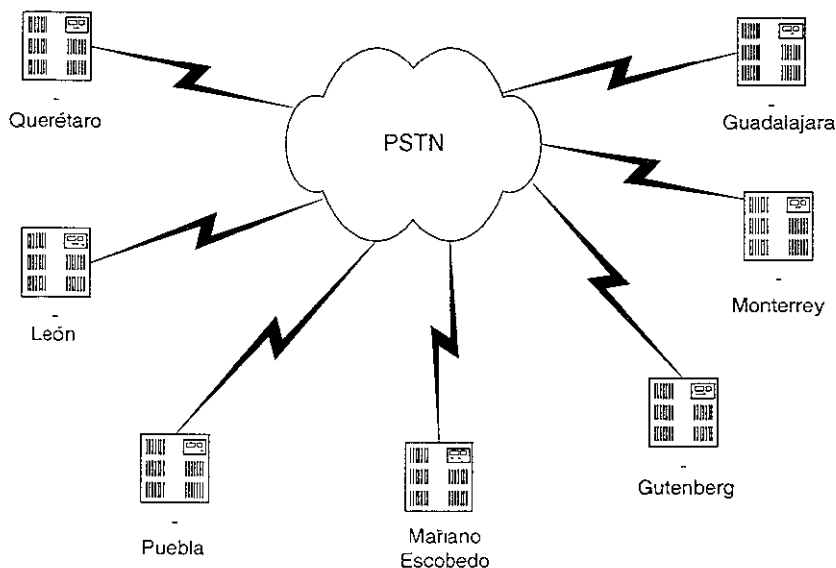


Figura 4.2 Red de voz de Vía Net. Works.

La tabla 4.1 nos muestra el equipo instalado en cada una de las oficinas de la empresa, la marca y la capacidad de cada uno de ellos.

Debido a la importancia en el desarrollo de este trabajo, nos abocaremos al estudio de los equipos y las características de los mismos instalados en las oficinas de esta ciudad, ya que es entre las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg donde se implementará VoIP en su primera etapa, para posteriormente implantarlo con las regionales con las que se presente mayor tráfico, en nuestro caso las oficinas de Guadalajara y Monterrey.

4.3.1 Equipo instalado en las oficinas de Mariano Escobedo

Como se menciona anteriormente, el equipo que se ubica en las oficinas de Mariano Escobedo es un conmutador Definity ECS (Enterprise Communications Server) G3si fabricado por Lucent Technologies. Este equipo, como la mayoría de su tipo, cuenta con gran flexibilidad, escalabilidad y modularidad; es compatible en cuanto a *hardware* y *software* con el equipo de otros miembros de su familia, ya que pueden

usarse las tarjetas de un equipo ProLogix (equipo de Lucent con menor capacidad) con el equipo Definity y viceversa. Cuenta con una capacidad instalada de 90 troncales digitales bidireccionales (3 E1s conmutados con Telmex, entregados con una interface de cable coaxial que se conecta directamente a la parte trasera del conmutador), 180 extensiones digitales y 32 extensiones analógicas utilizadas para los servicios de fax, modems y TPVs (Terminales punto de venta para tarjetas de crédito). Así mismo, dentro de su configuración, se cuenta con un *call-center* para el procesamiento inteligente de llamadas, que se divide en distintos centros de servicio, como pueden ser:

- Soporte técnico para usuarios residenciales.
- *Telemarketing*, para ventas residenciales y atención a clientes.
- Cuentas por cobrar.

OFICINA	EQUIPO	MARCA	CAPACIDAD
Mariano Escobedo	Conmutador Definity G3si	Lucent Technologies.	90 troncales digitales 180 extensiones digitales 32 extensiones analógicas
Gutenberg	Conmutador Alcatel 4300 m	Alcatel	90 troncales digitales 16 troncales analógicas 160 extensiones digitales 64 extensiones analógicas
Puebla	Multilínea	Panasonic	3 troncales analógicas 8 extensiones
Guadalajara	Multilínea	Panasonic	5 troncales analógicas 10 extensiones
Monterrey	Multilínea Alcatel	Alcatel	6 troncales analógicas 9 extensiones
Querétaro	Multilínea	Panasonic	3 troncales analógicas 8 extensiones
León	Multilínea	Panasonic	3 troncales analógicas 8 extensiones

Tabla 4.1 Equipo telefónico instalado de la empresa Vía Net.Works.

Como la mayoría de los PBXs en la actualidad, el equipo cuenta con un sistema para el manejo de mensajes de voz propietario de Lucent (*Intuity-Audix*) con cuatro puertos de comunicación, lo que permite que hasta cuatro personas puedan dejar

mensajes o hacer una consulta al sistema al mismo tiempo. Cuenta además con un sistema no propietario para la tarificación de llamadas y generación de reportes. El sistema recibe la información generada por el conmutador a través de un enlace serial (interfaces DB-25 y DB-9), la procesa y la almacena, con la ayuda del *software* para el proceso de la información de tarificación (*WinSAT de Centergystic*) se pueden generar una gran variedad de reportes de tráfico y gráficas representativas.

La administración del conmutador y las aplicaciones antes mencionadas pueden llevarse a cabo de manera local por medio de una terminal o en forma remota con la ayuda de un modem. La distribución de las líneas para voz y datos se hace a través del cableado estructurado existente en las oficinas de la empresa, el conmutador entrega un puerto *amphenol* en la parte trasera del mismo que se conecta al *rack* de distribución del cableado estructurado a través de un *bus* (cable de 24 pares) que se remata en las regletas de parcheo, de aquí se puentean las extensiones hacia la salida correspondiente.

4.3.2 Equipo Instalado en las oficinas de Gutenberg

En las oficinas de Gutenberg cuentan con un conmutador Alcatel modelo 4300m, este equipo es un poco obsoleto ya que fue instalado aproximadamente hace seis años, por lo que no se cuenta con información reciente ni de la proporcionada en el momento de la instalación. La capacidad instalada del equipo es de 90 troncales digitales, 16 troncales analógicas (utilizadas como respaldo), 160 extensiones digitales y 64 extensiones analógicas, con dos consolas de operadora. El equipo se encuentra subutilizado actualmente, ya que gran parte del personal al que daba servicio se mudó a las oficinas de Mariano Escobedo. Actualmente se utilizan 72 extensiones digitales y 55 extensiones analógicas (para el servicio de faxes y para modems de pruebas principalmente) aproximadamente.

Como en Mariano Escobedo, las oficinas de Gutenberg cuentan con un equipo que proporciona el servicio de correo de voz (con únicamente dos puertos) y con una terminal que captura la información de tráfico generada por el conmutador. El correo de voz consta de un *software* instalado en un computadora personal y que interactúa con los puertos entregados por el conmutador; por su parte, la terminal de tarificación consiste de una computadora en donde reside el *software* de captura (Procomm) que recibe los datos del conmutador y se guardan en archivos diariamente. Ambos sistemas dada su antigüedad tienen una operación poco eficiente.

La administración del equipo puede realizarse en forma local o en forma remota. La administración local consiste del establecimiento de una sesión de comunicación a través del *software hyperterminal*, esta administración es difícil ya que se cuenta con poca información del conmutador y no existen manuales de usuario

El cableado para la activación de los servicios es estructurado aunque adaptado a las circunstancias presentes en las oficinas, ya que es una casa de principios del siglo pasado, adaptada como oficinas y no cuenta con las facilidades necesarias para la

instalación de un cableado estructurado certificado. El *bus* que sale del conmutador se remata en regletas *krona* que tienen reflejos en cada una de las habitaciones de la casa, cabe hacer mención que a diferencia de las oficinas de Mariano Escobedo se utilizan únicamente dos hilos por servicio de punto a punto.

Como se mencionó anteriormente, el número de llamadas generadas entre estas oficinas es considerable, lo que hace posible la implementación de VoIP para el transporte de las llamadas telefónicas a través de la red de datos. A continuación se presentan los datos recabados sobre la tarificación de las llamadas realizadas entre las oficinas antes mencionadas.

4.4 Características de tráfico

El monitoreo que a continuación se presenta fue tomado entre las sucursales de Mariano Escobedo y Gutenberg, ya que las llamadas que existen entre las demás sucursales en cuanto volúmen es pequeño en comparación al presentado entre éstas dos (exceptuando el tráfico a las sucursales de Guadalajara y Monterrey). Debido a lo anterior, la primera etapa en el desarrollo de la implementación de VoIP se dará entre las sucursales de la Ciudad de México, dejando para después el estudio de las sucursales foráneas.

Abordaremos la forma en que se recabó la información de cada uno de los conmutadores y el procesamiento que se le dió a los datos recabados, comenzaremos por el conmutador de Mariano Escobedo. Como se mencionó en la sección anterior, el monitoreo del tráfico de las llamadas generadas por este conmutador es mucho más sencillo al proceso seguido para el otro equipo. Por principio de cuentas se debe de contar con una terminal o computadora personal para el procesamiento de la información, en nuestro caso se cuenta con una computadora pentium MMX a 200 MHz con conexión a la red de datos para la administración remota; el equipo se conecta al conmutador a través de un cable del puerto serial de la computadora al puerto CTE del conmutador localizado en la parte trasera del mismo, este puerto es por donde el PBX arroja la información de las llamadas generadas. En la computadora se encuentra cargado un programa receptor de datos que interpreta la información generada por el conmutador, la despliega en una pantalla y la almacena en un *buffer* que después será consultado por el programa generador de reportes. El programa generador de reportes es el paquete WinSat que puede procesar la información de hasta 500 extensiones (licencias del sistema), al ejecutarse el comando tarificación de la barra de comandos el programa consulta el *buffer* almacenado por el programa receptor y lo almacena en su base de datos para que pueda ser procesada posteriormente. El paquete cuenta con formatos para la generación de reportes generales, como podrían ser los de llamadas desglosadas, llamadas con detalle y sin detalle, los códigos de autorización con más llamadas de larga distancia, etc. ; en nuestro caso fue necesaria la configuración de dos tipos de reportes especiales: uno para las llamadas hechas al conmutador de Gutenberg y otro para las llamadas que se hicieron hacia los números DIDs (*Direct Inward Dialing*, Número interno directo) de las oficinas de Gutenberg (es conveniente

mencionar que Gutenberg cuenta con un rango de 100 números telefónicos directos de Telmex que van del 56298100 al 56298199). La información obtenida de cada uno de los reportes generados por el paquete puede imprimirse, desplegarse en pantalla o guardarse en un archivo para su tratamiento posterior.

Debido a cuestiones de tiempo, se propuso tomar una muestra de las llamadas generadas en una semana para su análisis; la semana en que se realizó el monitoreo fue la que comprendió del 15 al 22 de agosto del año 2000. Como observación, podemos mencionar que lo más conveniente debió haber sido tomar el muestreo de las llamadas realizadas en el transcurso de un mes, aunque esto hubiera retrasado la realización de este trabajo de manera notable, por lo que decidimos hacer el muestreo de las llamadas realizadas en una semana; en el momento en que se escribe esto los resultados obtenidos hasta ahora (reportes de tráfico en un espacio de tiempo más grande, es decir dos o tres semanas) arrojan lo que podía esperarse, es decir que las llamadas hechas en una semana serían aproximadamente el total de las mismas hechas en un mes divididas entre cuatro.

No se muestran todos los reportes generados por el programa WinSat dentro de este capítulo, sin embargo la información de los reportes se puede consultar en el apéndice A; más adelante se presentan algunas tablas que resumen la información encontrada en los reportes.

A continuación se explica el proceso que se siguió para obtener los reportes del conmutador de Gutenberg y posteriormente analizamos la información capturada en las tablas correspondientes.

El conmutador de Gutenberg no cuenta con un paquete de *software* que procese la información generada por el conmutador, sin embargo, se manejó la información de forma manual para obtener los datos requeridos en el análisis del número de llamadas generadas en la semana del muestreo.

Como se mencionó, la captura de la información de tarificación generada por el conmutador se hace a través de una computadora personal, conectada al puerto tarificador del conmutador con la interface antes mencionada (cable DB-25 / DB-9) y con ayuda de un programa de captura, que en este caso es el Procomm. Debido a que no existe automatización alguna en el proceso de captura, se tiene que salvar diariamente la información generada en un archivo de texto que se almacena en el disco duro de la máquina.

La información que genera el conmutador no es manejable en su forma pura, por lo que es necesario darle un tratamiento para poder manejarla con las herramientas comunes (Excel, Access, etc.), el tratamiento que se le da consiste en abrir el archivo y borrar los caracteres que podrían causar conflictos con las herramientas antes mencionadas, se guardan los cambios y se cierra el archivo. A continuación se abre el archivo de texto en Excel siguiendo el *wizard* que nos presenta (esto es seleccionar las columnas que nos interesan y borrar los caracteres basura), se salvan los cambios con

formato de archivo de Excel y se cierra el mismo. Una vez que se cuenta con la información correspondiente a la semana de estudio se conjuntan los siete archivos en uno solo para su tratamiento posterior, se guardan los cambios y se cierra el archivo. El siguiente paso es generar una tabla con la información recabada para poder tratarla como una base de datos. Desde Access se importa el archivo de Excel siguiendo el *wizard* que nos presenta el programa y se genera la tabla correspondiente; a ésta se hacen las consultas (*queries*) correspondientes a la información que nos interesa, es decir las llamadas que se realizan al conmutador de Mariano Escobedo y las llamadas hechas a las DIDs con las que cuentan (en este caso el rango de números comprende del 52631400 al 52631499).

En este caso, la información obtenida es muy semejante a la que arrojó el tarifador de Mariano Escobedo, aunque es menor el número de llamadas que se realizan desde este conmutador. Nuevamente se tomó la muestra de las llamadas generadas en el mes de agosto, tomando la semana con más tráfico, que fue del 15 al 22 del año pasado. La tabla 4.2 muestra el número de llamadas realizadas por hora durante la semana de análisis, observamos que el mayor número de llamadas se presentó de las 13:00 a las 14:00 horas; consideraremos a ésta como nuestra hora pico. La tabla 4.3 muestra el promedio de duración de las llamadas por día, este resultado corresponde a la mediana de la duración de las llamadas generadas en la semana, el tratamiento que se le dió a la información fue el siguiente: primeramente se convirtió la duración de las llamadas a seg.; a continuación se obtuvo la mediana de los datos obtenidos por día con la ayuda de Excel; por último se realizó el promedio de los datos obtenidos por oficina. Los resultados los podemos observar en las tablas que a continuación presentamos. Para una consulta más detallada de la información de tráfico generado entre las dos oficinas se puede referir al apéndice A.

4.5 Análisis de tráfico

El tráfico telefónico que fluye entre nuestras dos oficinas (Gutenberg y Mariano Escobedo) varía de acuerdo a la hora del día, día de la semana, mes del año y días festivos. Esta variación de tráfico pasa de niveles muy bajos durante la noche y las primeras horas del día, hasta alcanzar el máximo durante las horas pico de uso. El estudio del tráfico telefónico involucra un intento de cuantificar estas variaciones (tiempo por llamada y número de llamadas realizadas durante una hora dada); por lo que a partir de una muestra representativa del tráfico telefónico semanal de nuestros dos centros de operación (tabla 4.2) procederemos a calcular el ACHT (*Average Call Holding Time*, tiempo promedio de duración de llamada) y el BHCA (*Busy Hour Call Attempt*, número de llamadas realizadas durante la hora pico del día) para saber el tráfico total en *Erlangs* que se cursa entre los dos *call-centers* y saber así cuantas troncales de voz son necesarias para dar un Grado de Servicio ó probabilidad de bloqueo determinado.

Resumen de Tráfico entre oficinas				
Hora	Llamadas Mariano Escobedo-Gutenberg	Llamadas Gutenberg-Mariano Escobedo	Total (llamadas)	
9:00 – 10:00	94	81	175	
10:00 – 11:00	136	142	278	
11:00 – 12:00	171	104	275	
12:00 – 13:00	204	140	344	
13:00 – 14:00	215	164	379	Hora Pico
14:00 – 15:00	102	68	170	
15:00 – 16:00	53	56	109	
16:00 – 17:00	201	123	324	
17:00 – 18:00	192	134	326	
18:00 – 19:00	153	102	255	
19:00 – 20:00	43	93	136	
	1564	1207	2771	TOTAL

Tabla 4.2. Resumen de tráfico entre oficinas.

Oficina de Gutenberg	Análisis por día y por oficina		Oficina de Mariano Escobedo	Análisis por día y por oficina	
	Día	Duración (s)		Día	Duración (s)
	1	48.5		1	183
	2	48		2	84
	3	105.5		3	116
	4	88		4	221
	5	120		5	104
	6	50		6	111
	Promedio	76.5		Promedio	136.5

Tabla 4.3. Análisis del tráfico telefónico por día y por oficina.

De las tablas, obtenemos el ACHT = (76.5 + 136.5) / 2 = 106.5 segundos y, BHCA = 379 llamadas por hora, por lo que el tráfico en Erlangs se obtiene de la fórmula:

$$\text{Erlangs} = \frac{ACHT \times BHCA}{3600s} = \frac{106.5s \times 379}{3600s} = 11.21 \text{ Erlangs}$$

Obtenido el tráfico total entre las dos centrales, calculemos el número de troncales de voz ideales para obtener una Probabilidad de Bloqueo del 1% (1 de cada 100 llamadas se bloquearán por falta de troncales). Para ello podemos usar la fórmula Erlang-B, ya que ésta asume que los que obtienen una respuesta de bloqueo esperarán antes de intentarlo de nuevo:

$$P = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}}$$

Donde:

P = Probabilidad de Bloqueo = 0.01 = 1%

N = Número de troncales de voz

A = Tráfico telefónico en Erlangs= 11.21 Erlangs

Debido a que la fórmula de Erlang B contiene una sumatoria que requiere de iteraciones, no es posible hacer un despeje directo, por tal causa presentamos una tabla de valores.

Para obtener el número de troncales de voz necesarias para el tráfico de nuestra red realizamos básicamente lo siguiente: se presenta una tabulación de valores (tabla 4.4), es decir, para cada valor de A obtenemos un valor N para P = 0.01, P=0.05 y P=0.1, obtenemos una serie de valores y encontramos que para un tráfico de 11.21 Erlangs requerimos un número de troncales de voz de 64 kbps igual a 19:

TRAFICO (Erl)	Grado de Servicio	Troncales de voz	Grado de Servicio	Troncales de voz	Grado de Servicio	Troncales de voz
5	0.01	11	0.05	9	0.1	8
6	0.01	13	0.05	10	0.1	9
7	0.01	14	0.05	11	0.1	10
8	0.01	15	0.05	13	0.1	11
9	0.01	17	0.05	14	0.1	12
10	0.01	18	0.05	15	0.1	13
11	0.01	19	0.05	16	0.1	14
12	0.01	20	0.05	17	0.1	15
13	0.01	22	0.05	18	0.1	16
14	0.01	23	0.05	19	0.1	17
15	0.01	24	0.05	20	0.1	18
16	0.01	25	0.05	21	0.1	19
17	0.01	27	0.05	22	0.1	20

Tabla 4.4. Tabulación de datos comparativos.

De la tabla anterior podemos observar que al disminuir el grado de servicio, es decir aumentando la probabilidad de que las troncales se encuentren ocupadas, el número de troncales necesarias para satisfacer los requerimientos de tráfico planteados (1 de cada 100 llamadas se bloqueará y 11.21 Erlangs) disminuye. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.5.

Promedio de duración de Llamada en las 2 oficinas (ACHT)	106.5 segundos
Número de llamadas en la hora pico para ambas oficinas (BHCA)	379 llamadas
Tráfico Total entre las dos Centrales (Erlangs)	11.21 Erlangs
Troncales de voz	19

Tabla 4.5. Tabla de resultados.

4.6 Red de datos interna de Vía Net.Works

Como se mencionó al principio de este capítulo, la empresa Vía Net.Works cuenta con presencia en varias de las principales ciudades de la República, en algunas de ellas con oficinas regionales y en otras solo con *sites* de acceso. El intercambio de información entre todas las oficinas de la empresa es sumamente necesario ya que es por este medio donde se comparten sistemas y corren aplicaciones de distinta índole, como podría ser el correo interno, intercambio de archivos, etc. La red interna de comunicación de datos se encuentra formada con un enlace dedicado entre las dos oficinas principales (Mariano Escobedo y Gutenberg) y las oficinas regionales con enlaces dedicados a distintas velocidades. Por los alcances del presente trabajo, mencionados con anterioridad, nos dedicaremos al análisis de la comunicación entre las dos oficinas principales únicamente.

La figura 4.3 nos muestra las partes que integran la red de datos entre las sucursales principales de la empresa Vía Net.Works, como se puede observar la red es muy sencilla y de fácil comprensión; ya que está basada en una topología *ethernet* 10 Base T con tendencia a incrementarse paulatinamente a 10 -100 o *fast ethernet*, ya que su *backbone* está por completo en cable UTP categoría 5. Las oficinas se encuentran comunicadas por un enlace dedicado E1 (2.048 Mbps) alquilado por Telmex, por donde fluye la información generada en los extremos. Telmex entrega un par de cables coaxiales como interface para la conexión del equipo propietario, los cables se conectan a un "descanalizador" Rad FCD-24, que tiene como función separar los canales de 64 kbps que integran el E1, recordemos que el E1 está formado por 32 canales de 64 kbps. Pero, ¿porqué entra a un descanalizador?, debido a que el enlace baja a 3 diferentes *routers*, se divide en tres partes para proporcionar el servicio a Vía Net Works y dos enlaces alquilados a distintas empresas, el ancho de banda dedicado

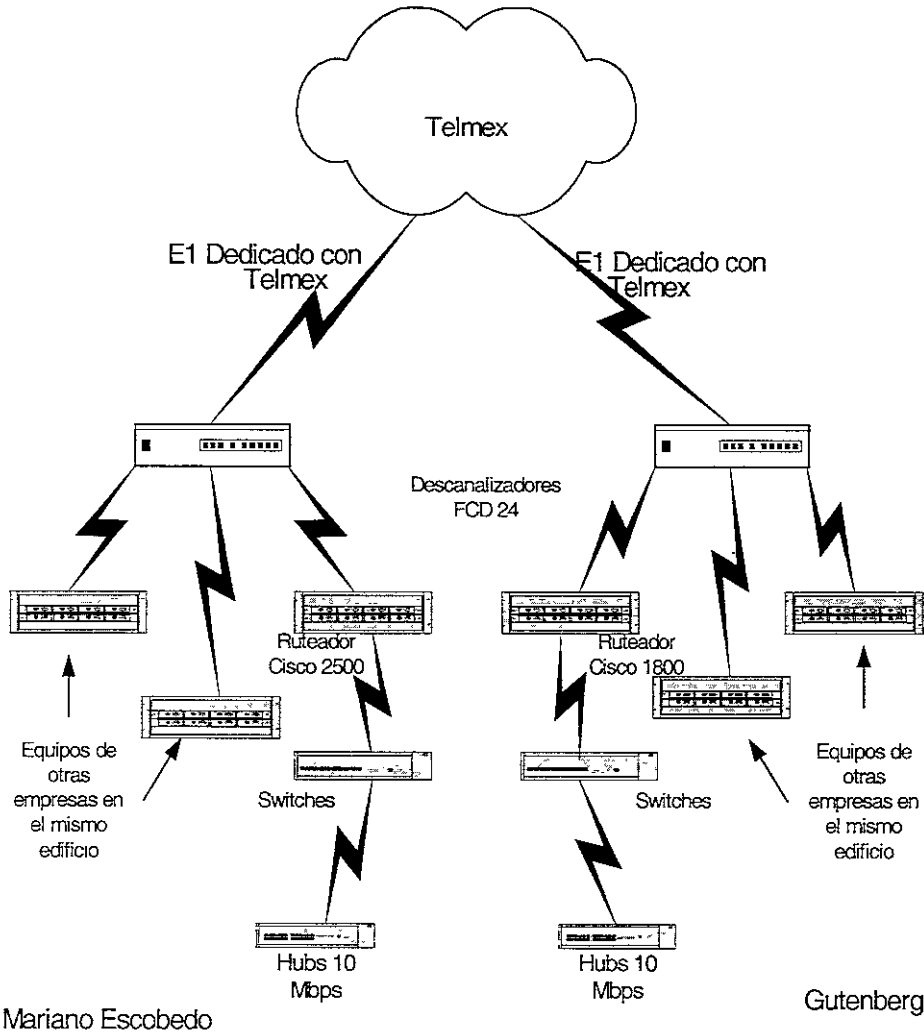


Figura 4.3 Red de datos entre las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg de la empresa Vía Net.Works.

a cada uno es el siguiente: para Vía Net.Works se destinan 1408 kbps, para el cliente To2 backup se destinan 512 kbps, mientras que para el tercer cliente se destinan 128 kbps. El descanalizador sirve entonces para separar los canales del E1, dividiendo la información de cada uno de los usuarios que utilizan el enlace, entregando para cada uno de ellos una interface distinta que pueden conectar al equipo de comunicaciones que utilicen. El descanalizador entrega los canales pertenecientes a la empresa por medio de una interface V.35 que se conecta al puerto serial de los ruteadores. Recordemos que los ruteadores son dispositivos de la capa de red que hacen uso de distintas métricas para determinar la ruta óptima por donde se enviará el tráfico de red, por lo que envían paquetes de una red a otra basados en la información de la capa de red. Estos dispositivos se conectan a los *switches* a través de un puerto *Ethernet* mediante un cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*, par trenzado). Es bueno recordar también que los *switches* son dispositivos de red que se encargan de filtrar, reenviar y transportar tramas basándose en la dirección destino de cada una de ellas y operan en la capa de enlaces de datos. De los *switches* parten cables UTP a cada uno de los *hubs* de la empresa para que éstos se encarguen de proporcionar red a cada una de las máquinas. Los *hubs* son los encargados de realizar la conexión lógica y física de cada una de las máquinas que se conectan a sus puertos, por lo que su conexión semeja una estrella física pero en su interior se hace una conexión en *bus* lógica, que es la topología que adopta *Ethernet* para su funcionamiento.

La forma en que trabaja la red de cada una de las oficinas es distinta una de otra, ya que las características que presenta cada una son diferentes. En principio de cuentas, como se mencionó con anterioridad, las oficinas de Gutenberg se encuentran ubicadas en una casa sin las facilidades que se podrían encontrar a una oficina actual y se han tenido que hacer adaptaciones con el fin de alcanzar un ambiente semejante al que se podría encontrar en una oficina común y corriente. En la figura 4.4 podemos observar la forma en que se conectan los dispositivos de red en la oficina. Dadas las condiciones que presentan las oficinas, los dispositivos que se encuentran en el *site* de telecomunicaciones son los ruteadores y los *switches*, desde éstos últimos se tiran cables a cada una de las habitaciones de la casa en donde se ubican los *hubs*, por medio de estos cables se conectan ambos dispositivos. Las máquinas ubicadas en cada habitación se conectan a los puertos del *hub* correspondiente. Dadas las condiciones de cableado y de dispositivos la red interna corre a 10 Mbps. El sistema operativo de red que se utiliza en esta oficina es Windows NT y trabaja con máquinas en ambientes Windows 95, Windows 98 y Mac.

En la figura 4.5 podemos observar la forma en la que se interconectan los distintos dispositivos de red de la oficina de Mariano Escobedo, ya que se encuentran ubicadas en un edificio de oficinas que cuenta con más facilidades de las que se podrían encontrar en una casa adaptada para oficinas, tienen una mejor distribución de los equipos y cuenta con dispositivos de comunicación más recientes. Debido a que cuenta con cableado estructurado, todos los equipos de comunicaciones se encuentran dentro del *site* de telecomunicaciones y la administración de los mismos es más sencilla y eficiente. Se encuentran montados en *racks* y los nodos están rematados en regletas

patch panel. Dependiendo de la velocidad de la interface de red (tarjeta de red) de las máquinas, éstas pueden correr a 10 o a 100 Mbps.

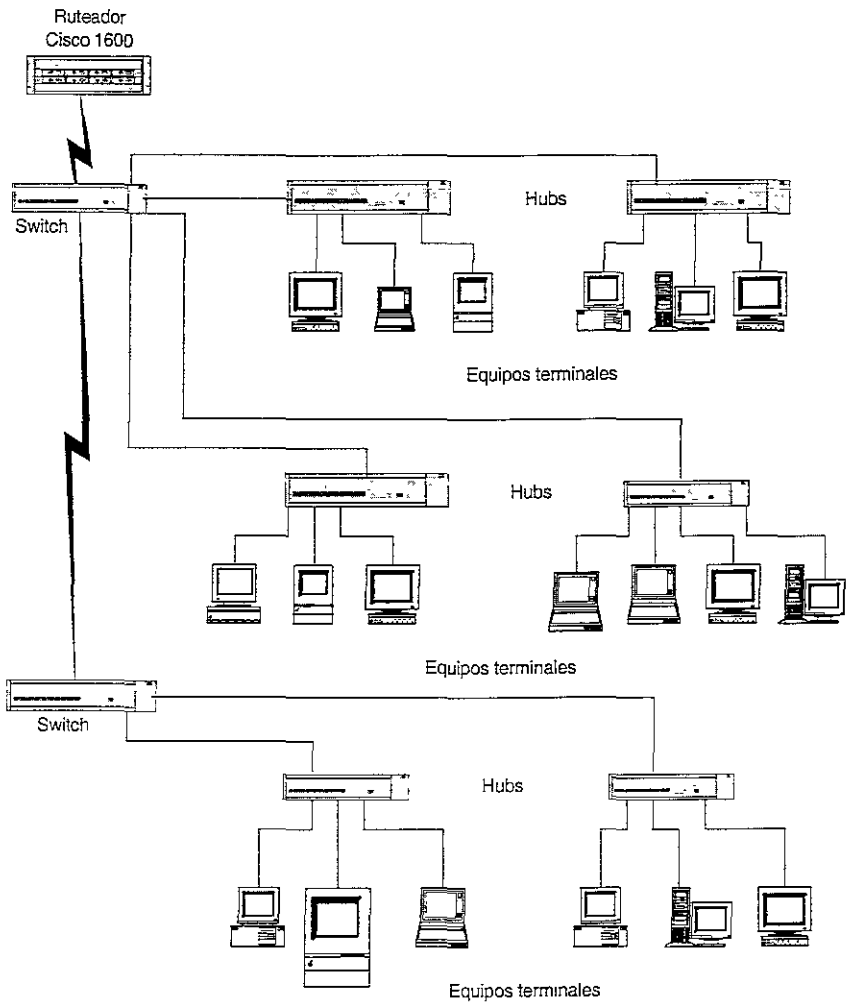


Figura 4.4 Configuración de red de la oficina de Gutenberg.

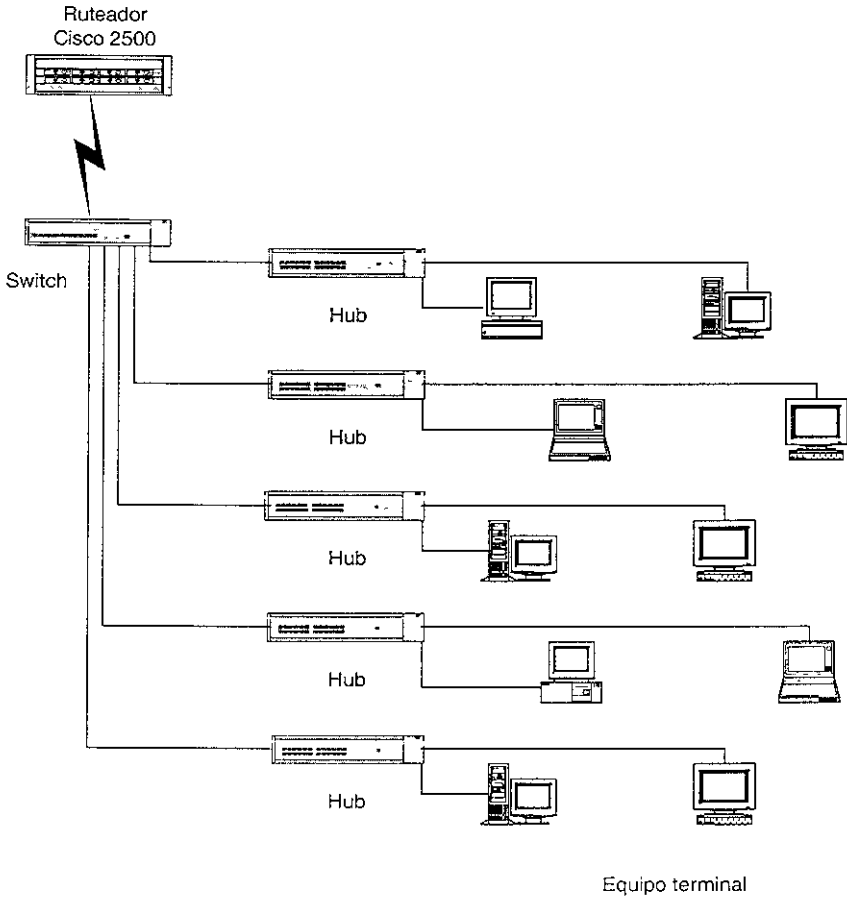


Figura 4.5 Configuración de red de la oficina de Mariano Escobedo.

4.7 Análisis de tráfico de la red de datos

Debido a que los ruteadores que manejan el tráfico interno de la red de datos de Vía Net.Works no se encuentran dentro del sistema de monitoreo de tráfico con el que cuenta la empresa (en el que se pueden obtener reportes por hora, gráficas representativas y otras aplicaciones), es necesario obtener los reportes de tráfico en

forma manual, conectándose directamente al ruteador y obteniendo los datos a través de comandos para el ruteador.

Para conectarse al ruteador se hace un Telnet a su dirección IP como se muestra en la figura 4.6:

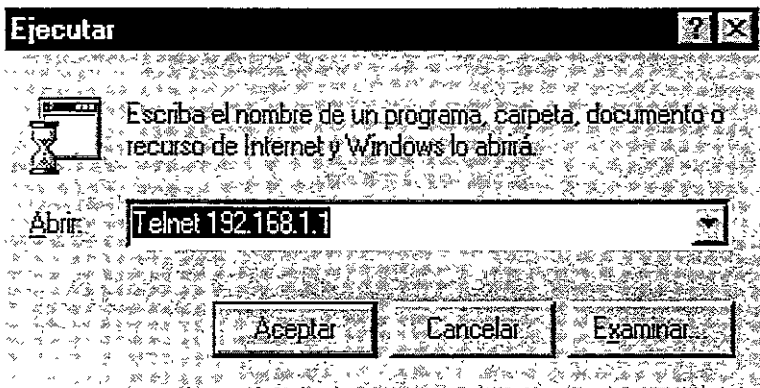


Figura 4.6 Conexión al ruteador vía Telnet.

A continuación se pide el password de acceso, se introduce el mismo y una vez dentro del sistema nos da el siguiente prompt :

```
-----
InfoAcces-1>
-----
```

una vez aquí ejecutamos el siguiente comando:

```
-----
InfoAcces-1>sh inter s0
-----
```

que nos despliega la información de tráfico que pasa a través de la interface serial 0 del ruteador, la información que se obtiene es la siguiente:

```
-----
Serial0 is up, line protocol is up
  Hardware is QUICC Serial
  Description: Enlace a InfoAcces Mariano Escobedo
-----
```

```

Internet address is 192.168.55.1/30
MTU 1500 bytes, BW 2000 kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255,
load 56/255
Encapsulation HDLC, loopback not set, keepalive set (10sec)
Last input 00:00:00, output 00:00:00, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/64/1414257 (size/threshold/drops)
  Conversations 0/73 (active/max active)
  Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
5 minute input rate 1034000 bits/sec, 133 packets/sec
5 minute output rate 445000 bits/sec, 101 packets/sec
  1206488122 packets input, 1939290466 bytes, 2 no buffer
  Received 2065543 broadcasts, 0 runts, 0 giants
  663 input errors, 13 CRC, 210 frame, 0 overrun, 0
ignored, 440 abort
  1435071363 packets output, 1438175467 bytes, 0
underruns
  0 output errors, 0 collisions, 496 interface resets
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
  72 carrier transitions
  DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

Para nuestras mediciones de tráfico tomamos los datos que indican los renglones de velocidad de entrada y de velocidad de salida (en negritas), es decir:

```

Entrada : 1034000 bps
Salida: 445000 bps

```

Dado que las mediciones se hacen en el router de la oficina de Gutenberg, el dato de entrada indica el número de bits que recibe de las oficinas de Mariano Escobedo por segundo, mientras que el dato de salida nos muestra el número de bits por segundo que se envían en la dirección contraria. Los demás parámetros no se explican aquí dado que únicamente estamos analizando el tráfico entre oficinas.

Siguiendo este procedimiento, se tomaron muestras del tráfico de datos a distintas horas del día, los diferentes días de la semana de análisis (del 15 al 22 de agosto del año 2000), como podemos observar en la en la tabla 4.6. La información que corre a través del enlace entre las dos oficinas no presenta un comportamiento uniforme, ya que éste depende de las aplicaciones, consultas, transferencias, instalaciones, respaldos, etc., que se estén corriendo en el momento en que se toma la medición; por lo que no se puede distinguir una hora pico como en el caso del tráfico de voz, siendo más importante en este caso el ancho de banda que se utiliza para el transporte de la información.

Número de bits por segundo de entrada	Número de bits por segundo de salida	Ancho de banda utilizado (kbps)
59000	459000	518
113000	448000	561
281000	502000	783
255000	356000	611
950000	38000	988
48000	294000	342
53000	395000	448
47000	208000	255
76000	494000	570
67000	665000	732
498000	115000	613
82000	403000	485
28000	145000	173
346000	548000	894
275000	429000	704
207000	480000	687
61000	288000	349
80000	102000	182
53000	96000	149
48000	119000	167
88000	218000	306
157000	544000	701
59000	291000	350

Tabla 4.6. Tráfico de datos entre las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg.

De los resultados de la tabla anterior podemos obtener el ancho de banda promedio utilizado (igual a el promedio de los datos de la tercera columna) es decir 503 kbps. Este resultado nos indica que se utiliza en promedio un poco más de la tercera parte de la capacidad total del canal, aunque como se dijo con anterioridad esto depende de las aplicaciones que se ejecuten en ese momento ya que algunas de éstas pueden consumir un ancho de banda mayor a el promedio obtenido.

Como se puede ver, el resultado del ancho de banda promedio nos indica que existe la capacidad para soportar el tráfico de voz por este canal, aunque podría incrementarse la capacidad para los momentos en que se presente congestión en la red o cuando se corran aplicaciones muy robustas. Otra solución a lo anterior podría ser la asignación del ancho de banda en forma dinámica, es decir que se asigne un mayor ancho de banda a las aplicaciones que así lo requieran, tomándolo de las aplicaciones que por su naturaleza no lo estén utilizando o puedan esperar un momento.

Una vez analizado el tráfico de datos y de voz, así como las características de las redes que se utilizan para cada uno, podemos ahora establecer las necesidades que requerimos para el establecimiento de VoIP en la empresa y la evaluación del equipo existente en el mercado que satisfaga dichas necesidades.

CAPÍTULO 5

Integración de la red de voz sobre IP

Con base en la información presentada en el capítulo 4, podemos ahora determinar los requerimientos de la empresa para después analizar las tecnologías existentes en el mercado que cumplan con dichos requerimientos. Posteriormente se realizará una tabla de comparación que incluya las características principales de los equipos y el costo de los mismos, para que con base a ella, se analicen las ventajas y desventajas de cada una de las posibles soluciones tecnológicas y entonces se elija la opción más conveniente para la empresa. Por último, habiendo elegido la mejor opción se realizará la integración de la red VoIP y se describirá su configuración básica para la puesta en marcha de los equipos.

5.1 Requerimientos

El patrón del tráfico telefónico que existe entre las oficinas principales de la empresa (localizadas en Mariano Escobedo y Gutenberg) hace muy necesario un estudio para la implementación de una nueva tecnología para el transporte de esta información entre las dos oficinas que utilice la misma red de comunicación para la transportación del tráfico de voz y datos.

Dentro del estudio para la elección del equipo, debe considerarse de forma muy especial el aspecto económico, ya que la inversión que se destine a la adquisición del equipo no debe ser muy grande, y el tiempo de recuperación de la misma debe ser el más corto posible. Por lo anterior, debe encontrarse la tecnología que permita la inversión más pequeña y además, que permita utilizar el máximo de equipos instalados en la empresa.

Debido a que en la implementación de VoIP el transporte de la información de voz y datos entre las oficinas principales se hará sobre el mismo medio, es necesario que el equipo elegido cuente con un *performance* tal que garantice el servicio de transporte la mayor parte del tiempo (es decir que tenga un desempeño cercano al 100%). Es necesario también que el equipo seleccionado cuente con soporte técnico los 365 días del año, o que por lo menos se encuentre posicionado en el mercado

mundial de las telecomunicaciones para que la información referente al mismo pueda encontrarse sin ningún problema, y además, que trabaje y se ajuste a los estándares internacionales, todo lo anterior para que su administración y mantenimiento no sea muy complicado.

Los equipos analizados deben garantizar calidad de voz cercana a la que se tiene actualmente o mejor aún, deben manejar distintos tipos de compresión para distintos tipos de llamadas (según la importancia de cada una de éstas), deben garantizar un retardo y un *jitter* pequeño, y en general, que los usuarios prácticamente no sientan diferencia al hablar por la red pública o por la red interna.

El equipo deberá soportar un tráfico de 11 Erlangs para la hora pico, requiriendo 19 troncales de voz de 64 kbps (tabla 4.4) y un tráfico de datos de 503 kbps de ancho de banda mínimo, con puertos de salida E&M.

Podemos observar entonces que, necesitamos hacer uso de un solo enlace para el transporte del tráfico interno, que la inversión no sea muy costosa, que se pueda utilizar la mayoría de la infraestructura instalada y dado que la empresa es un proveedor de Internet, que cuenta con gran experiencia en el manejo de datos utilizando el protocolo TCP/IP, utilizar esta tecnología para el transporte del tráfico de voz interno.

5.2 Posibles soluciones tecnológicas

Establecido lo anterior procederemos a analizar algunas de las soluciones tecnológicas de empresas que son líderes en el mercado de las comunicaciones y que cumplen con estos requerimientos.

5.2.1 Solución Lucent Technologies

Como ya se mencionó en el apartado 4.2.1, la empresa cuenta con un conmutador *Definity* ECS G3si de Lucent Technologies, que proporciona el servicio telefónico a las oficinas de Mariano Escobedo. El desempeño que ha tenido el equipo, la fácil administración del mismo, así como el prestigio tecnológico que tiene Lucent contribuyeron a que se investigaran, como una de las primeras opciones, las soluciones que tiene esta compañía para el servicio empresarial de VoIP.

El conjunto de soluciones empresariales para VoIP de Lucent Technologies se integran en el producto llamado: *Definity IP Solutions*, que integra distintos productos tanto de *hardware* como de *software* para la implementación de VoIP

Definity IP Solutions integra las aplicaciones y características de los sistemas *Definity* comunes (opciones de enrutamiento, correo de voz, llamadas tripartitas etc.) con las ventajas de flexibilidad y posicionamiento de las redes IP. La conectividad *Ethernet* permite la integración de terminales IP (estaciones y troncales) con las

terminales analógicas y digitales tradicionales, en lo que llaman un servidor único de comunicaciones. También permite la interacción de distintos tipos de usuarios, desde los que se encuentran ubicados en las oficinas tradicionales, hasta los que se encuentran fuera de éstas y necesitan de conexión remota. El sistema *Definity IP Solutions* presenta las siguientes características:

- Soporte de tráfico de voz y datos, soporte de terminales IP, analógicas y digitales dentro de la misma infraestructura
- Soporte a protocolos para la interoperabilidad con equipos de distintas marcas sobre una red IP, tales como: DCS (*Distributed Communications System*, Sistema de comunicación distribuido) y Q-Sig (*Q-Signaling*, señalización Q).
- Ofrece distintos medios de acceso a la red, como podrían ser: acceso a usuarios en *sites* remotos, agentes que trabajan en sus casas, oficinas remotas y agentes viajeros; garantizando QoS a todos los usuarios.
- Permite una administración, capacitación e implementación sencillas.
- Proporciona una arquitectura abierta que permite aplicaciones de otras marcas de acuerdo a los estándares internacionales.
- Permite una disponibilidad y accesibilidad de un 99.999 % (según el fabricante) para todas las estaciones terminales.

Todo lo anterior se lleva a cabo principalmente por medio de una tarjeta llamada *IP Trunk* (troncal IP), que cumple con las funciones de una troncal digital o analógica pero con las facilidades y ventajas que le proporciona IP. Esta tarjeta cuenta con algunas de las facilidades de sus antecesoras: información de la parte llamada/llamante (por ejemplo número y nombre) a cualquier terminal, enrutamiento y transferencias de llamadas hacia cualquier parte de la red, operadora automática centralizada, correo de voz compartido por distintos sitios. La tarjeta de troncal IP utiliza el sistema de compresión *Elemedia* propietario de Lucent, así como los estándares de la industria y el protocolo H.323, que asegura calidad e interoperabilidad. El sistema soporta además todos los tipos de troncales tradicionales (analógicas, E1, DS1, ISDN, etc.) y con su "ruteo inteligente" permite que las llamadas circulen por la red a través de cualquier tipo de troncal, de acuerdo a parámetros como destino de llamada, hora del día o servicios de red; puede incluso tomarse a la PSTN como desborde cuando se presenten situaciones de congestión en la red.

El sistema permite distintos tipos de configuraciones de red para usuarios remotos que se adaptan a las necesidades de cualquier tipo de empresa, entre las opciones de configuración podemos tener las siguientes:

- Voz sobre IP pura, ideada para los agentes viajeros, personal administrativo y empleados que viajan frecuentemente o se encuentran en sitios remotos. Con esta opción, el empleado cuenta con acceso remoto a las facilidades de voz y datos que podría tener en la oficina corporativa, haciendo uso de una línea telefónica y una interface de red.

- Conexión doble, se aplica para *sites* remotos, oficinas regionales y agentes que trabajan en sus casas. Este tipo de conexión permite la entrega de servicios de acceso, control y señalización a través de la conexión de red IP, mientras se transmite voz por otra línea digital, analógica o de la red pública.

El sistema cuenta además con distintas aplicaciones de software y hardware en terminales; como podrían ser el IP *Softphone*, que permite el manejo de aplicaciones de voz desde una computadora; los teléfonos IP; aplicaciones de *call center*; manejo de agentes remotos, etc., que pueden aplicarse a cualquier área de la empresa.

Una vez vistas las características generales de la solución de Lucent Technologies, analizaremos cuales de éstas son aplicables a la empresa de acuerdo a las necesidades establecidas.

El sistema de troncal IP es muy sencillo de aplicar, ya que la interface de la tarjeta se conecta a un *switch* de datos y se transmite la voz por ese medio, el problema que encontramos es que se tiene que hacer la actualización del sistema del conmutador de Mariano Escobedo y se tienen que comprar la tarjeta(s) que sean necesarias. Por el lado de Gutenberg es necesaria la actualización del equipo ya que la versión con la que se cuenta no maneja Q-Sig, que es la señalización que tendría que usarse para que ambos equipos se pudieran comunicar, además que la tarjeta necesaria sólo opera con la última versión. Cabe mencionar que se tomó en cuenta la posibilidad del cambio del conmutador de la oficina de Gutenberg a uno de Lucent, para que la comunicación entre ambos fuera más sencilla al manejar sólo una marca de PBX.

5.2.2 Solución Alcatel

Alcatel es una compañía en el mundo de las telecomunicaciones que ofrece soluciones de voz y datos con una gran calidad; aunque se ha caracterizado siempre como una compañía de voz, últimamente ha ingresado en el mundo de los datos con éxito; quizás por esto la solución VoIP que ofrece es de tomarse en cuenta.

La solución propuesta por esta compañía es muy similar en cuanto a características a la ofrecida por Lucent Technologies, aunque la solución de la compañía francesa no se ha posicionado tanto en el mercado ni ha tenido la demanda de su similar norteamericana. Esta solución consiste de una tarjeta IP que maneja la voz sobre IP y que se conecta a un dispositivo de datos para su transporte a través de la red, maneja los protocolos para la compresión de voz H.323 y Q-Sig para la interoperabilidad con equipos de otras marcas.

Cuenta también con distintos tipos de configuración que se adapta de acuerdo a las necesidades de cada empresa, maneja también distintas aplicaciones de *software* que permiten la interacción de terminales IP, terminales analógicas y digitales comunes, así como el manejo de voz y otro tipo de información en una computadora personal.

El inconveniente al uso de esta tecnología para el manejo de voz sobre IP radica en que para la implementación, es necesario llevar a cabo la actualización del equipo con el que se cuenta tanto en *software* como en *hardware*, además de que los teléfonos con los que cuenta la compañía tendrían también que renovarse completamente. De la entrevista sostenida con la gente de Alcatel, resultó la necesidad de cambiar prácticamente todo el equipo telefónico con el que se cuenta en las oficinas de Gutenberg, y además la instalación de una β test (o prueba beta) por un tiempo determinado con opción a compra (incluyendo un descuento atractivo). Cabe señalar que la tecnología no se ha posicionado todavía en el mercado y están en busca de clientes donde puedan implementarla. Actualmente dentro de sus instalaciones se encuentra montada con resultados muy buenos.

5.2.3 Solución 3Com

Para muchas empresas en crecimiento es muy costosa y difícil la operación y manejo de las redes de voz y datos de manera separada. El sistema de comunicaciones NBX 100 de 3Com resuelve este problema al combinar servicios de voz y datos en una infraestructura sencilla, como LAN Ethernet. Ethernet es por mucho el estándar LAN predominante para aplicaciones corporativas, sirviendo a más de 200 millones de usuarios alrededor del mundo. La solución que da 3Com a través de su equipo NBX 100 incluye las siguientes características:

- Reducción de costos. Al eliminar la necesidad de duplicar las redes (una para voz y una para datos), se reducen los costos de instalación, operación y manejo.
- Implementación de una LAN. Si la empresa carece de una LAN, se podrá implementar una sin costo extra con la instalación del sistema NBX 100. Con la instalación del equipo, la empresa obtiene adicionalmente un sistema telefónico completo, compartición de archivos e impresora y el acceso a Internet a través de la LAN. La instalación es tan sencilla como conectar la PC a un puerto telefónico del NBX 100, y se tendrán todos los servicios.
- Conectividad. El sistema NBX 100 opera como cualquier otro elemento de la red, pero es compatible con todos los sistemas de escritorio y servidores, así como con todos los estándares Ethernet: *hubs*, *switches* y *ruteadores*.
- Servicios telefónicos adicionales. Estos servicios consisten en enlazar la llamada telefónica y enrutarla hacia las aplicaciones de una computadora. Por ejemplo, la información del cliente tal como nombre o historial de pago aparece automáticamente en la pantalla de la PC siempre que el cliente intente hacer una llamada o solicite algún servicio.

El sistema también incluye la posibilidad de conectar teléfonos IP que cuentan con características tales como: contestación a manos libres, identificador de llamadas, conferencias programadas, transferencias, correo de voz y *software* para programar el teléfono desde la PC, por ejemplo, es posible mover el teléfono de oficina a oficina conservando el mismo número de extensión sin necesidad de cambiar cableado.

El sistema NBX 100 de 3Com tiene la capacidad de dar el servicio a una oficina con más de 100 usuarios, pero al mismo tiempo es escalable, pudiendo expandirse tanto como se desee (como se puede mostrar en la figura 5.1). Una oficina virtual puede implementarse conectando ésta a través de la WAN o el Internet a la oficina principal.

La administración del sistema puede llevarse a cabo local o remotamente, usando un navegador Web, como el Netscape Navigator o Microsoft Internet Explorer, siendo posible dar de alta a usuarios o hacer cambios a cada uno o al sistema completo de forma inmediata, sin requerir personal técnico especializado.

El sistema NBX 100 soporta los estándares de calidad de servicio (QoS), que permiten que las conversaciones telefónicas coexistan con el tráfico de datos y aún así contar con la alta calidad que las aplicaciones corporativas requieren.

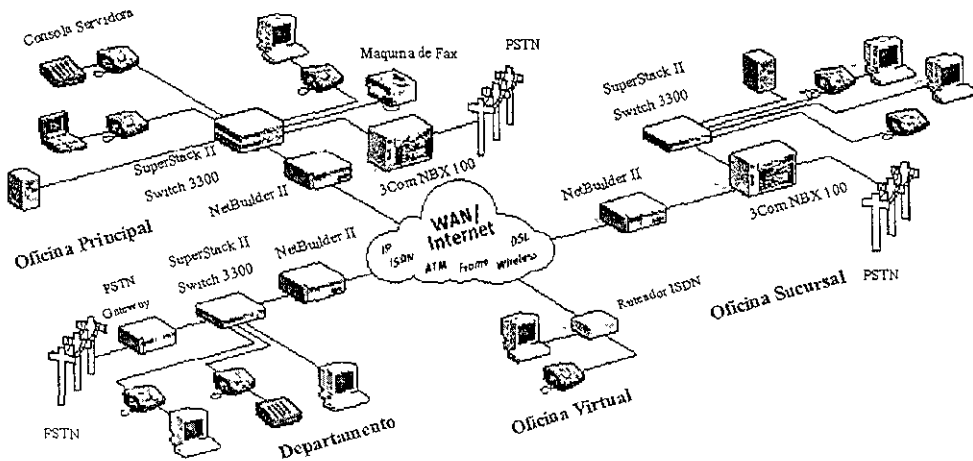


Figura 5.1. Integración de la red VoIP 3Com.

5.2.4 Solución CISCO

Cisco es una empresa líder en el mercado internacional de los ruteadores que cuenta con distintos modelos que manejan la paquetización de la voz sobre distintos protocolos de transporte como pueden ser ATM, Frame Relay, HDLC (High-Level Data Link Control, Control de enlace de datos de alto nivel)¹ e IP. Nos enfocaremos en este apartado a los equipos que manejan VoIP

¹ Protocolo de la capa de enlace de datos, protocolo sincrónico orientado a bit. Especifica un método para el encapsulamiento de datos sobre enlaces seriales sincrónicos, usando caracteres de trama y checksums (método utilizado en la verificación de la integridad de los datos transmitidos).

Los equipos de Cisco que manejan VoIP son los siguientes:

- Serie 3600
- Serie 2600
- Access Server 5300 (AS5300)

En la tabla 5.1 se presenta la comparación de los equipos antes mencionados con las capacidades VoIP que maneja cada uno. Podemos observar que los equipos de la serie 2600 soportan una cantidad de puertos de VoIP muy por debajo de nuestras necesidades de troncales de voz que es de 19, por lo que no se analizará en este trabajo, por su parte, el servidor de acceso AS5300 es un equipo con capacidades muy grandes que quedan por encima de nuestros requerimientos y tampoco se estudiará.

Equipo	Capacidad
Serie 2600	Hasta 4 puertos de voz analógicas
Serie 3600	Hasta 24 puertos de voz analógicas
Access Server 5300 (AS5300)	Hasta 60 puertos digitales de voz

Tabla 5.1. Tabla comparativa de los equipos Cisco VoIP.

Basándose en los requerimientos mencionados, la serie de equipos que se adecua a nuestras necesidades de puertos de voz es la 3600, por lo que nos enfocaremos al análisis de estos equipos.

Para la transmisión de las llamadas de voz sobre una LAN o una WAN IP, se requiere (además del hardware de voz) por lo menos otro módulo de red o una tarjeta de interface WAN dentro del ruteador que proporcione la conexión hacia la LAN o WAN. En la mayoría de los casos, este módulo de red también sirve para transportar tráfico de datos.

A continuación, se describirá el *hardware* utilizado para el manejo de VoIP dentro de la serie de ruteadores Cisco 3600, esto es:

- *Slots*.
- Módulos de la red de voz.
- VICs (Voice Interface Cards, Tarjetas de interface para voz).

- *Slots*

Los *slots* son las ranuras donde se conectan los módulos de la red de voz (ver fig. 5.6), el número de *slots* depende del modelo de la serie Cisco 3600.

- Módulos de la red de voz

Los módulos de red de voz de la serie 3600 se instalan dentro de los *slots*, y convierten las señales de voz telefónicas a una forma en la cual pueden ser transmitidas a través de una red IP. Estos módulos a su vez contienen uno o dos *slots* donde se insertan las tarjetas de interface de voz.

- VICs

Las tarjetas para interface de voz se instalan dentro de los *slots* del módulo de red de voz, y proporcionan las conexiones hacia el equipo o la red telefónica, la figura 5.2 muestra una tarjeta típica VIC E&M de dos *slots*.

Existen tres tipos de interface VIC:

- FXS. Se conecta directamente a un teléfono estándar, a un aparato de fax o un dispositivo similar. Esta tarjeta proporciona el *Ring*, voltaje, tono de marcado y otras señales similares.
- FXO. Esta interface conecta las llamadas locales hacia la oficina PSTN, o hacia un PBX que no soporte señalización E&M. Es la interface que proporciona un teléfono estándar.
- E&M. Es una técnica de señalización para teléfonos de dos y cuatro hilos y troncales. Conecta llamadas remotas desde una red IP hacia un PBX para su distribución local.

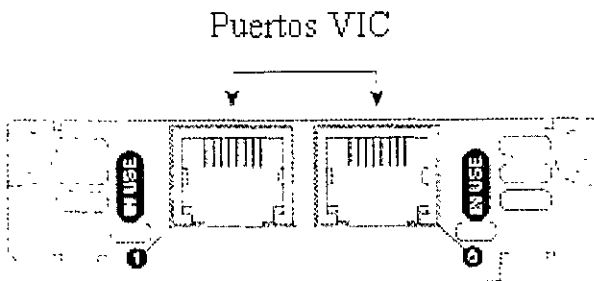


Figura 5.2. Tarjeta VIC típica

Cada VIC proporciona dos puertos, uno para cada conexión de voz. Se puede instalar una VIC (dos puertos de voz) en un *slot* de módulo de red de voz y dos VICs (4 puertos de voz) dentro del módulo de red de voz de dos *slots*.

Se usa un cable telefónico normal RJ-11 para conectar los puertos VIC-FXS hacia un teléfono o Fax. El mismo tipo de cable se utiliza para conectar una VIC-FXO hacia la PSTN o PBX que no soporte señalización E&M a través de una roseta. La VIC E&M utiliza un conector RJ-48S y un cable que depende del tipo de conexión. En la figura 5.3, se muestran los tres tipos de conexiones.

Los equipos de la serie 3600 se dividen en tres clases: 3620, 3640 y 3660.

El equipo 3620 cuenta con dos *slots*, cada uno de ellos puede configurarse para manejar 4 puertos de voz o un puerto para datos; por lo que destinando un módulo de red para voz y otro para datos, el equipo podría ser configurado para manejar 4 puertos de voz, como serían: FXO (*Foreign Exchange Office*, oficina de intercambio foráneo), FXS (*Foreign Exchange Station*, estación de intercambio foráneo) o E&M (*Ear & Mouth*, señalización E&M) y un puerto para datos.

El equipo 3640 cuenta con cuatro *slots*, de los cuales se pueden destinar tres de ellos para voz y uno para datos; por lo que puede alcanzar hasta 12 puertos de voz (FXO, FXS o E&M) y otro para datos.

El equipo 3660 cuenta con seis *slots*, de los cuales se pueden destinar cinco para voz y uno para datos; se podrían tener entonces hasta 20 puertos de voz (FXO, FXS o E&M) y un puerto de datos.

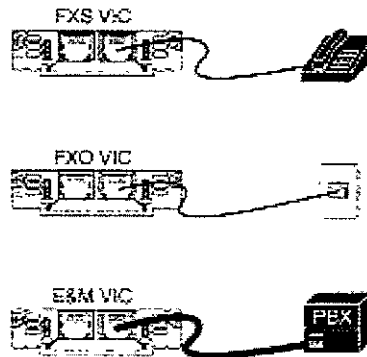


Figura 5.3. Conexión de los diferentes tipos de VICs.

La configuración del equipo se lleva a cabo utilizando el software Cisco IOS (*Cisco Internetwork Operating System*, Sistema Operativo de redes Cisco), que proporciona funcionalidad, escalabilidad y seguridad común para todos los productos bajo la arquitectura Cisco. Permite la instalación y administración de redes y asegura el soporte para una amplia variedad de protocolos, medios de transmisión, servicios y plataformas.

Para llevar a cabo la implementación utilizando este equipo, se requiere un ruteador Cisco 3660 en cada oficina, cada uno con 5 módulos de red para voz y uno para datos, 10 tarjetas VICs con dos puertos E&M, dos tarjetas de módulo de red para datos Ethernet. Además de 10 tarjetas de cuatro puertos E&M cada una para los conmutadores.

5.3 Tabla de comparación de soluciones

En la tabla 5.2 presentamos las diferentes alternativas analizadas en este capítulo. Podemos observar los requerimientos y sus respectivos costos de cada una de ellas, con el fin de seleccionar la tecnología más adecuada para llevar a cabo la implementación de la red VoIP.

Tecnología	Requerimientos	Costo aproximado	
Lucent T.	Solución A <u>Para Mariano Escobedo:</u> - Actualización del conmutador a la versión 8 - Tarjetas <i>IPTrunk</i> <u>Para Gutenberg:</u> - Actualización del conmutador Alcatel con tarjetas Q-Sig de Alcatel	Actualización de PBX a ver. 8	\$ 10,000.00
		Tarjeta <i>IPTrunk</i>	\$ 5,000.00
		Actualización de PBX Alcatel	\$ 45,000.00
		Total	USD \$ 60,000.00
	Solución B <u>Para Mariano Escobedo:</u> - Actualización del conmutador a la versión 8 - Tarjetas <i>IPTrunk</i> <u>Para Gutenberg:</u> - Cambio del conmutador Alcatel por un Lucent T. - Tarjetas <i>IP trunk</i>	Actualización de PBX a ver. 8	\$ 10,000.00
		Tarjeta <i>IPTrunk</i>	\$ 5,000.00
		Cambio de PBX	\$ 54,000.00
		Tarjeta para PBX	\$ 5,000.00
	Total	USD \$ 74,000.00	
		Continúa..	

Alcatel	<u>Para Mariano Escobedo:</u> - Actualización del conmutador a la versión 8 - Tarjetas Q-Sig de Lucent	Actualización de PBX a ver. 8	\$ 10,000.00
		Tarjetas Q-Sig	\$ 35,000.00
	<u>Para Gutenberg:</u> - Actualización del conmutador Alcatel con la implementación de la <i>β test</i> - Actualización de <i>hardware y software</i>	Implementación de la <i>β test</i>	\$ 35,000.00
		Total	USD \$ 80,000.00
3Com	<u>Para Gutenberg:</u> - Sistema NBX100 - Teléfonos 3com	2 NBX100	\$ 8,600.00
		200 Teléfonos	\$ 72,000.00
	<u>Para Mariano Escobedo:</u> - Ruteador NetBuilder II - Switch PathBuilder	2 Ruteadores	\$ 5,000.00
		2 Switches	\$ 2,000.00
		Total	USD \$ 87,600.00
CISCO	- Dos ruteadores 3660 - 2 tarjetas Ethernet - 20 VICs E&M con dos puertos de voz - 10 módulos de red para voz - 10 tarjetas E&M para conmutadores	2 Ruteadores 3660	\$ 17,120.00
		2 tarjetas Ethernet	\$ 2,400.00
		20 tarjetas E&M	\$ 6,400.00
		10 modulos voz	\$ 13,600.00
		10 tarjetas E&M	\$ 9,000.00
		Total	USD \$ 48,520.00

Tabla 5.2. Tabla comparativa de las soluciones estudiadas.

De acuerdo a la tabla anterior, podemos mencionar algunas ventajas y desventajas de cada una de las tecnologías:

- LUCENT

La solución A presenta las siguientes desventajas: posibles problemas de comunicación por la incompatibilidad de los diferentes equipos, necesaria la compra de

tarjetas adicionales para el PBX. La ventaja de esta solución sería que se aprovecharía el equipo existente.

La solución B presenta la siguiente desventaja: cambio necesario de conmutador en la oficina de Gutenberg. La ventaja es que no existirían problemas de comunicación por ser equipos del mismo proveedor.

Como conclusión podemos decir que la solución de Lucent Technologies es muy completa y fácil de implementar cuando se tienen productos de la misma marca en todas las instalaciones, pero cuando tiene que interactuar con otro tipo de equipos pueden surgir problemas en cuanto a compatibilidad. Además, la marca, debido a su gran calidad, se encuentra dentro de la clasificación de las soluciones de comunicaciones "caras", ya que para hacer uso de las últimas aplicaciones es necesario hacer la actualización del software del sistema; además las tarjetas y el equipo (teléfonos) son también un poco caros.

- **ALCATEL**

Las desventajas que podría presentarnos esta implementación son: Integración de una solución β en fase de prueba que implica un riesgo de funcionalidad, actualización de equipos en ambas oficinas y actualización de *software* y *hardware*.

La ventaja de esta solución es que se trata de una implementación nueva con un soporte técnico completo.

Una vez más, por cuestiones de costos de la actualización del equipo instalado, la tecnología de Alcatel resulta ser muy cara para los recursos destinados al proyecto.

- **3COM**

La solución 3COM presenta las siguientes desventajas: cambio de todos los equipos, tanto de voz como de datos en ambas oficinas y poca flexibilidad del equipo ya que no permite la integración con equipos de marcas distintas a 3COM.

Las ventajas las podemos resumir de la siguiente forma: programación personalizada del equipo amigable con ambiente Windows, sistema telefónico completo que incluye PBX e integración de una red LAN y gran escalabilidad, siendo ideal para dar solución en pequeñas empresas nuevas sin ningún equipo instalado aún.

Esta solución no es recomendable para la implementación de la red, ya que habría que quitar el conmutador y los teléfonos para instalar nuevos equipos, lo cual no cumple con uno de los requerimientos principales que es, utilizar la mayor parte de los equipos instalados, por consiguiente los costos se elevan mucho.

- CISCO

La única desventaja de la solución Cisco es que se trata de una marca con procedimientos y diseño muy propios, lo que implica dar necesariamente capacitación al operador del equipo.

Las ventajas de la solución Cisco son las siguientes: se hace uso del equipo actualmente instalado; la implementación es relativamente sencilla; debido a que la empresa adquiere frecuentemente equipo de esta marca, obtiene un porcentaje de descuento atractivo en la compra del equipo; la marca de ruteadores es reconocida como la que tiene un número mayor de soluciones VoIP; cuenta con soporte técnico las 24 horas del día, los 365 días del año.

En el apéndice B se mencionan algunas otras opciones tecnológicas relacionadas con VoIP, que aunque son recientes e innovadoras no se adaptan a los requerimientos de nuestro caso.

5.4 Implementación de la Red

Con base en la tabla anterior y a las ventajas observadas, podemos concluir que la integración de la red VoIP en la empresa Vía Net.Works se realizará en forma satisfactoria con el equipo Cisco, ya que hace uso de los recursos existentes y es la más económica, además de ser la más segura, fácil de implementar, flexible y con mayor funcionalidad. Esta implementación se llevará a cabo con el ruteador 3660, el cual cuenta con las interfaces necesarias para cubrir los requerimientos de tráfico descritos en el capítulo anterior.

En la figura 5.4 podemos observar el gabinete y la estructura del equipo para la colocación de las tarjetas en el equipo 3660.

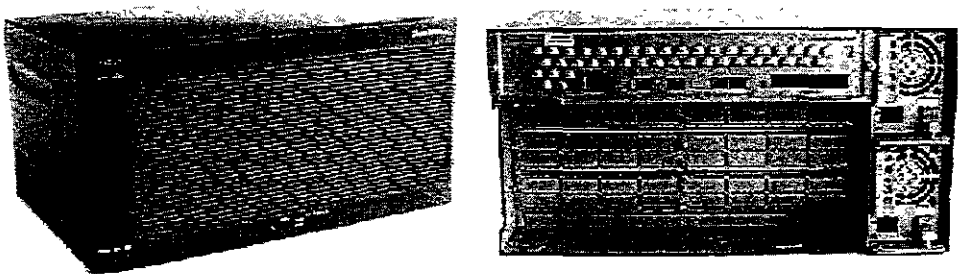


Figura 5.4. Ruteador Cisco 3660.

Los equipos Cisco se conectarán a través del enlace E1 dedicado, existente para el transporte de datos y visto en el capítulo 4, cabe comentar que este enlace fue alquilado a TELMEX. En la figura 5.5 podemos observar dicha conexión, que en conjunto representa la integración del equipo que nos da la solución VoIP.

La forma en la que se integrará la red VoIP es la siguiente: el enlace dedicado de Telmex se conecta a un equipo descanalizador, que separa los canales dedicados al tráfico de la empresa y aquellos que son arrendados (redes privadas). Al descanalizador se conecta el equipo Cisco, que manejará VoIP y el tráfico de datos de la empresa, por lo que del equipo parten dos enlaces: uno para el manejo de los datos y otro el correspondiente a las troncales analógicas que se conectarán al PBX para el manejo del tráfico de voz; por último, se conectan al PBX el equipo común que manejan (teléfonos digitales, analógicos, faxes y modems).

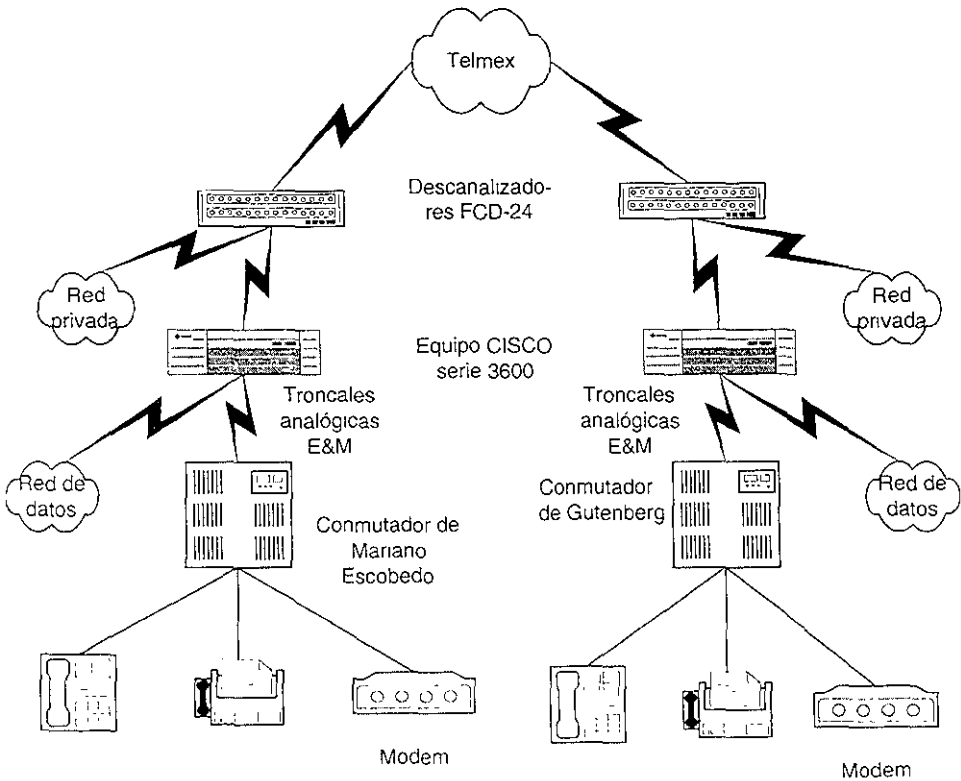


Figura 5.5 Configuración de la red VoIP.

5.4.1 Configuración y cableado de los puertos de voz

Cuando se configuran los routers Cisco, es necesario entender primero la numeración de los *slots* y las tarjetas de los mismos, para hacer una programación y configuración adecuada. La figura 5.6 muestra la determinación de los números de puerto además de la forma en la que se conectan las tarjetas en el router.

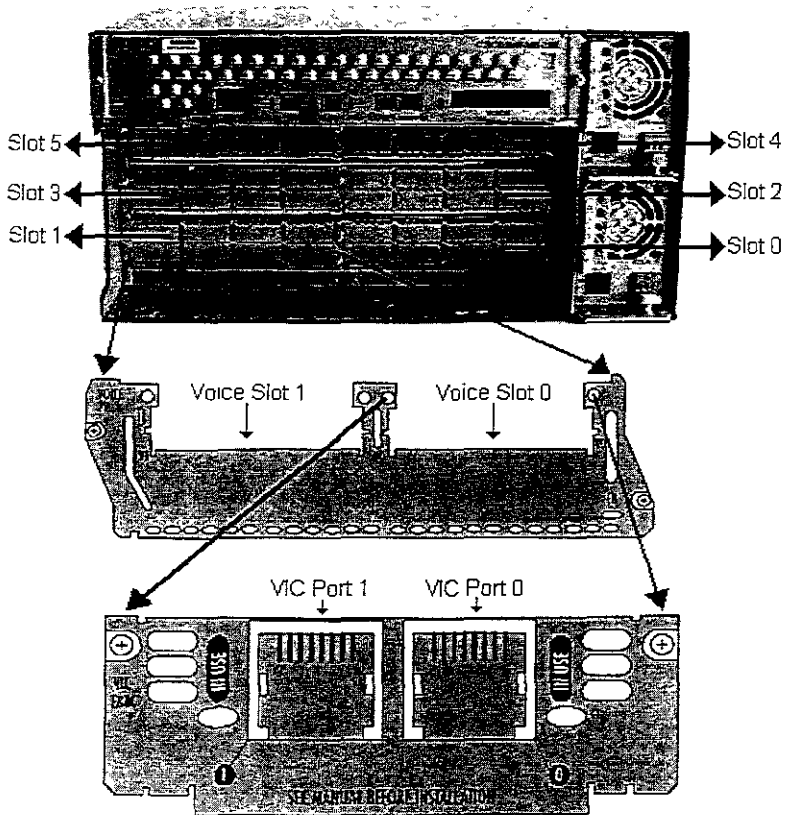


Figura 5.6. Estructura y Puertos del Router Cisco 3660.

Como se puede observar, la numeración de los *slots* del router 3660 se hace de derecha a izquierda y de abajo hacia arriba en forma de zig-zag; cada uno de éstos a su vez tienen capacidad para 2 *voice slots*, numerados respectivamente como 0 y 1 de derecha a izquierda; del mismo modo, cada *voice slot* aloja dos tarjetas VIC, éstas a su vez utilizan el mismo método de numeración (0 y 1 de derecha a izquierda). Por ejemplo, si se instalarán dos tarjetas de interface de voz en un módulo de red de voz

ubicado en el tercer slot de un chasis 3660, los números de puertos serían: 3/0/0, 3/0/1, 3/1/0 y 3/1/1.

Los comandos de configuración en el *software* de Cisco identifican los puertos de voz utilizando la siguiente sintaxis:

```
voice port router-slot/voice-slot/VIC-port
```

donde: *router-slot* se refiere a la ranura del ruteador, *voice-slot* se refiere a la ranura de voz y el *VIC-port* se refiere a la posición del puerto de voz en la tarjeta VIC.

- Configuración de los puertos de voz E&M

Debido a que los puertos E&M están diseñados para conectarse directamente a un PBX, deben de ajustarse a las especificaciones particulares del mismo, por lo que la programación debe incluir los parámetros que se ajusten a dichas especificaciones. Los parámetros que a continuación se mencionan son obligatorios dentro de la configuración del puerto E&M:

- Tipo de marcado (**Dial-type**)
- Tipo de señal (**Signal**)
- Tono de proceso de llamada (**Cptone**)
- Operación (**Operation**)
- Tipo de interface E&M (**Type**)
- Impedancia (**Impedance**)

En la tabla 5.3 se describen los pasos a seguir para la configuración de cada uno de los puertos E&M a utilizar:

Paso	Comando relacionado	Descripción
1	Configure terminal	Entra al modo de configuración
2	Voice-port nm-module/ vic-module/port-number	Identifica el puerto que se va a configurar
3	Signal [wink-start immediate delay-dial]	Selecciona la señalización adecuada para la interface
4	Cptone country code	Selecciona los códigos de país apropiados para la señalización del proceso de llamada.
5	Dial-type [dtmf pulse]	Asigna el tipo de marcado
6	Operation [2-wire 4- wire]	Selecciona el esquema de cableado
7	Type [1 2 3 4 5]	Selecciona el tipo de interface E&M
8	Impedance [600c 600r 900c complex1 complex2]	Especifica la impedancia necesaria para ajustarse a las especificaciones del PBX al que se encuentra conectado

Tabla 5.3 Pasos a seguir para la configuración de los puertos E&M.

Dependiendo de las necesidades de cada red implementada con VoIP, se deben ajustar diferentes variables, tales como: el tiempo, retardo, parámetros de impedancia, ganancia y atenuación de salida, para lograr una sincronía precisa en las transmisiones de voz. Una vez que estos ajustes se han hecho, se pueden controlar aspectos de la transmisión tales como el control de volumen, marcación de los números y el tiempo que le toma al puerto de voz esperar antes de aceptar la señal. Este ajuste es de acuerdo al tipo de señalización del puerto a utilizar; los comandos para este tipo de ajustes, tales como el retardo y el eco, se mencionarán a continuación.

- Conceptos de Retardo y Eco

Uno de los mayores desafíos en el diseño de una red VoIP, es aquel que involucra la transmisión del tráfico en tiempo real. Los diferentes patrones del habla se convertirán en la parte difícil y no se entenderán si existe mucho retardo en el tráfico de la voz. El retardo es un fenómeno natural en el tráfico de datos, y muchos factores inherentes a cualquier red causarán factores de retraso. La idea es minimizar el retardo tanto como sea posible y llevar la voz tan cercano al tiempo real como se pueda. Con el actual panorama del tráfico de voz se pueden distinguir dos clases de retardos que se deben manejar: retardo fijo y retardo variable.

El retardo fijo es el monto de tiempo que una señal necesita para cruzar el medio utilizado para enviar la señal, ya sea cobre, fibra o microondas. El tiempo es fijo ya que las leyes de la física dictan que tan rápido las señales viajarán, este retardo debe mantenerse por debajo de 250 ms según lo dice la recomendación G.114 de la ITU - T.

Los retardos variables se refieren al *jitter* y son causados por las variaciones de secuencia en la transmisión de los paquetes a través de la red. Los paquetes de voz comparten el ancho de banda con paquetes de datos de mayor tamaño, de tal manera que conforme los paquetes son transferidos fuera de secuencia, puede existir un retardo entre los paquetes de voz y se escucha como un tartamudeo. Las facilidades que nos dan el grado de servicio (QoS) pueden ser usadas para minimizar los efectos del *jitter*, dándole prioridad al tráfico de voz. De esta manera el retardo variable se puede manipular más fácilmente para reducir el factor de retraso.

- Retardo inducido en el CODEC. Es el tiempo que toma la compresión y descompresión de un paquete de voz desde el formato analógico al digital y de regreso al analógico. El rango de este retardo va desde 0.75 ms hasta 30 ms, dependiendo del tipo de CODEC usado.
- Retardo en la generación de paquetes. Es el tiempo que en realidad le toma al equipo producir los paquetes.
- Retardo en el ruteador. Es el tiempo que le toma a cada paquete salir de la lista de espera del dispositivo que está enrutando los datos. Se mide desde el momento en que los datos son generados hasta que son liberados en la secuencia de salida.
- *Jitter* es el monto de tiempo transcurrido desde que se espera el paquete de voz hasta el momento en que en realidad éste llega.

El eco se define como el sonido de la propia voz reflejado sobre el receptor o el equipo telefónico. Un cierto monto de eco es aceptable y deseable, ya que le ayuda al usuario final a escuchar su propio patrón de voz, pero mucho eco causará un rompimiento, ya que el orador no podrá discernir entre su voz y las señales de eco.

- Ajuste de los puertos E&M

Existen algunas características adicionales que necesitan ajustarse para el funcionamiento adecuado de los puertos analógicos E&M, la tabla 5.4 indica los pasos a seguir y los comandos relacionados con este ajuste.

Paso	Comando relacionado	Descripción
1	Configure terminal	Entra al modo de configuración
2	Voice-port nm-module/ vic-module/port-number	Identifica el puerto que se va a configurar
3	Input gain value	Valor en decibeles, especifica la cantidad de ganancia de recepción en la interface. Los valores pueden ir de -6 a 14 dB.
4	Output attenuation value	Valor en decibeles, especifica la cantidad de atenuación de transmisión en la interface. Los valores se encuentran entre 0 y 14 dB
5	Echo-cancel enable	Habilita la cancelación de eco para las señales enviadas y recibidas en la interface.
6	Echo-cancel coverage value	Ajusta el tamaño de cancelación de eco. Los valores pueden ser 16, 24 ó 32 milisegundos.
7	Nonlinear	Se usa junto al comando anterior. Habilita el procesamiento "no lineal", el cual deshabilita cualquier señal si no se detecta diálogo en la terminal remota.
8	Timeouts initial seconds	Tiempo que el sistema espera a que se detecte el primer dígito después de una señal de "descuelgue", valores entre 0 a 120 segundos.
9	Timeouts interdigit seconds	Tiempo que espera el sistema para una secuencia de dígitos, después de que se detecta el primero, valores entre 0 a 120 segundos
10	Timing digit milliseconds	Se utiliza para las señales digitales DTMF. Tiempo que dura la señal del dígito, los valores se encuentran entre 50 a 100 milisegundos.
..	Continúa. .

11	Timing interdigit milliseconds	Se utiliza para las señales digitales DTMF. Tiempo de retraso entre las señales de cada dígito, los valores se encuentran entre 50 a 500 milisegundos.
12	Timing pulse pulse-per-second	Se utiliza para el marcado por pulsos. Especifica el rango de marcado de pulsos, valores entre 10 a 20 pulsos por segundo.
13	Timing pulse-interdigit milliseconds	Se utiliza en el marcado por pulsos. Tiempo de retardo entre las señales de los dígitos, valores de 100 a 1000 milisegundos.
14	Timing delay-duration milliseconds	Señal de retardo para el retardo de la señalización de marcado, valores entre 100 a 5000 milisegundos.
15	Timing delay-start milliseconds	Tiempo mínimo para la toma de salida a la dirección marcada, valores entre 20 a 2000 milisegundos.
16	Timing delay-pulse min-delay milliseconds	Tiempo entre la generación de pulsos "wink-like", valores de 0 a 5000 milisegundos. (ver señalización de inicio, pág. 131).
17	Timing clear-wait milliseconds	Especifica el tiempo mínimo entre la señal de colgado y la liberación de llamada, valores de 200 a 2000 milisegundos.
18	Timing wink-duration milliseconds	Duración máxima de "wink-wait", valores entre 100 a 400 milisegundos.
19	Timing wink-wait milliseconds	Duración máxima de una señal "wink-wait" para una señal de "wink-start" (ver página 131), valores desde 100 a 500 milisegundos.

Tabla 5.4. Pasos y comandos a seguir para el ajuste de los puertos E&M.

Una vez que todos los puertos de voz han sido configurados individualmente en la red, se requiere direccionar los paquetes que se obtienen de un ruteador y se dirigen hacia otro. Para llevar a cabo esta tarea se necesita utilizar alguno de los métodos para enrutar la voz por medio del comando *connection*.

El comando *connection* en el modo de configuración del puerto de voz permite programar modos específicos en cada puerto de voz. Si el comando *connection* no es configurado, la aplicación en la sesión asume que existe una conexión "estándar" iniciada y ésta generará un tono de marcado cuando la interface detecte un estado de descolgado. El tono de marcado durará el tiempo suficiente hasta que sean reconocidos los suficientes dígitos para compararlos con el *dial-peer* y así completar la llamada o

hasta que el tiempo para marcar los dígitos se agote. La sintaxis del comando **connection** es como sigue:

```
connection [plar | trunk] string
```

donde:

string representa el número telefónico de destino.

plar (*Private Line Automatic Ringdown*) usado para marcar automáticamente un patrón de destino tan pronto como el teléfono sea levantado y el puerto sea activado. No se requiere de marcar algún dígito para establecer la conexión.

trunk (específico para el Cisco 3600), especifica que un puerto en particular sea una conexión directa. El modo de "*connection trunk*" puede ser usado para troncales E&M-E&M, FXO-FXS y FXS-FXS. Cabe señalar que la señalización puede ser transportada únicamente para las troncales E&M-E&M y FXO-FXS, pero no para las FXS-FXS ya que éstas no soportan parámetros de señalización entre ellas.

5.4.2 Asignación de troncales de voz

Para la asignación de troncales de voz podemos utilizar dos métodos: *Trunking* y el Estándar de marcación-interpretación de dígitos.

- *Trunking* (asignación de troncales de voz directas) es un servicio que permite conexiones entre dos PBX, un PBX y una extensión local, o alguna otra combinación de elementos telefónicos que estarán permanentemente conectados. De esta manera no hay necesidad de analizar los dígitos marcados para un patrón de destino, ya que las conexiones son ajustadas para estar permanentemente unidas y los datos pasarán automáticamente entre las dos interfaces. Consecuentemente el análisis que hace un ruteador es innecesario cuando se usa el *trunking*. A continuación se detallan algunas ventajas y desventajas de usar el *trunking*:
 - Ventaja. Existe menos saturación en los ruteadores que pasan el tráfico. Los patrones de destino no requieren ser interpretados o analizados para determinar la ruta destino. Los paquetes simplemente son llevados hacia el PBX para su análisis o interpretación.
 - Desventaja. No existe control alguno sobre los paquetes que arriban, el PBX externo manejará todo el ruteo terminal. Es imposible hacer un ajuste o configuración especial sobre los puertos de voz
- Estándar de marcación-Interpretación de los dígitos. Si no se utiliza el "*trunking*", el ruteador que recibe la llamada de inicio requerirá de acceder y analizar los dígitos marcados de entrada (patrón de destino). El ruteador utiliza sus configuraciones *dial-peer* para determinar donde enrutar la llamada a través de la red IP. Asimismo existen ventajas y desventajas de usar este método:

- Ventaja. El ruteo de las llamadas está totalmente controlado por la arquitectura de ruteo, la cual permite mayor control y ajuste en el sistema VoIP. Existe más control sobre los niveles QoS, ya que el ruteo puede ser ajustado de acuerdo al patrón de destino y al puerto IP.
- Desventaja. Existe mayor saturación en los ruteadores para la red VoIP, ya que los procesadores deben interpretar los *dial-peers* en lugar de solamente pasar los datos en el formato “*trunking*”.
- Desventaja. Más retardo en pasar los paquetes a través del sistema debido a que el ruteador debe interpretar todas las llamadas.

5.4.3 Señalización de inicio

Existen dos formas de señalización de inicio: “*Wink Start Signaling*” e “*Immediate Start Signaling*”.

El *Wink Start* es un protocolo de señalización usado entre conmutadores en los cuales la parte receptora invierte la polaridad de la línea momentáneamente, lo cual nos indica que está lista para recibir la información. El *wink* es una señal que se le da a la parte transmisora, que es generada por la parte receptora, para que se sepa que los dígitos marcados están listos para ser recibidos. Se puede modificar la duración del *wink* (el tiempo que dura el estado *wink*) usando el comando ***timing wink-duration***.

El *Immediate Start* es un protocolo de señalización usado entre conmutadores, en los cuales la parte receptora debe estar lista para recibir inmediatamente los dígitos marcados. No puede existir retardo entre dos acciones o la llamada sería cancelada.

5.4.4 Dial Peers

Los *Dial Peers* son configuraciones hechas en un ruteador VoIP, las cuales definen cómo una serie de dígitos marcados son interpretados y enrutados hacia los puertos de salida. Los *Dial Peers* definen los atributos de cada etapa de llamada, tales como QoS y compresión/descompresión (CODEC).

Existen dos diferentes tipos de *Dial Peers* que pueden ser configurados en una red VoIP: las conexiones POTS (*Plain Old Telephone System*, Sistema Telefónico Común) y las conexiones VoIP.

- *Dial Peer POTS*. Representa un puerto de acceso, que es cableado a un sistema telefónico o a cualquier otro dispositivo similar localmente asociado al ruteador, esta conexión interpretará todos los dígitos marcados desde la entidad transmisora y los verifica para ver si existe el destino hacia el puerto particular del *dial peer*.
- *Dial Peer VoIP*. Representa una conexión que será enrutada hacia otro ruteador de voz de la red. En este caso no se necesita la interpretación de los dígitos marcados, esto será manejado por el receptor en el otro lado de la conexión VoIP.

5.4.5 Etapas de llamada

La etapa de llamada se refiere a un segmento de la conexión VoIP, que involucra a dos puntos de la misma, éstos pueden ser: un dispositivo telefónico, un PBX, la PSTN o un ruteador. Existen cuatro etapas, dos desde la perspectiva del ruteador fuente (fig. 5.7a), y dos desde la perspectiva del ruteador destino (fig. 5.7b).

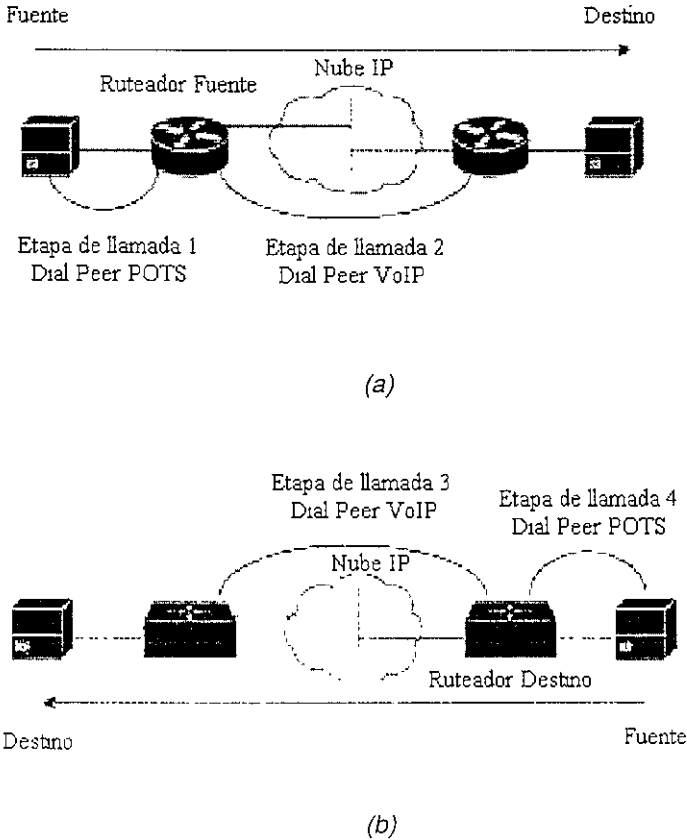


Figura 5.7. Etapas de llamada desde el punto de vista del Ruteador Fuente y Destino.

A continuación se describen los pasos que siguen dos ruteadores para establecer una llamada sobre VoIP:

Paso 1. El usuario descuelga el auricular, lo cual dispara una condición de descolgado en el ruteador Cisco

- Paso 2. Dentro del nivel de aplicación de sesión se genera un tono de marcado para el teléfono y espera a que el usuario marque el número telefónico del destino.
- Paso 3. Se digita el número telefónico. Existe un tiempo límite de espera para la marcación, si ésta no se realiza a tiempo, el tono de marcación se desactiva.
- Paso 4. Una vez que los dígitos han sido marcados y almacenados para su interpretación, el número telefónico se asocia a un *host* IP por medio del plan de numeración, después ésta se asocia con el dial peer VoIP y se direcciona al ruteador terminal que tiene tal dirección. El ruteador receptor tendrá una conexión directa hasta el destino final por medio de un puerto FXS, un PBX o a la PSTN a través de puertos FXO o E&M. La asociación del puerto físico con el número telefónico destino se define por medio de los comandos *dial-peer* POTS.
- Paso 5. La aplicación de sesión iniciará una sesión del protocolo H.323 para establecer canales de recepción y transmisión para cada dirección de la llamada en la red. Si la llamada se maneja a través de un PBX en el punto terminal, éste se encarga de la transmisión hacia el teléfono del usuario final.
- Paso 6. La activación del CODEC ocurre en ambas terminales de la ruta de transmisión, para asegurar que los algoritmos de compresión y descompresión sean los adecuados y se mantengan fijos.
- Paso 7. La configuración es finalizada y todas las indicaciones del progreso de la llamada y la señalización pasan inmediatamente hasta el receptor para su interpretación o presentación.
- Paso 8. Cuando cualquier parte genera la señal de colgado la sesión terminará.

5.4.6 Implementación del Plan de Numeración

Un plan de numeración es una estructura desde la cual una compañía puede implementar el patrón de ruteo VoIP. A cada área de ruteo de la empresa le será asignado un grupo de números telefónicos, así como un código de área y otras facilidades que permitan llegar hasta el destino final sin tener que marcar el número telefónico completo. Antes de que la red VoIP pueda ser implementada, todos los parámetros de voz, números telefónicos, marcaciones especiales necesitan ser identificadas y planeadas con anticipación.

Plan de Numeración para la red VoIP de la empresa Vía Net.Works:

- Mariano Escobedo: 263 xxxx (donde: xxxx abarca desde 1400 hasta el 1499)
dirección ip:192.168.2.1
- Gutenberg: 629 xxxx (donde: xxxx abarca desde 8100 hasta el 8199)
dirección ip:192.168.1.1

5.4.7 Configuración de VoIP para el enlace de los PBX's utilizando líneas troncales E&M

Enlazaremos los PBX's de las oficinas de Mariano Escobedo y Gutenberg. Cada oficina tiene una red telefónica interna utilizando un PBX, éste es conectado a los

ruteadores por medio de interfaces E&M tipo II, de cuatro hilos y señalización *Immediate-Start*. La figura 5.8 muestra la topología de conexión del enlace de VoIP.

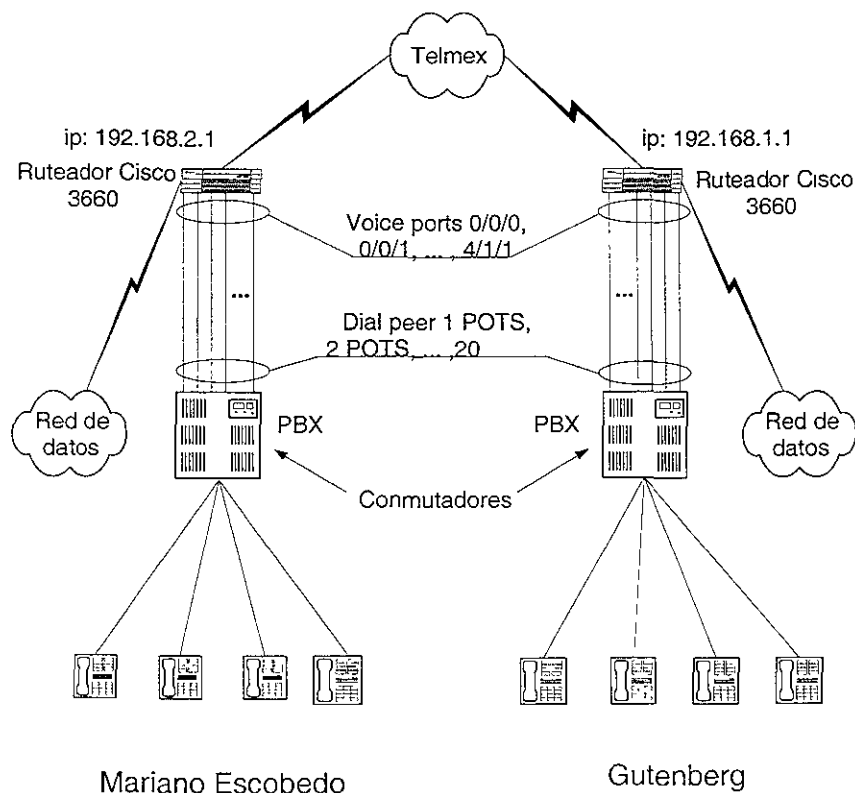


Figura 5.8. Configuración de la red VoIP.

Los usuarios en Mariano Escobedo marcan "5-629" y el número de extensión al cual van a llamar en Gutenberg, por su parte, los usuarios de esta oficina marcan "5-263" y el número de extensión de destino de Mariano Escobedo.

5.4.8 Configuración de los ruteadores para el plan de numeración

A continuación se muestra la programación de los ruteadores Cisco 3660, para la configuración de la red VoIP que se implementará. Los párrafos que empiezan con *!* se toman como comentarios, se tiene que realizar la programación de los 20 puertos usados.

- Configuración del router de Mariano Escobedo

```
hostname Mariano
!Configuración del pots dial-peer 1
dial-peer voice 1 pots
  destination-pattern +263....
  port 0/0/0
!
!Configuración del pots dial-peer 2
dial-peer voice 2 pots
  destination-pattern +263....
  port 0/0/1
!
!Configuración del pots dial-peer 3
dial-peer voice 3 pots
  destination-pattern +263....
  port 0/1/0
!
!Configuración del pots dial-peer 4
dial-peer voice 4 pots
  destination-pattern +263....
  port 0/1/1
!
!Configuración del pots dial-peer 5
dial-peer voice 5 pots
  destination-pattern +263....
  port 1/0/0
.
.
.
!
!Configuración del pots dial-peer 20
dial-peer voice 20 pots
  destination-pattern +263....
  port 4/1/1
!
!Configuración del voip dial-peer 21
dial-peer voice 21 voip
  destination-pattern +629....
  session target ipv4:192.168.1.1
!
!Configuración de la interface E&M
voice-port 0/0/0
  signal immediate
```

```

type 2
voice-port 0/0/1
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2
voice-port 0/1/0
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2
voice-port 0/1/1
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2
voice-port 1/0/0
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2
.
.
.
voice-port 4/1/1
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2

!Configuración de la interface serial
interface serial 0/0
  description serial interface type dce (provides clock)
  clock rate 2000000
  ip address 192.168.2.1
  no shutdown

```

- Configuración del ruteador de Gutenberg

```

hostname Gutenberg
!
!Configuración del pots dial-peer 1
dial-peer voice 1 pots
  destination-pattern +629....
  port 0/0/0
!
!Configuración del pots dial-peer 2
dial-peer voice 2 pots
  destination-pattern +629....

```

```
destination-pattern +629....
port 0/0/1
!
!Configuración del pots dial-peer 3
dial-peer voice 3 pots
destination-pattern +629....
port 0/1/0
!
!Configuración del pots dial-peer 4
dial-peer voice 4 pots
destination-pattern +629....
port 0/1/1
!
!Configuración del pots dial-peer 5
dial-peer voice 5 pots
destination-pattern +629....
port 1/0/0
.
.
.
!
!Configuración del pots dial-peer 20
dial-peer voice 20 pots
destination-pattern +629....
port 4/1/1
!
!Configuración del voip dial-peer 21
dial-peer voice 21 voip
destination-pattern +263....
session target ipv4:192.168.2.1
!
!Configuración de la interface E&M
voice-port 0/0/0
signal immediate
operation 4-wire
type 2
voice-port 0/0/1
signal immediate
operation 4-wire
type 2
voice-port 0/1/0
signal immediate
operation 4-wire
type 2
voice-port 0/1/1
```

```
operation 4-wire
type 2
voice-port 1/0/0
signal immediate
operation 4-wire
type 2
.
.
.
voice-port 4/1/1
signal immediate
operation 4-wire
type 2

!Configuración de la interface serial
interface serial 0/0
description serial interface type dte
ip address 192.168.1.1
no shutdown
```

Una vez que se han configurado tanto el *software* como el *hardware* para VoIP, se necesitan además considerar algunos aspectos importantes para que VoIP trabaje de forma adecuada, recordemos que se trata de tráfico en tiempo real que es muy sensible al retardo y a otros factores, por lo que el siguiente paso en la configuración VoIP es asegurar que la transmisión de los datos se acerque a la transmisión en tiempo real, tanto como sea posible. Para lograr esto, se pueden utilizar distintas configuraciones, tales como: Precedencia IP, Prioridad IP RTP y RSVP, todas ellas descritas en los siguientes párrafos.

- Precedencia IP

Se trata de un parámetro que se define dentro de los *dial-peers* que proporcionan un valor prioritario al mismo dentro de la red, la programación se hace como sigue.

```
Dial-peer voice 10 VoIP
IP precedence 5
```

Este comando se usa para proporcionar a los paquetes VoIP mayor prioridad respecto a los paquetes de datos cuando ambos utilizan el mismo ancho de banda disponible, se utilizan también para asegurar una respuesta en tiempo real adecuada.

- **Algoritmos de cola de espera de la red de datos**

TCP es un protocolo de transmisión confiable, por lo que es sensible a los problemas que se puedan presentar en la red; un retardo excesivo puede provocar pérdida de datos, paquetes o conectividad. Si no existe un control para asegurar la entrega adecuada de los paquetes TCP, entonces no hay forma de garantizar la confiabilidad de la red, los flujos de paquetes grandes podrían consumir todo el ancho de banda y los flujos de paquetes pequeños nunca tendrían oportunidad de llegar a su destino.

Para resolver este problema en las redes de datos, Cisco implementó tres algoritmos diferentes de cola de espera para controlar el flujo de datos entre los nodos de la red, estos algoritmos son: algoritmo de cola de paquetes grandes (WFQ, *Weighted Fair Queuing*), algoritmo de cola de prioridad (PQ, *Priority Queuing*) y algoritmo de cola programable (CQ, *Custom Queuing*).

- **WFQ.** Es un algoritmo que considera el tamaño del flujo de datos de la red, no toma en cuenta el tipo de tráfico o la aplicación que lo origina, sólo se ocupa de la cantidad del tráfico que se genera en una conversación. WFQ dará prioridad en la salida del puerto a los flujos de datos más pequeños en la cola, por lo que permite a éstos completar su transmisión sin la necesidad de esperar por el ancho de banda que podría ser consumido por los flujos de datos más grandes. WFQ es el método de cola tomado por *default* por los routers de Cisco para las interfaces menores de 2 Mbps.
 - **PQ.** Es un algoritmo que puede ser configurado por el administrador de red usando sus listas acceso extendido, para definir la cantidad de tráfico. Una vez que el tráfico ha sido clasificado éste se asigna a uno de los tres diferentes niveles de cola de espera, que son alto, medio y bajo, existe también un nivel de la cola de administración.
 - **CQ.** Es similar al PQ, pero cuenta con más control ya que permite que el administrador defina no únicamente la prioridad de la cola sino que además agregue un porcentaje de ancho de banda mínimo a cada uno de los diferentes tipos de tráficos en la red.
- **Prioridad IP RTP**

El comando `IP RTP priority` permite asignar un ancho de banda fijo al tráfico de voz formado en una cola de prioridad, se deberá tener cuidado al configurarse, ya que se tendrá un ancho de banda restringido para el tráfico restante.

`IP RTP priority` hace un monitoreo estricto del uso de ancho de banda de la cola de prioridad, asegurándose que no se exceda el límite establecido cuando se presenta congestión en la red, una vez que se ha alcanzado este límite, se detendrá la transmisión de cualquier paquete adicional, de hecho, RTP empezará desechar el tráfico excesivo. Para evitar la pérdida de paquetes se debe asegurar un ancho de

necesidades del ancho de banda esperado y agregando un factor de protección a esta cantidad.

- RSVP

Permite que los sistemas terminal a terminal establezcan un canal virtual de calidad de servicio, los parámetros RSVP son definidos por el administrador de red y deben ser consistentes para una administración adecuada en toda ella. RSVP es equivalente a las listas de acceso dinámico para los flujos de paquetes ya que pueden activarse o desactivarse según se requiera. Los parámetros que se necesitan ser configurados en el ruteador para establecer la reservación RSVP, son la cantidad de ancho de banda permitido y el tipo de canal virtual RSVP a usarse. Puede ser configurado para asegurar el nivel de calidad adecuado si las siguientes condiciones existen en el enlace de red:

- Implementación de una red de voz a baja escala. La administración de la red es mínima y el tráfico de voz es a un nivel bajo.
- Enlaces lentos. Si existen sitios dentro de la WAN que se encuentren enlazados a baja velocidad y donde el tráfico de voz tenga que atravesarlos.
- Enlaces con uso alto. Si existen enlaces donde el tráfico de voz pudiera presentar problemas en su desempeño.
- Enlaces con velocidad menor a 2Mbps.
- Existe una necesidad de la mejor calidad de voz posible. El tráfico de voz tendrá prioridad aún a costa del tráfico de datos.

- Configuración RSVP

Dentro de los ruteadores de Cisco se encuentra desactivado RSVP por *default* para la compatibilidad con equipos que no lo manejan. Es muy importante tomar en cuenta que RSVP debe ser activado a través de toda la red que soportará el tráfico de voz.

Para activar RSVP se debe utilizar el siguiente comando en las interfaces en donde se establecerán sesiones RSVP. Este comando establece la cantidad de ancho de banda reservado para el tráfico de voz en ese puerto, el comando se introduce dentro del modo de configuración de interface:

```
IP rsvp bandwidth [interface-kbps] [single-flow-kbps]
```

Este comando habilita RSVP en la interface y establece el ancho de banda y los límites del flujo. El máximo ancho de banda permitido por *default* para RSVP es del 75% del ancho de banda de la interface y la cantidad para un flujo de datos único puede ser del 100% de ancho de banda reservado.

Una vez que ha sido activado en la interface física, deben activarse las reservaciones RSVP en los *dial-peers*; lo anterior se hace utilizando el siguiente comando para cada una de las configuraciones de los *dial-peers*:

```
Req-qos [best-effort | controlled-load | guaranteed-delay]
```

donde:

- *best-effort* indica que el sistema RSVP no hace reservaciones de ancho de banda, sino que únicamente establece un canal lógico para obtener el mejor funcionamiento.
- *Controlled load* indica que RSVP se utiliza para el control de admisión o capacidad cuando se asigna un ancho de banda, esto asegura que aún si el ancho de banda está congestionado y sobrecargado el flujo de datos tendrá trato preferencial.
- *Guaranteed-delay* indica que RSVP dará trato preferencial sólo si el ancho de banda no está sobrecargado.

El parámetro utilizado por *default* es *best-effort*, pero se recomienda el uso del segundo para un tráfico VoIP.

5.4.9 Configuración del conmutador

La configuración de los PBX's debe seguir los siguientes pasos:

1. Se inserta el *hardware* en los *slots* del conmutador.
2. Se entra al modo de configuración del *software* de cada equipo.
3. Se configuran los grupos troncales de las tarjetas E&M. En esta configuración se debe incluir el tipo de E&M, la impedancia, la operación y el puerto correspondiente a la posición de la tarjeta en el equipo. Esto se hace con el comando *add trunk-group #*.
4. Se cambia el plan de marcación del conmutador para indicarle qué número se asociará a la "toma" de una troncal E&M. En este caso se marcará el 5 y el conmutador dará tono de troncal E&M. Esto se hace con el comando *change dial-plan*.

Esta es la configuración básica para la integración de la red VoIP para la empresa Via Net.Works.

Resultados y Conclusiones

Habiendo estudiado los requerimientos y necesidades de la empresa, enfocados hacia la integración de las redes de voz y datos, con el fin de reducir el costo por el pago de ambos servicios, se llevó a cabo el análisis de las redes para su integración en una red VoIP, de la siguiente forma:

- Primeramente se estudiaron los conceptos básicos sobre VoIP, que incluyen el manejo de la voz en paquetes, los protocolos y los dispositivos, tales como: ruteadores, *gateway* y *gatekeepers*, con el fin de conocer la tecnología para realizar la implementación óptima que se adapte a las características y necesidades de la red.
- Se realizó el análisis de la red de voz de la empresa, pudiendo observar que el tráfico existente generaba altos costos, lo que justifica la implementación de la tecnología VoIP, cuyo objetivo principal es la reducción de los mismos y permitir la integración de las redes de voz y datos.
- Analizando el tráfico y la topología de la red de datos se concluyó que es posible la integración de las dos redes utilizando la infraestructura existente; esto es, con un enlace E1 dedicado entre ambas oficinas, que satisface las necesidades requeridas para el transporte de tráfico de voz y datos con la tecnología VoIP.
- De acuerdo al análisis de tráfico se requirió de un equipo que soportara 19 troncales de voz, por lo cual se consideraron diversas soluciones tecnológicas que satisficieran esos requerimientos. Pudiendo observar que las soluciones ofrecidas por los fabricantes de equipos de conmutación Lucent T. y Alcatel presentaban características que se adaptaban a los requerimientos pero su implementación significaba costos muy altos y cambio de equipo existente. Con el análisis de la solución 3Com, observamos que es una buena opción para una empresa en formación que no cuenta con equipo instalado y no se adapta a empresas que cuentan con una infraestructura de otro proveedor. La solución Cisco es la que mejor se adapta a las necesidades de la empresa, ya que no requería la compra o actualización de conmutadores, sólo la implementación de dos ruteadores y las tarjetas E&M.

Se propuso el ruteador Cisco 3660 para el diseño de la red ya que éste se adapta al número de troncales requeridas. Se propone una configuración básica para la puesta en marcha del equipo con el plan de numeración para las dos oficinas.

La relación costo-beneficio de la implementación de la red VoIP con Cisco es:

Costo de llamadas en un año = (número de llamadas en una semana promedio)
(número de semanas en un año)(costo de llamada)

Tiempo de recuperación = inversión del equipo / costo de llamadas en un año

Costo de llamadas en un año = (2771)(52)(1.45)
= 208,933.40 \$/año
= 21,763.89 USD/año

Tiempo de recuperación = 48,520.00 / 21,763.89
= 2.2 años

Esto quiere decir que aproximadamente en dos años dos meses se recuperará la inversión. El tiempo variará debido al cambio de la paridad del dólar, del costo de las llamadas y del tráfico en la empresa. Pasado este tiempo se tendrán los beneficios de una red VoIP.

- Debido a la falta de presupuesto de la empresa, tiempo justo de terminación, ya que no se cuenta con el equipo para realizar las pruebas de este proyecto, no se realizó la implementación de la red VoIP ni las pruebas con el equipo; sin embargo, como vimos anteriormente, se realizó el diseño para su implementación posterior, el cual ya ha sido aceptado por la empresa y solamente está en espera de presupuesto para su realización.

Al implementar la solución tecnológica VoIP, podemos darnos cuenta que el desarrollo e implementación de esta tecnología va ligado al ahorro de llamadas (locales y de larga distancia); además es muy versátil, ya que existe una gran variedad de productos en el mercado que incluyen diferentes soluciones que pueden adaptarse a cualquier empresa, realizando un análisis detallado de los requerimientos y recursos con los que cuenta para seleccionar la mejor opción, además permite la integración de las facilidades de la computadora y el teléfono.

La evolución y desarrollo de nuevos equipos para las redes VoIP hará posible que la implementación de esta tecnología a nivel empresarial se extienda hasta que sea de uso común, dando pie al desarrollo de oficinas virtuales, centros de llamadas inteligentes, etc.

Existen conceptos que se utilizan de forma similar siendo conceptos diferentes, tales como: Voz sobre Internet, Telefonía IP y VoIP, la primera se refiere al uso de proveedores que proporcionan el servicio de llamadas utilizando la red Internet, debido a las características de la red (como cuellos de botella, saturación) hace que las llamadas tengan una calidad de voz baja. Telefonía IP se refiere a una red basada en VoIP en donde se tienen teléfonos IP, los cuales proporcionan los servicios más comunes que daría un conmutador. VoIP es una red que transmite el tráfico de voz en

forma de paquetes a través de una red que trabaje sobre el protocolo TCP/IP, se pueden alcanzar calidades de voz óptimas, además se puede implementar en cualquier topología de red (Ethernet, LAN, WAN, siempre y cuando soporte el protocolo).

La aportación de este trabajo de Tesis es proporcionar un panorama de una tecnología reciente que puede ofrecer ventajas en la integración de redes de voz y datos, además del diseño de una red VoIP para la empresa Vía Net.Works.

Todo este trabajo no pudo ser posible sin los conocimientos y la formación académica adquirida en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, y así poder aplicarlos en el campo profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- Minoli D.; Minoli E., "Delivering Voice over IP Networks", Ed. Wiley, E.U., 1998.
- Susbielle J. F., "Telefonía en Internet", Ed. Eyrolles, E.U., 1999.
- Davidson J.; Peters J., "Voice over IP Fundamentals", Ed. Cisco Press, E.U., 2000.
- Black U., "Voice over IP", Ed. Prentice Hall Series, E.U., 2000.
- Lewis E.; Brook S., "Configuring Cisco Voice over IP", Ed. Syngress Media, E.U., 2000
- Bellamy J., "Digital Telephony", Ed. Wiley Interscience, E.U. 1994
- Loshin P., "TCP/IP Clearly Explained", Ed. AP Professional E.U., 1997.
- Ford M., "Tecnologías de Interconectividad de Redes", Ed. Prentice Hall, 1998.
- Dyson P., "Diccionario de Redes", Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1997.
- Mc Dysan D.; Spohn D., "ATM Theory and Applications", E.U., 1995.
- Manual en CD "Cisco", E.U., 1999.
- <http://www.cisco.com>
- <http://www.lucent.com>

- <http://www.3com.com>
- <http://www.alcatel.com>
- <http://www.voip-calculator.com/calculator/>

APÉNDICE A

Tablas de Tráfico

En este apéndice incluimos los resultados arrojados del análisis de tráfico que se hizo por espacio de una semana en ambas oficinas, tratamos la información en bruto y en el capítulo 4 hacemos una tabla resumen de los resultados del tráfico.

Mariano E. a Gutenberg: 00/08/15 a 00/08/22

Numeros	Costo	Numero	Tiempo	Numeros	Costo	Numero	Tiempo
56298100	27	18	0:31:36	56298152	22,5	15	0:38:18
56298102	42	29	1:43:18	56298155	4,5	3	0:03:24
56298104	16,5	11	0:26:06	56298162	1,5	1	0:00:24
56298105	15	11	0:21:12	56298164	30	20	0:19:36
56298106	13,5	9	0:18:42	56298166	6	4	0:03:00
56298107	72	49	2:42:24	56298169	40,5	27	1:15:00
56298109	7,5	5	0:03:18	56298172	28,5	19	1:11:12
56298110	34,5	24	1:17:42	56298177	3	2	0:02:24
56298115	6	4	0:01:54	56298179	7,5	5	0:07:06
56298116	201	136	5:50:42	56298181	4,5	3	0:04:06
56298117	24	16	0:13:24	56298182	1,5	1	0:06:00
56298119	75	50	1:24:12	56298184	4,5	3	0:12:00
56298121	6	4	0:16:42	56298186	12	9	0:05:18
56298122	7,5	5	0:04:54				
56298126	3	2	0:12:00	TOTALES	912	620	25:18:06
56298127	7,5	5	0:03:24				
56298129	84	61	2:33:54				
56298135	13,5	9	0:15:54				
56298139	3	2	0:16:06				
56298141	3	2	0:00:42				
56298143	15	10	1:02:24				
56298144	7,5	5	0:11:00				
56298145	3	2	0:05:18				
56298146	7,5	5	0:13:48				
56298147	28,5	19	0:42:00				
56298149	12	8	0:09:42				
56298151	10,5	7	0:08:00				

Mariano al Conmutador

Gutenberg

De el Dia: 00/08/15 Al Dia : 00/08/22

Ext.	Costo	Numero	Tiempo	Ext.	Costo	Numero	Tiempo
1000	46,5	31	0:40:30	1497	19,5	13	0:26:48
1403	22,5	15	0:28:00	1498	6	4	0:08:06
1404	37,5	25	0:46:00	5001	3	2	0:04:30
1407	12	8	0:15:54	5005	19,5	13	0:38:18
1409	3	2	0:01:24	5006	3	2	0:14:24
1411	10,5	7	0:17:48	5009	3	2	0:02:48
1412	9	6	0:05:12	5013	1,5	1	0:01:30
1413	22,5	15	0:41:24	5021	1,5	1	0:00:36
1415	10,5	7	0:18:30	5027	15	10	0:25:48
1416	18	12	0:23:06	5110	1,5	1	0:01:54
1417	10,5	7	0:10:06	5112	1,5	1	0:07:00
1420	1,5	1	0:00:18	5130	3	2	0:10:54
1423	13,5	9	0:19:36	5201	25,5	17	0:32:00
1424	31,5	21	0:56:42	5202	4,5	3	0:04:30
1425	49,5	33	1:13:42	5204	15	10	0:11:06
1426	15	10	0:15:42	5205	9	6	0:05:48
1427	10,5	7	0:08:06	5206	7,5	5	0:18:06
1428	10,5	7	0:26:48	5207	24	16	0:40:24
1429	4,5	3	0:02:54	5208	6	4	0:03:42
1430	6	4	0:04:42	5209	10,5	7	0:16:48
1431	12	8	0:18:06	5210	18	12	0:30:36
1433	24	16	0:21:54	5211	9	6	0:10:06
1435	27	18	0:40:48	5230	3	2	0:02:06
1436	4,5	3	0:04:30	5250	36	24	0:52:36
1438	10,5	7	0:24:48	5252	7,5	5	0:04:30
1439	6	4	0:08:12	5257	9	6	0:17:42
1441	15	10	0:11:42	5258	3	2	0:03:54
1443	16,5	11	0:13:48	5259	6	4	0:05:24
1446	54	36	3:46:06	5600	33	22	1:15:00
1449	31,5	21	0:37:00	5601	3	2	0:05:36
1450	3	2	0:38:18	5602	13,5	9	0:23:24
1451	75	50	2:10:36	5603	13,5	9	0:12:36
1452	36	24	0:34:36	5604	4,5	3	0:15:30
1453	1,5	1	0:01:06	5611	12	8	0:08:18
1454	13,5	9	0:18:00	5612	10,5	7	0:18:18
1455	40,5	27	0:59:48	5700	1,5	1	0:00:06
1456	10,5	7	0:14:12	5702	10,5	7	0:17:30
1457	7,5	5	0:09:42	5704	30	20	0:49:12
1459	4,5	3	0:03:54	5706	3	2	0:03:42
1463	9,5	13	0:21:48	5707	6	4	0:04:36
1464	7,5	5	0:07:24	5708	12	8	0:13:36
1466	12	8	0:30:12	5710	19,5	13	0:24:48
1475	9	6	0:09:48	5711	12	8	0:09:24
1477	1,5	3	0:06:06	5712	19,5	13	0:26:42
1485	1,5	1	0:02:00	5713	16,5	11	0:22:12
1487	9,5	13	0:24:18	5714	12	8	0:10:36
1489	15	10	0:16:06	5900	3	2	0:03:12
1491	59,5	39	1:09:36	5901	4,5	3	0:03:24
1492	1,5	1	0:04:54				
1493	9	6	0:10:24				
1494	1,5	1	0:02:42				
1496	1,5	1	0:02:12				

Llamadas de Gutenberg a Mariano Escobedo

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5105	52631425	14/08/00	09-42	0:00
8105	52629900	14/08/00	09-48	2:09
5666	52631446	14/08/00	10-02	2:56
5263	52629900	14/08/00	10-02	3:11
8179	52629900	14/08/00	10-05	1:00
8144	52629900	14/08/00	10-15	0:52
5700	52629900	14/08/00	10-17	1:11
5666	52631464	14/08/00	10-18	2:35
8181	52631464	14/08/00	10-21	1:32
5109	52631428	14/08/00	10-25	5:48
1901	52631465	14/08/00	10-32	0:22
8110	52629900	14/08/00	10-32	1:54
8110	526314	14/08/00	10-34	0:00
5142	52629900	14/08/00	10-34	0:00
8110	52629900	14/08/00	10-34	0:40
5269	52631489	14/08/00	10-35	3:21
8115	52629900	14/08/00	10-39	3:18
8172	52631489	14/08/00	10-40	0:50
8172	52629900	14/08/00	10-43	1:39
8162	52629900	14/08/00	10-49	1:10
8115	52629900	14/08/00	10-54	2:41
8135	52629900	14/08/00	10-55	1:08
8129	52629900	14/08/00	10-58	1:41
8109	52629900	14/08/00	11-01	0:46
8144	52631496	14/08/00	11-05	2:09
8166	52629900	14/08/00	11-05	3:58
5263	52631428	14/08/00	11-06	4:29
5109	52629900	14/08/00	11-07	1:03
5666	52631446	14/08/00	11-18	1:22
5230	52631446	14/08/00	11-19	10:10
5130	52631480	14/08/00	11-22	1:09
5230	52631480	14/08/00	11-24	2:51
5140	52629900	14/08/00	11-26	0:19
5130	52629900	14/08/00	11-26	3:19
8137	52631480	14/08/00	11-28	6:20
8179	52631471	14/08/00	11-31	0:00
8135	52631471	14/08/00	11-31	4:53
5230	52631404	14/08/00	11-32	0:31
8137	52629900	14/08/00	11-32	0:51
5105	52631442	14/08/00	11-40	27:39
5116	52631425	14/08/00	11-43	0:27
8115	52629900	14/08/00	11-43	1:51
5116	52631455	14/08/00	11-44	4:05
5231	52631430	14/08/00	11-45	0:00
8115	52631430	14/08/00	11-45	0:08
5203	52629900	14/08/00	11-45	1:15
8115	52631465	14/08/00	11-45	0:48
1901	52631413	14/08/00	11-46	0:05
8115	52631425	14/08/00	11-46	0:28
8172	52631429	14/08/00	11-46	4:06

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5227	52631425	14/08/00	11-58	0:07
8115	52631488	14/08/00	11-58	0:20
8115	52631480	14/08/00	11-59	16:54
8115	52631465	14/08/00	12-00	0:00
5116	52631463	14/08/00	12-00	0:06
5229	52629900	14/08/00	12-00	0:49
5116	52631480	14/08/00	12-00	1:29
5263	52631466	14/08/00	12-01	0:06
5116	52631430	14/08/00	12-03	0:48
8126	52629900	14/08/00	12-04	0:40
5263	52631430	14/08/00	12-04	0:30
5607	52629900	14/08/00	12-04	1:09
8179	52631430	14/08/00	12-04	3:21
5227	52631465	14/08/00	12-12	16:41
8106	52629900	14/08/00	12-14	1:25
8110	52629900	14/08/00	12-15	1:00
8110	52631450	14/08/00	12-17	0:22
8110	526314	14/08/00	12-17	0:00
8109	52629900	14/08/00	12-18	2:18
1901	52631430	14/08/00	12-20	0:47
8109	52631496	14/08/00	12-21	0:22
1902	52631420	14/08/00	12-21	0:56
8137	52631401	14/08/00	12-23	5:21
5142	52629900	14/08/00	12-29	4:04
8166	52629900	14/08/00	12-32	4:06
8137	52631416	14/08/00	12-36	4:28
8137	52631461	14/08/00	12-37	0:00
8137	52631461	14/08/00	12-37	0:00
8143	52631421	14/08/00	12-38	2:21
5263	52629900	14/08/00	12-38	2:43
8104	52631425	14/08/00	12-46	0:24
5112	52631406	14/08/00	12-46	0:00
5105	52629900	14/08/00	12-46	2:42
8116	52631425	14/08/00	12-47	0:29
5112	52629900	14/08/00	12-47	1:13
8179	52631410	14/08/00	12-47	2:24
5112	52631477	14/08/00	12-52	1:31
5263	52629900	14/08/00	12-53	0:51
8179	52629900	14/08/00	12-56	11:17
5229	52631410	14/08/00	12-57	0:34
5142	52631485	14/08/00	12-57	2:48
8179	52631406	14/08/00	14-00	0:24
8179	52631438	14/08/00	14-01	0:08
8137	52631401	14/08/00	14-02	1:19
8169	52631438	14/08/00	14-03	14:39
8169	52631413	14/08/00	14-05	1:58
8169	52631499	14/08/00	14-06	0:04
5227	52631490	14/08/00	14-06	0:05
5130	52629900	14/08/00	14-06	1:59
8169	52631490	14/08/00	14-07	0:34

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5203	52631441	14/08/00	11-48	3:02
5666	52631413	14/08/00	11-52	0:58
8115	52631464	14/08/00	11-53	2:16
5227	52631465	14/08/00	11-58	0:00
8115	52631480	14/08/00	11-58	0:00
5121	52631428	14/08/00	14-25	0:00
8166	52629900	14/08/00	14-25	0:05
5229	52631485	14/08/00	14-26	2:30
8166	52629900	14/08/00	14-30	1:20
8143	52629900	14/08/00	14-32	0:58
1901	52631496	14/08/00	14-33	0:00
1901	52631496	14/08/00	14-33	0:00
8143	52631496	14/08/00	14-34	0:36
8151	52629900	14/08/00	14-58	0:00
8151	52631429	14/08/00	14-58	0:08
8151	52629900	14/08/00	14-58	0:27
1902	52631449	14/08/00	15-55	0:00
1902	52631453	14/08/00	15-55	0:00
5230	52631480	14/08/00	15-59	3:27
8143	52631496	14/08/00	16-06	0:34
5229	52631424	14/08/00	16-06	0:00
5229	52631425	14/08/00	16-07	0:40
5121	52629900	14/08/00	16-14	9:00
1902	52631488	14/08/00	16-20	1:16
1902	52631424	14/08/00	16-21	0:00
8172	52631463	14/08/00	16-22	0:00
5132	52631449	14/08/00	16-23	0:29
5230	52631446	14/08/00	16-36	0:09
5229	52631485	14/08/00	16-40	1:50
1901	52631453	14/08/00	16-42	0:00
8179	52631491	14/08/00	16-56	3:41
8179	52631438	14/08/00	17-01	0:00
5231	52629900	14/08/00	17-01	1:15
5231	52629900	14/08/00	17-03	2:32
5238	52631464	14/08/00	17-04	4:08
8115	52629900	14/08/00	17-05	0:00
5700	52631477	14/08/00	17-09	0:27
8109	52629900	14/08/00	17-15	3:14
5700	52629900	14/08/00	17-16	2:58
1901	52631432	14/08/00	17-29	0:00
1901	52631432	14/08/00	17-29	0:00
1901	52631432	14/08/00	17-30	0:00
8192	52631444	14/08/00	17-38	0:11
8192	52631444	14/08/00	17-38	0:12
8192	52631444	14/08/00	17-38	0:52
5246	52631435	14/08/00	17-39	0:42
5132	52629900	14/08/00	17-42	0:57
5263	52629900	14/08/00	17-43	5:49
5132	52629900	14/08/00	17-47	0:41
8115	52629900	14/08/00	17-48	1:51
5263	52631434	14/08/00	17-49	0:36

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8179	52631490	14/08/00	14-08	0:26
5229	52631425	14/08/00	14-19	0:36
1902	52631446	14/08/00	14-24	0:00
8166	52629900	14/08/00	14-24	0:54
5121	52631428	14/08/00	14-25	0:00
8122	52629900	14/08/00	18-09	0:38
5700	52629900	14/08/00	18-10	0:09
1901	52631424	14/08/00	18-35	0:32
8186	52629900	14/08/00	18-35	1:36
8116	52631444	14/08/00	18-37	0:13
5111	52631463	14/08/00	18-37	2:04
8164	526314	14/08/00	18-46	0:00
8115	52631485	14/08/00	18-47	0:45
8122	52629900	14/08/00	18-48	1:28
8186	52629900	14/08/00	18-58	1:07
8186	52629900	14/08/00	19-01	0:56
5263	52629900	14/08/00	19-04	0:33
8117	52629900	14/08/00	19-06	1:17
1901	52631460	14/08/00	19-06	1:44
8110	52631487	14/08/00	19-07	2:47
8166	52629900	14/08/00	19-16	0:52
8122	52629900	14/08/00	19-36	0:00
8115	52631488	14/08/00	19-40	0:33
5167	52631499	14/08/00	20-25	0:05
5167	52631400	14/08/00	20-25	0:12
5137	52629900	14/08/00	20-28	0:36
5230	52631488	14/08/00	20-50	0:32
8115	52631488	14/08/00	21-03	0:09
8115	52631485	14/08/00	21-03	0:08
8115	52631488	14/08/00	21-03	4:15
8115	52631488	14/08/00	21-34	11:41
8115	5263147	14/08/00	22-31	0:00
8115	52631488	14/08/00	22-31	0:08
8115	52631480	14/08/00	22-31	0:56
5137	52631400	15/08/00	08-36	0:03
5137	52629900	15/08/00	08-36	1:02
5137	52629900	15/08/00	08-50	2:15
5137	52631444	15/08/00	08-52	0:09
5137	52631435	15/08/00	08-52	0:28
5116	52629900	15/08/00	08-54	1:26
8179	52629900	15/08/00	08-57	0:31
5154	52629900	15/08/00	08-59	10:53
5154	52629900	15/08/00	09-14	0:11
5154	52629900	15/08/00	09-15	0:41
5269	52631489	15/08/00	09-16	5:09
8104	52631425	15/08/00	09-21	8:36
1901	52631489	15/08/00	09-22	2:36
8161	52629900	15/08/00	09-24	9:54
5666	52631489	15/08/00	09-25	5:56
5269	52631413	15/08/00	09-27	0:05
8122	52631424	15/08/00	09-29	0:06

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8152	52631444	14/08/00	17-51	0:58
8152	52631444	14/08/00	17-52	6:49
5246	52631423	14/08/00	17-59	0:31
5232	52629900	14/08/00	18-02	7:53
5232	52631488	14/08/00	18-04	0:05
5232	52631485	14/08/00	18-05	0:03
5232	52631489	14/08/00	18-05	0:05
8166	52631480	14/08/00	18-05	1:52
8166	52629900	14/08/00	18-08	1:17
8122	52629900	14/08/00	18-08	3:00
5230	52631424	15/08/00	10-22	1:00
5228	52631403	15/08/00	10-23	0:00
5227	52631424	15/08/00	10-23	0:11
8116	52629900	15/08/00	10-23	3:24
5228	52631478	15/08/00	10-23	5:03
8141	52629900	15/08/00	10-31	2:53
5203	52629900	15/08/00	10-32	3:47
5238	52629900	15/08/00	10-37	2:13
5666	52631433	15/08/00	10-42	0:00
5263	52629900	15/08/00	10-57	0:31
5263	52629900	15/08/00	10-58	1:09
8117	52631456	15/08/00	11-21	0:00
8117	52631416	15/08/00	11-21	4:14
8139	52631480	15/08/00	11-36	2:07
5230	52631446	15/08/00	11-37	0:20
8115	52629900	15/08/00	11-37	1:38
8117	52631426	15/08/00	11-37	3:02
5230	52631463	15/08/00	11-41	0:00
5132	52631487	15/08/00	11-41	0:26
5230	52631463	15/08/00	11-41	1:24
5132	52631432	15/08/00	11-44	0:00
8117	52631419	15/08/00	11-44	0:05
5112	52631406	15/08/00	11-49	0:04
8179	52629900	15/08/00	11-51	0:07
5706	52629900	15/08/00	11-53	0:00
5706	52629900	15/08/00	11-54	1:04
5228	52629900	15/08/00	11-55	0:57
5132	52631487	15/08/00	11-58	0:00
5132	52631487	15/08/00	11-58	0:50
8179	52629900	15/08/00	11-58	1:27
8109	52629900	15/08/00	11-58	2:19
5230	52631463	15/08/00	12-00	2:20
8115	52629900	15/08/00	12-02	1:01
5230	52631463	15/08/00	12-09	2:00
5232	52631480	15/08/00	12-13	1:52
5132	52631432	15/08/00	12-28	0:00
5112	52631450	15/08/00	12-39	0:00
5112	52631491	15/08/00	12-40	0:10
8139	52631446	15/08/00	12-42	0:13
5666	52631435	15/08/00	12-47	1:28
8105	52631416	15/08/00	12-47	3:37

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8122	52631460	15/08/00	09-33	6:41
1902	52631470	15/08/00	09-35	0:40
1901	52629900	15/08/00	09-36	1:22
1901	52631424	15/08/00	09-38	0:46
8166	52629900	15/08/00	09-42	0:45
1901	52631460	15/08/00	09-47	7:25
5137	52631435	15/08/00	09-57	4:24
8102	52629900	15/08/00	10-06	5:28
5142	52631441	15/08/00	10-07	1:52
5230	5263142	15/08/00	10-21	0:00
8186	52631495	15/08/00	13-44	0:51
8169	52631400	15/08/00	13-45	0:55
8169	52631400	15/08/00	13-46	0:46
8122	52629900	15/08/00	13-47	0:17
8149	52629900	15/08/00	13-57	0:56
5154	52631410	15/08/00	13-58	0:30
8149	52629900	15/08/00	13-58	1:02
5203	52631404	15/08/00	13-59	1:24
5143	52631414	15/08/00	13-59	3:49
8115	52631404	15/08/00	14-00	0:04
5666	52629900	15/08/00	14-00	12:25
5203	52631446	15/08/00	14-05	0:10
5203	52629900	15/08/00	14-07	0:36
5238	52629900	15/08/00	14-08	2:16
5203	52631413	15/08/00	14-10	2:20
8152	52631416	15/08/00	14-35	0:06
1902	52631460	15/08/00	14-43	2:57
8137	52629900	15/08/00	14-50	11:09
8172	52631471	15/08/00	14-52	9:10
1901	52631460	15/08/00	15-18	10:20
5230	52631463	15/08/00	15-31	0:53
8115	52631414	15/08/00	15-35	1:13
8109	52629900	15/08/00	16-03	1:40
1901	52631424	15/08/00	16-07	0:33
8147	52631417	15/08/00	16-25	0:24
5230	52631426	15/08/00	16-38	0:00
5230	52631426	15/08/00	16-39	1:39
8147	52631404	15/08/00	16-40	2:44
8106	52631416	15/08/00	16-41	1:15
8144	52631452	15/08/00	16-42	0:30
8106	52629900	15/08/00	16-43	2:06
5116	52631487	15/08/00	16-45	0:42
8143	52629900	15/08/00	16-45	1:38
8106	52629900	15/08/00	16-46	1:00
8147	52631429	15/08/00	16-47	1:23
8109	52629900	15/08/00	16-53	1:18
8109	52631439	15/08/00	16-55	0:07
8109	52631497	15/08/00	16-55	0:18
8109	52631497	15/08/00	16-56	1:01
8144	52631411	15/08/00	17-06	0:24
1901	52631424	15/08/00	17-11	0:21

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5246	52629900	15/08/00	12-49	1:16
8147	52631404	15/08/00	12-49	0:49
8115	526314	15/08/00	12-58	0:00
8115	52629900	15/08/00	12-58	0:00
5112	52631406	15/08/00	12-58	0:00
8115	52629900	15/08/00	12-58	3:05
8142	52631451	15/08/00	13-14	0:00
8142	52631451	15/08/00	13-15	0:00
5263	52629900	15/08/00	13-16	0:43
8147	52631477	15/08/00	13-20	0:04
8147	52631478	15/08/00	13-21	5:45
5666	52631435	15/08/00	13-33	0:12
8169	52631400	15/08/00	13-43	0:05
8169	52631499	15/08/00	13-43	0:04
8169	52631400	15/08/00	13-43	1:08
8109	52629900	15/08/00	18-35	1:31
5140	52629900	15/08/00	18-37	1:41
5238	52629900	15/08/00	18-51	1:45
5112	52629900	15/08/00	18-57	0:40
5112	52631411	15/08/00	18-58	0:00
8117	52631419	15/08/00	18-58	0:07
5142	52631406	15/08/00	18-58	5:02
5112	52631413	15/08/00	19-00	0:00
5112	52629900	15/08/00	19-03	2:56
5112	52631477	15/08/00	19-04	0:04
5112	52631477	15/08/00	19-05	0:00
5167	52631478	15/08/00	19-05	0:00
5112	52631427	15/08/00	19-05	2:27
5116	52629900	15/08/00	19-11	2:15
5263	52629900	15/08/00	19-51	1:34
8115	52631488	15/08/00	20-20	1:15
8109	52631497	15/08/00	20-30	1:17
8115	52631414	15/08/00	20-40	0:03
5137	52629900	15/08/00	21-25	0:02
5230	52631480	16/08/00	05-23	1:43
5116	52629900	16/08/00	07-34	0:28
5116	52629900	16/08/00	07-35	0:41
8135	52631464	16/08/00	08-32	0:08
5116	52629900	16/08/00	08-47	0:40
5700	52629900	16/08/00	08-55	1:07
8166	52631444	16/08/00	09-07	0:00
5666	52631446	16/08/00	09-08	0:11
5109	52631488	16/08/00	09-10	0:09
5109	52631489	16/08/00	09-10	0:05
5109	52631480	16/08/00	09-11	2:16
5116	52629900	16/08/00	09-13	1:23
5230	52631463	16/08/00	09-22	0:50
5700	52631430	16/08/00	09-28	0:43
5132	52631463	16/08/00	09-38	0:28
5132	52631429	16/08/00	09-41	1:04
5263	52629900	16/08/00	09-47	0:00

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8115	526314	15/08/00	17-20	0:00
8172	52631488	15/08/00	17-21	2:39
8115	52631464	15/08/00	17-22	0:33
5269	52631487	15/08/00	17-32	1:58
8115	526314	15/08/00	17-39	0:00
8115	52629900	15/08/00	17-39	0:24
8115	52631433	15/08/00	17-40	1:19
8115	52631433	15/08/00	17-43	0:13
5263	52629900	15/08/00	18-08	3:03
5238	52629900	15/08/00	18-11	0:00
8115	52631488	15/08/00	18-15	0:24
5231	52629900	15/08/00	18-17	1:50
8119	52629900	15/08/00	18-19	0:17
5167	52629900	15/08/00	18-20	9:26
5246	52629900	15/08/00	18-33	1:47
8179	52631428	16/08/00	10-49	0:00
1901	52631424	16/08/00	10-52	2:42
5105	52631425	16/08/00	10-58	0:41
8164	52631435	16/08/00	10-58	1:48
8102	52631416	16/08/00	11-00	0:03
8109	52631497	16/08/00	11-05	0:25
8109	52631497	16/08/00	11-06	0:00
8164	52631480	16/08/00	11-07	3:09
5229	52631416	16/08/00	11-08	0:00
8141	52631453	16/08/00	11-13	0:08
8157	52631449	16/08/00	11-15	0:00
5666	52629900	16/08/00	11-16	7:10
5666	52631465	16/08/00	11-18	0:00
8164	52631465	16/08/00	11-18	0:04
8109	52631416	16/08/00	11-19	0:00
8109	52629900	16/08/00	11-20	0:26
8141	52629900	16/08/00	11-20	1:05
8151	52629900	16/08/00	11-20	5:59
1901	52629900	16/08/00	11-34	1:09
8172	52629900	16/08/00	11-36	4:38
8151	52629900	16/08/00	11-38	3:25
8116	52629900	16/08/00	11-44	1:10
5116	52629900	16/08/00	11-45	0:34
8151	52629900	16/08/00	11-48	1:16
8129	52629900	16/08/00	11-51	2:06
8144	52631497	16/08/00	11-57	1:15
5116	52629900	16/08/00	11-57	1:06
5132	526314	16/08/00	11-59	0:00
5132	52631463	16/08/00	11-59	0:36
5269	52631480	16/08/00	12-03	3:12
8166	526314	16/08/00	12-04	0:00
5230	52629900	16/08/00	12-04	2:52
5269	52629900	16/08/00	12-05	0:46
5112	52629900	16/08/00	12-07	2:55
1901	52631424	16/08/00	12-10	0:05
5112	52631477	16/08/00	12-33	1:17

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5263	52629900	16/08/00	09-47	0:00
5263	52629900	16/08/00	09-48	0:30
5263	52629900	16/08/00	09-48	0:32
5666	52631464	16/08/00	09-48	1:32
5121	52631428	16/08/00	09-52	2:15
1901	52631443	16/08/00	10-02	0:30
8172	52631429	16/08/00	10-04	0:05
8144	52629900	16/08/00	10-08	4:44
5142	52631477	16/08/00	10-09	0:08
5263	52629900	16/08/00	10-10	1:59
5132	52631432	16/08/00	10-18	0:00
5666	52631465	16/08/00	10-18	0:15
8179	52629900	16/08/00	10-23	0:44
8179	52631410	16/08/00	10-24	0:04
8179	52629900	16/08/00	10-24	1:01
5246	52631412	16/08/00	10-26	0:34
5139	52631424	16/08/00	10-29	0:06
5139	52629900	16/08/00	10-30	4:08
5666	52631465	16/08/00	10-41	0:03
5109	52631491	16/08/00	10-47	2:14
8126	52629900	16/08/00	13-20	1:22
5257	52631464	16/08/00	13-22	9:44
1901	52631435	16/08/00	13-24	2:06
5116	52629900	16/08/00	13-26	3:57
8181	52631441	16/08/00	13-27	0:00
5105	52631433	16/08/00	13-34	0:00
5105	52631433	16/08/00	13-34	0:46
8147	52631463	16/08/00	13-36	4:33
8147	52631404	16/08/00	13-38	0:00
8147	52631404	16/08/00	13-38	0:05
8172	52629900	16/08/00	13-38	1:34
5116	52631419	16/08/00	13-39	0:13
5132	52629900	16/08/00	13-39	0:41
8144	52631411	16/08/00	13-41	4:03
8144	52629900	16/08/00	13-42	1:54
8147	52631497	16/08/00	13-44	0:13
8117	5263141	16/08/00	13-48	0:00
8117	52631449	16/08/00	13-48	0:16
8147	52631403	16/08/00	13-49	0:02
5666	52631465	16/08/00	13-51	0:32
8144	52629900	16/08/00	13-54	0:50
5203	52629900	16/08/00	13-56	4:38
5700	52631430	16/08/00	14-02	0:28
8158	52631453	16/08/00	14-05	0:11
5203	52631487	16/08/00	14-06	4:12
5263	52629900	16/08/00	14-25	0:00
5263	52629900	16/08/00	14-25	4:26
8152	52631416	16/08/00	14-40	0:05
5137	52629900	16/08/00	15-05	0:54
5137	52629900	16/08/00	15-06	1:08
5137	52629900	16/08/00	15-07	0:15

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5238	52629900	16/08/00	12-38	2:28
8144	52629900	16/08/00	12-40	0:20
8199	52629900	16/08/00	12-40	0:15
1901	52631443	16/08/00	12-40	0:13
8144	52631415	16/08/00	12-41	0:42
5238	52629900	16/08/00	12-45	2:51
5109	52629900	16/08/00	12-48	6:44
8151	52631428	16/08/00	12-49	1:57
8144	52629900	16/08/00	12-59	1:46
5132	526314	16/08/00	13-06	0:00
8158	52629900	16/08/00	13-06	1:02
8143	52631453	16/08/00	13-07	0:00
5269	52631489	16/08/00	13-07	0:42
8106	52629900	16/08/00	13-07	0:46
5246	52631433	16/08/00	13-08	0:06
5246	52631464	16/08/00	13-09	1:59
5257	52631421	16/08/00	13-16	0:00
5257	52631424	16/08/00	13-16	0:03
5257	52631404	16/08/00	13-16	0:03
8129	52629900	16/08/00	13-16	0:54
5700	52629900	16/08/00	16-41	12:57
5257	52631441	16/08/00	16-44	0:54
8179	52629900	16/08/00	16-51	6:44
5230	52631480	16/08/00	16-54	5:42
8166	52629900	16/08/00	17-01	0:00
8166	52629900	16/08/00	17-01	1:42
8144	52631497	16/08/00	17-07	0:10
8144	52629900	16/08/00	17-07	2:19
8143	52629900	16/08/00	17-09	1:11
5238	52631465	16/08/00	17-12	5:54
1901	52629900	16/08/00	17-15	2:06
5263	52629900	16/08/00	17-27	0:12
5238	52629900	16/08/00	17-27	2:13
5142	52631451	16/08/00	17-29	0:07
5142	52629900	16/08/00	17-29	1:09
5132	52629900	16/08/00	17-29	4:56
8116	52629900	16/08/00	17-31	1:44
5232	52631480	16/08/00	17-34	1:20
5269	52631489	16/08/00	17-36	0:06
5269	52631488	16/08/00	17-36	5:04
5607	52631442	16/08/00	17-52	1:04
5607	52631442	16/08/00	17-54	1:04
5142	52631451	16/08/00	17-55	0:46
5607	52631442	16/08/00	17-56	1:04
8152	52631451	16/08/00	17-57	0:35
5116	52631442	16/08/00	17-58	0:13
5607	52631442	16/08/00	17-59	7:34
5607	52631442	16/08/00	18-07	0:27
5109	52631428	16/08/00	18-07	0:33
1902	52631442	16/08/00	18-08	14:51
8151	52631451	16/08/00	18-09	0:00

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5137	52629900	16/08/00	15-07	0:41
5230	52629900	16/08/00	15-08	12:14
5168	52631463	16/08/00	15-15	0:00
5105	52631425	16/08/00	15-27	0:00
5105	52631449	16/08/00	15-31	0:04
5666	52631464	16/08/00	15-37	0:36
5269	52629900	16/08/00	15-50	1:00
8115	52631488	16/08/00	16-00	0:40
8110	52631488	16/08/00	16-06	0:37
8162	52629900	16/08/00	16-12	0:00
8162	52629900	16/08/00	16-12	1:22
8110	52631460	16/08/00	16-16	6:37
1901	52631488	16/08/00	16-18	0:14
8126	52629900	16/08/00	16-22	1:07
8126	52629900	16/08/00	16-24	1:02
5700	52629900	16/08/00	16-25	0:03
8126	52631455	16/08/00	16-25	0:43
8126	52629900	16/08/00	16-25	7:07
5700	52631424	16/08/00	16-30	0:30
8151	52631477	16/08/00	16-31	0:28
8146	52631445	16/08/00	16-35	0:03
5230	52631463	16/08/00	16-35	0:48
5246	52629900	16/08/00	16-35	1:20
8146	52631425	16/08/00	16-35	7:52
8102	52629900	16/08/00	16-40	9:28
5263	52629900	16/08/00	19-49	2:20
5257	52631424	16/08/00	21-14	2:55
8115	5263141	16/08/00	21-18	0:00
8115	52631433	16/08/00	21-18	0:05
8115	526314	16/08/00	21-18	0:00
8115	52629900	16/08/00	21-18	0:53
5111	52629900	17/08/00	07-18	2:05
5263	52629900	17/08/00	08-36	0:53
5263	52629900	17/08/00	08-38	0:00
5263	52629900	17/08/00	08-46	1:52
1901	52629900	17/08/00	08-49	4:12
5230	52631463	17/08/00	08-56	0:04
1901	52629900	17/08/00	08-57	1:18
8104	52629900	17/08/00	08-59	1:10
8151	52629900	17/08/00	09-04	1:29
8104	52629900	17/08/00	09-04	1:35
8116	52629900	17/08/00	09-21	1:46
5109	52629900	17/08/00	09-28	0:49
5263	52629900	17/08/00	09-38	6:22
5607	52631442	17/08/00	09-59	0:26
5607	52631442	17/08/00	10-00	0:00
5136	52631442	17/08/00	10-00	9:44
5607	52631459	17/08/00	10-04	0:26
5117	52629900	17/08/00	10-07	3:44
5230	52631459	17/08/00	10-11	1:33
5117	52631480	17/08/00	10-11	0:00

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5257	52629900	16/08/00	18-12	5:43
5607	52629900	16/08/00	18-18	6:03
8116	52631425	16/08/00	18-21	0:50
8115	52629900	16/08/00	18-22	1:01
8115	52629900	16/08/00	18-28	1:07
5137	52631491	16/08/00	18-30	0:34
5111	52631463	16/08/00	18-33	1:29
5227	52631442	16/08/00	18-53	18:00
5230	52631446	16/08/00	18-54	0:15
5706	52631414	16/08/00	18-55	0:59
5203	52629900	16/08/00	18-56	0:45
5116	52631459	16/08/00	18-57	1:01
8151	52629900	16/08/00	18-59	0:28
5203	52631429	16/08/00	19-01	0:32
8166	52629900	16/08/00	19-01	0:43
8151	52629900	16/08/00	19-04	1:30
5135	52631429	16/08/00	19-05	0:16
5135	52629900	16/08/00	19-05	11:35
5607	52631425	16/08/00	19-08	0:00
8166	52631424	16/08/00	19-08	0:07
8129	52631411	16/08/00	19-12	0:00
5111	52629900	16/08/00	19-18	0:40
5213	52629900	16/08/00	19-45	0:15
5213	52629900	16/08/00	19-45	0:30
5213	52629900	16/08/00	19-45	1:28
8164	52631489	17/08/00	12-02	4:22
5203	52631487	17/08/00	12-03	0:00
5269	52629900	17/08/00	12-04	1:06
8117	52631449	17/08/00	12-07	0:10
5154	52631410	17/08/00	12-08	0:39
5132	52631429	17/08/00	12-08	3:02
5230	52631463	17/08/00	12-11	0:10
5132	52629900	17/08/00	12-13	0:22
5132	52629900	17/08/00	12-13	0:16
5269	52631489	17/08/00	12-18	0:00
5154	52631487	17/08/00	12-18	1:38
5269	52631433	17/08/00	12-20	0:00
5154	52631441	17/08/00	12-20	0:31
8164	52631483	17/08/00	12-20	0:34
8164	5263148	17/08/00	12-21	0:00
8164	52629900	17/08/00	12-21	1:29
5666	52631487	17/08/00	12-22	0:43
8164	52631446	17/08/00	12-23	0:10
5666	52629900	17/08/00	12-23	6:34
8135	52631449	17/08/00	12-24	0:05
5132	52629900	17/08/00	12-27	1:30
8135	52631464	17/08/00	12-32	1:25
5112	52629900	17/08/00	12-35	0:28
8199	52629900	17/08/00	12-35	0:13
5112	52629900	17/08/00	12-35	0:46
8141	52631401	17/08/00	12-36	0:25

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5230	52629900	17/08/00	10-13	1:34
5263	52631480	17/08/00	10-14	0:00
5269	52629900	17/08/00	10-15	0:46
8115	52631480	17/08/00	10-15	1:54
5269	52629900	17/08/00	10-15	1:49
1901	52631424	17/08/00	10-17	2:37
8109	52631497	17/08/00	10-37	0:43
8144	52629900	17/08/00	10-39	7:13
5227	52631417	17/08/00	10-43	0:46
8109	52631477	17/08/00	10-54	0:06
5257	52631427	17/08/00	10-54	2:37
8109	52631429	17/08/00	10-57	2:45
5121	52629900	17/08/00	11-04	0:39
5700	52629900	17/08/00	11-17	1:09
5700	52631417	17/08/00	11-23	0:35
5263	52629900	17/08/00	11-32	2:15
8151	52629900	17/08/00	11-32	2:48
5120	52629900	17/08/00	11-35	0:29
5120	52629900	17/08/00	11-36	1:05
5120	52629900	17/08/00	11-36	2:01
5117	52629900	17/08/00	11-37	0:14
5154	52631420	17/08/00	11-38	1:35
5120	52629900	17/08/00	11-39	13:32
5168	52631487	17/08/00	11-49	3:26
5120	52629900	17/08/00	11-52	0:17
5168	52631487	17/08/00	11-53	0:31
5203	52631425	17/08/00	11-57	1:41
5203	52631425	17/08/00	11-59	0:00
5203	52631425	17/08/00	12-00	0:30
5269	52631487	17/08/00	12-02	0:00
1901	52629900	17/08/00	13-57	1:28
8126	52631451	17/08/00	13-58	0:00
8109	52629900	17/08/00	13-59	0:36
5120	52629900	17/08/00	14-01	6:22
5232	52631463	17/08/00	14-08	0:06
5238	52629900	17/08/00	14-10	0:00
1901	52631424	17/08/00	14-15	0:41
1902	52631460	17/08/00	14-15	5:52
8135	52629900	17/08/00	14-24	1:16
8115	52631488	17/08/00	14-28	0:54
5263	52629900	17/08/00	14-32	8:21
8186	52629900	17/08/00	14-44	1:55
5607	52631442	17/08/00	14-46	0:26
8186	52631489	17/08/00	14-46	6:55
8143	52629900	17/08/00	14-47	1:03
8116	52631442	17/08/00	14-47	126:09
1902	52629900	17/08/00	14-48	0:57
5269	52629900	17/08/00	14-48	1:26
1901	52631460	17/08/00	14-52	0:15
1901	52631460	17/08/00	14-52	5:52
5232	52631445	17/08/00	14-54	0:12

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5263	52629900	17/08/00	12-37	0:00
5700	52629900	17/08/00	12-37	0:54
5263	52629900	17/08/00	12-38	0:12
5230	52631414	17/08/00	12-41	3:06
5700	52631477	17/08/00	12-45	0:31
8184	52629900	17/08/00	12-45	1:46
8135	52631487	17/08/00	12-47	0:00
5112	52631477	17/08/00	12-47	0:05
5112	52631487	17/08/00	12-47	3:21
5112	52631478	17/08/00	12-48	0:14
8184	526314	17/08/00	12-48	0:00
5112	52631427	17/08/00	12-49	2:06
5257	52631424	17/08/00	12-53	0:06
5132	52631429	17/08/00	13-09	2:51
1901	52631465	17/08/00	13-09	6:43
5666	52631449	17/08/00	13-22	0:59
8102	52631455	17/08/00	13-23	0:00
5666	52631446	17/08/00	13-23	0:02
8102	52631455	17/08/00	13-23	0:10
8117	52631455	17/08/00	13-23	2:09
8115	52631488	17/08/00	13-37	0:04
8115	52631480	17/08/00	13-38	0:00
8115	52631480	17/08/00	13-38	2:37
5666	52631446	17/08/00	13-40	0:09
8164	5263149	17/08/00	13-50	0:00
5106	52631487	17/08/00	13-50	3:18
5700	52629900	17/08/00	13-51	2:28
8164	52631407	17/08/00	13-52	1:27
8166	52629900	17/08/00	13-52	2:03
8169	52631400	17/08/00	13-52	3:10
5112	52629900	17/08/00	16-55	2:17
5263	526314	17/08/00	16-56	0:00
5246	52629900	17/08/00	16-56	1:09
8116	52629900	17/08/00	17-10	1:39
8109	52629900	17/08/00	17-14	0:17
8109	52629900	17/08/00	17-14	0:16
5257	52629900	17/08/00	17-14	0:45
1901	52631424	17/08/00	17-14	0:50
5246	52631425	17/08/00	17-14	1:43
8109	52629900	17/08/00	17-14	1:50
8102	52631460	17/08/00	17-18	10:05
5607	52631425	17/08/00	17-24	0:00
1902	52631425	17/08/00	17-25	9:29
5607	52631429	17/08/00	17-25	9:34
8102	52631442	17/08/00	17-26	0:27
5112	52631442	17/08/00	17-28	5:04
5607	52629900	17/08/00	17-34	3:53
5139	52631442	17/08/00	17-36	1:05
8186	52629900	17/08/00	17-38	15:01
5112	52629900	17/08/00	17-39	1:30
5231	52629900	17/08/00	17-41	0:23

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5230	52631403	17/08/00	15-02	0:32
1902	52631463	17/08/00	15-15	0:04
1902	52629900	17/08/00	15-18	3:25
1902	52631449	17/08/00	15-20	0:00
5137	52631449	17/08/00	15-20	0:00
1902	52631449	17/08/00	15-21	0:00
1902	52631424	17/08/00	15-23	0:00
8115	52631463	17/08/00	15-23	0:00
8115	52631414	17/08/00	15-26	0:00
8115	52631414	17/08/00	15-26	2:27
8115	52631469	17/08/00	15-29	0:00
8115	52631463	17/08/00	15-30	0:04
8115	52631433	17/08/00	15-32	0:04
5232	52631414	17/08/00	15-32	10:34
8179	52631463	17/08/00	15-43	0:52
8199	52629900	17/08/00	15-52	0:05
8179	52629900	17/08/00	15-52	0:04
5132	52629900	17/08/00	15-52	0:55
5132	52631429	17/08/00	15-55	1:04
5257	52629900	17/08/00	15-57	3:19
8152	52631424	17/08/00	16-01	0:44
8166	52629900	17/08/00	16-05	0:57
8116	52629900	17/08/00	16-13	1:29
8137	52629900	17/08/00	16-14	1:20
5203	52631461	17/08/00	16-17	2:05
8186	52629900	17/08/00	16-27	1:43
5700	52629900	17/08/00	16-33	3:55
5700	52629900	17/08/00	16-43	0:00
5237	52629900	17/08/00	16-44	1 24
8115	52629900	17/08/00	16-44	1:08
8126	52631488	17/08/00	16-47	0:20
8115	52629900	17/08/00	16-50	0:07
8126	526314	17/08/00	16-51	0:00
5607	52631414	17/08/00	16-51	0:28
8161	52631424	17/08/00	16-55	0 06
5263	52631488	17/08/00	19-31	0:10
5607	52629900	17/08/00	19-34	1:50
8126	52631412	18/08/00	07-21	0:33
1902	52631424	18/08/00	09-04	1:00
5109	52631488	18/08/00	09-04	1.13
1902	52631460	18/08/00	09-14	3 10
5137	52631441	18/08/00	09-26	0:43
5230	52631480	18/08/00	09-38	0:02
5230	52631480	18/08/00	09-38	4 13
1902	52631460	18/08/00	09-41	1 47
8109	52631492	18/08/00	09 46	1 05
1902	52629900	18/08/00	09 49	5 03
5166	52631415	18/08/00	09 53	1 13
8109	52631424	18/08/00	09 54	0:00
1902	52631414	18/08/00	09 54	0 02
5112	52631414	18/08/00	09 54	0 09

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8186	52629900	17/08/00	17-41	1:04
5231	52629900	17/08/00	17-41	1:49
5246	52631477	17/08/00	17-42	0:00
5231	52629900	17/08/00	17-42	0:15
5231	52631478	17/08/00	17-42	11:30
5257	52629900	17/08/00	17-43	0:43
8166	52629900	17/08/00	17-44	0:11
5231	52631424	17/08/00	17-44	0:46
8135	52631429	17/08/00	17-45	3:26
5231	52629900	17/08/00	17-46	0:26
5246	52629900	17/08/00	17-47	1:14
5263	52629900	17/08/00	17-49	2:26
5112	52629900	17/08/00	17-50	1:34
5112	52629900	17/08/00	17-52	0:52
8119	52629900	17/08/00	17-53	0:02
5112	52631424	17/08/00	17-54	0:50
5112	52631478	17/08/00	17-54	1:26
5143	52631424	17/08/00	17-55	0:05
8104	52629900	17/08/00	17-58	1:02
5607	52631442	17/08/00	18-14	0:53
5607	52631442	17/08/00	18-16	0:26
5246	52629900	17/08/00	18-17	0:00
5140	52631442	17/08/00	18-17	2:57
5607	52631446	17/08/00	18-18	0:45
5246	52629900	17/08/00	18-18	1:32
5246	52629900	17/08/00	18-23	2:24
5203	52629900	17/08/00	18-46	1:17
5263	52631422	17/08/00	18-48	0:07
8152	52629900	17/08/00	18-50	0:59
8152	52631442	17/08/00	18-50	53 28
1902	52631413	17/08/00	18-51	11:55
1902	52631453	17/08/00	19-09	0:00
5246	52629900	17/08/00	19-09	1:59
5229	52631465	17/08/00	19-10	0:14
5232	52631445	17/08/00	19-21	0 30
8164	52631457	18/08/00	12-00	0:02
8151	52629900	18/08/00	12-00	2 08
5132	52629900	18/08/00	12-05	1:14
8116	52629900	18/08/00	12-06	0:37
5132	52629900	18/08/00	12-07	0:27
5132	52629900	18/08/00	12-07	1:32
5116	52629900	18/08/00	12-18	0:31
5116	52629900	18/08/00	12-19	0:31
5116	52629900	18/08/00	12 20	0:44
5116	52629900	18/08/00	12 21	3 42
8110	52631487	18/08/00	12-25	0:57
5213	52629900	18/08/00	12 33	2 27
5112	52631411	18/08/00	12-45	0 05
8109	52629900	18/08/00	12-46	3:58
8109	52631421	18/08/00	12-50	0 52
5112	52631414	18/08/00	13-00	0 09

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8143	52629900	18/08/00	09-55	1:13
5269	52629900	18/08/00	10-00	3:25
1901	52631443	18/08/00	10-05	0:59
1901	52631443	18/08/00	10-05	0:11
8126	52629900	18/08/00	10-09	0:27
8199	52629900	18/08/00	10-09	0:08
8117	52629900	18/08/00	10-10	0:57
5269	52631489	18/08/00	10-11	0:30
5111	52629900	18/08/00	10-12	0:02
5111	52629900	18/08/00	10-15	0:53
8126	52629900	18/08/00	10-15	1:18
5263	52629900	18/08/00	10-19	0:21
5116	52629900	18/08/00	10-20	3:44
5257	52629900	18/08/00	10-22	0:17
5263	5263141	18/08/00	10-23	0:00
5257	52631413	18/08/00	10-23	0:47
5116	52629900	18/08/00	10-23	3:38
5257	52631413	18/08/00	10-27	1:05
5106	52629900	18/08/00	10-35	5:55
5154	52629900	18/08/00	10-37	1:09
5257	52629900	18/08/00	10-40	0:00
8135	52629900	18/08/00	10-40	1:12
8193	52629900	18/08/00	10-48	8:38
1902	52629900	18/08/00	10-55	1:28
5700	52629900	18/08/00	10-57	0:01
8193	52629900	18/08/00	10-57	0:11
8144	52631424	18/08/00	10-57	1:08
8193	52629900	18/08/00	10-57	3:20
8109	52629900	18/08/00	11-03	0:46
5230	52631443	18/08/00	11-29	0:16
5230	52631443	18/08/00	11-30	0:23
8169	52631464	18/08/00	11-39	0:33
8109	52629900	18/08/00	11-47	0:46
8109	52629900	18/08/00	11-52	2:45
5112	52629900	18/08/00	11-53	1:29
1902	52631443	18/08/00	11-57	0:00
8164	526314	18/08/00	11-59	0:00
8164	52629900	18/08/00	11-59	4:29
8164	52629900	18/08/00	12-00	0:00
8164	52631457	18/08/00	12-00	0:00
5142	52629900	18/08/00	16-56	0:00
5142	52629900	18/08/00	16-57	0:00
5137	52631475	18/08/00	16-57	0:46
5112	526314	18/08/00	16-58	0:00
5112	52631491	18/08/00	16-59	0:34
5112	52631411	18/08/00	17-01	0:07
5269	52631487	18/08/00	17-06	0:00
5269	52631485	18/08/00	17-06	0:00
5269	52631488	18/08/00	17-06	0:03
5269	52631487	18/08/00	17-07	0:00
5269	52629900	18/08/00	17-07	1:31

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5269	52631489	18/08/00	13-08	0:57
5112	52631406	18/08/00	13-10	0:00
8172	52629900	18/08/00	13-18	3:44
5116	52629900	18/08/00	13-25	1:29
8110	52629900	18/08/00	13-34	10:44
8166	52631487	18/08/00	13-35	1:09
8177	52629900	18/08/00	13-35	1:18
5116	52629900	18/08/00	13-40	4:10
1901	52631424	18/08/00	13-49	0:38
5666	52631465	18/08/00	13-50	1:27
1902	52631424	18/08/00	13-57	0:00
1901	52629900	18/08/00	13-58	2:51
5246	52629900	18/08/00	13-58	7:41
1902	52631453	18/08/00	14-11	0:00
1902	52631496	18/08/00	14-11	0:00
8126	52629900	18/08/00	14-15	0:05
8126	52631491	18/08/00	14-16	0:00
8126	52631494	18/08/00	14-16	0:25
5229	52631480	18/08/00	14-21	3:08
8164	526314	18/08/00	14-36	0:00
8164	526314	18/08/00	14-36	0:00
1902	52631465	18/08/00	14-36	0:30
5116	52629900	18/08/00	15-30	1:08
5232	52631433	18/08/00	15-42	0:07
5137	52629900	18/08/00	15-51	3:37
1902	52631443	18/08/00	16-02	0:21
5227	52631433	18/08/00	16-13	0:19
5203	52629900	18/08/00	16-16	4:03
5257	52631480	18/08/00	16-33	14:02
5230	52631425	18/08/00	16-38	0:00
5269	52631489	18/08/00	16-52	0:04
1901	52631432	18/08/00	16-52	0:00
5269	52631488	18/08/00	16-52	0:04
1901	52631432	18/08/00	16-52	0:00
5269	52631485	18/08/00	16-52	0:00
5269	52631487	18/08/00	16-53	0:04
5269	52631485	18/08/00	16-53	0:00
5269	52631488	18/08/00	16-54	0:04
5269	52631487	18/08/00	16-54	0:34
5109	52631489	18/08/00	20-20	0:08
5109	52631488	18/08/00	20-20	0:43
5232	52631488	18/08/00	20-21	1:28
5121	52629900	19/08/00	10-07	1:19
5116	52629900	19/08/00	10-16	2:01
5116	52629900	19/08/00	10-18	0:39
5121	52629900	19/08/00	10-39	0:29
5229	52631480	19/08/00	12-01	1:51
5229	52631480	19/08/00	12-53	25:43
5167	52631480	19/08/00	13-27	0:09
5167	52631480	19/08/00	13-27	3:52

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8116	52631487	18/08/00	17-09	0:03
5232	52631433	18/08/00	17-09	0:05
8148	52631433	18/08/00	17-22	0:00
8148	52631433	18/08/00	17-22	0:00
5116	52629900	18/08/00	17-34	1:41
8110	52629900	18/08/00	17-37	1:48
5112	52631411	18/08/00	17-42	0:04
8164	52631408	18/08/00	17-43	2:35
8164	526314	18/08/00	17-44	0:00
5132	52629900	18/08/00	17-44	1:59
8135	52629900	18/08/00	17-45	11:51
8126	52629900	18/08/00	17-47	1:30
5257	52631425	18/08/00	17-49	6:13
5257	52629900	18/08/00	17-50	1:08
5142	52631441	18/08/00	17-56	0:45
8116	52629900	18/08/00	18-01	4:40
8177	52629900	18/08/00	18-02	1:04
5257	52629900	18/08/00	18-02	5:23
8122	52629900	18/08/00	18-15	1:31
8115	52631414	18/08/00	18-18	0:00
8164	52631444	18/08/00	18-18	0:09
8164	52631441	18/08/00	18-18	0:00
8115	52629900	18/08/00	18-18	0:56
5232	52631433	18/08/00	18-24	0:05
5257	52629900	18/08/00	18-37	0:51
8104	52631487	18/08/00	18-38	0:13
5257	52631404	18/08/00	18-44	0:08
5105	52629900	18/08/00	18-44	1:40
8104	52631478	18/08/00	18-47	0:42
8144	52631424	18/08/00	18-52	0:41
5203	52629900	18/08/00	18-53	1:14
5137	52629900	18/08/00	19-01	0:08
5137	52629900	18/08/00	19-01	2:02
5109	52631428	18/08/00	19-03	0:29
5257	52631424	18/08/00	19-03	0:40
5203	52631425	18/08/00	19-10	0:48
8144	52631428	18/08/00	19-10	9:08
5109	52631477	18/08/00	19-16	1:11
8161	52631424	18/08/00	19-25	0:00
8115	52631488	18/08/00	19-29	0:04
8115	52631485	18/08/00	19-29	0:07
5257	52631480	18/08/00	19-29	4:05
8115	52631424	18/08/00	19-30	0:07
1901	52631460	18/08/00	19-42	0:18
5232	52631488	18/08/00	20-09	2:26
5263	52629900	21/08/00	10-52	1:12
5144	52629900	21/08/00	10-54	0:45
5130	52631416	21/08/00	10-55	3:44
5130	52629900	21/08/00	10-57	0:00
5144	52629900	21/08/00	10-57	0:42
5257	52629900	21/08/00	10-58	0:17

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5229	52631480	19/08/00	16-49	0:29
8115	52631480	19/08/00	16-50	0:00
5229	52631480	19/08/00	16-50	19:25
8115	52631480	19/08/00	20-24	0:24
5111	52629900	20/08/00	10-27	0:19
5227	52629900	20/08/00	10-27	0:26
5230	52631480	20/08/00	14-00	0:54
5227	526314	20/08/00	15-26	0:00
5227	52631480	20/08/00	15-27	1:40
5111	52629900	20/08/00	18-32	0:24
5111	52629900	20/08/00	18-32	1:50
5203	52629900	21/08/00	09-30	15:23
5230	52631480	21/08/00	09-36	8:43
5105	52629900	21/08/00	09-41	1:38
5137	52629900	21/08/00	09-50	0:54
5238	52629900	21/08/00	09-51	0:18
5116	52629900	21/08/00	09-51	4:02
5666	52629900	21/08/00	09-52	0:07
5263	52631446	21/08/00	09-52	0:54
5238	52629900	21/08/00	09-52	1:19
8147	52631429	21/08/00	09-56	0:00
5203	52631404	21/08/00	09-57	0:00
8147	52631429	21/08/00	10-03	0:40
5263	52629900	21/08/00	10-11	1:36
5263	52629900	21/08/00	10-17	3:09
8169	52631400	21/08/00	10-27	0:04
5106	52629900	21/08/00	10-27	1:58
8144	52631404	21/08/00	10-30	0:49
5203	52629900	21/08/00	10-32	0:44
5203	52631454	21/08/00	10-35	0:31
5238	52629900	21/08/00	10-37	1:41
8169	52631446	21/08/00	10-37	9:00
8166	52631404	21/08/00	10-39	0:05
8166	52629900	21/08/00	10-39	0:44
5137	52629900	21/08/00	10-40	1:25
5230	52629900	21/08/00	10-40	3:51
8169	52631480	21/08/00	10-44	0:00
8169	52631400	21/08/00	10-45	0:10
5140	52631400	21/08/00	10-45	0:10
8169	52631400	21/08/00	10-46	0:13
8169	52631499	21/08/00	10-46	0:04
8169	52631490	21/08/00	10-46	0:06
8169	52631490	21/08/00	10-47	0:34
8166	52631465	21/08/00	10-49	4:05
1901	52629900	21/08/00	10-50	1:25
5246	52631450	21/08/00	12-57	0:36
5666	52629900	21/08/00	12-58	0:00
8151	52631446	21/08/00	12-58	0:05
5246	52631404	21/08/00	12-58	2:13
8151	52629900	21/08/00	13-00	0:28
5263	52629900	21/08/00	13-00	0:35

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5130	52629900	21/08/00	10-58	1:34
5269	52631445	21/08/00	10-59	0:00
5139	52631489	21/08/00	10-59	1:01
5607	52631442	21/08/00	10-59	0:26
5116	52631465	21/08/00	10-59	3:47
5130	52631491	21/08/00	11-00	0:20
5607	52629900	21/08/00	11-00	1:36
1901	52631442	21/08/00	11-00	1:19
5116	52631491	21/08/00	11-03	0:10
5607	52631442	21/08/00	11-03	0:26
8144	52631442	21/08/00	11-08	1:57
5607	52631497	21/08/00	11-09	0:04
8147	52631442	21/08/00	11-10	4:34
5607	52631429	21/08/00	11-14	0:32
5246	52629900	21/08/00	11-14	2:51
5117	52629900	21/08/00	11-17	5:23
8102	52631441	21/08/00	11-24	4:46
8102	52631471	21/08/00	11-25	6:50
5116	52631441	21/08/00	11-29	0:03
8137	52631489	21/08/00	11-30	2:04
5238	52629900	21/08/00	11-40	1:35
8144	52631442	21/08/00	11-51	79:38
5203	52631497	21/08/00	11-52	0:05
5263	52629900	21/08/00	11-52	0:47
8109	52629900	21/08/00	11-52	1:39
5203	52631407	21/08/00	11-53	0:33
5203	52629900	21/08/00	11-56	0:05
5263	52629900	21/08/00	11-57	1:06
8102	52631451	21/08/00	11-58	0:23
1901	52631425	21/08/00	11-58	0:52
5263	52629900	21/08/00	12-01	3:04
8104	52631451	21/08/00	12-03	0:00
5203	52629900	21/08/00	12-04	3:08
5238	52631449	21/08/00	12-05	1:01
8166	52629900	21/08/00	12-12	1:52
5246	52629900	21/08/00	12-12	3:21
5246	52629900	21/08/00	12-18	1:34
1901	52631453	21/08/00	12-20	0:37
5132	52631424	21/08/00	12-25	0:20
5232	52631480	21/08/00	12-26	4:28
8104	52629900	21/08/00	12-28	1:46
1901	52631465	21/08/00	12-31	4:45
5246	52631455	21/08/00	12-32	1:25
5257	52631453	21/08/00	12-38	0:00
5246	52631455	21/08/00	12-38	0:59
1901	52631453	21/08/00	12-39	1:32
1901	52631443	21/08/00	12-48	0:00
1901	52631465	21/08/00	12-50	0:00
5203	52631443	21/08/00	12-50	2:39
5112	52629900	21/08/00	12-54	0:37
8186	52631421	21/08/00	14-42	2:16

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5607	52631446	21/08/00	13-02	12:19
5666	52629900	21/08/00	13-05	0:11
5607	52631489	21/08/00	13-08	6:50
8152	52631442	21/08/00	13-14	1:04
5269	52631416	21/08/00	13-14	0:25
5607	52631442	21/08/00	13-15	1:35
8144	52631404	21/08/00	13-22	0:34
8147	526314	21/08/00	13-23	0:00
5112	52631450	21/08/00	13-23	0:41
5607	52631442	21/08/00	13-24	1:04
5607	52631442	21/08/00	13-27	1:04
8172	52629900	21/08/00	13-28	0:00
8172	52629900	21/08/00	13-28	0:41
5607	52631442	21/08/00	13-28	1:03
8172	52629900	21/08/00	13-30	0:18
5116	52629900	21/08/00	13-30	3:57
8172	52631491	21/08/00	13-32	0:41
5607	52631442	21/08/00	13-36	0:32
5167	52631404	21/08/00	13-37	1:36
5167	52631446	21/08/00	13-37	4:43
8172	52629900	21/08/00	13-38	1:27
8172	52631404	21/08/00	13-39	0:08
8116	52631404	21/08/00	13-39	0:50
8172	52631404	21/08/00	13-39	2:27
5246	52629900	21/08/00	13-40	0:00
8145	52631429	21/08/00	13-40	0:44
5607	52629900	21/08/00	13-42	5:03
5666	52631442	21/08/00	13-44	0:26
5607	52631433	21/08/00	13-45	0:09
8143	52631442	21/08/00	13-46	1:04
5230	526314	21/08/00	13-49	0:00
5230	52631480	21/08/00	13-50	0:38
5246	52631446	21/08/00	13-54	0:48
8143	52631446	21/08/00	13-55	2:36
5263	52629900	21/08/00	13-56	0:57
8109	52629900	21/08/00	13-56	1:33
5666	526314	21/08/00	13-57	0:00
8109	52631452	21/08/00	13-59	0:35
8104	52629900	21/08/00	14-04	0:00
8104	52629900	21/08/00	14-04	1:58
8177	52631451	21/08/00	14-05	1:48
8110	52629900	21/08/00	14-07	0:00
8177	52629900	21/08/00	14-07	4:04
5246	52631404	21/08/00	14-19	0:42
8186	52629900	21/08/00	14-21	0:53
8186	52629900	21/08/00	14-22	4:55
5246	52629900	21/08/00	14-22	5:01
1902	52631451	21/08/00	14-29	2:21
8115	52631488	21/08/00	14-41	0:19
8104	52631409	21/08/00	14-41	0:07
5130	52631446	21/08/00	17-54	8:17

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8149	52629900	21/08/00	14-48	1:09
5269	52631421	21/08/00	14-51	3:15
8186	52631489	21/08/00	14-52	0:38
8115	52631488	21/08/00	14-56	0:34
8172	52629900	21/08/00	15-08	1:15
5230	52631488	21/08/00	15-25	0:00
5230	52631485	21/08/00	15-25	0:10
5116	52629900	21/08/00	15-30	1:05
5116	52629900	21/08/00	15-31	0:03
5203	52629900	21/08/00	15-35	0:00
5132	52629900	21/08/00	15-36	0:27
5132	52629900	21/08/00	15-36	0:53
1901	52631460	21/08/00	15-40	0:01
5238	52629900	21/08/00	15-54	1:34
1901	52631449	21/08/00	15-58	0:47
5203	52631425	21/08/00	15-59	1:31
8166	52629900	21/08/00	16-00	3:21
8109	52631443	21/08/00	16-11	13:41
8117	52631452	21/08/00	16-14	0:23
1901	52629900	21/08/00	16-14	1:18
1901	52631460	21/08/00	16-16	3:45
8109	52631452	21/08/00	16-24	1:34
5666	52631433	21/08/00	16-35	6:15
8151	52629900	21/08/00	16-39	6:38
8166	52629900	21/08/00	16-43	2:36
8151	52631460	21/08/00	16-47	5:26
1901	52629900	21/08/00	16-52	0:02
8115	52629900	21/08/00	16-55	1:03
8115	52629900	21/08/00	16-57	0:28
8115	526314	21/08/00	16-57	0:00
1901	52629900	21/08/00	16-57	5:29
8115	52631460	21/08/00	16-58	0:31
5257	52629900	21/08/00	16-58	5:23
8110	52631451	21/08/00	16-59	10:56
8144	52629900	21/08/00	17-12	5:18
5246	52631497	21/08/00	17-14	0:28
8115	52631480	21/08/00	17-19	0:00
8144	52629900	21/08/00	17-19	1:01
5116	52631485	21/08/00	17-19	2:53
5607	52631424	21/08/00	17-20	0:16
8115	52631442	21/08/00	17-21	1:04
5607	52631442	21/08/00	17-22	2:42
5116	52629900	21/08/00	17-24	1:07
5607	52631442	21/08/00	17-27	0:26
5666	52631451	21/08/00	17-27	3:05
8143	52631442	21/08/00	17-28	33:53
8115	52629900	21/08/00	17-34	0:46
8115	52629900	21/08/00	17-35	1:28
8115	5263148	21/08/00	17-38	0:00
8115	5263148	21/08/00	17-38	0:00
8115	5263148	21/08/00	17-38	0:00

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5607	52629900	21/08/00	17-55	0:24
5666	52631425	21/08/00	17-56	5:32
8166	52629900	21/08/00	18-02	1:22
8115	52631488	21/08/00	18-19	0:00
8115	52631490	21/08/00	18-19	0:01
8115	52629900	21/08/00	18-19	1:27
8117	52629900	21/08/00	18-19	3:37
8152	52631444	21/08/00	18-24	1:01
8102	52631425	21/08/00	18-24	0:49
8143	52629900	21/08/00	18-26	1:52
5666	52631433	21/08/00	18-29	0:08
8104	52629900	21/08/00	18-31	11:03
8115	52631488	21/08/00	18-35	3:29
5666	52629900	21/08/00	18-36	0:49
8135	52631433	21/08/00	18-38	3:01
8143	52629900	21/08/00	18-44	0:48
5257	52631424	21/08/00	18-56	0:29
8169	52631413	21/08/00	19-00	0:28
8177	52631413	21/08/00	19-00	0:04
8169	52629900	21/08/00	19-00	0:40
5246	52629900	21/08/00	19-10	3:12
8169	52631400	21/08/00	19-16	0:00
8169	52631413	21/08/00	19-16	0:03
8169	52631404	21/08/00	19-17	0:00
8169	526314	21/08/00	19-17	0:00
8169	52631498	21/08/00	19-17	0:07
8169	526314	21/08/00	19-18	0:00
8169	526314	21/08/00	19-19	0:00
8169	526314	21/08/00	19-20	0:00
8169	52631415	21/08/00	19-20	0:04
8169	5263140	21/08/00	19-21	0:00
8169	526314	21/08/00	19-21	0:00
8149	52629900	21/08/00	19-23	1:08
8169	52629900	21/08/00	19-25	1:36
5116	52631455	21/08/00	19-26	0:12
8144	52631424	21/08/00	19-35	0:48
5607	52631442	21/08/00	20-00	0:27
8115	52631442	21/08/00	20-01	1:34
5607	52631485	21/08/00	20-02	0:05
8115	52631480	21/08/00	20-02	3:38
8115	52631480	21/08/00	21-55	0:15
5138	52631480	21/08/00	21-55	5:12
8115	52631443	22/08/00	09-02	0:12
5227	52631488	22/08/00	09-11	0:04
5227	52631430	22/08/00	09-12	1:24
5666	52631446	22/08/00	09-16	4:03
5232	52631491	22/08/00	09-20	4:45
8109	52631443	22/08/00	09-21	1:42
8144	52631411	22/08/00	09-25	0:29
5263	52629900	22/08/00	09-41	11:00
5227	52629900	22/08/00	09-50	1:15

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8137	52631446	21/08/00	17-45	0:12
1901	52631401	21/08/00	17-45	1:25
8115	52631465	21/08/00	17-47	0:15
8115	52629900	21/08/00	17-51	2:12
8102	52631441	22/08/00	10-06	0:00
8102	52631425	22/08/00	10-06	0:25
5666	52631425	22/08/00	10-07	0:05
8104	52631425	22/08/00	10-07	0:52
8104	52629900	22/08/00	10-08	0:02
8144	52631496	22/08/00	10-09	0:40
5144	52631425	22/08/00	10-16	1:06
5105	526314	22/08/00	10-17	0:00
5105	52631485	22/08/00	10-21	0:00
5105	52631488	22/08/00	10-21	0:08
5116	52631480	22/08/00	10-21	4:14
5105	52629900	22/08/00	10-22	1:51
8104	52631425	22/08/00	10-26	2:16
5231	52629900	22/08/00	10-30	4:51
8102	52631425	22/08/00	10-39	1:23
8179	52629900	22/08/00	10-53	2:16
8115	52631488	22/08/00	10-56	0:10
8115	52631489	22/08/00	10-56	2:06
8115	52631480	22/08/00	10-57	1:18
8115	52631489	22/08/00	10-58	0:02
8115	52631485	22/08/00	10-58	0:47
8115	52629900	22/08/00	10-59	0:29
5257	52629900	22/08/00	10-59	1:18
5257	52631424	22/08/00	11-12	0:11
5168	52631487	22/08/00	11-16	1:08
8179	52629900	22/08/00	11-34	4:21
8151	52631491	22/08/00	11-36	1:07
5700	52629900	22/08/00	11-44	2:42
5111	52629900	22/08/00	11-51	0:45
5132	52629900	22/08/00	11-59	0:25
5132	52629900	22/08/00	11-59	2:15
8144	52631455	22/08/00	12-00	12:36
8109	52631424	22/08/00	12-03	0:35
5168	52631429	22/08/00	12-04	3:29
1901	52631496	22/08/00	12-04	4:31
8172	52631424	22/08/00	12-05	0:47
5168	52631452	22/08/00	12-06	0:13
8144	52631465	22/08/00	12-07	0:11
5168	52629900	22/08/00	12-07	7:42
8102	52629900	22/08/00	12-07	12:53
8109	52631443	22/08/00	12-08	0:25
5116	52631425	22/08/00	12-08	1:58
5228	52631452	22/08/00	12-14	0:05
8126	52629900	22/08/00	12-18	1:02
8104	52631425	22/08/00	12-21	1:20
8126	52629900	22/08/00	12-21	1:16
5140	52631446	22/08/00	12-27	0:07

Ext.	llamada	Fecha	Hora	Tiempo
8172	52631407	22/08/00	09-58	0:00
1901	52631465	22/08/00	09-58	0:18
8144	52631450	22/08/00	09-58	0:51
5116	52629900	22/08/00	10-01	1:51
8172	52631477	22/08/00	13-03	4:07
8144	52629900	22/08/00	13-04	3:40
8129	52631429	22/08/00	13-05	1:11
8166	52629900	22/08/00	13-09	1:25
5246	52629900	22/08/00	13-15	2:36
5116	52629900	22/08/00	13-16	3:57
8117	52629900	22/08/00	13-19	0:27
8144	52631404	22/08/00	13-20	0:38
5130	52629900	22/08/00	13-20	0:41
8117	52629900	22/08/00	13-20	1:12
5666	52629900	22/08/00	13-20	1:32
8115	52631446	22/08/00	13-21	0:11
8149	52631450	22/08/00	13-22	0:12
8166	52629900	22/08/00	13-22	1:13
8149	52631491	22/08/00	13-22	0:24
8144	52629900	22/08/00	13-22	1:35
5130	52631424	22/08/00	13-23	0:04
5106	52629900	22/08/00	13-27	4:40
8117	52631455	22/08/00	13-32	0:09
8117	52629900	22/08/00	13-32	0:10
8117	52629900	22/08/00	13-33	0:21
8109	52631407	22/08/00	13-41	0:11
8109	52631487	22/08/00	13-41	2:04
8109	52631407	22/08/00	13-42	0:11
8110	52629900	22/08/00	13-42	0:11
8117	52631455	22/08/00	13-43	2:12
8144	52629900	22/08/00	13-45	6:11
5105	52631450	22/08/00	13-46	0:22
8144	52631424	22/08/00	13-47	3:19
5238	52631488	22/08/00	13-49	0:07
5105	52631480	22/08/00	13-50	2:53
8151	52629900	22/08/00	13-53	1:25
8109	52631491	22/08/00	13-54	0:33
5228	52629900	22/08/00	13-55	0:59
5231	52629900	22/08/00	13-55	2:38
5246	52631404	22/08/00	13-58	1:15
5203	52629900	22/08/00	14-01	2:15
5700	52629900	22/08/00	14-10	2:17
5130	52629900	22/08/00	14-21	1:21
5227	52629900	22/08/00	14-34	10:33
5700	52631424	22/08/00	14-41	0:01
5246	52629900	22/08/00	14-44	1:44
5246	52629900	22/08/00	14-46	2:12
8137	52631471	22/08/00	15-17	5:02
1901	52631460	22/08/00	15-23	0:00
8115	52631488	22/08/00	15-25	1:33
8137	52631471	22/08/00	15-25	1:30

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5116	52629900	22/08/00	12-33	0:50
5229	52631480	22/08/00	12-33	7:44
8147	52631429	22/08/00	12-42	0:34
8151	52629900	22/08/00	12-44	3:46
5116	52629900	22/08/00	12-49	7:08
5257	52629900	22/08/00	12-50	0:43
8149	52629900	22/08/00	12-50	3:08
8143	52631425	22/08/00	12-57	5:06
8172	52631429	22/08/00	13-02	2:08
5229	52631443	22/08/00	16-24	1:06
5228	52629900	22/08/00	16-27	0:52
8164	52629900	22/08/00	16-29	0:58
5203	52631411	22/08/00	16-30	0:00
5116	52629900	22/08/00	16-31	1:40
5246	52629900	22/08/00	16-32	0:23
8104	52631465	22/08/00	16-36	0:36
5142	5263141	22/08/00	16-38	0:00
5142	52631413	22/08/00	16-39	0:35
8109	52631451	22/08/00	16-39	0:43
5203	52629900	22/08/00	16-39	1:21
8109	52631491	22/08/00	16-40	5:19
8116	52629900	22/08/00	16-45	1:15
8104	52631409	22/08/00	16-51	1:21
5700	52631460	22/08/00	16-57	5:37
5700	52629900	22/08/00	16-58	0:05
1901	52631491	22/08/00	16-58	0:51
8164	52631411	22/08/00	16-59	7:06
5116	52629900	22/08/00	17-07	0:12
5116	52629900	22/08/00	17-07	0:52
8115	52631488	22/08/00	17-12	0:23
8115	52629900	22/08/00	17-14	0:00
8115	52629900	22/08/00	17-14	3:26
8109	52631491	22/08/00	17-22	2:46
8115	52629900	22/08/00	17-30	9:52
8179	52631488	22/08/00	17-39	0:26
8104	52631460	22/08/00	17-44	10:33
8179	52631425	22/08/00	17-46	1:36
8179	52629900	22/08/00	17-48	0:05
5203	5263140	22/08/00	17-49	0:00
8179	52631466	22/08/00	17-49	0:07
5203	52631407	22/08/00	17-49	0:03
1902	52631465	22/08/00	17-50	0:44
8179	52631460	22/08/00	17-50	1:00
1901	52629900	22/08/00	17-50	2:45
8179	52629900	22/08/00	17-52	8:45
8102	52631404	22/08/00	17-57	19:21
5203	52631491	22/08/00	18-03	11:01
8104	52631455	22/08/00	18-05	1:33
8179	52631449	22/08/00	18-06	5:37
1901	52631485	22/08/00	18-13	0:00
5203	52629900	22/08/00	18-14	2:55

Ext.	Llamada	Fecha	Hora	Tiempo
5167	52631488	22/08/00	15-38	0:09
5167	52631485	22/08/00	15-39	1:05
5706	52631417	22/08/00	16-07	1:10
5706	52631404	22/08/00	16-09	0:05
5706	52631404	22/08/00	16-13	0:21
8179	52631491	22/08/00	16-14	0:46
5706	52629900	22/08/00	16-17	3:26
5203	52631404	22/08/00	16-20	0:03
8179	52631491	22/08/00	16-24	0:07
5238	52631410	22/08/00	18-38	4:58
8179	52631488	22/08/00	18-42	0:32
8115	52631488	22/08/00	18-45	0:37
8179	52631410	22/08/00	18-46	1:19
5116	52629900	22/08/00	18-51	0:29
8109	52629900	22/08/00	18-54	2:16
5168	52631424	22/08/00	18-59	0:33
8115	52629900	22/08/00	19-02	1:09
5203	52629900	22/08/00	19-07	1:39
5111	5263140	22/08/00	19-10	0:00
8155	52629900	22/08/00	19-19	0:30
5116	52629900	22/08/00	19-20	2:33
5105	52631480	22/08/00	19-24	4:35
5116	52629900	22/08/00	19-28	0:36
8115	52631488	22/08/00	19-38	0:13
8151	52631410	22/08/00	19-46	0:11
8129	52629900	22/08/00	19-51	1:37
8129	52629900	22/08/00	19-53	1:38
8129	52629900	22/08/00	19-55	0:10
8151	52629900	22/08/00	19-56	3:32
8129	52629900	22/08/00	19-57	0:28
8129	52629900	22/08/00	20-00	2:04
8164	52631494	22/08/00	20-03	0:20
8164	52631491	22/08/00	20-03	2:47
5229	52631488	22/08/00	21-14	0:14
8115	52629900	22/08/00	21-16	0:00
8115	52631488	22/08/00	21-16	0:23
8115	52631488	22/08/00	21-17	1:51
5666	52631446	23/08/00	08-33	0:10
5666	52631446	23/08/00	08-37	0:00
5666	52631446	23/08/00	08-38	0:13
8155	52629900	23/08/00	08-59	0:00
8115	52631489	23/08/00	09-07	1:05
5203	52631465	23/08/00	09-22	0:46
5112	52631450	23/08/00	09-26	2:47
8104	52631408	23/08/00	09-29	1:54
5230	52631443	23/08/00	09-32	0:54
5666	52631496	23/08/00	09-36	0:15

APÉNDICE B

Otras Tecnologías para VoIP

En este apéndice tratamos de otras tecnologías para VoIP de otros proveedores que ofrecen soluciones incompletas.

B.1 Ejemplos de otras tecnologías actuales VoIP

VoIP y telefonía por Internet han atraído la atención de clientes corporativos y empresas de manufactura de productos de comunicación desde 1996, vendedores como Lucent Technologies, Netspeak, Netphone, Vocal Tec, Vienna System y Northern Telecom's y Micom han introducido productos para soluciones VoIP. Tales productos generalmente son servidores *gateway* que son usados para conectar PBX donde se requiere que las llamadas de larga distancia viajen a través de Internet.

B.1.1 Corporativo de comunicaciones Micom

El Corporativo Micom Communications crea la red de voz y fax sobre la red de datos IP de la empresa. VoIP le permite a cualquier usuario, desde cualquier teléfono o máquina de fax en la empresa, hacer llamadas G.729 de alta calidad gratis dentro de la empresa. El producto VoIP consiste de tarjetas para interface de voz analógica y digital, que tiene uno o dos canales de voz/fax. Las tarjetas se conectan a una PC de la empresa que opere con sistema *Netware*, MS-DOS, Windows 95 ó NT. La tarjeta de interface es compatible con cualquier teléfono, fax, PBX o troncal. La configuración típica para ésta empresa se muestra en la figura B.1 donde se aprecia la integración de equipo de datos y voz para crear una red de voz/fax sobre IP

El proveedor asegura que las compañías pueden ahorrar miles de dólares por sitios remotos anualmente con la tecnología VoIP. Una red de 50 sitios podrá ahorrar medio millón de dólares en cinco años con una recuperación de la inversión de seis a doce meses.

Para hacer una llamada empleando VoIP, el empleado de la compañía marca un número de extensión corto en su teléfono con su fax para conectarse a otro teléfono o fax de otro departamento de la misma empresa como se muestra en la figura B.1; a continuación el teléfono o fax se comunica automáticamente hacia la tarjeta VoIP, a través del conmutador PBX, mediante la tarjeta NIC que se ubica dentro de la PC que a la vez está conectada a una red Lan y que por medio de un ruteador forma parte de una red Wan, y similarmente se conecta hacia otro teléfono o fax. VoIP es independiente de la tecnología Lan o Wan: cualquier combinación de tecnologías para Lan's (ATM, Ethernet, FDDI y *Token Ring*) y para Wan's (*Frame Relay*, Líneas dedicadas, ISDN, Satélite ATM e Internet) pueden ser usadas. Sin embargo, los proveedores de éstas redes ofrecen diferentes QoS y retardos de propagación.

La tecnología Micom se basa en el estándar *ClearVoice* para entregar voz de alta calidad de 8 kbps de Wan; VoIP con *ClearVoice* combina el estándar para la compresión de voz de la ITU G.729, la demodulación de fax, la supresión de silencios, y procesadores de señales digitales para comprimir y convertir las señales de voz y fax a paquetes IP. Un canal de voz consume solo el 3% de los 56 a 64 kbps de una conexión Wan. El administrador de la red que también es parte de VoIP proporciona la configuración completa, el estatus de alarmas, reporte de eventos, además del conteo y diagnóstico de llamadas.

B.1.2 Corpotativo Microsoft

El líder del mercado de software, Microsoft, recientemente liberó las versiones comerciales de dos productos que direccionan la entrega de datos sobre Internet: *NetMeeting 2.0* y *NetShow 2.0*.

Con *NetMeeting*, una persona que usa la PC con Internet puede sostener conversaciones en tiempo real por todo el mundo. *NetMeeting* trabaja con cualquier tarjeta de captura de videocámara que soporte video para Windows (extensión .AVI).

El audio en tiempo real le permite a los usuarios hablar con otra gente a través de Internet usando *modems* desde 14.4 kbps combinando las capacidades de audio y datos de *NetMeeting*, uno puede, tanto ver como oír a la otra persona, así como, compartir información y aplicaciones. La video conferencia de *NetMeeting* incluye las siguientes características:

- Habilidad de cambiar el tamaño de la ventana del video.
- Compatibilidad con hardware existente para captura de video.
- Calidad de video aún en conexiones de ancho de banda angosto. *NetMeeting* produce imágenes de calidad y video en tiempo real usando la conexión de Internet con un estándar para *modem* de 28.8 kbps, una conexión RDSI sobre IP, o una conexión Lan.
- Habilidad para recibir imágenes sin tener hardware para video.
- Habilidad de copiar imágenes al portapapeles de Windows.
- Habilidad de ajustar la calidad de video.

- Soporte de la tecnología Intel MMX.

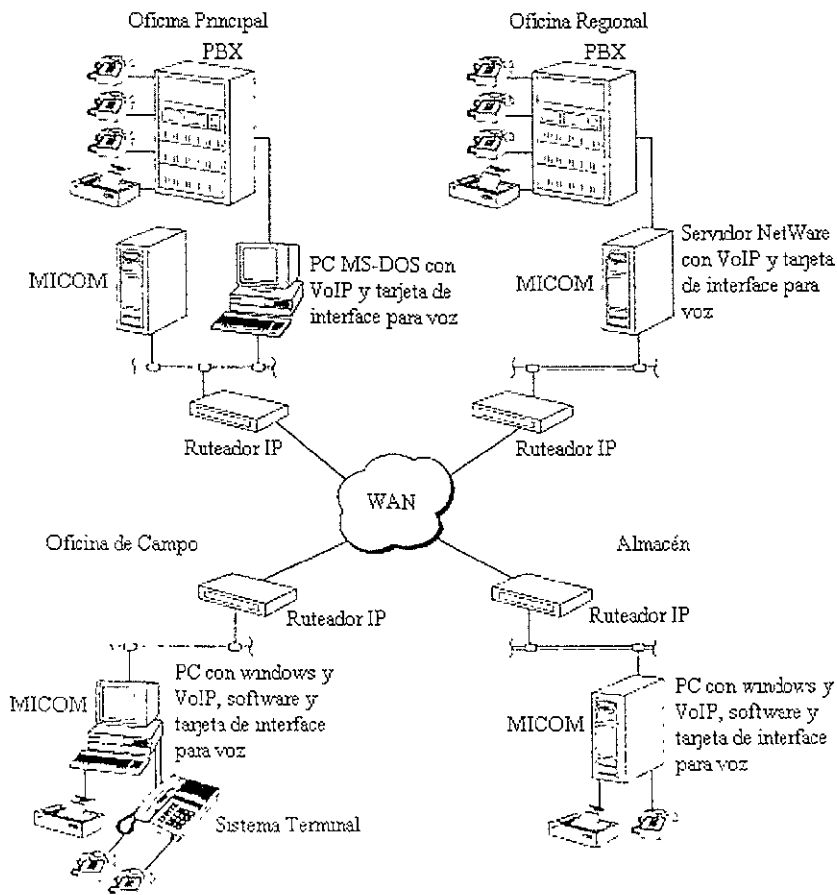


Figura B.1 Integración de la red VoIP Micom.

- Interoperabilidad con otros productos y servicios H.323 *NetMeeting* soporta el estándar H.323 para conferencias de audio y video, el cual incluye el *codec* de video H.263. El H.323 le permite a *NetMeeting* interoperar con otros clientes de videofono, tales como, *Intel Internet Video Phone*. También muchas empresas que son líderes están desarrollando actualmente servidores y *gateway* H.323 que permitirán a los usuarios de *NetMeeting* participar en una llamada con múltiples conexiones de audio y video

Uno puede hacer llamadas de voz usando *NetMeeting* y hablar con otras personas que tengan la misma aplicación u otros productos compatibles con la tecnología de Internet. *NetMeeting* también ofrece audio conferencias como *half-duplex* y *full-duplex*, para conversaciones de tiempo real, ajuste sensitivo y automático del micrófono para asegurar que la gente se escuche claramente.

En computadoras MMX, *NetMeeting* usa *codecs* de audio especiales para mejorar el desempeño y compresión y descompresión del audio, esto resultará en un menor uso del CPU y un incremento de la calidad del audio durante la llamada.

El otro producto es Microsoft *Netshow* 2.0, éste proporciona una manera fácil de transportar los datos multimedia a través de Intranet's y de Internet, dándole a los proveedores, corporativos y profesionales de la *Web* la habilidad de integrar el audio y el video en cualquier aplicación *Web*. El producto permite que el contenido sea entregado al cliente como un continuo flujo de datos con poco tiempo de espera antes que la reproducción.

La configuración con éstas aplicaciones se puede observar en la figura B.2 Microsoft NetShow soporta tanto técnicas de entrega *unicast* como *multicast*. *Unicast* significa que el servidor envía la información cada vez que es requerida permitiéndole al usuario controlar la reproducción; de manera similar al manejo de una videocasetera, adelantando o retrasando, deteniendo o iniciándolo en el momento deseado. El envío de datos por *unicast* puede ocupar mucho ancho de banda; mientras que el *multicast* le permite al servidor enviar una sola copia de información solicitada a través de la red para que muchas computadoras las reciban de manera simultanea, sin embargo, como pasa en un programa de televisión, el usuario pierde la habilidad de adelantar o retrasar el programa.

B.1.3 Corporativo IDT

El Corporativo IDT Net2Phone le permite al usuario de Internet usar el equipo de sonido de su PC, para iniciar llamadas desde su computadora y transmitir las a través del Internet hacia un conmutador central telefónico IDT. El conmutador automáticamente entrega la llamada a su destino final (cualquier teléfono de la red publica PSTN). El resultado es una comunicación de voz *full-duplex* en tiempo real ininterrumpida entre dos personas. Las figuras B.3 a la B.6 nos muestran cuatro escenarios diferentes de utilizar los productos y servicios Net2Phone.

- Soporta el estándar internacional de videoconferencia H.320, asegurando interoperabilidad con otro sistema de escritorio
- Trabaja en una gran variedad de ambientes de red de telecomunicaciones como: RDSI, *Switched56* y V.35/RS-449.
- El T.120 permite a los usuarios compartir aplicaciones y datos con múltiples sitios durante la videoconferencia, acelerando el intercambio de información e ideas.

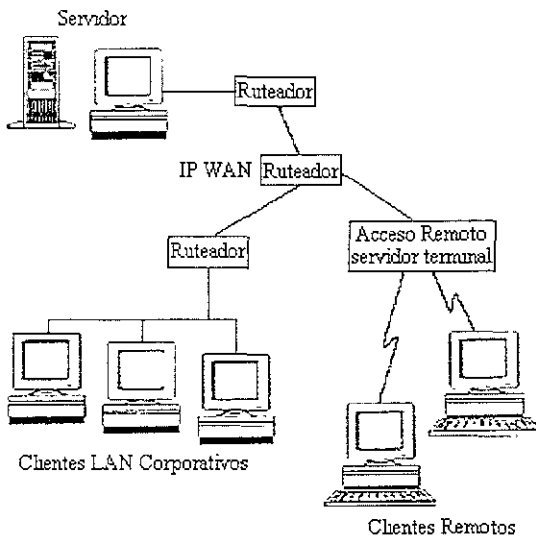


Figura B.2. Ambiente de Aplicación NetMeeting/NetShow.

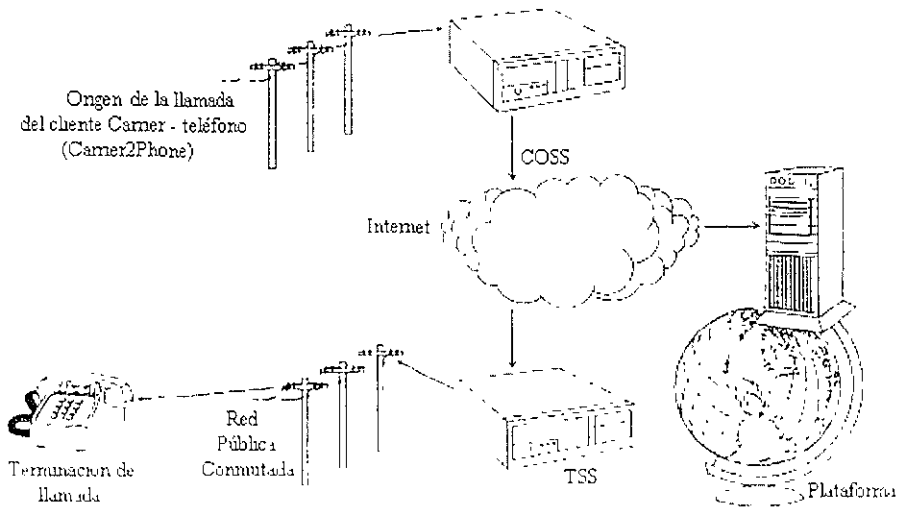


Figura B.3. Arquitectura Carrier2Phone.

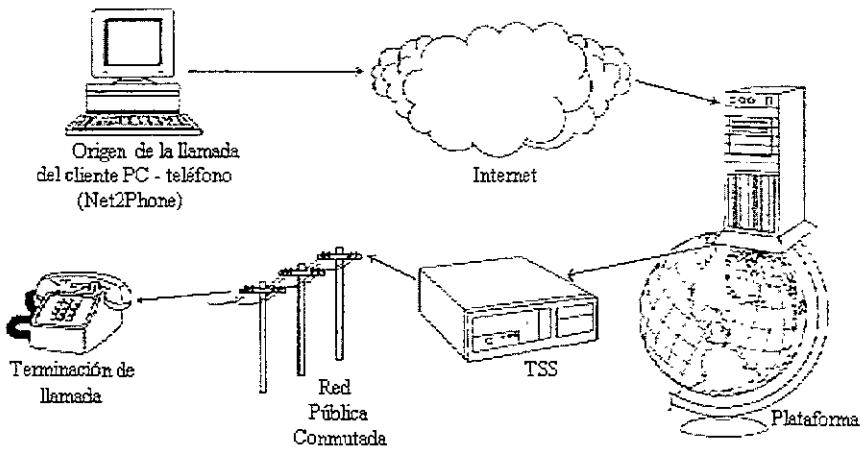


Figura B.4. Arquitectura Net2Phone.

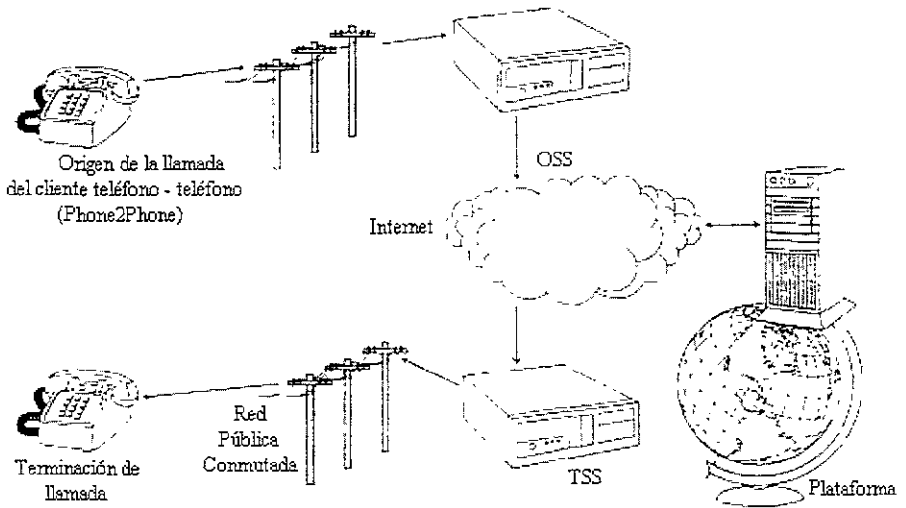


Figura B.5. Arquitectura Phone2Phone.

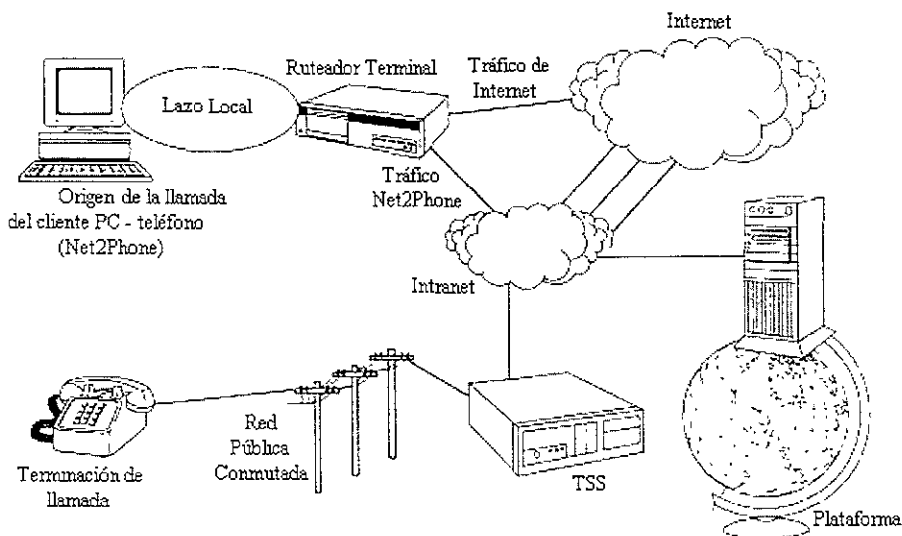


Figura B.6. Arquitectura Net2Phone por cable.

B.1.5 Vocal Tec

La compañía VocalTec ofrece sistemas basados en IP llamados *Internet Telephony Gateway*, el cual ha sido vendido a Telecom Finland, Dacom en Korea, Telecom en New Zeland.

Su producto VoIP incorpora nuevas y mejoradas características que incluyen audio y video mejorado, soporte para estándares internacionales, llamadas telefónicas desde PC hasta un teléfono convencional.

La aplicación *Internet Phone Release 5* requiere de una computadora de 75Mhz ó más rápida y 16 Mbytes de RAM corriendo bajo ambiente Windows con aplicación internet y conexión de 14.4 kbps como mínimo, y su mejora consiste en:

- Calidad de audio y video mejorado. Proporciona una entrega más rápida de tramas y una imagen de video más grande, que incluye nuevos algoritmos para la reconstrucción para los paquetes perdidos y un mejor manejo del retardo para un audio mejorado
- Soporte para H.323. Soporta el estándar internacional para las comunicaciones de audio y video sobre redes

- Llamadas telefónicas desde PC's a PSTN. Los enlaces directos hacia los proveedores del servicio de telefonía por Internet, permiten a los usuarios contratar el servicio telefónico.
- Navegador comunitario. Este navegador le permite a la gente conocer y hablar con otras personas alrededor del mundo con intereses similares.
- Audioconferencia. Permite que hasta 100 personas participen en una audioconferencia cuando es usado con el servidor de conferencias Vocal Tec.

La tabla B.1 compara las ofertas existentes de diferentes proveedores con base al precio y servicios que ofrece.

Compañía	Contacto	Producto	Tipo de Aplicación	Audio	Video	Protocolos de Soporte	Precio por Usuario (USD)	Plataformas
Creative Labs, Inc.	http://www.creat.com	ShareVision PC3000	Punto-a-Punto	Full-duplex	Sí	Ninguno	\$450	Windows 95 Windows 98
Createice Software Technologies	http://www.cst.com.au	CollabOrator System 2000 Plus	Punto-a-Punto	Full-duplex	Sí	Ninguno	\$360	Windows 95 Windows 98
Microsoft Corporation	http://www.microsoft.com	Microsoft NetMeeting	Multipunto	Full-duplex	Sí	H.232 y H.263	Gratis para el cliente	Windows 95 Windows NT
Farallon Communications Inc.	http://www.netopia.com	Netopia Virtual Office	Punto-a-Punto	Half-duplex	No	T.120, H.320 y H.323	\$50	Windows 95 Windows 98 Windows NT
PictureTel Corporaton	http://www.picturetel.com	Live 200	Multipunto	Full-duplex	Sí	H.320	\$1495	Windows 98
Smart Technologies Inc.	http://www.smarttech.com	Smart 2000 Conferencing Versión 3.4	Multipunto	Ninguno	No	Ninguno	\$299	Windows 95 Windows 98 Windows NT
RSI Systems Inc.	http://www.rsisystems.com	Eris Visual Communications Systems	Punto-a-Punto	Full-duplex	Sí	H.320	\$3995	Windows 95 Windows 98 Mac System
VocalTec Inc.	http://www.vocaltec.com	Internet Conference Professional 2.0	Multipunto	Full-duplex	No	Ninguno	\$150	Windows 98 Windows NT

Tabla B.1. Comparación parcial del producto y mercado VoIP.